

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»

Факультет экономики и управления

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФЭУ  З.М. Чомаева

26.06.2023 г.



**Рабочая программа дисциплины**

**Исследование операций и методы оптимизации**

*(наименование дисциплины (модуля))*

**Направление подготовки**

09.03.03 Прикладная информатика

*(шифр, название направления)*

Направленность (профиль) подготовки

**«Прикладная информатика**

**в государственном и муниципальном управлении»**

Квалификация выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

**Год начала подготовки - 2023**

*(по учебному плану)*

Карачаевск, 2023

Программу составил(а): *ст.преп. Узденова М.Б.*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 922 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования» - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» с изменениями и дополнениями от 8 февраля 2021 г., образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, профиль – Прикладная информатика в государственном и муниципальном управлении; локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа обновлена и утверждена на заседании кафедры экономики и прикладной информатики на 2023-2024 уч. год

Протокол № 10.2 от 22. 06. 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой  канд. экон. наук, доцент *Маршанов Б.М.*

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины (модуля).....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	5
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	6
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	6
5.2. Тематика лабораторных занятий .....	7
5.3. Примерная тематика курсовых работ .....	8
6. Образовательные технологии.....	8
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	10
7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций .....	10
7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины .....	11
7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям: .....	11
7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации .....	12
7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов .....	15
7.2.4. Задачи .....	22
7.2.5. Бально-рейтинговая система оценки знаний бакалавров .....	24
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	25
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	26
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля).....	27
10.1. Общесистемные требования.....	27
10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	27
10.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	30
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	30

## 1. Наименование дисциплины (модуля)

*Исследование операций и методы оптимизации*

### Целью изучения дисциплины является:

формирование системы знаний об исследовании операций и методах оптимизации, применяемых при решении оптимизационных задач, знакомство с принципами решения задач оптимизации; формирование навыков формализованного описания задач оптимизации, построения математических моделей, интерпретации результатов решения с использованием средств информационно-коммуникационных технологий.

### Для достижения цели ставятся задачи:

- изучение основных классов оптимизационных задач в конечномерных пространствах;
- формирование навыков создания и использования математических моделей;
- изучение математического аппарата, необходимого для анализа и решения экстремальных задач в конечномерных пространствах, а также алгоритмов для решения основных классов оптимизационных задач.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) относится к Блоку 1 и реализуется в рамках базовой части Б.1.

Дисциплина (модуль) изучается на 2-3 курсах в 4-5 семестрах.

<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП</b>	
<b>Индекс</b>	Б1.В.05
<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по таким дисциплинам как: «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика», в объёме изучаемой программы бакалавриата по направлению «Прикладная информатика»	
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Курс " Исследование операций и методы оптимизации " является основой для последующего изучения таких дисциплин как: «Численные методы»; «Математическое и имитационное моделирование», «Математическое и имитационное моделирование».	
Также, полученные знания в процессе изучения дисциплины, позволят успешно пройти все виды практик.	

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ПООП/ ООП	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами
<b>ПК-5</b>	Способность моделировать прикладные (бизнес) процессы и предметную область	<p>ПК-5.1. Знает методику моделирования прикладных процессов и предметной области</p> <p>ПК-5.2 Умеет осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области</p> <p>ПК-5.3 Владеет навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения</p>	<p><b>Знать:</b> основные понятия и методы исследования операций и методов оптимизации, используемые для решения задач предметной области.</p> <p><b>Уметь:</b> решать стандартные профессиональные задачи посредством применения аппарата исследования операций и методов оптимизации.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения базового инструментария исследования операций для решения прикладных задач и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.</p>

**4.Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет **6 ЗЕТ, 216 академических часов.**

Объём дисциплины	Всего часов	
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	216	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)</b>	90	
<b>Аудиторная работа (всего):</b>	90	
в том числе:		

лекции	36	
семинары, практические занятия	18	
практикумы		
лабораторные работы	36	
<b>Внеаудиторная работа:</b>		
курсовые работы		
консультация перед экзаменом		
Внеаудиторная работа также включает индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем), творческую работу (эссе), рефераты, контрольные работы и д		
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	72	
<b>Контроль самостоятельной работы</b>	54	
<b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>	Зачет(4 сем.), экзамен (5 сем.)	

## 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

#### ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						
			всего	Аудиторные уч. занятия			Сам. работа	Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
				Лек	Пр	Лаб			
1.	Тема 1. Основы математического моделирования	10	2	6		2	ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания	
2.	Тема 2. Линейное программирование	30	6	10		6	ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания	
3.	Тема 3. Транспортные задачи	20	4	10		4	ПК-5	Устный опрос, тест, проверка практического задания	
4.	Тема 4. Дискретное программирование	30	6	10		6	ПК-5	Устный опрос, тест, проверка	

							практического задания
5.	<b>Итого за 4 семестр</b>	<b>90</b>	<b>18</b>	<b>36</b>		<b>18+18</b> <b>контроль</b>	
6.	Тема 5. Динамическое программирование	20	4		4	12	ПК-5 Устный опрос, тест, проверка практического задания
7.	Тема 6. Нелинейное программирование	20	4		4	12	ПК-5 Устный опрос, тест, проверка практического задания
8.	Тема 7. Теория принятия оптимальных решений	20	4		4	12	ПК-5 Устный опрос, тест, проверка практического задания
9.	Тема 8. Теория игр	20	4		4	12	ПК-5 Устный опрос, тест, проверка практического задания
10.	Тема 9. Экспертные процедуры принятия решений.	10	2		2	6	ПК-5 Устный опрос, тест, проверка практического задания
11.	Контроль	36				36	
12.	<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>126</b>	<b>18</b>		<b>18</b>	<b>54+36</b> <b>контроль</b>	
13.	<b>Итого</b>	<b>216</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>72+54</b> <b>контроль</b>	

### 5.2. Тематика лабораторных занятий

#### ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1-2 ТЕМА: Динамическое программирование.

Основные вопросы, рассматриваемые на занятии:

1. Принцип оптимальности Беллмана.
2. Решение задач с графами на основе принципа Беллмана.
3. Задачи распределения ресурсов.
4. Расширение модели задачи динамического программирования.
5. Пример решения задачи распределения ресурсов.

#### ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3-4 ТЕМА: Нелинейное программирование.

Основные вопросы, рассматриваемые на занятии:

1. Особенности задач нелинейного программирования
2. Прямые методы одномерной оптимизации нелинейной функции без ограничений.
3. Градиентные методы многомерной оптимизации.
4. Задача НЛП с ограничениями-равенствами.
5. Выпуклое НЛП.
6. Квадратичное программирование.

#### ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 5-6

*ТЕМА: Теория принятия оптимальных решений*

Основные вопросы, рассматриваемые на занятии:

1. Общая постановка задачи принятия решений.
2. Классификация задач принятия решений.
3. Многокритериальная оптимизация.
4. Определение множества Парето.
5. Методы условной многокритериальной оптимизации.

#### ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 7-8

*ТЕМА: Теория игр.*

Основные вопросы, рассматриваемые на занятии:

1. Основные понятия теории игр.
2. Платежная матрица антагонистической игры, принцип минимакса.
3. Решение игр в смешанных стратегиях.
4. Упрощение игр и аналитическое решение игр  $2 \times 2$ .
5. Геометрическое решение игр.
6. Решение игр со многими стратегиями на основе метода линейного программирования.
7. Биматричные игры.

#### ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 9

*ТЕМА: Экспертные процедуры принятия решений.*

Основные вопросы, рассматриваемые на занятии:

1. Общая схема экспертизы.
2. Задача оценивания.
3. Методы обработки экспертной информации.
4. Строгое и нестрогое ранжирование.
5. Метод попарных сравнений.

### **5.3. Примерная тематика курсовых работ**

Учебным планом не предусмотрены

## **6. Образовательные технологии**

При проведении учебных занятий по дисциплине используются традиционные и инновационные, в том числе информационные образовательные технологии, включая при необходимости применение активных и интерактивных методов обучения.

Традиционные образовательные технологии реализуются, преимущественно, в процессе лекционных и лабораторных занятий. Инновационные образовательные



технологии используются в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов в виде применения активных и интерактивных методов обучения.

Информационные образовательные технологии реализуются в процессе использования электронно-библиотечных систем, электронных образовательных ресурсов и элементов электронного обучения в электронной информационно-образовательной среде для активизации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

**Развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств при проведении учебных занятий.**

Лабораторные занятия могут проводиться в форме групповой дискуссии, «мозговой атаки», разборка кейсов, решения практических задач и др. Прежде, чем дать группе информацию, важно подготовить участников, активизировать их ментальные процессы, включить их внимание, развивать кооперацию и сотрудничество при принятии решений.

Методические рекомендации по проведению различных видов практических (семинарских) занятий.

### **1.Обсуждение в группах**

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания, Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед обучающимися ставится проблема, выделяется определенное время, в течение которого обучающиеся должны подготовить аргументированный развернутый ответ.

Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения:

- задавать определенные рамки обсуждения (например, указать не менее 5... 10 ошибок);

- ввести алгоритм выработки общего мнения (решения);

- назначить модератора (ведущего), руководящего ходом группового обсуждения.

На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем (арбитром).

Разновидностью группового обсуждения является круглый стол, который проводится с целью поделить проблемы, собственным видением вопроса, познакомиться с опытом, достижениями.

### **2.Публичная презентация проекта**

Презентация – самый эффективный способ донесения важной информации как в разговоре «один на один», так и при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений.

### **3.Дискуссия**

Как интерактивный метод обучения означает исследование или разбор. Образовательной дискуссией называется целенаправленное, коллективное обсуждение конкретной проблемы (ситуации), сопровождающейся обменом идеями, опытом, суждениями, мнениями в составе группы обучающихся.

Как правило, дискуссия обычно проходит три стадии: ориентация, оценка и консолидация. Последовательное рассмотрение каждой стадии позволяет выделить следующие их особенности.

Стадия ориентации предполагает адаптацию участников дискуссии к самой проблеме, друг другу, что позволяет сформулировать проблему, цели дискуссии; установить правила, регламент дискуссии.

В стадии оценки происходит выступление участников дискуссии, их ответы на возникающие вопросы, сбор максимального объема идей (знаний), предложений, пресечение преподавателем (арбитром) личных амбиций отклонений от темы дискуссии.

Стадия консолидации заключается в анализе результатов дискуссии, согласовании мнений и позиций, совместном формулировании решений и их принятии.

