

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**ИНСТИТУТ ИНФОРМАТИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И РОБОТОТЕХНИКИ
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель образовательной
программы**

Директор института

Н.В. Черкесова

_____ Р.В. Гурфова

« ____ » _____ 20 ____ г.

« ____ » _____ 20 ____ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Исследование операций и методы оптимизации»**

Направление подготовки (специальность)
09.03.03 – ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА
(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки
«Прикладная информатика в экономике»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Нальчик 2020

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Исследование операций и методы оптимизации» / сост. Кетова Ф.Р. – Нальчик: КБГУ, 2020. - ____ с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика профиль «Прикладная информатика в экономике» VI семестра, 3 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской федерации от «12» марта 2015 г. № 207 (зарегистрировано в Минюсте России 27 марта 2015 г. № 36589)

Содержание

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	8
6. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	20
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	22
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	23
9. Лист изменений переутверждения рабочей программы дисциплины	25
10. Приложения	

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов:

- знания терминов и понятий теории исследования операций и методов оптимизации;
- умения получать и обрабатывать информацию по выявлению экономико-социальных параметров внешней среды, необходимых для исследования операций и методов оптимизации.
- навыка использования методов оптимизации в условиях конфликтной ситуации.

Задачи дисциплины научить студентов:

- использовать методологию исследования операций;
- выполнять все этапы операционного исследования;
- внедрять результаты операционного исследования;
- классифицировать задачи оптимизации;
- выбирать метод решения задач оптимизации;
- проверять выполнение условий сходимости методов;
- использовать компьютерные технологии реализации методов исследования операций и методов оптимизации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» относится к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение студентами материала курсов «Математический анализ», «Экономическая теория», «Теория вероятностей и математическая статистика», в объемах, необходимых для получения знаний, навыков и компетенций в сфере принятия решений.

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» является базовым теоретическим и практическим основанием для всех последующих дисциплин подготовки бакалавра направления «Прикладная информатика», использующих оптимизационные методы. Успешное освоение дисциплины позволит решать проблемы выбора научно-обоснованных решений и принятия и применять методы оптимизации в актуальных сферах экономик и управления.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В совокупности с другими дисциплинами профиля «Прикладная информатика в экономике» дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» направлена на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению подготовки 09.03.03 – Прикладная информатика (уровень бакалавриата):

Общепрофессиональных компетенций (ОПК):

ОПК-2: способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

Профессиональных компетенций (ПК) по видам профессиональной деятельности:

Проектная деятельность:

ПК – 6: способностью собирать детальную информацию для формализации требований пользователей заказчика.

В результате освоения содержания дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» студент должен:

Знать:

- основы теории оптимизации и методов исследования операций, необходимые для решения практических задач;
- специфику исследования операций и методов оптимизации в предпринимательской, финансовой и управленческой сферах деятельности.

Уметь:

- анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- собирать детальную информацию для формализации требований пользователей заказчика

Владеть:

- навыками анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- навыками собирать детальную информацию для формализации требований пользователей заказчика

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№	Наименование темы	Содержание темы	Код компетенции	Оценочное средство
1	Предмет исследования операций и методов оптимизации	История и современный статус исследования операций (ИО). Основные понятия ИО. Основные особенности ИО. Основные этапы ИО. Математическое моделирование операций. Классификация экономико-математических моделей. Преимущества и недостатки использования моделей. Принципы моделирования. Проверка и корректировка модели. Подготовка модели к эксплуатации. Внедрение результатов операционного исследования.	ОПК-2, ПК-6	ДЗ, К, Т
2	Задачи линейного программирования	Примеры экономических задач линейного программирования. Формы записи задачи линейного программирования, их эквивалентность. Геометрическая интерпретация и графическое решение задачи линейного программирования. Свойства задачи линейного программирования. Симплексный метод. Метод искусственного базиса. Особые случаи симплексного метода. Специальные задачи линейного программирования: транспортная задача, задача целочисленного программирования. Постановка транспортной задачи по критерию стоимости в матричной форме. Закрытая и открытая модели транспортной задачи. Построение исходного опорного плана. Метод	ОПК-2, ПК-6	ДЗ, К, Т

3	Двойственность в линейном программировании	Понятие двойственности. Построение двойственных задач и их свойства. Несимметричные двойственные задачи. Основное неравенство теории двойственности. Критерий оптимальности Канторовича. Основные теоремы двойственности и их экономическое содержание. Двойственный симплекс-метод.	ОПК-2, ПК-6	ДЗ, К, Т
4	Задачи нелинейного программирования	Общая задача нелинейного программирования (НЛП). Задача НЛП и классическая задача условной оптимизации. Функция Лагранжа для задачи НЛП. Седловая точка функции Лагранжа. Достаточное условие оптимальности в общей задаче НЛП. Выпуклые задачи оптимизации. Выпуклые множества. Примеры выпуклых множеств. Опорная гиперплоскость. Выпуклые и вогнутые функции. Условия выпуклости и вогнутости функций. Свойства выпуклых функций. Теоремы о локальном максимуме в выпуклом случае. Формулировка выпуклой задачи НЛП. Теорема Куна-Таккера. Условия Куна-Таккера как необходимые и достаточные условия оптимальности. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа.	ОПК-2, ПК-6	ДЗ, К, Т
5	Оптимизация динамических систем	Динамические задачи оптимизации. Примеры: простейшая динамическая модель производства и задача поиска оптимальной производственной программы. Многошаговые и непрерывные модели. Управление и переменная состояния в динамических моделях. Задание критерия в динамических задачах оптимизации. Принципы построения динамического управления: построение программной траектории и использование обратной связи. Задача построения программной траектории как задача математического программирования (в конечномерном или бесконечномерном пространстве). Динамическое программирование в многошаговых задачах оптимизации. Принцип оптимальности. Функция Беллмана. Уравнение Беллмана в многошаговых задачах оптимизации. Решение задач динамического программирования.	ОПК-2, ПК-6	ДЗ, К, Т

6	Основы теории игр. Оптимизация в условиях неопределенности	Игра как модель конфликтной ситуации при принятии решения. Классификация игр. Матричные антагонистические игры. Игры с ненулевой суммой и кооперативные игры. Платёжная матрица. Нижняя и верхняя цена игры. Решение игры в смешанных стратегиях. Методы решения простейших игровых задач. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования. Игры с природой. Матрица рисков. Задача выбора решений в условиях неопределенности. Критерии выбора решений в условиях неопределенности:	ОПК-2, ПК-6	ДЗ, К, Т
---	--	--	-------------	----------

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов). Количество академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем – 45, на самостоятельную работу – 63 часа.

