

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»

Физико-математический факультет



Р.А. Бостанов

04 июля 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Методы оптимизации**

*(наименование дисциплины (модуля))*

Направление подготовки

***01.03.02 Прикладная математика и информатика***

*(шифр, название направления)*

Направленность (профиль) подготовки

***Общий профиль: прикладная математика и информатика***

Квалификация выпускника

***бакалавр***

Форма обучения

***Очная***

Год начала подготовки - **2022**

Карачаевск, 2023

Составитель: старший преподаватель кафедры информатики и вычислительной математики Урусова А.С.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 № 9 с изменениями и дополнениями от 26.11.2020 г., №1456, 8.02.2021 г., №83, образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, направленность (профиль): «Общий профиль: прикладная математика и информатика», локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры информатики и вычислительной математики

Протокол № 11 от 03.07.2023 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Шунгаров Х.Д.

## 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.....	7
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	7
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	7
5.2. Тематика лабораторных занятий.....	11
5.3. Примерная тематика курсовых работ .....	11
6. Образовательные технологии.....	11
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	12
7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций .....	12
7.2. Типовые индивидуальные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы .....	19
7.2.1. Типовые индивидуальные задания:.....	20
7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен).....	32
7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов.....	35
7.3. Бально-рейтинговая система оценки знаний бакалавров .....	42
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	43
8.1. Основная литература: .....	43
8.2. Дополнительная литература: .....	43
9. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины (модуля) .....	43
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля) .....	44
10.1. Общесистемные требования .....	44
10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	45
10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения .....	47
10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .....	47
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	48
12. Лист регистрации изменений .....	49

## 1. Наименование дисциплины (модуля)

### *Методы оптимизации*

**Целью** изучения дисциплины является усвоение роли методов оптимизации в формировании знаний и умений по постановке и решению оптимизационных задач; формирование понимания основных принципов, лежащих в основе методов решения задач оптимизации; формирование навыков формализованного описания задач оптимизации, построения математических моделей, интерпретации результатов решения

**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.

Цели и задачи дисциплины определены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль – Общий профиль: прикладная математика и информатика

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

Дисциплина «Методы оптимизации» (Б1.О.18) относится к обязательной части.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе в 5 семестре.

<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП</b>	
Индекс	Б1. О.18
<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Для освоения дисциплины «Методы оптимизации» студенты используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения дисциплин: Б1.О.06 «Математический анализ», Б1.О.07 «Алгебра и геометрия», Б1.О.10 «Дискретная математика», Б1.О.16 «Численные методы».	
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Освоение дисциплины «Методы оптимизации» является необходимой основой для последующего изучения дисциплины Б1.В.02 «Исследование операций», для прохождения производственной практики и выполнения выпускной квалификационной работы.	

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

Процесс изучения дисциплины «Методы оптимизации» направлен на формирование следующих компетенций обучающегося:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ПООП/ ОП	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами
<b>УК-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать	УК. Б-2.1 определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между	<b>знать</b> – задачи производственной и технологической деятельности на

	<p>оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>ними  УК. Б-2.2 предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта  УК. Б-2.3 планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм  УК. Б-2.4 выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач  УК. Б-2.5 представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования</p>	<p>профессиональном уровне в области экстремальных задач  <b>уметь</b> - решать задачи разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования с помощью математических пакетов  <b>владеть</b> – способностью решать задачи производственной и технологической деятельности в области экстремальных задач с помощью компьютеров.</p>
<b>ОПК-3</b>	<p>Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК. Б-3.1. Применяет наукоемкие технологии и пакеты программ для решения прикладных задач в различных областях  ОПК. Б-3.2. Применяет и модифицирует системы цифровой обработки изображений, средства компьютерной графики, мультимедиа и автоматизированного проектирования</p>	<p><b>знать</b> – современные способы и средства приобретения с помощью информационных технологий новых знаний и умений;  - использования их в сфере решения оптимизационных задач  профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями  <b>уметь</b> – приобретать с помощью информационных технологий новые</p>

			<p>знания;</p> <p>- использовать в практической деятельности новые знания и умения в сфере оптимизационных задач</p> <p><b>владеть</b> – профессиональными навыками работы с информационными и компьютерными технологиями в научной и познавательной деятельности для решения задач оптимизации</p>
<b>ОПК-5</b>	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	<p>ОПК.Б-5.1. Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий.</p> <p>ОПК.Б-5.2. Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ.</p> <p>ОПК.Б-5.3. Владеет навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач.</p>	<p><b>Владеть:</b> методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств; методами оптимизации и средствами разработки и оформления технической документации.</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 3 ЗЕТ, 108 академических часов.

Объём дисциплины	Всего часов	
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	108	-
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)</b>		-
<b>Аудиторная работа (всего):</b>	54	-
в том числе:		
лекции	18	-
семинары, практические занятия	не предусмотрено	-
практикумы	не предусмотрено	-
лабораторные работы	36	-
<b>Внеаудиторная работа:</b>		
консультация перед зачетом	-	-
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 др.		
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	54	-
<b>Контроль самостоятельной работы</b>	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>	экзамен	-

**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	Курс/семестр	Раздел, тема и содержание дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
				всего	Аудиторные уч. занятия	Сам. рабо	Планируемые

				Лек	Лаб	Прак	та	результаты обучения	контроля
<b>Раздел 1. Основы математического программирования</b>			<b>12</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>6</b>		
1.	3/5	<b>Тема: Элементы математического анализа.</b> <i>Содержание:</i> Предмет и история развития методов оптимизации (МО). Принципы и примеры моделирования экономических и технических проблем в форме задач оптимизации. Постановки экстремальных задач. Градиент, гессиан, локальные приближения	12	2	4	-	6	УК-2, ОПК-3, ОПК-5	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел 2. Линейное программирование</b>			<b>36</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>18</b>		
2.	3/5	<b>Тема: Типы задач линейного программирования.</b> <i>Содержание:</i> Примеры задач линейного программирования. Общая, стандартная (симметричная), каноническая (основная) задачи линейного программирования.	12	2	4	-	6	УК-2, ОПК-3, ОПК-5	Задание, тест в системе Moodle
3.	3/5	<b>Тема: Графическое решение задач линейного программирования.</b> <i>Содержание:</i> Геометрическое истолкование задачи линейного программирования. Задачи, содержащие более двух переменных, допускающие графическое решение.	12	2	4	-	6	УК-2, ОПК-3, ОПК-5	Задание, тест в системе Moodle
4.	3/5	<b>Тема: Симплекс-метод</b> <i>Содержание:</i> Симплекс-метод решения основной задачи линейного программирования. Метод Данцига	12	2	4	-	6	УК-2, ОПК-3, ОПК-5	Задание, тест в системе Moodle



<b>Раздел 3. Нелинейное программирование</b>			<b>24</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>12</b>		
5.	3/5	<p><b>Тема: Задачи безусловной оптимизации</b>  <i>Содержание:</i> Условия экстремума задачи безусловной минимизации. Скорость сходимости последовательностей. Методы первого порядка. Теорема о скорости сходимости методов спуска. Общая схема одномерной минимизации. Методы решения задачи безусловной оптимизации</p>	12	2	4	-	6	УК-2, ОПК-3, ОПК-5	Задание, тест в системе Moodle
6.	3/5	<p><b>Тема: Задачи условной оптимизации</b>  <i>Содержание:</i> Минимизация на простых множествах (необходимые условия I-го порядка, достаточные условия минимума I-го порядка). Основные методы (проекция градиента, условного градиента). Задачи с ограничениями равенствами. Правило множителей Лагранжа (необходимые условия минимума I-го порядка). Условия минимума II-го порядка (необходимые, достаточные условия). Необходимые и достаточные условия минимума для общей задачи выпуклого программирования (Теорема Куна-Таккера, теорема Куна-Таккера в терминах седловой точки). Методы решения задач Условной оптимизации (метод множителей Лагранжа, метод исключений, метод штрафных функций)</p>	12	2	4	-	6	УК-2, ОПК-3, ОПК-5	Задание, тест в системе Moodle

<b>Раздел 4. Динамическое программирование</b>			<b>12</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>6</b>		
7.	3/5	<p><b>Тема: Динамическое программирование.</b></p> <p><i>Содержание:</i>  Многошаговые процессы принятия решений. Задача динамического программирования в общем, виде, ее геометрическая и экономическая интерпретации. Принцип оптимальности. Примеры решения простейших задач методом динамического программирования. Задачи распределения ресурсов.</p>	12	2	4	-	6	УК-2, ОПК-3, ОПК-5	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел 5. Вариационное исчисление</b>			<b>12</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>6</b>		
8.	3/5	<p><b>Тема: Задачи вариационного исчисления (ВИ)</b></p> <p><i>Содержание:</i>  Постановка задачи, примеры и основные понятия ВИ. Классические задачи ВИ. Необходимые условия экстремума. Уравнение Эйлера – Лагранжа. Необходимые условия экстремума в некоторых частных случаях. Достаточные условия экстремума</p>	12	2	4	-	6	УК-2, ОПК-3, ОПК-5	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел 6. Оптимальное управление</b>			<b>12</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>6</b>		
9.	3/5	<p><b>Тема: Задачи оптимального управления (ОУ)</b></p> <p><i>Содержание:</i>  Постановки задач ОУ. Методы решения задач ОУ. Примеры</p>	12	2	4	-	6	УК-2, ОПК-3, ОПК-5	Задание, тест в системе Moodle
10.	<b>Итого</b>		<b>108</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>54</b>		

## ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Обучение по заочной форме в рамках данного направления подготовки отсутствует.