В зависимости от целей и задач занятия, возможно, использовать следующие виды дискуссий: классические дебаты, экспресс-дискуссия, текстовая дискуссия, проблемная дискуссия, ролевая (ситуационная) дискуссия.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Качественные критерии оценивание			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
<b>ПК-5</b>					
Базовый	<b>Знать:</b> методы моделирования прикладных процессов и предметной области, используемые для решения задач профессиональной деятельности.	Не знает методы моделирования прикладных процессов и предметной области, используемые для решения задач профессиональной деятельности.	В целом знает методы моделирования прикладных процессов и предметной области, используемые для решения задач профессиональной деятельности.	Знает методы моделирования прикладных процессов и предметной области, используемые для решения задач профессиональной деятельности.	
	<b>Уметь:</b> осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области для решения прикладных задач.	Не умеет осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области для решения прикладных задач.	В целом умеет осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области для решения прикладных задач.	Умеет осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области для решения прикладных задач.	
	<b>Владеть:</b> навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности.	Не владеет навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности.	В целом владеет навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности.	Владеет навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности.	
Повышенный	<b>Знать:</b> методы моделирования				В полном объеме знает методы моделирования

	прикладных процессов и предметной области, используемые для решения задач профессиональной деятельности.				прикладных процессов и предметной области, используемые для решения задач профессиональной деятельности.
	<b>Уметь:</b> осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области для решения прикладных задач.				В полном объеме осуществлять моделирование прикладных процессов и предметной области для решения прикладных задач.
	<b>Владеть:</b> навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности.				В полном объеме владеет навыками моделирования прикладных процессов и предметной области при помощи современного программного обеспечения для решения задач профессиональной деятельности.

**7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины**

**7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:**

1. Теория множеств по Кантору.
2. Характеристические функции множеств.
3. Производящие функции и их роль в комбинаторике.
4. Многочленные отношения на множествах.
5. Базы данных и реляционная алгебра.
6. Клод Шеннон и его труды.
7. Нечёткая логика и теория множеств.
8. Аристотель, Лейбниц и Буль – родоначальники математической логики.
9. Теория и алгоритмы минимизации дизъюнктивных и конъюнктивных нормальных форм.
10. Многочлены Жегалкина и их практическое применение.
11. Методы Лупанова синтеза схем из функциональных элементов.
12. Развлечение Эйлера, или с чего начиналась теория графов?
13. Алгоритм Краскала: неожиданный и дерзкий.
14. Жадные алгоритмы и жадный принцип жадного выбора.
15. Алгоритм Дейкстры: применения и модификации.

16. Задача о максимальном потоке в транспортной сети: от Форда-Фалкерсона до наших дней.
17. Задача коммивояжёра и её решение методом ветвей и границ.
18. Задача о назначениях и венгерский алгоритм.
19. Волновые алгоритмы на графах.
20. Разреженные графы и их практическое применение.

#### **Критерии оценки доклада, сообщения, реферата:**

Отметка «отлично» за письменную работу, реферат, сообщение ставится, если изложенный в докладе материал:

- отличается глубиной и содержательностью, соответствует заявленной теме;
- четко структурирован, с выделением основных моментов;
- доклад сделан кратко, четко, с выделением основных данных;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы.

Отметка «хорошо» ставится, если изложенный в докладе материал:

- характеризуется достаточным содержательным уровнем, но отличается недостаточной структурированностью;
- доклад длинный, не вполне четкий;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы только после наводящих вопросов, или не на все вопросы.

Отметка «удовлетворительно» ставится, если изложенный в докладе материал:

- недостаточно раскрыт, носит фрагментарный характер, слабо структурирован;
- докладчик слабо ориентируется в излагаемом материале;
- на вопросы по теме доклада не были получены ответы или они не были правильными.

Отметка «неудовлетворительно» ставится, если:

- доклад не сделан;
- докладчик не ориентируется в излагаемом материале;
- на вопросы по выполненной работе не были получены ответы или они не были правильными.

#### **7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации**

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. Понятие отрезка в  $n$ -мерном пространстве. Понятие выпуклого множества.
5. Выпуклость гиперплоскости и полупространства. Теорема о пересечении выпуклых множеств

6. Проекция точки на множество. Понятие крайней точки выпуклого множества. Теоремы отделимости.
7. Выпуклые и вогнутые множества. Дифференцируемость по направлению.
8. Постановка задачи математического программирования. Постановка задачи выпуклого программирования.
9. Возможные направления.
10. Функция Лагранжа. Условия оптимальности.
11. Теорема Куна-Таккера.
12. Постановка задачи линейного программирования. Свойства ЗЛП. Разрешимые и неразрешимые ЗЛП.
13. Опорные решения. Базис опорного плана.
14. Геометрическая интерпретация и графическое решение ЗЛП.
15. Симплекс-метод.
16. Метод искусственного базиса.
17. Вырожденность ЗЛП.
18. Определение двойственной ЗЛП. Общие правила построения двойственной задачи.
19. Лемма о взаимной двойственности.
20. 1-ая и 2-ая теоремы двойственности.
21. Одновременное решение прямой и двойственной задач.
22. Двойственный симплекс-метод.
23. Транспортная задача и ее свойства. Закрытые и открытые модели.
24. Метод потенциалов для решения транспортной задачи.
25. Транспортные задачи с ограничениями.
26. Анализ устойчивости ЗЛП.
27. Задачи целочисленного линейного программирования, экономические приложения. Метод отсечения Гомори. Метод ветвей и границ.
28. Постановка задачи одномерной оптимизации.
29. Метод дихотомии. 30. Метод Фибоначчи.
30. Метод "золотого сечения".

31. Задача многомерной оптимизации без ограничений.
32. Модели и условия сходимости численных методов.
33. Градиентные и методы в  $R^n$ .
34. Методы сопряженных градиентов.
35. Задача многомерной оптимизации с ограничениями.
36. Метод проекции градиента.
37. Метод условного градиента.
38. Метод возможных направлений.
39. Метод штрафных функций.
40. Многокритериальные задачи исследования операций. Основные понятия и определения.
41. Эффективные и слабоэффективные решения. Построение множества эффективных решений и проверка эффективности выделенного решения.
42. Основные понятия. Ориентированные и неориентированные графы.
43. Задача о построении остовного дерева минимального веса.
44. Задача о построении кратчайшего пути между двумя заданными вершинами.
45. коммивояжера. Метод ветвей и границ.
46. Алгоритмы решения экстремальных задач на графах.