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)

ВИД РАБОТЫ	ТРУДОЕМКОСТЬ, ЧАСЫ	
	6 семестр	Всего
Общая трудоемкость (часах)	108	108
Контактная работа (в часах):	45	45
Лекционные занятия (Л)	15	15
Практические занятия (ПЗ)	Не предусмотрены	
Семинарские занятия (СЗ)	Не предусмотрены	
Лабораторные работы (ЛР)	30	30
Самостоятельная работа (в часах):	63	63
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа (К)	-	-
Самостоятельное изучение разделов/тем	54	54
Курсовая работа (КР)/Курсовой проект (КП)	-	-
Подготовка к сдаче промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Предмет исследования операций и методов оптимизации
2.	Задачи линейного программирования
3.	Двойственность в линейном программировании
4.	Задачи нелинейного программирования
5.	Оптимизация динамических систем
6.	Основы теории игр. Оптимизация в условиях неопределенности

Таблица 4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема
1	Линейная производственная задача
2	Геометрическая интерпретация задач и линейного программирования.

	Графический метод решения ЗЛП
3	Алгоритм табличного симплекс-метода
3	Двойственная задача линейного программирования.
4	Транспортно-распределительная задача
5	Задачи оптимального назначения
6	Игры «с природой».

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Компьютерные технологии поиска компромисса в практике принятия решений.
2	Модели и методы принятия решений в многокритериальных задачах экономики.
3	Математические модели управления риском в финансовой сфере.
4	Математические модели управления риском в производственной сфере.
5	Математические методы оценки риска
6	Структуры экспертных знаний.
7	Нечёткие множества в теории принятия решений.
8	Нейронные сети в теории принятия решений.

5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация**.

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля. Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» и включает: ответы на теоретические вопросы на лабораторном занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, написание докладов, рефератов, эссе, дискуссии.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания

5.1.1. Типовые задания для текущего контроля (контролируемые компетенции ОПК-2, ПК-6):

1. Запишите задачу ЛП в общей (произвольной) форме.
2. Запишите задачу ЛП в симметричной (стандартной) форме.
3. Запишите задачу ЛП в канонической (основной) форме.
4. Приведите пример задачи ЛП и постройте ее математическую модель.
5. Привести к канонической форме следующую ЗЛП:

$$\begin{aligned} \min Z &= 6x_1 + 5x_2; \\ 5x_1 + 11x_2 &> 55, \\ x_1 + x_2 &> 8, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 11x_1 + 3x_2 &> 32, \\ 16x_1 + 13x_2 &< 210, \\ 17x_1 + 12x_2 &< 205, \\ x_1 &> 0, x_2 > 0 \end{aligned}$$

6. Привести к симметрической форме записи задачу, заданную в общем виде:

$$\begin{aligned} \max Z &= -2x_1 - x_2 - x_3 + 2x_4 + x_5; \\ -2x_3 - x_4 + x_5 &= 4, \\ -x_2 + 4x_3 + 2x_4 &= 8, \\ x_1 + x_3 + x_4 &= 6, \\ x_j &> 0 \ (j = 1, 5). \end{aligned}$$

7. Привести к каноническому виду ЗЛП

$$\begin{aligned} \min Z &= -2x_1 + 3x_2 - x_3 - 2x_4 \text{ при ограничениях:} \\ x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_4 &= 4, \\ 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 + x_4 &= 6, \\ x_1 - 2x_2 - x_3 + 3x_4 &> 2, \\ x_2 + 3x_3 + 5x_4 &< 6, \\ -2x_1 - 3x_2 + x_3 - 2x_4 &< 4, \\ x_1 \text{ и } x_2 &\text{ -- любого знака,} \\ x_3 &> 0, x_4 > 0. \end{aligned}$$

8. Привести ЗЛП, заданную в каноническом виде, к симметрической форме:

$$\begin{aligned} \max Z &= 2x_1 + 3x_2 - x_4 + 2x_5 + 6; \\ 3x_1 + 9x_2 + 5x_3 - 2x_4 - 2x_5 &= 7, \\ 2x_1 - 2x_2 - 2x_3 + x_4 - x_5 &= 1, \\ 9x_1 - 8x_2 - 7x_3 + 3x_4 - 4x_5 &= 3, \\ x_j &> 0 \ (j = 1, 5). \end{aligned}$$

9. Представить ЗЛП в каноническом виде:

$$\begin{aligned} \min Z &= -x_1 + 5x_2 + 2x_4 - 3x_5; \\ x_1 - x_2 + x_4 + 2x_5 &< 2, \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + x_5 &< 3, \\ 2x_1 - x_2 + x_3 + 2x_4 &< 6, \\ -5x_1 + x_2 + x_5 &> 8, \\ x_j &> 0 \ (j = 1, 5). \end{aligned}$$

10. Представить ЗЛП в каноническом виде:

$$\begin{aligned} \max Z &= -x_1 + x_2 - 2x_3 + x_4; \\ x_1 - x_2 - x_3 + 2x_4 &< 6, \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 &> 8, \\ 2x_1 + 2x_2 - x_3 + 3x_4 &< 10, \\ -3x_1 + 5x_2 + 3x_3 - x_4 &= 15, \\ x_j &> 0 \ (j = 1, 4). \end{aligned}$$

11. Привести пример системы линейных неравенств область допустимых значений которой состоит из одной точки.