### *5.2. Тематика лабораторных занятий*

Тема 1: Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума

Тема 2: Необходимые и достаточные условия условного экстремума

Тема 3: Численные методы поиска безусловного экстремума

Тема 4: Методы безусловной минимизации функции многих переменных 1-го порядка

Тема 5: Методы безусловной минимизации функции многих переменных 2-го порядка

### *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 практических (семинарских, 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.**

Практические (семинарские занятия относятся к интерактивным методам обучения и обладают значительными преимуществами по сравнению с традиционными методами обучения, главным недостатком которых является известная изначальная пассивность субъекта и объекта обучения.

Практические 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 поделиться проблемами, 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>УК-2</b>					
Базовый	<b>знать</b> – задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне в	Не знает задачи производственной и технологической деятельности на профессиональн	В целом знает задачи производственной и технологической деятельности на	Знает задачи производственной и технологической деятельности на профессиональн	

	области экстремальных задач	ом уровне в области экстремальных задач	профессиональн ом уровне в области экстремальных задач	ом уровне в области экстремальных задач	
	<b>уметь</b> - решать задачи разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования с помощью математических пакетов	Не умеет решать задачи разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования с помощью математических пакетов	В целом умеет решать задачи разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования с помощью математических пакетов	Умеет решать задачи разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования с помощью математических пакетов	
	<b>владеть</b> – способностью решать задачи производственной и технологической деятельности в области экстремальных задач с помощью компьютеров	Не владеет навыками решения задач производственной и технологической деятельности в области экстремальных задач с помощью компьютеров деятельности	В целом владеет навыками решения задач производственной и технологической деятельности в области экстремальных задач с помощью компьютеров деятельности	Владеет навыками решения задач производственной и технологической деятельности в области экстремальных задач с помощью компьютеров деятельности	
Повышенный	<b>знать</b> – задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне в области экстремальных задач				В полном объеме решает задачи производственной и технологической деятельности на профессиональном уровне в области экстремальных задач
	<b>уметь</b> - решать задачи разработки алгоритмических и программных решений в области				Умеет в полном объеме решать задачи разработки

	системного и прикладного программирования с помощью математических пакетов				алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования с помощью математических пакетов
	<b>владеть</b> – способностью решать задачи производственной и технологической деятельности в области экстремальных задач с помощью компьютеров				В полном объеме владеет решением задач производственной и технологической деятельности и в области экстремальных задач с помощью компьютеров

**ОПК-3**

Базовый	<b>знать</b> – современные способы и средства приобретения с помощью информационных технологий новых знаний и умений; использования их в сфере решения оптимизационных задач профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями	Не знает современные способы и средства приобретения с помощью информационных технологий новых знаний и умений; использования их в сфере решения оптимизационных задач профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями	В целом знает современные способы и средства приобретения с помощью информационных технологий новых знаний и умений; использования их в сфере решения оптимизационных задач профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями	Знает современные способы и средства приобретения с помощью информационных технологий новых знаний и умений; использования их в сфере решения оптимизационных задач профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями	
	<b>уметь</b> – приобретать с помощью информационные	Не умеет применять информационные технологии,	В целом умеет применять информационные технологии,	Умеет применять информационные технологии,	

	<p>х технологий новые знания; использовать в практической деятельности новые знания и умения в сфере оптимизационны х задач</p>	<p>новые знания; использовать в практической деятельности новые знания и умения в сфере оптимизацион ных задач.</p>	<p>новые знания; использовать в практической деятельности новые знания и умения в сфере оптимизационн ых задач.</p>		
	<p><b>владеть</b> – профессиональн ыми навыками работы с информационны ми и компьютерными технологиями в научной и познавательной деятельности для решения задач оптимизации</p>	<p>Не владеет профессиональ ными навыками работы с информационн ыми и компьютерны ми технологиями в научной и познавательн ой деятельности для решения задач оптимизации</p>	<p>В целом владеет профессиональн ыми навыками работы с информационны ми и компьютерными технологиями в научной и познавательной деятельности для решения задач оптимизации</p>	<p>Владеет профессиональн ыми навыками работы с информационны ми и компьютерными технологиями в научной и познавательной деятельности для решения задач оптимизации</p>	
Повышенны й	<p><b>знать</b> – современные способы и средства приобретения с помощью информационны х технологий новых знаний и умений; использования их в сфере решения оптимизационны х задач профессиональн ые навыки работы с информационны ми и компьютерными технологиями</p>				<p>В полном объеме знает современные способы и средства приобретения с помощью информационны х технологий новых знаний и умений; использования их в сфере решения оптимизационн ых задач профессиональн ые навыки работы с информационны ми и компьютерными технологиями</p>
	<p><b>уметь</b> – приобретать с помощью информационны х технологий новые знания; использовать в практической</p>				<p>В полном объеме умеет приобретать с помощью информационны х технологий новые знания; использовать в</p>

деятельности новые знания и умения в сфере оптимизационны х задач				практической деятельности новые знания и умения в сфере оптимизационн ых задач
<b>владеть</b> – профессиональн ыми навыками работы с информационны ми и компьютерными технологиями в научной и познавательной деятельности для решения задач оптимизации				В полном объеме владеет профессиональн ыми навыками работы с информационны ми и компьютерными технологиями в научной и познавательной деятельности для решения задач оптимизации

**ОПК-5**

Базовый	<b>Знать:</b> основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационн ых объектов, типовые алгоритмы обработки данных; основные принципы и методологию разработки прикладного программного обеспечения, включая типовые способы организации данных и построения алгоритмов обработки данных, синтаксис и семантику универсального алгоритмическо го языка программирован ия высокого уровня	Не знает основные методы разработки алгоритмов и программ, а так же основные принципы и методологию разработки прикладного программного обеспечения, включая типовые способы организации данных и построения алгоритмов обработки данных, синтаксис и семантику универсального алгоритмическо го языка программирован ия высокого уровня	В целом знает методы разработки алгоритмов и программ, а так же основные принципы и методологию разработки прикладного программного обеспечения, включая типовые способы организации данных и построения алгоритмов обработки данных, синтаксис и семантику универсального алгоритмическо го языка программирован ия высокого уровня	Знает методы разработки алгоритмов и программ, а так же основные принципы и методологию разработки прикладного программного обеспечения, включая типовые способы организации данных и построения алгоритмов обработки данных, синтаксис и семантику универсального алгоритмическо го языка программирован ия высокого уровня
---------	--	---	--	---



синтаксис и семантику универсального алгоритмического языка программирования высокого уровня при решении задач оптимизации				
<b>Уметь:</b> использовать стандартные пакеты (библиотеки) языка для решения задач оптимизации; решать исследовательские и проектные задачи использование м компьютеров.	Не умеет разрабатывать алгоритмы и программы, а так же использовать принципы и методологию разработки прикладного программного обеспечения, включая типовые способы организации данных и построения алгоритмов обработки данных, синтаксис и семантику универсального алгоритмического языка программирования высокого уровня	В целом умеет разрабатывать алгоритмы и программы, а так же использовать принципы и методологию разработки прикладного программного обеспечения, включая типовые способы организации данных и построения алгоритмов обработки данных, синтаксис и семантику универсального алгоритмического языка программирования высокого уровня	Умеет использовать методы разработки алгоритмов и программ, а так же основные принципы и методологию разработки прикладного программного обеспечения, включая типовые способы организации данных и построения алгоритмов обработки данных, синтаксис и семантику универсального алгоритмического языка программирования высокого уровня	
<b>Владеть:</b> методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств; методами оптимизации и средствами разработки оформления технической	Не владеет основными методами разработки алгоритмов и программ, а так же основными принципами и методологией разработки прикладного программного обеспечения, включая типовые	В целом владеет основными методами разработки алгоритмов и программ, а так же основными принципами и методологией разработки прикладного программного	Владеет основными методами разработки алгоритмов и программ, а так же основными принципами и методологией разработки прикладного программного обеспечения,	