**Критерии оценки устного ответа на вопросы по дисциплине  
«Исследование операций и методы оптимизации»:**

✓ 5 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 4 - балла - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 3 балла – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 2 балла – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

### 7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов

1. Под экономико-математической моделью понимается:

- А) Отображение свойств экономической системы в виде таблиц, диаграмм, схем
- В) Формально-математическое отображение основных с точки зрения поставленной цели свойств экономической системы
- С) Математическое отображение входов экономической системы
- Д) Математическое отображение выходов экономической системы
- Е) Множество существующих знаний об экономической системе

2. Какие типы моделей существуют?

- А) физические модели, графические модели, детерминистические модели
- В) физические модели, графические модели, динамические модели
- С) физические модели, графические модели, логико-математические модели
- Д) логико-математические модели, графические модели, балансовые модели
- Е) графические модели, балансовые модели, имитационные модели

3. Экзогенные параметры экономико-математических моделей – это такие параметры:

- А) Значения, которых определяются вне модели и включаются в нее в готовом виде
- В) Значения, которых определяются только после решения модели
- С) Значения, которых являются случайными величинами
- Д) Значения, которых являются детерминированными величинами
- Е) Значения, которых являются вероятностными величинами

4. Эндогенные параметры экономико-математических моделей – это такие параметры:

- А) Значения, которых определяются вне модели и включаются в модель в готовом виде
- В) Значения, которых определяются только после решения модели
- С) Значения, которых являются случайными величинами
- Д) Значения, которых являются детерминированными величинами
- Е) Значения, которых являются вероятностными величинами

5. Адекватность экономико-математической модели – это:

- А) Полное соответствие модели экономической системы
- В) Существование методов решения модели
- С) Соответствие модели экономической системе по тем свойствам, которые считаются существенными для исследования
- Д) Непротиворечивость условий модели
- Е) Противоречивость условий модели

6. Какие из нижеприведенных операций нельзя считать этапом процесса моделирования?

- A) Построение модели
- B) Проведение модельных экспериментов
- C) Перенос знаний с модели на объект
- D) Проверка полученных с помощью модели знаний и их использование
- E) Постановка задачи управления и выбор цели

7. Циклический характер процесса моделирования означает:

- A) За 1-ым циклом, состоящий из четырех этапов могут последовать 2, 3 и т.д. циклы
- B) Повторение каждого этапа как минимум 2 раза
- C) Непрерывная циклическая взаимосвязь параметров модели
- D) Дискретная циклическая взаимосвязь параметров модели
- E) Зависимость параметров модели от фактора времени

8. Системный анализ экономической системы рассматривается как 3-х этапный процесс:

- 1э. Постановка задачи, определение целей и критериев оценки
- 2э. Анализ исследуемой системы
- 3э. Разработка концепции развития системы и подготовка возможных вариантов решений.

Какие из этих этапов не реализуемы в условиях рыночной экономики без использования экономико-математических методов и моделей?

- A) 1, 2 и 3
- B) 1 и 2
- C) 1 и 3
- D) 2 и 3
- E) 1

9. Согласно какому классификационному признаку экономико-математические модели подразделяются на статические и динамические модели?

- A) По учету фактора неопределенности
- B) По характеру математического аппарата
- C) По учету фактора времени
- D) По степени агрегации объектов
- E) По общему целевому назначению

10. Согласно какому классификационному признаку экономико-математические модели подразделяются на детерминированные и стохастические модели?

- A) По учету фактора неопределенности
- B) По характеру математического аппарата



- С) По учету фактора времени
- Д) По степени агрегации объектов
- Е) По общему целевому назначению

11. Какие из нижеприведенных моделей относятся к классификационной группе экономико-математических моделей по конкретному предназначению?

- 1.Балансовые модели
- 2.Оптимизационные модели
- 3.Имитационные модели
- 4.Динамические модели

- А) 1 и 2
- В)) 1, 2 и 3
- С) 1 и 4
- Д) 2, 3 и 4
- Е) 3 и 4

12. Пусть экономико-математическая модель, построенная в виде задачи линейного программирования, включает  $n$  переменных и  $m$  линейно независимых ограничений, причем  $n > m$ . Тогда в оптимальном плане будут иметь положительные значения:

- А)  $n+m$  переменных
- В)) Не более  $m$  переменных
- С) Не более  $n$  переменных
- Д)  $n-m$  переменных
- Е)  $n-m+1$  переменных

13. Экономико-математическая модель считается линейной моделью лишь в том случае, если:

- А) Условия ограничений модели линейны
- В) Целевая функция модели линейна
- С)) Как условия ограничений, так и целевая функция модели линейны
- Д) Целевая функция модели линейна, в составе условий ограничений имеется хотя бы одно линейное ограничение
- Е) Целевая функция модели линейна, в составе условий ограничений имеется хотя бы одно нелинейное ограничение

14. Экономико-математическая модель считается целочисленной моделью лишь в том случае, если:

- А) Все экзогенные параметры модели целые числа
- В) Все коэффициенты целевой функции модели целые числа
- С)) На все эндогенные параметры модели поставлены условия целочисленности
- Д) Все коэффициенты переменных в ограничениях модели целые числа
- Е) Все свободные члены ограничений модели целые числа

15. Экономико-математическая модель считается дробно-линейной моделью лишь в том случае, если:

- А) Целевая функция модели построены в виде отношения двух линейных функций
- В) Коэффициенты целевой функции являются дробными величинами
- С) Коэффициенты переменных в ограничениях модели являются дробными величинами
- Д) Свободные члены ограничений модели являются дробными величинами
- Е) Значения эндогенных параметров модели должны быть дробными величинами

16. Экономико-математическая модель считается параметрической моделью лишь в том случае, если:

- А) Все эндогенные параметры модели зависят от параметра, для которых задана область допустимых значений
- В) Все эндогенные параметры целевой функции модели зависят от параметра, для которых задана область допустимых значений
- С) Все эндогенные параметры ограничений модели зависят от параметра, для которых задана область допустимых значений
- Д) Некоторые из экзогенных параметров, или же все экзогенные параметры модели зависят от параметра, для которых задана область допустимых значений
- Е) Значения всех экзогенных и эндогенных параметров модели зависят от параметра, для которых задана область допустимых значений

17. Экономико-математическая модель считается нелинейной моделью лишь в том случае, если:

- А) Система ограничений модели нелинейна, а целевая функция обязательно линейна
- В) Целевая функция модели нелинейна, а система ограничений обязательно линейна
- С) Как целевая функция, так и система ограничений модели обязательно нелинейны
- Д) Или целевая функция, или система ограничений модели, или же и та, и другая нелинейны
- Е) Как целевая функция, так и система ограничений модели линейны, однако на эндогенные параметры поставлены условия неотрицательности

18. По какому классификационному признаку экономико-математические модели подразделяются на макро, локальные и микро модели?

- А) по характеру отображения фактора времени
- В) по размерности 4
- С) по количеству параметров
- Д) по назначению
- Е) по степени адекватности

19. Какие из нижеперечисленных могут считаться принципами построения экономикоматематических моделей?

- A) Достаточная адекватность к изучаемому объекту и достаточная простота используемого математического аппарата
- B) Многочисленность параметров и линейность
- C) Малочисленность параметров и линейность
- D) Экзогенный характер параметров и линейность
- E) Эндогенный характер параметров и линейность

20. Критерий оптимальности модели – это:

- A) Математическое отображение эндогенных параметров
- B) Математическое отображение экзогенных параметров
- C) Математическое отображение поставленной цели
- D) Математическое отображение алгоритма решения модели
- E) Математическое отображение этапов построения модели

21. Многокритериальная модель – это:

- A) Отыскание экстремумов одной целевой функции при различных ограничениях
- B) Отыскание экстремумов различных целевых функций при одних и тех же ограничениях
- C) Реализация различных моделей на основе одного и того же метода решения
- D) Реализация одной модели на основе различных методов решения E) Соответствие математической характеристики целевой функции модели математической характеристике системы ограничений

22. Какими экономико-математическими моделями связано понятие компромиссные решения?

- A) балансовые модели
- B) Многокритериальные модели
- C) Динамические модели
- D) Модели массового обслуживания
- E) транспортные модели

23. Однокритериальная модель – это:

- A) Реализация оптимизации в модели на основе только одной критерии оптимальности
- B) Реализация оптимизации в модели только на основе линейной целевой функции
- C) Реализация оптимизации в модели только на основе нелинейной целевой функции
- D) Реализация оптимизации в модели только на основе линейной системы ограничений

Е) Реализация оптимизации в модели только на основе нелинейной системы ограничений

24. Согласно чему параметры модели подразделяются на экзогенные и эндогенные параметры?

- А) Согласно взаимозависимости значений этих параметров
- В) Согласно степени детерминированности значений этих параметров
- С) Согласно определению из значений вне модели или в рамках модели
- Д) Согласно вероятности их значений
- Е) Согласно степени влияния их значения на целевую функцию модели 5

25. Что подразумевается под высказыванием – «Модель – это упрощенное представление экономической системы»?

- А) Сохранение детерминированных характеристик экономической системы и отбрасывание вероятностных характеристик
- В) Сохранение вероятностных характеристик экономической системы и отбрасывание детерминированных характеристик
- С) Сохранение тех характеристик экономической системы, которые считаются важными с точки зрения поставленной цели и отбрасывание тех характеристик, которые считаются второстепенными
- Д) Сохранение тех характеристик экономической системы, которые считаются линейными и отбрасывание тех характеристик, которые считаются нелинейными
- Е) Сохранение тех характеристик экономической системы, которые считаются нелинейными и отбрасывание тех характеристик, которые считаются линейными

26. Какое из нижеприведенных высказываний верно относительно постановки задачи линейного программирования?

- 1. В задаче число переменных должно быть меньше чем число условий
- 2. В задаче число переменных должно быть больше чем число условий
- 3. В задаче должно быть как минимум 2 переменных и 1 условие
- 4. Все ограничения задачи обязательно должны быть линейными

- А) 1 и 4
- В) 2 и 3
- С) 3 и 4
- Д) 1 и 3
- Е) 2 и 4

27. Какое из нижеприведенных высказываний верно относительно постановки задачи линейного программирования?

- 1. В задаче целевая функция обязательно должно быть линейной, среди ограничений же должно быть хотя бы одно линейное ограничение

2. В задаче целевая функция обязательно должно быть нелинейной, среди ограничений же должно быть хотя бы одно линейное ограничение
3. В задаче целевая функция обязательно должно быть линейной, среди ограничений же должно быть хотя бы одно линейное уравнение
4. В задаче и целевая функция, и система ограничений должны быть линейными
5. В задаче целевая функция обязательно должно быть линейной, однако система ограничений может быть и нелинейной

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

28. Найти правильное высказывание относительно решения задачи линейного программирования:

1. Под решением задачи линейного программирования понимается отыскание таких значений переменных, которые неотрицательны
2. Под решением задачи линейного программирования понимается отыскание таких значений переменных, которые неотрицательны и удовлетворяет одному ограничению в системе ограничений
3. Под решением задачи линейного программирования понимается отыскание таких значений переменных, которые неотрицательны и удовлетворяет системе ограничений
4. Под решением задачи линейного программирования понимается отыскание таких значений переменных, которые неотрицательны, удовлетворяют системе ограничений и доставляют целевой функции наибольшее и наименьшее значение
5. По решением задачи понимается отыскание таких положительных значений для переменных, которые удовлетворяют системе ограничений и доставляют целевой функции наибольшее и наименьшее значение .....