12. Привести пример системы неравенств область допустимых значений которой пустое множество.

13. Привести пример системы линейных уравнений область допустимых значений которой замкнутое множество.

14. Привести пример системы неравенств область допустимых значений, которой открытое множество.

15. Нарисовать график функций, которая на отрезке $[0, 10]$ имеет два локальных минимума, указать точки, в которых эти минимумы достигаются.

16. Дать определение линий уровня функций и привести его геометрическую интерпретацию.

17. Привести пример функции вектор, градиента которой имеет координаты $[2; 3]$.

18. Привести пример функции, линии уровня которой представляют собой окружности.

19. Вычислить градиент функции $Z = 4x^2 + 9y^2$. Построить вектор с указанными координатами в трех произвольных точках плоскости.
20. Привести пример ЗЛП целевая функция которой не ограничена сверху. Дать геометрическую интерпретацию задачи.
21. Дать определение базисного плана для ЗЛП.
22. Дать определение системы ограничений ЗЛП записанных в предпочтительном виде.
23. Выписать в общем виде M – задачу и указать с какой целью она решается.
24. Сформулировать условия наличия начального базисного плана ЗЛП записанной в каноническом виде, используя оптимальный план M – задачи.
25. Сформулировать условия отсутствия начального базисного плана ЗЛП записанной в каноническом виде, используя оптимальный план M – задачи.
26. Сформулировать признак оптимальности базисного плана для симплекс метода.
27. Дать определение невырожденности базисного плана.
28. Выписать в общем случае формулы перехода к не худшему базисному плану.
29. Сформулировать условия выбора разрешающего столбца в симплекс –таблице.
30. Сформулировать условия выбора разрешающей строки в симплекс –таблице.
31. Построить двойственную к следующей ЗЛП:

$$\max Z = 7x_1 + 13x_2 + 8x_3;$$

$$x_1 + 2x_2 < 3,$$

$$x_1 + x_3 < 4,$$

$$x_1 + 3x_2 + 2x_3 < 2,$$

$$x_j > 0 \ (j = 1,3).$$
32. Построить двойственную к следующей ЗЛП:

$$\max Z = 5x_1 + 4x_2 + 6x_3;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 < 6,$$

$$2x_1 - x_2 + 3x_3 > 9,$$

$$3x_1 + x_2 + 2x_3 > 11,$$

$$x_j > 0 \ (j = 1,3).$$
33. Построить двойственную к следующей ЗЛП:

$$\min Z = 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 6x_4 ;$$

$$2x_1 + x_2 - x_3 + 5x_4 > 5,$$

$$3x_1 - 2x_2 + x_3 + 4x_4 > 4,$$

$$x_j > 0 \ (j = 1,4).$$
34. Построить двойственную к следующей ЗЛП:

$$\min Z = -x_1 + 4x_2 + 6x_3 ;$$

$$-x_1 + 2x_2 + 4x_3 > 15,$$

$$-2x_1 - x_2 + 2x_3 < 2,$$

$$4x_1 + 8x_2 - x_3 > 17,$$

$$x_1 + x_2 + x_3 > 6,$$

$$x_j > 0 \ (j = 1,3).$$
35. Построить двойственную к следующей ЗЛП:

$$\min Z = 3x_1 + 4x_2 - 6x_3 ;$$

$$2x_1 + 3x_2 - x_3 > 8,$$

$$-3x_1 + 2x_2 - 2x_3 = 10,$$

$$5x_1 - 4x_2 + x_3 > 7,$$

$$x_j > 0 \ (j = 1,3).$$
36. Записать ЗЛП в стандартной форме и выписать к ней двойственную.
37. Сформулировать первую теорему двойственности (основное неравенство теории двойственности).
38. Сформулировать вторую теорему двойственности (основное равенство теории двойственности).
39. Выписать условия дополняющей нежесткости для пары взаимодвойственных задач.

40. Какой вывод можно сделать об оптимальном плане двойственной задачи, если целевая функция прямой задачи не ограничена.
41. Приведите текстовую формулировку транспортной задачи.
42. Приведите математическую модель транспортной задачи.
43. Дайте определение открытой и закрытой транспортной задачи.
44. Дайте определение допустимого и оптимального плана транспортной задачи.
45. Сформулируйте критерий существования оптимального плана транспортной задачи.
46. Перечислите известные вам методы построения начального базисного плана и опишите их.
47. Сформулируйте условия оптимальности базисного плана транспортной задачи.
48. Сформулируйте правило построения цикла транспортной задачи и дайте его экономическую интерпретацию.
49. Что необходимо предпринять, если в распределительной таблице транспортной задачи при построении исходного базисного плана не нулевые объемы груза размещены менее чем в $(m + n - 1)$ клетках.

50. Постройте начальный базисный план для следующей транспортной задачи:

Поставщик	Потребители			Запас груза a_i
	B1	B2	B3	
A1	1	3	2	50
A2	4	5	7	100
A3	6	2	4	130
Потребность в грузе b_j	70	100	110	280

51. Какие значения могут принимать переменные в задачах целочисленного программирования?
52. Изобразите множество планов задачи целочисленного линейного программирования
- $$2x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$$
- $$2x_1 + x_2 \leq \frac{19}{3}$$
- $$x_1 + 3x_2 \leq 10$$
- $$x_j \geq 0, x_j - \text{целые}, j = \overline{1,2}$$
53. Что представляет собой множество планов задачи целочисленного линейного программирования?
54. Какую строку можно выбирать для построения дополнительного ограничения в методе отсечения Гомори?
55. Какая симплексная таблица называется прямо допустимой?
56. Как в двойственном симплекс методе можно определить, что исходная задача не имеет оптимальных планов?
57. Какая симплексная таблица называется двойственно допустимой?
58. В каком случае двойственно допустимая симплексная таблица является прямо допустимой?
59. Как выбирается разрешающая строка в двойственном симплекс-методе?
60. Как выбирается разрешающий столбец в двойственном симплекс-методе?
61. Может ли ведущий элемент в двойственном симплекс-методе быть >0 ? <0 ? $=0$?
62. Что отсекает дополнительное ограничение в методе Гомори?
63. Изложите алгоритм метода отсечения Гомори.
64. К чему геометрически приводит добавление нового ограничения в методе отсечения Гомори?
65. Как изменяется множество планов задачи целочисленного линейного

программирования после добавления нового ограничения в методе отсечения Гомори?