	документации.	способы организации данных и построения алгоритмов обработки данных, синтаксис и семантику универсального алгоритмического языка программирования высокого уровня	обеспечения, включая типовые способы организации данных и построения алгоритмов обработки данных, синтаксис и семантику универсального алгоритмического языка программирования высокого уровня	включая типовые способы организации данных и построения алгоритмов обработки данных, синтаксис и семантику универсального алгоритмического языка программирования высокого уровня	
Повышенны й	<b>Знать:</b> основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов, типовые алгоритмы обработки данных; основные принципы и методологию разработки прикладного программного обеспечения, включая типовые способы организации данных и построения алгоритмов обработки данных, синтаксис и				В полном объеме знает основные методы разработки алгоритмов и программ, структуры данных, используемые для представления типовых информационных объектов, типовые алгоритмы обработки данных; основные принципы и методологию разработки прикладного программного обеспечения, включая типовые способы организации данных и построения алгоритмов обработки данных,

	семантику универсального алгоритмического языка программирования высокого уровня при решении задач оптимизации				синтаксис и семантику универсального алгоритмического языка программирования высокого уровня
	<p><b>Уметь:</b> использовать стандартные пакеты (библиотеки) языка для решения задач оптимизации; решать исследовательские и проектные задачи с использованием компьютеров.</p>				<p>Умеет в полном объеме использовать стандартные пакеты (библиотеки) языка для решения практических задач; решать исследовательские и проектные задачи с использованием компьютеров.</p>
	<p><b>Владеть:</b> методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств; методами оптимизации и средствами разработки и оформления технической документации.</p>				<p>В полном объеме владеет методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств; методами и средствами разработки и оформления технической документации.</p>

**7.2. Типовые индивидуальные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

- УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;
- ОПК-3: Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности;
- ОПК-5:Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

### 7.2.1. Типовые индивидуальные задания:

#### Задание №1 (УК-2,ОПК-3)

**Тема:** Постановка задачи линейного программирования, Приемы формализации условий задачи

##### В-1

Текстильный комбинат производит 2 вида ткани: вид А состоит из 80% шерсти и 20% синтетического волокна, вид В состоит из 20% шерсти и 80% синтетики.

Ткань производится партиями (большими рулонами, бабинами). Время изготовления каждого рулона – 2 часа времени технологического процесса. Технологический процесс может длиться сутки (24 часа). Ткацкий станок может переключаться с производства одного вида ткани на другой.

Для производства ткани вида А ткацкий станок использует 4 ед. шерстяной пряжи и 1 ед. синтетических волокон. Для производства ткани вида В – 1 ед. синтетического волокна и 4 ед. шерстяного волокна. В сутки станок расходует 36 ед. синтетического волокна и 24 ед. шерстяного волокна.

Стоимость 1 рулона ткани вида А – \$ 2000, ткани вида В -\$ 1000.

**Сколько рулонов каждого вида ткани нужно выпускать в день, чтобы выручка была максимальной?**

##### В-2

Необходимо распределить площадь пашни между двумя культурами по следующим данным:

культура	Урожайность (ц/га)	Затраты тракторо-смен на 1га	Цена (руб. за ц)	Затраты (человеко-дней на 1 га)
А	10	0,1	6	2
В	15	0,24	8	10

Кроме того, заданы ресурсы производства:

- земли – не более 1800 га
- затраты тракторосмен – не более 300
- затраты труда человеко-дней - не более 8000
- потребности в культуре А – 10 000 ц; В – 7 500 ц

**Критерий оптимальности - максимальная прибыль от реализации.**

##### В-3

Завод производит продукцию двух видов А и В, используя сырье, запас которого составляет 570 т. Согласно плану, выпуск продукции А должен составлять не менее 60% от общего объема выпуска. Расход сырья на изготовление 1 т продукции А и В составляет соответственно 10 и 70 т. стоимость 1 т продукции А и В соответственно 3 и 8 тыс. руб.

**Определить план выпуска продукции А и В, при котором стоимость выпуска продукции будет максимальной.**

вариант	Вид ресурса	Объем ресурса	Норма расхода на 1 т изделия		Стоимость 1т изделия	
Вид изделий			А	В	А	В
1	алюминий	570	10	70	3	8

##### В-4

Завод производит продукцию двух видов А и В, используя сырье, запас которого составляет 570 т. Согласно плану, выпуск продукции А должен составлять не менее 60%

от общего объема выпуска. Расход сырья на изготовление 1 т продукции А и В составляет соответственно 10 и 70 т. стоимость 1 т продукции А и В соответственно 3 и 8 тыс. руб.

**Определить план выпуска продукции А и В, при котором стоимость выпуска продукции будет максимальной.**

вариант	Вид ресурса	Объем ресурса	Норма расхода на 1 т изделия		Стоимость 1т изделия	
<i>Вид изделий</i>			А	В	А	В
1	медь	390	2	1	2	3

#### В-5

Хозяйству требуется приобрести два вида азотных удобрений: А – аммиачную селитру, В – сульфат аммония. Удобрения вида А необходимо иметь не более 15 т, а удобрения вида В не более 10 т.

Содержание действующего вещества для А и для В соответственно 35% и 25 %.  
Отпускная оптовая цена удобрения А – 53 руб, В – 35 руб за тонну.

Хозяйство может выделить на приобретение удобрений 600 руб.

**Сколько тонн каждого вида удобрений следует приобрести, чтобы общая масса действующего вещества была максимальной?**

#### В-6

В хозяйстве установили, что откорм животных выгоден только тогда, когда животные будут получать в дневном рационе не менее 10 ед. питательного вещества А, не менее 16 ед. вещества В и не менее 5 ед. вещества С. Для откорма животных используют два вида корма. Содержание питательных веществ в 1 кг каждого вида корма, а также цена 1 кг корма (руб.) величины известные и приведены в таблице:

Питательные вещества	Корма		Дневная норма
	I	II	
А	1	2	10
В	3	2	16
С	0	3	5
ЦЕНА кормов	5	4	

**Установить, какое количество корма каждого вида необходимо расходовать ежедневно, чтобы затраты на его приобретение были минимальными.**

#### В-7

Для производства столов и шкафов мебельная фабрика использует необходимые ресурсы. Нормы затрат ресурсов на одно изделие данного вида, прибыль от реализации одного изделия и общее количество имеющихся ресурсов каждого вида приведены в следующей таблице:

Ресурсы	Нормы затрат ресурсов на одно изделие		Общее количество ресурсов
	стол	шкаф	
Древесина (м <sup>3</sup> )			
I вида	0,2	0,1	40
II вида	0,1	0,3	60
трудоемкость (чел-час)	1,2	1,5	371,4
Прибыль от реализации одного изделия (руб.)	6	8	

**Определить, сколько столов и шкафов фабрике следует изготовить, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.**

#### В-8

Для производства двух видов изделий А и В используется токарное, фрезерное и шлифовальное оборудование. Нормы затрат времени для каждого из типов оборудования на одно изделие данного вида приведены ниже в таблице. В ней же указан общий фонд рабочего времени каждого из типов оборудования, а также прибыль от реализации одного изделия.

Тип оборудования	Затраты времени (станко-часов) на обработку одного изделия		Общий фонд полезного рабочего времени оборудования (ч)
	А	В	
фрезерное	10	8	168
токарное	5	10	180
шлифовальное	6	12	144
Прибыль от реализации одного изделия (руб.)	14	18	

**Найти план выпуска изделий А и В, обеспечивающий максимальную прибыль от их реализации.**

### В-9

На мебельной фабрике из стандартных листов фанеры необходимо вырезать заготовки трех видов в количествах, соответственно равных 24, 31, 18 шт. Каждый лист фанеры может быть разрезан на заготовки двумя способами. Количество получаемых заготовок при данном способе раскроя приведено в таблице. В ней же указана величина отходов, которые получаются при данном способе раскроя одного листа фанеры.

Вид заготовки	Количество заготовок (шт.) при раскрое по способу	
	1	2
I	2	6
II	5	4
III	2	3
Величина отходов(см <sup>3</sup> )	12	16

**Определить, сколько листов фанеры и по какому способу следует раскроить так, чтобы было получено не меньше нужного количества заготовок при минимальных отходах.**

### В-10

На звероферме могут выращивать черно-бурых лисиц и песцов. Для обеспечения нормальных условий их выращивания используют три вида кормов. Количество корма каждого вида, которое должны получать лисицы и песцы, приведено в таблице. В ней же указаны общее количество корма каждого вида, которое может быть использовано зверофермой, и прибыль от реализации одной шкурки лисицы и песка.