29. Какое из нижеприведенных высказываний не верно?

1. Если в задаче математического программирования целевая функция линейна, а среди ограничений имеется хотя бы одно нелинейное ограничение, то такая задача есть задача нелинейного программирования
2. Если в задаче математического программирования целевая функция линейна, а система ограничений нелинейно, то такая задача есть задача нелинейного программирования
3. Если в задаче математического программирования целевая функция нелинейно, а система ограничений линейна, то такая задача есть задача нелинейного программирования

4. Если в задаче математического программирования целевая функция есть дробно-линейная функция, а система ограничений линейна, то такая задача есть задача линейного программирования.

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

30. Какое из нижеприведенных высказываний верно?

- A) Если в задаче линейного программирования отыскивается максимальное значение целевой функции, то ограничения обязательно должны быть заданы в виде неравенств
- B) Если в задаче линейного программирования отыскивается минимальное значение целевой функции, то ограничения обязательно должны быть заданы в виде уравнений
- C) Отыскание максимального или минимального значения целевой функции в задаче линейного программирования не зависит от характера ограничений
- D) Отыскание максимального или минимального значения целевой функции в задаче линейного программирования не зависит от характера ограничений, но зависит от их числа
- E) Отыскание максимального или минимального значения целевой функции в задаче линейного программирования не зависит от характера ограничений, но зависит от числа переменных.

#### **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний**

*Ключи к тестовым заданиям.*

**Шкала оценивания** (за правильный ответ дается 1 балл)

«неудовлетворительно» – 50% и менее

«удовлетворительно» – 51-80%

«хорошо» – 81-90%

«отлично» – 91-100%

#### **Критерии оценки тестового материала по дисциплине**

**«Исследование операций и методы оптимизации»:**

✓ 5 баллов - выставляется студенту, если выполнены все задания варианта, продемонстрировано знание фактического материала (базовых понятий, алгоритма, факта).

✓ 4 балла - работа выполнена вполне квалифицированно в необходимом объеме; имеются незначительные методические недочёты и дидактические ошибки. Продemonстрировано умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; понятен творческий уровень и аргументация собственной точки зрения

✓ 3 балла – продемонстрировано умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей в рамках определенного раздела дисциплины;

✓ 2 балла - работа выполнена на неудовлетворительном уровне; не в полном объеме, требует доработки и исправлений и исправлений более чем половины объема.

#### **7.2.4. Задачи**

**ЗАДАНИЕ.** Записать математическую модель двойственной ЗЛП по заданной

прямой:

$$F = 2x_1 - 3x_2 - 2x_3 + x_4 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} -2x_1 + 4x_2 + x_3 - x_4 \leq 2 \\ x_1 - 2x_2 + 3x_3 - 4x_4 = 5 \\ 3x_1 - 5x_2 - x_3 \geq 1 \\ x_2 \geq 0; \quad x_4 \geq 0 \end{cases}$$

РЕШЕНИЕ.

Т.к. прямая задача является задачей минимизации, двойственная задача будет задачей максимизации.

Система ограничений прямой задачи состоит из трёх ограничений. Следовательно, в двойственной задаче будут три переменные  $y_1, y_2, y_3$ .

Систему ограничений прямой задачи надо вначале привести к стандартному виду, т.е. в задаче на минимум все ограничения должны быть вида  $\geq$  или  $=$ . Тогда в двойственной задаче на максимум все ограничения будут вида  $\leq$  или  $=$ .

$$\begin{cases} 2x_1 - 4x_2 - x_3 + x_4 \geq -2 \\ x_1 - 2x_2 + 3x_3 - 4x_4 = 5 \\ 3x_1 - 5x_2 - x_3 \geq 1 \\ x_2 \geq 0; \quad x_4 \geq 0 \end{cases}$$

Составляем систему ограничений двойственной задачи.

Матрица коэффициентов при неизвестных в неравенствах двойственной задачи получается транспонированием матрицы коэффициентов прямой задачи, неравенства меняются на противоположные, а свободные члены совпадают с коэффициентами целевой функции прямой задачи.

Если переменная прямой задачи  $x_i \geq 0$ , то  $i$ -е условие системы ограничений двойственной задачи является неравенством, если  $x_i$  – любое число, то  $i$ -е условие двойственной задачи представляет собой уравнение.

Если  $j$ -е соотношение прямой задачи является неравенством, то соответствующая оценка  $j$ -го ресурса – переменная  $y_j \geq 0$ , если  $j$ -е соотношение представляет собой уравнение, то переменная двойственной задачи  $y_j$  – любое число.

Следовательно, система ограничений двойственной задачи имеет вид:

$$\begin{cases} 2y_1 + y_2 + 3y_3 = 2 \\ -4y_1 - 2y_2 - 5y_3 \leq -3 \\ -y_1 + 3y_2 - y_3 = -2 \\ y_1 - 4y_2 \leq 1 \\ y_1 \geq 0, \quad y_3 \geq 0 \end{cases}$$

Коэффициентами в целевой функции двойственной задачи будут свободные члены в системе ограничений прямой задачи.