66. Привести пример задачи нелинейного программирования, в которой две точки минимума и одна точка максимума
67. Сформулировать необходимое условие экстремума функции одной переменной
68. Найти маршрут из первого пункта в последний, который обеспечивает минимальную стоимость перевозки груза
69. Привести пример задачи нелинейного программирования, в которой две точки максимума и нет точек минимума
70. Сформулировать условие максимума функции одной переменной
71. Найти маршрут из первого пункта в последний, который обеспечивает минимальную стоимость перевозки груза
72. Привести пример задачи нелинейного программирования, в которой нет точек экстремума, но существуют две стационарные точки
73. Сформулировать условие минимума функции одной переменной
74. Найти маршрут из первого пункта в последний, который обеспечивает минимальную стоимость перевозки груза
75. Привести пример задачи нелинейного программирования, в которой одна точка экстремума, но две стационарные точки
76. Сформулировать необходимое условие экстремума функции двух переменных
77. Найти маршрут из первого пункта в последний, который обеспечивает минимальную стоимость перевозки груза
78. Решить графически задачу $f(x)=x_1+x_2 \rightarrow \text{extr}, x_1+x_2 \leq 1, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
79. Вычислить функцию Лагранжа в задаче $f(x)=7(x_1-2)^2+x_2^2 \rightarrow \max, x_1+4x_2=11, 7x_1+\sqrt{x_2}=3$.
80. Решить графически задачу $f(x)=x_1^2+x_2^2 \rightarrow \text{extr}, x_1+x_2 \leq 1, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
81. Вычислить функцию Лагранжа в задаче $f(x)=x_1-3x_2^2 \rightarrow \min, x_1+|x_2|=3$
82. Решить графически задачу $f(x)=(x_1+1)^2+(x_2+1)^2 \rightarrow \text{extr}, x_1+x_2 \leq 1, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
83. Построить градиент функции $f(x)$ в точке x_0 : $f(x)=3x_1+7x_2^2, x_0=\begin{pmatrix} 6 \\ 1 \end{pmatrix}$.
84. Решить графически задачу $f(x)=(x_1-x_2)^2 \rightarrow \text{extr}, x_1+x_2 \leq 1, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
85. Построить градиент функции $f(x)$ в точке x_0 : $f(x)=(x_1-3)^2+(x_2+1)^2, x_0=\begin{pmatrix} 2 \\ 2 \end{pmatrix}$.
86. Решить графически задачу $f(x)=|x_1-x_2| \rightarrow \text{extr}, x_1+x_2 \leq 1, x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
87. Построить градиент функции $f(x)$ в точке x_0 : $f(x)=x_1x_2, x_0=\begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}$.

Критерии формирования оценок по заданиям текущего контроля:

«отлично» (3 балла) – все задания выполнены в полном объеме, дана полная интерпретация полученных результатов. Задача решена верно. Даны полные, исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. Обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию. Свободно владеет материалом;

«хорошо» (2 балл) – задача решена, все задания работы выполнены, дана неполная интерпретация результатов. Даны ответы на все поставленные вопросы. Обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе изложения, однако не все выводы достаточно аргументированы;

«удовлетворительно» (1 балл) – задача не решена, не все задания выполнены, дана неполная интерпретация результатов. Обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при формулировке выводов;

«неудовлетворительно» (0 баллов) – работа не выполнена либо обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы.

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля. Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится *три таких контрольных мероприятия по графику*.

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре в течение учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

5.2.1. Коллоквиум (контролируемые компетенции ОПК-2, ПК-6)

Вопросы, выносимые на коллоквиум

1. Что называется операцией?
2. Что составляет предмет исследования операций?
3. Назовите основные этапы операционного исследования и дайте их краткую характеристику.
4. Классификация экономико-математических моделей.
5. Сформулируйте основные принципы моделирования.
6. Как методы оптимизации используются при принятии экономических решений?
7. Что такое глобальный максимум критерия и оптимальное решение?
8. Достаточное условие существования глобального максимума (теорема Вейерштрасса).
9. Назовите причины отсутствия оптимального решения.
10. Что такое локальный максимум?
11. Сформулируйте общую задачу нелинейного программирования.
12. Сформулируйте необходимое условие локального максимума в общей задаче нелинейного программирования.
13. Что такое функция Лагранжа?
14. Дайте определение седловой точки функции Лагранжа.
15. Сформулируйте достаточное условие оптимальности с помощью функции Лагранжа.
16. Сформулируйте условие дополняющей нежесткости и дайте его экономическую интерпретацию.
17. Дайте определение выпуклого множества.
18. Какие свойства имеют выпуклые множества?
19. Дайте определение опорной гиперплоскости.
20. Дайте определение разделяющей гиперплоскости.
21. Сформулируйте понятие выпуклой и вогнутой функций.
22. Что такое строгая выпуклость функции?
23. Что такое надграфик функции? Какими свойствами обладает надграфик выпуклой функции?
24. Сформулируйте достаточное условие выпуклости функции.
25. Какие свойства имеют выпуклые функции?
26. Сформулируйте выпуклую задачу нелинейного программирования.
27. Сформулируйте теорему о глобальном максимуме в выпуклом случае.
28. Сформулируйте теорему Куна-Таккера.
29. Дайте экономическую интерпретацию множителей Лагранжа.
30. Сформулируйте задачу линейного программирования.