Вид корма	Количество единиц корма, которое ежедневно должны получать		Общее количество корма
	лисица	песец	
I	2	3	180
II	4	1	240
III	6	7	426
Прибыль от реализации одной шкурки (руб.)	16	12	

**Определить, сколько лисиц и песцов следует выращивать на звероферме, чтобы прибыль от реализации их шкурок была максимальной.**

**Тема: Решение задачи линейного программирования графическим методом**

<p><b>1</b>  <math>f = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>-x_1 + x_2 \leq 3,</math>  <math>5x_1 + 3x_2 \leq 97,</math>  <math>x_1 + 7x_2 \geq 77,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>	<p><b>2</b>  <math>f = x_1 + 5x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>3x_1 - x_2 \geq 9,</math>  <math>2x_1 + 3x_2 \leq 50,</math>  <math>-x_1 + 4x_2 \geq 19,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>
<p><b>3.</b>  <math>f = 9x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>x_1 + 4x_2 \leq 53,</math>  <math>x_1 - x_2 \leq 3,</math>  <math>7x_1 + 3x_2 \geq 71,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>	<p><b>4.</b>  <math>f = 5x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>6x_1 - 5x_2 \geq 17,</math>  <math>x_1 + 2x_2 \leq 34,</math>  <math>-4x_1 + 9x_2 \geq 17,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>
<p><b>5.</b>  <math>f = 5x_1 + 7x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>-3x_1 + 14x_2 \leq 78,</math>  <math>5x_1 - 6x_2 \leq 26,</math>  <math>x_1 + 4x_2 \geq 26,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>	<p><b>6.</b>  <math>f = 9x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>11x_1 - 3x_2 \geq 24,</math>  <math>9x_1 + 4x_2 \leq 110,</math>  <math>-2x_1 + 7x_2 \geq 15,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>
<p><b>7.</b>  <math>f = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>-4x_1 + 5x_2 \leq 29,</math>  <math>3x_1 - x_2 \leq 14,</math>  <math>5x_1 + 2x_2 \geq 38,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>	<p><b>8.</b>  <math>f = 4x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>2x_1 - x_2 \geq 4,</math>  <math>x_1 + 3x_2 \leq 37,</math>  <math>-4x_1 + 9x_2 \geq 20,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>
<p><b>9.</b>  <math>f = 5x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>10x_1 - x_2 \geq 57,</math>  <math>2x_1 + 3x_2 \leq 53,</math>  <math>6x_1 - 7x_2 \leq 15,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>	<p><b>10.</b>  <math>f = x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>4x_1 - x_2 \geq 6,</math>  <math>9x_1 + 8x_2 \leq 157,</math>  <math>-3x_1 + 11x_2 \geq 16,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>
<p><b>11.</b>  <math>f = 7x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>-x_1 + x_2 \leq 3,</math>  <math>5x_1 + 3x_2 \leq 97,</math>  <math>x_1 + 7x_2 \geq 77,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>	<p><b>12.</b>  <math>f = 6x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>3x_1 - x_2 \geq 9,</math>  <math>2x_1 + 3x_2 \leq 50,</math>  <math>-x_1 + 4x_2 \geq 19,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>
<p><b>13.</b>  <math>f = x_1 + 7x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>x_1 + 4x_2 \leq 53,</math>  <math>x_1 - x_2 \leq 3,</math>  <math>7x_1 + 3x_2 \geq 71,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>	<p><b>14.</b>  <math>f = x_1 + 9x_2 \rightarrow \text{extr}</math>  <math>6x_1 - 5x_2 \geq 17,</math>  <math>x_1 + 2x_2 \leq 34,</math>  <math>-4x_1 + 9x_2 \geq 17,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>

<b>15.</b> $f = x_1 + 8x_2 \rightarrow \text{extr}$ $-3x_1 + 14x_2 \leq 78,$ $5x_1 - 6x_2 \leq 26,$ $x_1 + 4x_2 \geq 26,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	<b>16.</b> $f = 7x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr}$ $11x_1 - 3x_2 \geq 24,$ $9x_1 + 4x_2 \leq 110,$ $-2x_1 + 7x_2 \geq 15,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
<b>17.</b> $f = 3x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr}$ $-4x_1 + 5x_2 \leq 29,$ $3x_1 - x_2 \leq 14,$ $5x_1 + 2x_2 \geq 38,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	<b>18.</b> $f = x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr}$ $2x_1 - x_2 \geq 4,$ $x_1 + 3x_2 \leq 37,$ $-4x_1 + 9x_2 \geq 20,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
<b>19.</b> $f = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr}$ $10x_1 - x_2 \geq 57,$ $2x_1 + 3x_2 \leq 53,$ $6x_1 - 7x_2 \leq 15,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	<b>20.</b> $f = 8x_1 + 5x_2 \rightarrow \text{extr}$ $4x_1 - x_2 \geq 6,$ $9x_1 + 8x_2 \leq 157,$ $-3x_1 + 11x_2 \geq 16,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$

### Задание №3(УК-2,ОПК-3)

**Тема: Решение задачи линейного программирования симплекс – методом Данцига**

Варианты	
<b>1.</b> $-x_1 + x_2 \leq 3,$ $5x_1 + 3x_2 \leq 97,$ $x_1 + 7x_2 \geq 77,$ $f = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \text{extr.}$	<b>2.</b> $3x_1 - x_2 \geq 9,$ $2x_1 + 3x_2 \leq 50,$ $-x_1 + 4x_2 \geq 19,$ $f = x_1 + 5x_2 \rightarrow \text{extr.}$
<b>3.</b> $x_1 + 4x_2 \leq 53,$ $x_1 - x_2 \leq 3,$ $7x_1 + 3x_2 \geq 71,$ $f = 9x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr.}$	<b>4.</b> $6x_1 - 5x_2 \geq 17,$ $x_1 + 2x_2 \leq 34,$ $-4x_1 + 9x_2 \geq 17,$ $f = 5x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr.}$
<b>5.</b> $-3x_1 + 14x_2 \leq 78,$ $5x_1 - 6x_2 \leq 26,$ $x_1 + 4x_2 \geq 26,$ $f = 5x_1 + 7x_2 \rightarrow \text{extr.}$	<b>6.</b> $11x_1 - 3x_2 \geq 24,$ $9x_1 + 4x_2 \leq 110,$ $-2x_1 + 7x_2 \geq 15,$ $f = 9x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr.}$
<b>7.</b> $-4x_1 + 5x_2 \leq 29,$ $3x_1 - x_2 \leq 14,$ $5x_1 + 2x_2 \geq 38,$ $f = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr.}$ <b>9.</b> $10x_1 - x_2 \geq 57,$ $2x_1 + 3x_2 \leq 53,$ $6x_1 - 7x_2 \leq 15,$ $f = 5x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr.}$	<b>8.</b> $2x_1 - x_2 \geq 4,$ $x_1 + 3x_2 \leq 37,$ $-4x_1 + 9x_2 \geq 20,$ $f = 4x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr.}$ <b>10.</b> $4x_1 - x_2 \geq 6,$ $9x_1 + 8x_2 \leq 157,$ $-3x_1 + 11x_2 \geq 16,$ $f = x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr.}$
<b>11.</b> $-x_1 + x_2 \leq 3,$ $5x_1 + 3x_2 \leq 97,$	<b>12.</b> $3x_1 - x_2 \geq 9,$ $2x_1 + 3x_2 \leq 50,$