Записываем математическую модель

двойственной ЗЛП: Целевая функция  
двойственной задачи:

$$F(Y) = -2y_1 + 5y_2 + y_3 \rightarrow \max$$

Ограничения:

$$\begin{cases} 2y_1 + y_2 + 3y_3 = 2 \\ -4y_1 - 2y_2 - 5y_3 \leq -3 \\ -y_1 + 3y_2 - y_3 = -2 \\ y_1 - 4y_2 \leq 1 \\ y_1 \geq 0, \quad y_3 \geq 0 \end{cases}$$

### 7.2.5. Бально-рейтинговая система оценки знаний бакалавров

Согласно Положения о бально-рейтинговой системе оценки знаний бакалавров баллы выставляются в соответствующих графах журнала (см. «Журнал учета бально-рейтинговых показателей студенческой группы») в следующем порядке:

«Посещение» - 2 балла за присутствие на занятии без замечаний со стороны преподавателя; 1 балл за опоздание или иное незначительное нарушение дисциплины; 0 баллов за пропуск одного занятия (вне зависимости от уважительности пропуска) или опоздание более чем на 15 минут или иное нарушение дисциплины.

«Активность» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем за демонстрацию студентом знаний во время занятия письменно или устно, за подготовку домашнего задания, участие в дискуссии на заданную тему и т.д., то есть за работу на занятии. При этом преподаватель должен опросить не менее 25% из числа студентов, присутствующих на практическом занятии.

«Контрольная работа» или «тестирование» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем по результатам контрольной работы или тестирования группы, проведенных во внеаудиторное время. Предполагается, что преподаватель по согласованию с деканатом проводит подобные мероприятия по выявлению остаточных знаний студентов не реже одного раза на каждые 36 часов аудиторного времени.

«Отработка» - от 0 до 2 баллов выставляется за отработку каждого пропущенного лекционного занятия и от 0 до 4 баллов может быть поставлено преподавателем за отработку студентом пропуска одного практического занятия или практикума. За один раз можно отработать не более шести пропусков (т.е., студенту выставляется не более 18 баллов, если все пропущенные шесть занятий являлись практическими) вне зависимости от уважительности пропусков занятий.

«Пропуски в часах всего» - количество пропущенных занятий за отчетный период умножается на два (1 занятие=2 часам) (заполняется делопроизводителем деканата).

«Пропуски по неуважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Пропуски по уважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Корректировка баллов за пропуски» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Итого баллов за отчетный период» - сумма всех выставленных баллов за данный период (графа заполняется делопроизводителем деканата).

**Таблица перевода бально-рейтинговых показателей в отметки традиционной системы оценивания**

Соотношение часов	0/2	1/3	1/2	2/3	1/1	3/2	2/1	3/1	2/0	Соответствие отметки коэффициенту
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----------------------------------



лекционных и практических занятий										
Коэффициент соответствия балльных показателей традиционной отметке	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	«зачтено»
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	«удовлетворительно»
	2	1,75	1,65	1,6	1,5	1,4	1,35	1,25	-	«хорошо»
	3	2,5	2,3	2,2	2	1,8	1,7	1,5	-	«отлично»

Необходимое количество баллов для выставления отметок («зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично») определяется произведением реально проведенных аудиторных часов (n) за отчетный период на коэффициент соответствия в зависимости от соотношения часов лекционных и практических занятий согласно приведенной таблице.

«Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы» заполняется преподавателем на каждом занятии.

В случае болезни или другой уважительной причины отсутствия студента на занятиях, ему предоставляется право отработать занятия по индивидуальному графику.

Студенту, набравшему количество баллов менее определенного порогового уровня, выставляется оценка "неудовлетворительно" или "не зачтено". Порядок ликвидации задолженностей и прохождения дальнейшего обучения регулируется на основе действующего законодательства РФ и локальных актов КЧГУ.

Текущий контроль по лекционному материалу проводит лектор, по практическим занятиям – преподаватель, проводивший эти занятия. Контроль может проводиться и совместно.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **8.1. Основная литература:**

1. Каштанов, В. А. Исследование операций (линейное программирование и стохастические модели): учебник / В.А. Каштанов, О.Б. Зайцева. - Москва : КУРС, 2017. - 256 с. - ISBN 978-5-906818-78-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1017099> .

2. Колемаев, В. А. Математические методы и модели исследования операций: учебник / В. А. Колемаев ; под редакцией В. А. Колемаева. - Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 592 с. - ISBN 978-5-238-01325-1. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/391871> .

3. Лемешко, Б. Ю. Теория игр и исследование операций / Б.Ю.Лемешко.- Новосибирск: НГТУ, 2013. - 167 с.- ISBN 978-5-7782-2198-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/558878> .

### **8.2. Дополнительная литература:**

1. Аттетков, А. В. Методы оптимизации: учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - Москва: РИОР: Инфра-М, 2019. - 270 с.: ил. - ISBN 978-5-369-01037-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002733>

2. Бабеньшев, С. В. Методы оптимизации : учебное пособие / С. В. Бабеньшев, Е. Н. Матеров. - Железногорск : Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. - 134 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1082159>

3. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва : Логос, 2011. - 424 с: ил. - ISBN 978-5-98704-540-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/469213>

4. Сдвижков, О. А. Практикум по методам оптимизации : учебное пособие / О. А. Сдвижков. - Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2020. - 231 с. - ISBN 978-5-9558-0372-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1036460>

5. Струченков, В. И. Прикладные задачи оптимизации. Модели, методы, алгоритмы: Практическое пособие /В.И. Струченков . - Москва :СОЛОН-Пресс, 2016. - 314 с.-ISBN 978-5-91359-191-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/905033>

6. Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. - 7-е изд, - Москва : Дашков и К°, 2019. - 398 с - ISBN 978-5-394-02736-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1091193>

## 9 .Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, обобщений; выделение ключевых слов, терминов. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросы, терминов, материала, вызывающего трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям ( <i>перечисление понятий</i> ) и др.
Практические занятия	Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом ( <i>указать текст из источника и др.</i> ). Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Контрольная работа/индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат	<i>Реферат</i> : Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Практикум / лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ ( <i>можно указать название брошюры и где находится</i> ) и др.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## 10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)

### 10.1. Общесистемные требования

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»

<http://kchgu.ru> - адрес официального сайта университета.