31. Приведите содержательные примеры задачи линейного программирования.
32. Что такое нормальная (стандартная) и каноническая формы задачи линейного программирования?
33. Какие свойства имеет допустимое множество задачи линейного программирования?
34. Какие свойства имеет оптимальное решение в задаче линейного программирования?
35. Сформулируйте двойственную задачу линейного программирования.
36. Сформулируйте теоремы двойственности в задаче линейного программирования.
37. Дайте интерпретацию двойственных переменных в задаче линейного программирования.
38. Расскажите об анализе чувствительности в задаче линейного программирования.
39. Примените графический метод для решения конкретной задачи линейного программирования.
40. В чем состоят методы решения задач линейного программирования, основанные на направленном переборе вершин (симплекс-метод и др.)?
41. Какие возможности предоставляет среда MS Excel для решения задач линейного программирования?
42. Сформулируйте задачу выбора решений в условиях неопределенности.
43. Назовите и сформулируйте критерии выбора решений в условиях неопределенности (принцип гарантированного результата, критерий Гурвица, критерий Байеса-Лапласа, критерий Сэвиджа).
44. Как определяется множество допустимых гарантирующих программ?
45. Что такое наилучшая гарантирующая программа?
46. Как используется вероятностная информация о параметрах в задачах принятия решений при случайных параметрах.
47. Понятие об игровых моделях. Платёжная матрица.
48. Классификация игр. Формальное представление игр.
49. Нижняя и верхняя цена игры. Стратегии.
50. Матричные игры двух лиц с нулевой суммой. Седловая точка игры.
51. Смешанные стратегии. Решение игры в смешанных стратегиях.
52. Методы решения простейших игровых задач. Основная теорема теории игр.
53. Приведение матричной игры к паре двойственных задач линейного программирования.
54. Приведите примеры многошаговых систем в экономике.
55. В чем состоят особенности динамических задач оптимизации?
56. Приведите примеры динамической задачи оптимизации.
57. Что такое многошаговые динамические модели?
58. Что такое непрерывные динамические модели?
59. Что такое управление и переменная состояния в динамических моделях?
60. Приведите примеры задания критерия в динамических задачах оптимизации.
61. В чем состоит метод динамического программирования в многошаговых задачах оптимизации?
62. Сформулируйте принцип оптимальности и запишите уравнение Беллмана.
63. Как задача оптимизации многошаговой системы сводится к задаче математического программирования?

Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы; коллоквиум)

(6 баллов) - всестороннее, систематическое глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, владение рекомендуемой основной и дополнительной литературой;

(5 баллов) – полное знание учебного материала, умение выполнять задания, предусмотренные программой, владение рекомендуемой основной литературой;

(4 балла) – знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения, умение выполнять задания, ознакомление с основной литературой, рекомендованной программой. Допущены погрешности в ответе

(менее 3 баллов) – ставится, если число погрешностей в ответах превысило норму для оценки 3

или правильно даны ответы менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, освоено менее 50 % материала.

5.2.2. Тесты (контролируемые компетенции – ОПК-2, ПК-6)

Образцы тестов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Под термином “исследование операций” понимается:

- : применение математических методов для обоснования решений;
- : применение количественных методов для обоснования решений во всех областях целенаправленной человеческой деятельности;
- +: содержимое 1 и 2 пунктов

2. Впервые термин “исследование операций” появился:

- +: в годы второй мировой войны;
- : в 50-ые годы;
- : в 70-ые годы

3. Под “решением” понимается:

- : замысел руководителя;
- +: выбор мероприятий для достижения цели из ряда возможностей, имеющихся у организатора;
- : план мероприятий

4. Операцией называется:

- : всякое мероприятие (система действий), объединенное единым замыслом;
- +: всякое мероприятие (система действий), направленное к достижению какой-то цели ;
- : комплекс технических мероприятий

5. Оптимальными называются:

- +: решения, по тем или иным признакам предпочтительные перед другими;
- : рациональные решения;
- : все согласованные решения

6. Целью исследования операций является:

- : предварительное количественное обоснование оптимальных решений;
- : выделить область практически равноценных оптимальных решений, в пределах которой может быть сделан окончательный выбор;
- +: содержимое пунктов 1,2.

7. для того чтобы сравнить между собой по эффективности разные решения, нужно иметь:

- : какой-то количественный критерий, так называемый показатель эффективности ;
- : показатель, отражающий целевую направленность операции;
- +: содержимое пунктов 1,2

8. В исследовании операций широко применяются модели:

- : аналитические;
- : статистические;
- : имитационные;
- +: пункты 1, 2 и 3

9. Математической моделью реального объекта (явления) называется:

- +: ее упрощенная идеализированная схема, составленная с помощью математических символов и операций (соотношений)

- : тождественное отражение всех свойств объекта на языке математики
- : система алгебраических уравнений, отражающая некоторые его свойства
- : система уравнений и неравенств, отражающая некоторые его свойства

10. Адекватность и объективность математической модели означают:

- : что модель тождественна самому объекту и полностью отражает все свойства экономической системы
- +: соответствие модели своему оригиналу и соответствие научных выводов реальным условиям
- : широту области её применения
- : её универсальность

11. Чувствительность математической модели – это:

- +: способность модели реагировать на изменение начальных параметров
- : соответствие оригиналу
- : реагирование модели на изменение входных параметров в заданных пределах
- : её универсальность

12. Устойчивость математической модели означает, что:

- : она отражает основные свойства моделируемого объекта
- +: малому возмущению исходных параметров соответствует малое изменение решения
- : любому изменению исходных данных соответствует существенное изменение решения
- : она не реагирует на изменение входных параметров