$x_1 + 7x_2 \geq 77,$ $f = 7x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr.}$	$-x_1 + 4x_2 \geq 19,$ $f = 6x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr.}$
<b>13.</b> $x_1 + 4x_2 \leq 53,$ $x_1 - x_2 \leq 3,$ $7x_1 + 3x_2 \geq 71,$ $f = x_1 + 7x_2 \rightarrow \text{extr.}$	<b>14.</b> $6x_1 - 5x_2 \geq 17,$ $x_1 + 2x_2 \leq 34,$ $-4x_1 + 9x_2 \geq 17,$ $f = x_1 + 9x_2 \rightarrow \text{extr.}$
<b>15.</b> $-3x_1 + 14x_2 \leq 78,$ $5x_1 - 6x_2 \leq 26,$ $x_1 + 4x_2 \geq 26,$ $f = x_1 + 8x_2 \rightarrow \text{extr.}$	<b>16.</b> $11x_1 - 3x_2 \geq 24,$ $9x_1 + 4x_2 \leq 110,$ $-2x_1 + 7x_2 \geq 15,$ $f = 7x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr.}$
<b>17.</b> $-4x_1 + 5x_2 \leq 29,$ $3x_1 - x_2 \leq 14,$ $5x_1 + 2x_2 \geq 38,$ $f = 3x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr.}$	<b>18.</b> $2x_1 - x_2 \geq 4,$ $x_1 + 3x_2 \leq 37,$ $-4x_1 + 9x_2 \geq 20,$ $f = x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr.}$
<b>19.</b> $10x_1 - x_2 \geq 57,$ $2x_1 + 3x_2 \leq 53,$ $6x_1 - 7x_2 \leq 15,$ $f = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr.}$	<b>20.</b> $4x_1 - x_2 \geq 6,$ $9x_1 + 8x_2 \leq 157,$ $-3x_1 + 11x_2 \geq 16,$ $f = 8x_1 + 5x_2 \rightarrow \text{extr.}$

#### Задание №4 (УК-2,ОПК-3)

#### Тема: Решение транспортных задач

##### Задача.

На базы  $A_1, A_2, A_3$  поступил товар в количестве  $a_1, a_2$  и  $a_3$  единиц (в единицах измерения товара). Этот товар необходимо доставить на пункты потребления  $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$  в количестве  $b_1, b_2, b_3, b_4,$  и  $b_5$  единиц, причем товар может быть доставлен с любой базы на любой пункт потребления.

Построить план оптимальных перевозок с любыми двумя методами.

Варианты выбрать по списку в журнале

##### В.1

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		90	100	70	130	110
1	200	1	7	9	5	3
2	150	4	2	6	8	2
3	150	3	7	1	2	4

##### В.2

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		180	140	190	120	170
1	300	1	7	9	5	3
2	280	4	2	6	8	2

3	220	3	7	1	2	4

В.3

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		180	120	90	105	105
1	250	1	7	9	5	3
2	200	4	2	6	8	2
3	150	3	7	1	2	4

В.4

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		200	170	230	225	175
1	400	1	7	9	5	3
2	250	4	2	6	8	2
3	350	3	7	1	2	4

В.5

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		160	70	90	80	100
1	150	1	7	9	5	3
2	200	4	2	6	8	2
3	150	3	7	1	2	4

В.6

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		170	120	190	140	180
1	280	1	7	9	5	3
2	300	4	2	6	8	2
3	220	3	7	1	2	4

В.7

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		180	120	90	105	105
1	150	1	7	9	5	3
2	250	4	2	6	8	2
3	200	3	7	1	2	4

### В.8

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		300	160	220	180	140
1	250	1	7	9	5	3
2	400	4	2	6	8	2
3	350	3	7	1	2	4

### В.9

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		100	70	130	110	90
1	150	1	7	9	5	3
2	150	4	2	6	8	2
3	200	3	7	1	2	4

### В.10

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		190	140	180	120	170
1	280	1	7	9	5	3
2	220	4	2	6	8	2
3	300	3	7	1	2	4

### В.11

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		120	180	105	90	105
1	200	1	7	9	5	3

2	250	4	2	6	8	2
3	150	3	7	1	2	4

В.12

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		220	110	300	170	200
1	350	1	7	9	5	3
2	400	4	2	6	8	2
3	250	3	7	1	2	4

В.13

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		120	110	85	195	190
1	250	1	7	9	5	3
2	250	4	2	6	8	2
3	200	3	7	1	2	4

В.14

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		160	120	100	150	170
1	250	1	7	9	5	3
2	180	4	2	6	8	2
3	270	3	7	1	2	4

В.15

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		160	160	180	220	280
1	350	1	7	9	5	3
2	300	4	2	6	8	2
3	350	3	7	1	2	4

## В.16

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		150	170	190	210	180
1	250	1	7	9	5	3
2	350	4	2	6	8	2
3	300	3	7	1	2	4

## В.17

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		160	180	170	200	190
1	220	1	7	9	5	3
2	400	4	2	6	8	2
3	280	3	7	1	2	4

## В.18

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		170	190	140	180	120
1	160	1	7	9	5	3
2	400	4	2	6	8	2
3	240	3	7	1	2	4

## В.19

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		190	150	240	200	220
1	300	1	7	9	5	3
2	330	4	2	6	8	2
3	370	3	7	1	2	4

## В.20

Номер базы	Мощность поставщика, $a_i$	Потребители и их спрос, $b_j$				
		1	2	3	4	5
		170	160	190	200	180
1	280	1	7	9	5	3

2	340	4	2	6	8	2
3	280	3	7	1	2	4

**Задание №5 (УК-2,ОПК-3)**  
**Тема: Двойственные задачи**

**Составить двойственную задачу к данной:**

<p><b>1</b>  <math>f = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \max</math>  <math>-x_1 + x_2 \leq 3,</math>  <math>5x_1 + 3x_2 \leq 97,</math>  <math>x_1 + 7x_2 \geq 77,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>	<p><b>2</b>  <math>f = x_1 + 5x_2 \rightarrow \min</math>  <math>3x_1 - x_2 \geq 9,</math>  <math>2x_1 + 3x_2 \leq 50,</math>  <math>-x_1 + 4x_2 \geq 19,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>
<p><b>3.</b>  <math>f = 9x_1 + 2x_2 \rightarrow \min</math>  <math>x_1 + 4x_2 \leq 53,</math>  <math>x_1 - x_2 \leq 3,</math>  <math>7x_1 + 3x_2 \geq 71,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>	<p><b>4.</b>  <math>f = 5x_1 + 3x_2 \rightarrow \max</math>  <math>6x_1 - 5x_2 \geq 17,</math>  <math>x_1 + 2x_2 \leq 34,</math>  <math>-4x_1 + 9x_2 \geq 17,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>
<p><b>5.</b>  <math>f = 5x_1 + 7x_2 \rightarrow \max</math>  <math>-3x_1 + 14x_2 \leq 78,</math>  <math>5x_1 - 6x_2 \leq 26,</math>  <math>x_1 + 4x_2 \geq 26,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>	<p><b>6.</b>  <math>f = 9x_1 + 2x_2 \rightarrow \min</math>  <math>11x_1 - 3x_2 \geq 24,</math>  <math>9x_1 + 4x_2 \leq 110,</math>  <math>-2x_1 + 7x_2 \geq 15,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>
<p><b>7.</b>  <math>f = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \min</math>  <math>-4x_1 + 5x_2 \leq 29,</math>  <math>3x_1 - x_2 \leq 14,</math>  <math>5x_1 + 2x_2 \geq 38,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>	<p><b>8.</b>  <math>f = 4x_1 + 3x_2 \rightarrow \max</math>  <math>2x_1 - x_2 \geq 4,</math>  <math>x_1 + 3x_2 \leq 37,</math>  <math>-4x_1 + 9x_2 \geq 20,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>
<p><b>9.</b>  <math>f = 5x_1 + x_2 \rightarrow \max</math>  <math>10x_1 - x_2 \geq 57,</math>  <math>2x_1 + 3x_2 \leq 53,</math>  <math>6x_1 - 7x_2 \leq 15,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>	<p><b>10.</b>  <math>f = x_1 + x_2 \rightarrow \min</math>  <math>4x_1 - x_2 \geq 6,</math>  <math>9x_1 + 8x_2 \leq 157,</math>  <math>-3x_1 + 11x_2 \geq 16,</math>  <math>x_1 \geq 0, x_2 \geq 0</math></p>

<b>11.</b> $f = 7x_1 + 2x_2 \rightarrow \min$ $-x_1 + x_2 \leq 3,$ $5x_1 + 3x_2 \leq 97,$ $x_1 + 7x_2 \geq 77,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	<b>12.</b> $f = 6x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $3x_1 - x_2 \geq 9,$ $2x_1 + 3x_2 \leq 50,$ $-x_1 + 4x_2 \geq 19,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
<b>13.</b> $f = x_1 + 7x_2 \rightarrow \max$ $x_1 + 4x_2 \leq 53,$ $x_1 - x_2 \leq 3,$ $7x_1 + 3x_2 \geq 71,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	<b>14.</b> $f = x_1 + 9x_2 \rightarrow \min$ $6x_1 - 5x_2 \geq 17,$ $x_1 + 2x_2 \leq 34,$ $-4x_1 + 9x_2 \geq 17,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
<b>15.</b> $f = x_1 + 8x_2 \rightarrow \min$ $-3x_1 + 14x_2 \leq 78,$ $5x_1 - 6x_2 \leq 26,$ $x_1 + 4x_2 \geq 26,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	<b>16.</b> $f = 7x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $11x_1 - 3x_2 \geq 24,$ $9x_1 + 4x_2 \leq 110,$ $-2x_1 + 7x_2 \geq 15,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
<b>17.</b> $f = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max$ $-4x_1 + 5x_2 \leq 29,$ $3x_1 - x_2 \leq 14,$ $5x_1 + 2x_2 \geq 38,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	<b>18.</b> $f = x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$ $2x_1 - x_2 \geq 4,$ $x_1 + 3x_2 \leq 37,$ $-4x_1 + 9x_2 \geq 20,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
<b>19.</b> $f = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$ $10x_1 - x_2 \geq 57,$ $2x_1 + 3x_2 \leq 53,$ $6x_1 - 7x_2 \leq 15,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	<b>20.</b> $f = 8x_1 + 5x_2 \rightarrow \max$ $4x_1 - x_2 \geq 6,$ $9x_1 + 8x_2 \leq 157,$ $-3x_1 + 11x_2 \geq 16,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$