<https://do.kchgu.ru> - электронная информационно-образовательная среда КЧГУ.

Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2023 / 2024 учебный год	Договор №915 эбс ООО «Знаниум» от 12.05.2023г.	Действует до 15.05.2024г.
	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № СЭБ НВ-294 от 1 декабря 2020 года.	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	Электронная библиотека КЧГУ (Э.Б.). Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1). Электронный адрес: <a href="https://kchgu.ru/biblioteka">https://kchgu.ru/biblioteka</a> - kchgu/	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	<p>Электронно-библиотечные системы:</p> <p>Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» - <a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a>. Лицензионное соглашение №15646 от 01.08.2014г. Бесплатно.</p> <p>Национальная электронная библиотека (НЭБ) – <a href="https://rusneb.ru">https://rusneb.ru</a>. Договор №101/НЭБ/1391 от 22.03.2016г. Бесплатно.</p> <p>Электронный ресурс «Polred.com Обзор СМИ» – <a href="https://polpred.com">https://polpred.com</a>. Соглашение. Бесплатно.</p>	Бессрочно

### 10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
Лаборатория информационных систем и технологии для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, занятий семинарского типа, практического типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. <i>Специализированная мебель:</i>	369200, Карачаево-Черкесская Республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29.

<p><i>столы ученические, стулья, доска маркерная.</i>  <i>Учебно-наглядные пособия (в электронном виде).</i>  <i>Технические средства обучения:</i>          Персональные компьютеры в количестве 20 шт. с подключением к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.  <i>Лицензионное программное обеспечение:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная</li> <li>– Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная</li> <li>– ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная</li> <li>– Calculate Linux (внесён в ЕРРП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная</li> <li>– Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная</li> <li>– Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.);</li> <li>– пакет приложений для объектно-ориентированного программирования Embarcadero (Item Number: 2013123054325206. Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– пакет визуального редактирования растровых изображений GIMP (Лицензия № GNU GPLv3. Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– образовательная подписка Google G Suite for Education (видеоконференции, дневник, календарь, диск и прочее). (Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– пакет математического моделирования Mathcad (Contract Number (SCN) 4A1913127. Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– система поиска заимствований в текстах «Антиплагиат ВУЗ» (Контракт № 0379400000323000002/1 от 27.02.2021 г. (срок действия от 01.03.2023 до 01.03.2024));</li> <li>– Информационно-правовая система «Инофрмио» (Договор № НК 2846 от 18.01.2023 г.);</li> <li>– пакет визуального 3D-моделирования Blender (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– векторный графический редактор Inkscape (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– программный комплекс для верстки Scribus (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);</li> <li>– Autodesk AutoCAD (Лицензия № 5X6-30X999XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия);</li> <li>– Autodesk 3DS Max (Лицензия № 5X5-93X928XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия);</li> <li>– Autodesk Revit (Лицензия № 5X6-03X109XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия).</li> </ul>	<p>Учебно-лабораторный корпус, ауд. 509</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.  <i>Специализированная мебель:</i></p>	<p>369200, Карачаево-Черкесская Республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29.</p>

<p>столы ученические, стулья, доска меловая.  <i>Учебно-наглядные пособия (в электронном виде).</i>  <i>Технические средства обучения:</i>          Интерактивная доска в комплекте с проектором, системный блок с подключением к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.  <i>Лицензионное программное обеспечение:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная</li> <li>– Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная</li> <li>– ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная</li> <li>– Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная</li> <li>– Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная</li> <li>– Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025 г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.).</li> </ul>	<p>Учебно-лабораторный корпус, ауд. 508</p>
<p>Аудитория для самостоятельной работы обучающихся.          Специализированная мебель:          столы ученические, стулья, доска меловая.          Учебно-наглядные пособия (в электронном виде).          Технические средства обучения:          ноутбуки в количестве 3 шт. с подключением к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.  <i>Лицензионное программное обеспечение:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная</li> <li>– Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная</li> <li>– ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная</li> <li>– Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная</li> <li>– Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная</li> <li>– Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025 г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.).</li> </ul>	<p>369200, Карачаево-Черкесская Республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29.</p> <p>Учебно-лабораторный корпус, ауд. 507</p>
<p>Читальный зал, 80 мест, 10 компьютеров.  <i>Специализированная мебель:</i> столы ученические, стулья.  <i>Технические средства обучения:</i>          Дисплей Брайля ALVA с программой экранного увеличителя MAGic Pro;          стационарный видеоувеличитель Clear View с монитором;          2 компьютерных роллера USB&amp;PS/2; клавиатура с накладкой (ДЦП);          акустическая система свободного звукового поля Front Row to Go/\$;          персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.  <i>Лицензионное программное обеспечение:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная</li> <li>– Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная</li> <li>– ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937),</li> </ul>	<p>369200, Карачаево-Черкесская Республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29.</p> <p>Учебно-лабораторный корпус, каб. 102 а.</p>

бессрочная – Calculate Linux (внесён в ЕРРП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная – Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная – Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025 г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.).	
---	--

### ***10.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы***

#### ***Современные профессиональные базы данных***

1. Федеральный портал «Российское образование»- <https://edu.ru/documents/>
2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru/>
3. Базы данных Scopus издательства Elsevir  
<http://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>.

#### ***Информационные справочные системы***

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - <http://fgosvo.ru>.
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – <http://edu.ru>.
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru>.
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – <http://window/edu.ru>.
5. Информационная система «Информо».

### **11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для лиц с ОВЗ и/или с инвалидностью РПД разрабатывается на основании «Положения об организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У. Д. Алиева».