13. Составными частями модели задачи линейного программирования являются

- : уравнения спроса и предложения
- +: целевая функция и система ограничений
- : взаимосвязи экономического равновесия
- : функциональные уравнения

14. Основные разделы математического программирования:

- +: линейное, нелинейное, динамическое программирование
- : алгебра, геометрия, тригонометрия
- : закономерности на монопольном, конкурентном и монополистически конкурентном рынке
- : структурное и модульное программирование

15. Математическое программирование – это:

- : область математики, разрабатывающая теорию решения систем линейных уравнений и неравенств
- +: область математики, разрабатывающая теорию и численные методы решения многомерных экстремальных задач с ограничениями
- : область математики, разрабатывающая теорию и численные методы решения задач.
- : дисциплина, изучающая алгоритмы и языки программирования

16. Нелинейное программирование – это раздел математического программирования, изучающий задачи, в которых:

- +: целевая функция и (или) хотя бы одно из ограничений нелинейны
- : целевая функция линейна, а все ограничения – уравнения
- : не более двух нелинейных ограничений
- : не менее двух нелинейных ограничений

17. При динамическом планировании определяется

- : последовательность оптимальных планов
- +: оптимальная последовательность планов
- : и то и другое

18. Динамическое программирование – это математический аппарат, позволяющий

+: осуществить оптимальное планирование многошаговых управляемых процессов

-: исследовать динамику функции

-: оказывать влияние на развитие процесса

-: наблюдать процесс в его развитии

19. В задаче об оптимальном распределении ресурсов критерием оптимальности является

+: максимальная прибыль

-: минимальная прибыль

-: максимальные издержки

-: минимальные издержки

20. В задаче «о диете» критерием оптимальности является

-: максимальная прибыль

-: минимальная прибыль

-: максимальная стоимость рациона питания

+: минимальная стоимость рациона питания

21. Динамическое программирование основано на решении

-: вероятностного уравнения

-: дифференциального уравнения

-: уравнения регрессии

+: функционального уравнения

22. Задачи об оптимальном распределении ресурсов и «о диете» относятся к задачам

+: линейного программирования

-: нелинейного программирования

-: динамического программирования

-: целочисленного программирования

23. Областью допустимых решений ЗЛП является

-: вся плоскость

-: круг

+: выпуклый многоугольник

-: координатные оси

24. Максимум или минимум целевой функции находится

-: в начале координат

-: на сторонах выпуклого многоугольника решений

-: внутри выпуклого многоугольника решений

+: в вершинах выпуклого многоугольника решений

25. Критерием оптимальности задачи математического программирования является

+: целевая функция

-: система уравнений

-: система неравенств

-: условие неотрицательности переменных

26. Задача математического программирования является задачей линейного программирования, если

-: целевая функция является линейной, а система ограничений нелинейная

- : система ограничений – это система линейных уравнений или неравенств, а целевая функция нелинейная
- +: целевая функция является линейной, а система ограничений – система линейных уравнений или неравенств
- : условие неотрицательности переменных - линейно

27. Задача математического программирования является задачей нелинейного программирования, если

- : условие неотрицательности переменных нелинейно
- +: целевая функция является нелинейной
- : целевая функция является линейной
- : условие неотрицательности переменных не выполняется

28. Задача математического программирования называется задачей целочисленного программирования, если

- : все коэффициенты целевой функции – целые числа
- : все коэффициенты системы ограничений – целые числа
- : все b_i - целые числа
- +: все x_j - целые числа, $j=1, n$

29. Любая экономика – математическая модель задачи линейного программирования состоит из

- : целевой функции и системы ограничений
- +: целевой функции, системы ограничений и условия неотрицательности переменных
- : системы ограничений и условия неотрицательности переменных
- : целевой функции и условия неотрицательности переменных

30. Оптимальное решение задачи математического программирования – это

- : допустимое решение системы ограничений
- : любое решение системы ограничений
- +: допустимое решение системы ограничений, приводящее к максимуму или минимуму целевой функции
- : максимальное или минимальное решение системы ограничений

Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:

- (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;
- (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;
- (2 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;
- (1 балл) – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

5.3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации. Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися. Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» в виде проведения зачета с оценкой.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

Примерный перечень вопросов к зачету (контролируемые компетенции – ОПК-2, ПК-6:

1. Основные понятия исследования операций. Основные особенности ИО. Основные этапы ИО.
2. Математическое моделирование операций. Классификация экономико-математических моделей. Преимущества и недостатки использования моделей.
3. Принципы моделирования. Проверка и корректировка модели. Подготовка модели к эксплуатации. Внедрение результатов операционного исследования.
4. Математическое моделирование и его использование в экономике.
5. Математическая модель и ее основные элементы. Этапы экономико-математического моделирования.
6. Основные типы экономико-математических моделей.
7. Классификация методов математического программирования.
8. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
9. Графическое решение задачи линейного программирования (случай двух переменных).
10. Графическое решение задачи линейного программирования (случай многих переменных).
11. Выпуклые множества и выпуклые функции, их свойства.
12. Формы записи задачи линейного программирования, их эквивалентность.
13. Свойства канонической задачи линейного программирования.
14. Симплексный метод: общая идея и построение начального опорного плана.
15. Симплексный метод: признак оптимальности опорного плана и переход к нехудшему плану.
16. Симплексные преобразования. Особые случаи симплексного метода.
17. Понятие двойственности. Экономическая интерпретация.
18. Построение двойственных задач и их свойства.
19. Основное неравенство теории двойственности. Критерий оптимальности Канторовича.
20. Первая теорема двойственности и её экономическое содержание.
21. Вторая теорема двойственности и её экономическое содержание.
22. Теорема об оценках и её экономическое содержание.
23. Двойственный симплекс-метод.
24. Постановка и математическая модель транспортной задачи.
25. Метод потенциалов.
26. Решение транспортной задачи с открытой моделью.
27. Приложения транспортной задачи к решению экономических задач.
28. Экономические задачи целочисленного программирования.
29. Метод Гомори.
30. Метод ветвей и границ.
31. Общая задача нелинейного программирования. Функция Лагранжа.
32. Метод множителей Лагранжа. Экономический смысл множителей Лагранжа.
33. Задачи выпуклого программирования. Градиентные методы.
34. Теорема Куна–Таккера. Условия Куна–Таккера как необходимые и достаточные условия оптимальности.
35. Простейшая динамическая модель производства и задача поиска оптимальной производственной программы.
36. Многошаговые и непрерывные модели. Управление и переменная состояния в динамических моделях.
37. Задание критерия в динамических задачах оптимизации. Принципы построения динамического управления.
38. Особенности и геометрическая интерпретация задач динамического программирования.
39. Принцип оптимальности. Функция Беллмана.
40. Функциональные уравнения Беллмана.
41. Решение экономических задач методом динамического программирования.
42. Понятие об игровых моделях. Платёжная матрица.
43. Классификация игр. Формальное представление игр.
44. Нижняя и верхняя цена игры. Стратегии.
45. Матричные игры двух лиц с нулевой суммой. Седловая точка игры.
46. Смешанные стратегии. Решение игры в смешанных стратегиях.