**Критерии оценки индивидуальных заданий по дисциплине  
«Методы оптимизации»:**

4-балльная шкала	Показатели	Критерии
Отлично	1. <u>Полнота выполнения практического задания;</u> 2. <u>Своевременность выполнения задания;</u> 3. <u>Последовательность и рациональность выполнения задания;</u>	<u>Задание решено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание решено рациональным способом.</u>

Хорошо	4. <u>Самостоятельность решения;</u> 5. <u>и т.д.</u>	<u>Задание решено с помощью преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задание решено нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.</u>
Удовлетворительно		<u>Задание решено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задание решено не полностью или в общем виде.</u>
Неудовлетворительно		<u>Задание не решено.</u>

### 7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен)

УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

ОПК-3: Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности;

ОПК-5: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

(УК-2, ОПК-3, ОПК-5)

1. Примеры постановок задач оптимизации
2. Формулировка задачи оптимизации. Задачи теории оптимизации
3. Понятие локального, глобального экстремума
4. Проблема существования решения (Теорема Вейерштрасса, ее следствие)
5. Градиент функции. Линейное локальное представление функции
6. Гессиан. Локальное квадратичное представление функции
7. Классы функций (Выпуклые, сильновыпуклые). Свойства выпуклых функций
8. Условия экстремума в задаче безусловной оптимизации
9. Существование и единственность решения в задаче безусловной минимизации
10. Скорости сходимости последовательностей
11. Методы спуска. Релаксационные процессы
12. Условия выбора направления спуска
13. Условия выбора шага спуска
14. Теорема о скорости сходимости методов спуска
15. Градиентный метод. Оценка скорости сходимости
16. Метод Ньютона. Оценка скорости сходимости
17. Сопряженные направления. Метод сопряженных градиентов
18. Принципы организации методов одномерного спуска
19. Формы задач ЛП



20. Графическое решение задачи ЛП
21. Базисные допустимые решения (БДР) задачи ЛП
22. Переход от одного БДР к другому в симплекс-методе (СМ)
23. Критерий выбора выгодного столбца в СМ (обоснование)
24. Симплекс – метод решения задачи ЛП
25. Двухэтапный симплекс-метод
26. Двойственная задача ЛП
27. Транспортная задача. Нахождение БДР
28. Метод потенциалов решения транспортной задачи
29. Постановки задач целочисленного программирования (ЗЦП)
30. Точные методы решения ЗЦП
31. Локальные методы решения ЗЦП
32. Условия экстремума в задаче условной минимизации на простых множествах
33. Метод проекции градиента
34. Метод условного градиента
35. Условия экстремума в задачах с ограничениями равенствами.
36. Метод линеаризации
37. Метод Эрроу-Гурвица
38. Метод штрафных функций
39. Необходимые условия экстремума общей задачи нелинейного программирования (НЛП)
40. Достаточные условия экстремума общей задачи НЛП
41. Необходимые и достаточные условия экстремума в задаче выпуклого программирования
42. Постановка задачи оптимального управления. Функция и уравнение Беллмана
43. Метод динамического программирования
44. Специальный класс задач динамического программирования
45. Классические задачи вариационного исчисления (ВИ).
46. Необходимые условия оптимальности в задачах ВИ.
47. Достаточные условия оптимальности в задачах ВИ.

**1. Критерий оценивания ответа на экзамене по дисциплине «Методы оптимизации»:**

(примерное в зависимости от структуры билета)

4-балльная шкала	Показатели	Критерии
Отлично	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Полнота изложения</u> теоретического материала;</li> <li>2. <u>Полнота и правильность</u> решения <u>практического задания</u>;</li> <li>3. <u>Правильность и/или аргументированность</u> изложения (последовательность действий);</li> <li>4. <u>Самостоятельность</u> ответа;</li> <li>5. <u>Культура речи</u>;</li> </ol>	<p><u>Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.</u></p>

Хорошо	б. и т.д.	<u>Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.</u>
Удовлетворительно		<u>Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.</u>
Неудовлетворительно		<u>Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</u>

В экзаменационный билет включено один теоретический вопрос и одно практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Экзамен проводится в устной форме. На ответ и решение задачи студенту отводится 40 минут. За ответ на теоретические вопросы студент может получить максимально 40 баллов, за решение задачи 60 баллов.

## **2. Критерий оценивания ответа на экзамене по дисциплине «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**

#### **Комплект тестовых заданий**

УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

ОПК-3: Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности;

ОПК-5: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

Примеры тестовых вопросов по дисциплине **«Методы оптимизации»**

(ОПК-3, ОПК-5)

- 1) Оптимизационная модель содержит:
  - а.) переменные решения
  - б.) целевую функцию
  - в.) и то и другое
- 2) Оптимизационная модель:
  - а.) предлагает наилучшее решение в математическом смысле
  - б.) предлагает наилучшее решение с учётом ограничений модели
  - в.) может служить средством оценки различных вариантов возможных решений
  - г.) всё вышеперечисленное
- 3) Пусть  $f$  - функция одной переменной. Неравенство  $f''(x) > 0$ :
  - а.) является необходимым условием локального минимума
  - б.) является достаточным условием локального минимума
  - в.) является достаточным условием локального максимума
  - г.) ни одно из вышеперечисленных утверждений не верно
- 4) Пусть  $f$  - функция одной переменной. Равенство  $f'(x^*) = 0$ :
  - а.) является необходимым условием, чтобы точка  $x^*$  была точкой локального максимума

- б.) является необходимым условием, чтобы точка  $x^*$  была точкой локального минимума
  - в.) является необходимым условием, чтобы точка  $x^*$  была точкой глобального минимума
  - г.) верны все вышеперечисленные утверждения
- 5) Точка  $x^*$ , для которой  $f'(x^*)=0$  и  $f''(x^*)>0$  является.....

**(УК-2,ОПК-3, ОПК-5)**

- 6) Укажите необходимые и достаточные условия минимума функции:
- а.)  $f'(x)=0, f''(x)\geq 0$
  - б.)  $f'(x)=0, f''(x)\leq 0$
  - а.)  $f'(x)=0, f''(x)=0$
- 7) Необходимые и достаточные условия максимума функции.....
- 8) Какие критерии используются для проверки унимодальности функции?
- а.)  $f''(x)\geq 0$
  - б.)  $f''(x)\leq 0$
  - в.)  $f''(x)=0$
- 9) Метод, использующий свойство сопряжённых градиентов.....

**(УК-2,ОПК-3, ОПК-5)**

- 10) Чем отличаются метод «золотого сечения» и Фибоначчи:
- а.) в методе «золотого сечения» в начале вычислений требуется знать интервал, на котором будет вычисляться функция, а в методе Фибоначчи не требуется.
  - б.) в методе «золотого сечения» не требуется знать количество вычислений функции, определяемое в начале, в отличие от метода Фибоначчи.
  - в.) в методе «золотого сечения» требуется знать количество вычислений функции.
  - г.) в методе «золотого сечения» не используется правило симметрии.
- 11) Если существует производная  $f^{(n)}(x^*)$  и если  $f'(x^*)=f''(x^*)=\dots=f^{(n)}(x^*)=0$ , то функция  $f(x)$  при нечётном  $n$  имеет в точке  $x^*$  .....
- 12) Укажите, какие модели транспортной задачи являются открытыми:
- а.) суммарный объём запасов совпадает с суммарным объёмом потребностей
  - б.) суммарный объём запасов больше суммарного объёма потребностей
  - в.) суммарный объём меньше суммарного объёма потребностей
- 13) Пусть в точке  $x = x^*$  градиент функции  $\nabla f(x^*)=0$ . Если матрица Гессе отрицательно определена, то в точке  $x^*$  .....

**(УК-2, ОПК-5)**

- 14) Какое из выражений является необходимым условием минимума для функции одной переменной?
- а.)  $f'(x)=0$
  - б.)  $f''(x)=0$
  - в.)  $f(x+h)-f(x)>0$
- 15) К методам одномерной оптимизации относятся.....
- 16) Укажите методы нулевого порядка:
- а.) метод градиентного спуска
  - б.) метод покоординатного спуска
  - в.) метод Хука-Дживса

г.) симплексный метод

17) Достаточным условием минимума для функции  $f(\bar{x})$  являющейся функцией  $n$  переменных является выражение.....

18) Транспортная задача является замкнутой. Выберите ситуацию, возможную при данном условии:

- а.) существует оптимальное решение задачи
- б.) оптимального решения задачи не существует
- в.) задача не имеет допустимого решения

**(УК-2,ОПК-3, ОПК-5)**

19) К задаче линейного программирования поставлена двойственная задача.

Укажите ситуацию, возможную при данном условии:

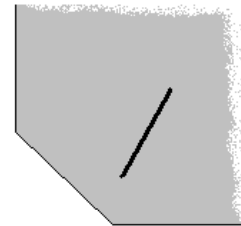
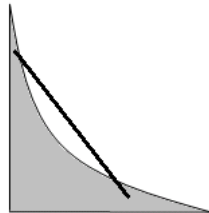
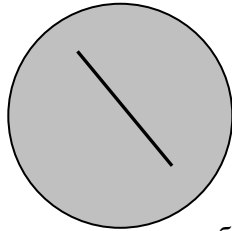
- а.) оптимальное значение целевой функции прямой задачи больше, чем оптимальное значение целевой функции двойственной задачи
- б.) оптимальные планы прямой и двойственной задач различны
- в.) оптимальные значения целевых функций, планы прямой и двойственной задач достигаются в одной и той же точке

20) Задача линейного программирования не имеет допустимых решений.

Выберите ситуацию, возможную при данном условии:

- а.) в задаче отсутствуют ограничения
- б.) система ограничений задачи несовместна
- в.) целевая функция неограниченна на допустимой области

21) Требуется выбрать выпуклые множества среди изображенных на рисунке:



а.)

б.)

в.)

22) Укажите методы порядка:

- а.) метод Хука-Дживса
- б.) метод Ньютона
- в.) метод сопряжённых градиентов
- г.) метод Ньютона-Рафсона

23) Метод наискорейшего спуска и метод Пауэла объединяет то, что.....

**(УК-2,ОПК-3)**

25) Укажите какая модель транспортной задачи является закрытой.

- а.) суммарный объем запасов совпадает с суммарным объемом потребностей
- б.) суммарный объем запасов больше суммарного объема потребностей
- в.) суммарный объем запасов меньше суммарного объема потребностей

26) Укажите, какая задача линейного программирования является противоречивой:

- а.) область решений системы неравенств является замкнутая область
- б.) область решения системы неравенств является неограниченная область
- в.) область решения системы неравенств является пустая область

27) Об унимодальности функции можно судить, если .....

**(УК-2, ОПК-5)**

28) Какое направление указывает градиент функции  $\nabla f(x)$ ?

- а.) направление наибольшего убывания функции
- б.) направление наибольшего возрастания функции
- в.) направление касательной к функции

29) Критерий Сильвестра позволяет определить.....

- 30) Укажите, какие методы используются для построения первоначальных опорных планов транспортной задачи:
- метод потенциалов
  - метод северо-западного угла
  - метод минимальной стоимости
  - метод двойного предпочтения
- 31) Задача линейного программирования имеет канонический вид. Множество допустимых решений непустое и ограничено. Выберите ситуацию при данном условии:
- оптимального решения задачи не существует
  - дополнительные переменные составляют базис
  - задача не имеет допустимого решения
- 32) Задача линейного программирования- это.....

**(ОПК-3, ОПК-5)**

- 33) Укажите, какие переменные из перечисленных являются опорными:
- прямая пересекает область допустимых значений
  - прямая имеет одну общую точку с областью допустимых значений
  - прямая проходит через одну из сторон области допустимых значений
- 34) В методе барьерных функций функция штрафа должна.....
- 35) Какие переменные можно принять в качестве базисных в задаче линейного программирования?
- линейно-зависимые векторы
  - линейно-независимые векторы
  - искусственные переменные
- 36) Когда в задаче линейного программирования вводится искусственный базис?
- когда в системе ограничений отсутствуют линейно-независимые векторы
  - когда в системе ограничений можно выделить линейно-независимые векторы
  - когда в системе ограничений нельзя выделить единичные векторы
- 37) Укажите, какие прямые в задаче линейного программирования являются опорными:
- прямая пересекает область
  - прямая имеет с областью одну общую точку
  - прямая проходит через одну из сторон области
- 38) Если к задаче линейного программирования поставлена двойственная задача и одна из задач двойственной пары имеет оптимальное решение, то:
- максимальное значение целевой функции исходной задачи и минимальное значение целевой функции двойственной задачи численно равны
  - максимальное значение целевой функции исходной задачи и минимальное значение целевой функции двойственной задачи не равны
  - максимальное значение целевой функции исходной задачи и минимальное значение целевой функции двойственной задачи равны нулю

**(УК-2, ОПК-3, ОПК-5)**

- 39) Методы Ньютона и Ньютона-Рафсона отличаются .....
- 40) Какая величина в симплексном методе нелинейного программирования исключается на каждой итерации?
- вершина с наименьшим значением целевой функции
  - вершина с наибольшим значением целевой функции
  - вершина центра тяжести
- 41) Задана целевая функция трех переменных  $f(x_1, x_2, x_3)$ . Сколько в методе сопряженных градиентов требуется выполнить итераций целевой функции?
- $N$
  - 3
  - 2
- 42) Как в методе покоординатного спуска осуществляется спуск по координатам?
- по ломаной, состоящей из отрезков прямых, параллельных координатным осям
  - по лучу, направленному по антиградиенту функции
  - по нормали к линии уровня
- 43) Целевая функция называется мультимодальной.....

- 44) Какая целевая функция называется мономодальной?  
 а.) функция, которая имеет один экстремум  
 б.) функция, которая имеет более одного экстремума  
 в.) функция, которая не имеет экстремума
- 45) Как в методе градиентного спуска осуществляется спуск по координатам?  
 а.) по ломаной, состоящей из отрезков прямых, параллельных координатным осям  
 б.) по лучу, направленному по антиградиенту функции  
 в.) по нормали к линии уровня

(УК-2, ОПК-3, ОПК-5)

- 46) Ограничение сужает диапазон значений, которые.....
- 47) Требование неотрицательности включается в модель ЛП, поскольку:  
 а.) такую модель легче решать  
 б.) такая модель больше соответствует реальной ситуации  
 в.) ни первое, ни второе  
 г.) верны варианты «а» и «б»
- 48) Графический метод решения задачи ЛП полезен тем, что:  
 а.) предлагает общий способ решения задач ЛП  
 б.) предлагает геометрическую интерпретацию модели  
 в.) верны варианты «а» и «б»
- 49) Неограниченная допустимая область.....
- 50) В модели целочисленного линейного программирования:  
 а.) за исключением ограничений целочисленности, все функции ограничений линейны  
 б.) все переменные решения должны быть целыми  
 в.) все переменные решения должны быть неотрицательными  
 г.) верны варианты «а» и «б»

4-балльная шкала	Показатели	Критерии
Отлично	1. <u>Полнота выполнения тестовых заданий;</u> 2. <u>Своевременность выполнения;</u>	<u>Выполнено 91-100 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос</u>
Хорошо	3. <u>Правильность ответов на вопросы;</u> 4. <u>Самостоятельность тестирования;</u> 5. <u>и т.д.</u>	<u>Выполнено 81-90 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; однако были допущены неточности в определении понятий, терминов и др.</u>
Удовлетворительно		<u>Выполнено 51-80 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан неполный ответ на поставленный вопрос, в ответе не присутствуют доказательные примеры, текст со стилистическими и орфографическими ошибками.</u>
Неудовлетворительно		<u>Выполнено 50% и менее заданий предложенного теста, на поставленные вопросы ответ отсутствует или неполный, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (терминах, понятиях).</u>

## Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний

Ключи к тестовым заданиям.