47. Методы решения простейших игровых задач. Основная теорема теории игр.
48. Приведение матричной игры к паре двойственных задач линейного программирования.
49. Понятие игры с природой. Матрица рисков.
50. Критерии выбора решений в условиях неопределенности.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

- оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины.
- оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшего обучения в вузе и в будущей профессиональной деятельности.
- оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения, выполняющего задания, предусмотренные программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, имеющему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных знаний по дисциплине.

6. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» в 6 семестре является зачет с оценкой.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложение 1.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Критерии оценки качества освоения дисциплины (Приложение 2)

Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала.

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования (ОПК-2);	Знать: основы теории оптимизации и методов исследования операций, необходимые для решения практических задач; Уметь: анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования Владеть: навыками анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	типовые теоретические вопросы и задачи для текущего контроля (раздел 5.1.1); типовые вопросы к коллоквиуму (раздел 5.2.1); типовые тестовые задания (раздел 5.2.2.); типовые вопросы к зачету с оценкой (раздел 5.3.)
способностью собирать детальную информацию для формализации требований пользователей заказчика (ПК-6).	Знать: специфику исследования операций и методов оптимизации в предпринимательской, финансовой и управленческой сферах деятельности. Уметь: собирать детальную информацию для формализации требований пользователей заказчика Владеть: навыками сбора детальной информации для формализации требований пользователей заказчика	типовые теоретические вопросы и задачи для текущего контроля (раздел 5.1.1); типовые вопросы к коллоквиуму (раздел 5.2.1); типовые тестовые задания (раздел 5.2.2.); типовые вопросы к зачету с оценкой (раздел 5.3.)

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить:

- способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования (ОПК-2);
- способность собирать детальную информацию для формализации требований пользователей заказчика (ПК-6).

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Основная литература:

1. Ахмадиев Ф.Г. Математическое моделирование и методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ахмадиев Ф.Г., Гильфанов Р.М.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017.— 179 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73309.html>. — ЭБС «IPRbooks»
2. Диязитдинова А.Р. Исследование операций и методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Диязитдинова А.Р.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 167 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75377.html>. — ЭБС «IPRbooks»
3. Мицель А.А. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мицель А.А., Шелестов А.А., Романенко В.В.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017.— 198 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72127.html>. — ЭБС «IPRbooks»

7.2. Дополнительная литература

1. Ржевский С.В. Исследование операций. Учебное пособие. - СПб., 2013
2. Есипов Б.А. Методы исследования операций. Учебное пособие. - СПб., 2013
3. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология: Учебное пособие для вузов.-3-е изд., стереотип. -М: Дрофа, 2004
4. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учебное пособие.-3-е изд., стереотип. -М: Высшая школа, 2008

7.3. Internet-ресурсы:

1. Характеристика методов решения задач оптимизации - http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/Lphp
2. 19. Симплекс-метод. Программная реализация на языке Java - [http://www.mathhelp.spb.ru/applet/SimplexTool .htm](http://www.mathhelp.spb.ru/applet/SimplexTool.htm)
3. 20. Основы теории принятия решений - <http://b-i.narod.ru/sys.htm>
4. 21. Симплексный метод - <http://www.grandars.ru/student/vyssshaya-matematika/simpleksnyy-metod.html>
5. 22. Методы принятия управленческих решений - http://old.ulstu.ru/people/SOSNIN/umk/Decisions_Support/metod/model.htm
6. 23. Электронные книги по экономико-математическим методам и моделям - <http://www.aup.ru/books/i008.htm>
7. 24. Экономико-математические методы и прикладные модели - http://www.eusi.ru/umk/vzfei_ekonomiko_matematicheskie_metody_i/index.shtml

7.4. Современные профессиональные базы данных

1. База данных Science Index (РИНЦ) <http://elibrary.ru>
2. Национальная электронная библиотека РГБ <https://нэб.рф>
3. Крупнейшая единая база данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости

рецензируемой научной литературы, со встроенными инструментами отслеживания, анализа и визуализации данных. www.scopus.com

4. Самая полная математическая база данных, охватывающая материалы с конца 19 века. zbMath содержит документы, журналы и книги по математике, статистике, информатике, а также машиностроению, физике, естественным наукам и др. www.zbmath.org (доступ открытый)

7.5. Методические разработки и указания

1. Т.Б. Алоев, Р.В.Гурфова, Е.М.Асланова. Практикум по экономико-математическим методам и моделям. – Нальчик, 2002.
2. Т.Б. Алоев Методические указания по математическому программированию. Ч1 и Ч2-Нальчик., 1997, 1998.
3. Т.Б. Алоев Математическое программирование (задания для самост. работы). - Нальчик, 2003.
4. Т.Б. Алоев, Р.В.Гурфова, Е.М.Асланова Производственные функции в моделировании и анализе экономических систем учебное пособие. - Нальчик, 2004
5. Т.Б. Алоев, Л.З.Керефова, Е.М.Асланова Экономико-математическое моделирование потребления (метод. указания для самост. работы студентов).-). - Нальчик, 2008.
6. Т.Б. Алоев, Е.М.Асланова Решение экономических задач методами теории игр (метод. указания для самост. работы студентов). Ч.1, Ч.2. – Нальчик. 2008, 2010.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для проведения лекционных занятий с компьютерной поддержкой (8 часов из 16) требуется наличие аудитории с проекционным оборудованием, также при изучении дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» предполагается использование интерактивной доски.

Во время самостоятельной работы студенты используют компьютерные классы института информатики, электроники и компьютерных технологий, электронные читальные залы КБГУ и домашние компьютеры.

Для проведения лабораторных с компьютерной поддержкой (32 часа) используются компьютерные классы института информатики, электроники и компьютерных технологий.

При проведении занятий лекционного типа используются:

лицензионное программное обеспечение:

- Продукты Microsoft (Desktop EducationALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

свободно распространяемые программы:

- WinZip для Windows – программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager – консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows;

8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые):

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невизуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Лист изменений переутверждения рабочей программы дисциплины

Рабочая программа:

одобрена на 2018/2019 учебный год. Протокол № _____ заседания кафедры

В рабочую программу внесены следующие изменения:

1. В части раздела «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» _____

Разработчик программы _____

Зав.кафедрой _____

Одобрена на 2019/2020 учебный год. Протокол № _____ заседания кафедры

В рабочую программу внесены следующие изменения:

1. В части раздела «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»

2. В части УП в связи с утверждением Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования, программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки №301 от 05.04.2017 г.)

Разработчик программы _____

Зав.кафедрой _____

Одобрена на 2020/2021 учебный год. Протокол № _____ заседания кафедры

от «_____» _____ 20__ г.

В рабочую программу внесены следующие изменения:

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1-	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2-	Текущий контроль:	до 24 баллов	до 8 б.	до 8 б.	до 8 б.
	Ответ на 5 вопросов	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0б.	0б.	0б.	0б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов, доклад, эссе)	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
1.	Рубежный контроль	до 31 балл	до 7 б.	до 7 б.	до 7 б.
	тестирование	от 0- до 10б.	от 0- до 5б.	от 0- до 5б.	от 0- до 5б.
	коллоквиум	от 0 до 21б.	от 0 до 7 б.	от 0 до 7 б.	от 0 до 7 б.
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70баллов	до 23б.	до 23б	до 24б
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б	не менее 12 б
	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24б
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24б

Критерии оценки качества освоения дисциплины (для дисциплины, завершающейся экзаменом)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Основными этапами формирования компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное формирование результатов обучения по дисциплине. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценки				
		шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	удовлетворительно /диф.зачет	хорошо/ диф.зачет	отлично/ диф.зачет
		шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
ОПК-2: способностью анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Знать: основы теории оптимизации и методов исследования операций, необходимые для решения практических задач;	Не знает	отсутствие знаний об основах теории оптимизации и методах исследования операций, необходимых для решения практических задач;	неполные знания об основах теории оптимизации и методах исследования операций, необходимых для решения практических задач;	в целом успешные знания об основах теории оптимизации и методах исследования операций, необходимых для решения практических задач;	полностью сформированные знания об основах теории оптимизации и методах исследования операций, необходимых для решения практических задач;
	Уметь: анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Не умеет	отсутствие или частичное умение анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	недостаточное умение анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	в целом успешное умение анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	полностью сформированное умение анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
	Владеть: навыками анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов	Не владеет	владение навыками анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	недостаточное владение навыками анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	владение навыками анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	успешное владение навыками анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Соответствие уровней освоение компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценки				
		шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	удовлетворительно /диф.зачет	хорошо/ диф.зачет	отлично/ диф.зачет
		шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
	системного анализа и математического моделирования					
ПК – 6: способностью собирать детальную информацию для формализации и требований пользователей заказчика	Знать: специфику исследования операций и методов оптимизации в предпринимательской, финансовой и управленческой сферах деятельности	Не знает	отсутствие знаний о специфике исследования операций и методов оптимизации в предпринимательской, финансовой и управленческой сферах деятельности	неполные знания о специфике исследования операций и методов оптимизации в предпринимательской, финансовой и управленческой сферах деятельности	в целом успешные знания о специфике исследования операций и методов оптимизации в предпринимательской, финансовой и управленческой сферах деятельности	полностью сформированные знания о специфике исследования операций и методов оптимизации в предпринимательской, финансовой и управленческой сферах деятельности
	Уметь: собирать детальную информацию для формализации требований пользователей заказчика	Не умеет	отсутствие или частичное умение собирать детальную информацию для формализации требований пользователей заказчика	недостаточное умение собирать детальную информацию для формализации требований пользователей заказчика	в целом успешное умение собирать детальную информацию для формализации требований пользователей заказчика	полностью сформированное умение собирать детальную информацию для формализации требований пользователей заказчика
	Владеть: навыками сбора детальной информации для формализации требований пользователей заказчика	Не владеет	владение навыками сбора детальной информации для формализации требований пользователей заказчика	недостаточное владение навыками сбора детальной информации для формализации требований пользователей заказчика	владение навыками сбора детальной информации для формализации требований пользователей заказчика	успешное владение навыками сбора детальной информации для формализации требований пользователей заказчика