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

### 7.2.4. Задания по темам для проверки знаний студентов

УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений;

ОПК-3: Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности;

ОПК-5: Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

### Тема 1: Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума

Дано:

$$f(X) = Nx^2 + My^2 + 2x \cdot y + 20x + 10y + 2 \rightarrow \text{extr}$$

Задание:

а) Аналитически отыскать экстремум функции двух переменных (с использованием аппарата необходимых и достаточных условий экстремума). (N – предпоследняя цифра зачётки, M – последняя цифра зачётки)

### Тема 2: Необходимые и достаточные условия условного экстремума

Дано:

$$f(X) = Nx^2 + My^2 + 2x \cdot y + 20x + 10y + 2 \rightarrow \text{extr}$$
$$2x + y = -1$$

Задание.

а) Решить задачу графически (с использованием аппарата необходимых и достаточных условий экстремума). (N – предпоследняя цифра зачётки, M – последняя цифра зачётки)

### Тема 3: Численные методы поиска безусловного экстремума

Дано:

$$f(x) = x^4 + x^2 + x + 1$$

Задание.

Найти точку минимума  $x^*$  функции  $f(x)$  на отрезке  $[a, b] = [-1, 0]$  с точностью  $\epsilon = 0,003$  и минимальное значение  $f_{\min}$

1. Методом половинного деления;
2. Методом золотого сечения;
3. Методом Фибоначчи.

### Тема 4: Методы безусловной минимизации функции многих переменных 1-го порядка

Дано:

$$f(X) = Nx^2 + My^2 + 2x \cdot y + 20x + 10y + 2 \rightarrow \text{extr}$$

Задание:

- а) Сделать три итерации **методом градиентного спуска** из начальной точки  $X^0 = (-1, -2)$  в направлении экстремума
- б) Сделать одну итерацию **методом наискорейшего спуска** из начальной точки  $X^0 = (-1, -2)$  в направлении экстремума
- с) Сделать две итерации **методом сопряженных градиентов** из начальной точки  $X^0 = (-1, -2)$  в направлении экстремума



(с использованием аппарата необходимых и достаточных условий экстремума). (N – предпоследняя цифра зачётки, M – последняя цифра зачётки)

**Тема 5: Методы безусловной минимизации функции многих переменных 2-го порядка**

**Дано:**

$$f(X) = Nx^2 + My^2 + 2x \cdot y + 20x + 10y + 2 \rightarrow \text{extr}$$

**Задание.**

- a) Аналитически отыскать экстремум функции двух переменных
  - b) Сделать три итерации **методом градиентного спуска** из начальной точки  $X^0 = (-1, -2)$  в направлении экстремума
  - c) Сделать одну итерацию **методом наискорейшего спуска** из начальной точки  $X^0 = (-1, -2)$  в направлении экстремума
  - d) Сделать две итерации **методом сопряженных градиентов** из начальной точки  $X^0 = (-1, -2)$  в направлении экстремума
  - e) Сделать одну итерацию **методом Ньютона** из начальной точки  $X^0 = (0, 0)$  в направлении экстремума
- (с использованием аппарата необходимых и достаточных условий экстремума). (N – предпоследняя цифра зачётки, M – последняя цифра зачётки)

**Критерии оценки заданий по темам по дисциплине «Методы оптимизации»:**

4-балльная шкала	Показатели	Критерии
Отлично	1. Полнота выполнения практического задания; 2. Своевременность выполнения задания; 3. Последовательность и рациональность выполнения задания;	Задание решено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание решено рациональным способом.
Хорошо	4. Самостоятельность решения; и т.д.	Задание решено с помощью преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задание решено нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.
Удовлетворительно		Задание решено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задание решено не полностью или в общем виде.
Неудовлетворительно		Задание не решено.

### 7.3. 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 лекционных и практических занятий	0/2	1/3	1/2	2/3	1/1	3/2	2/1	3/1	2/0	Соответствие отметки коэффициенту
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 бально-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 "незачтено". 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. **Аттетков, А. В.** Методы оптимизации: учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - Москва: РИОР: Инфра-М, 2019. - 270 с.: ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01037-2. - [URL:https://znanium.com/catalog/product/1002733](https://znanium.com/catalog/product/1002733) (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
2. Крутиков, В. Н. Задачи по оптимизации: теория, примеры и задачи: учебное пособие / В. Н. Крутиков, Е. С. Чернова; Кемеровский государственный университет. - Кемерово: КемГУ, 2018. - 112 с. - ISBN 978-5-8353-2397-5. - [URL:https://e.lanbook.com/book/134330](https://e.lanbook.com/book/134330) (дата обращения: 08.04.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.- Текст: электронный.
3. **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](https://znanium.com/catalog/product/1082159) (дата обращения: 25.08.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
4. **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](https://znanium.com/catalog/product/469213) (дата обращения: 25.08.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.

### 8.2. Дополнительная литература:

- 1..А.В.Пантелеев, Т.А.Летова Методы оптимизации в примерах и задачах М., В. Школа. 2009г.
- 2.Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология /Е. С.Вентцель. - М., 1980.
3. В.А. Горелик Исследование операций и методы оптимизации: учебник для студ. учреждений высш. пед. образования,- М.: Издательский центр «Академия», 2013.-272 с.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению учебной 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.
Практические занятия	Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом
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	Реферат: 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.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Самостоятельная работа	Проработка учебного материала занятий лекционного и семинарского типа. Изучение нового материала до его изложения на занятиях. Поиск, изучение и презентация информации по заданной теме, анализ научных источников. Самостоятельное изучение отдельных вопросов тем дисциплины: 1. Методы одномерной оптимизации: постановка, унимодальные функции, классические методы анализа, алгоритм пассивного поиска минимума, метод деления отрезка пополам, метод Фибоначчи, метод золотого сечения, метод ломаных. 2. Численные методы поиска безусловного экстремума: принципы построения численных методов поиска безусловного экстремума, методы первого порядка, методы второго порядка. 3. Постановка задач вариационного исчисления. Вариационные задачи поиска безусловного экстремума. Подготовка к текущему контролю, к промежуточной аттестации.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену 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)

Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 915 от 12.05.2023.	с 12.05.2023 г по 15.05.2024 г.
Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № СЭБ НВ-294 от 1 декабря 2020 года.	Бессрочный
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> - <a href="https://kchgu.ru/">kchgu/</a>	Бессрочный
Электронно-библиотечные системы: Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» - <a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a> . Лицензионное соглашение №15646 от 01.08.2014г. Бесплатно.	Бессрочно
Национальная электронная библиотека (НЭБ) – <a href="https://rusneb.ru">https://rusneb.ru</a> . Договор №101/НЭБ/1391 от 22.03.2016г. Бесплатно.	
Электронный ресурс «Polred.com Обзор СМИ» – <a href="https://polpred.com">https://polpred.com</a> . Соглашение. Бесплатно.	

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

При необходимости для проведения занятий используется аудитория, оборудованная компьютером с доступом к сети Интернет с установленным на нем необходимым программным обеспечением и браузером, проектор (интерактивная доска) для демонстрации презентаций и мультимедийного материала.

В соответствии с содержанием практических (лабораторных) занятий при их проведении используется аудитория, рабочие места обучающихся в которой оснащены компьютерной техникой, имеют широкополосный доступ в сеть Интернет и программное обеспечение, соответствующее решаемым задачам.

Занятия проводятся в аудиториях:

1. Учебная аудитория №23 (369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебный корпус № 2) для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторных работ и курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья, стол преподавателя, доска меловая.

*Технические средства обучения:* 10 персональных компьютеров с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, звуковые колонки, широкополосный телевизор.

*Лицензионное программное обеспечение:*

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
- Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
- Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.
- пакет приложений для объектно-ориентированного программирования Embarcadero (Item Number: 2013123054325206. Срок действия лицензии: бессрочная);
- пакет визуального редактирования растровых изображений GIMP (Лицензия № GNU GPLv3. Срок действия лицензии: бессрочная);
- образовательная подписка Google G Suite for Education (видеоконференции, дневник, календарь, диск и прочее). (Срок действия лицензии: бессрочная);
- пакет математического моделирования Mathcad (Contract Number (SCN) 4A1913127. Срок действия лицензии: бессрочная);
- подписка на программные продукты Microsoft «Azure Dev Tools for Teaching» (Идентификатор подписчика: ICM-166172). С 2019 г. по 2021 г.;
- система поиска заимствований в текстах «Антиплагиат ВУЗ» (Договор № 3262 от 20.01.2021 г.);
- Информационно-правовая система «Инофрмио» (Договор № НК 1017 от 20.01.2021 г.);
- пакет визуального 3D-моделирования Blender (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);
- векторный графический редактор Inkscape (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);
- программный комплекс для верстки Scribus (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);
- Autodesk AutoCAD (Лицензия № 5X6-30X999XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия);
- Autodesk 3DS Max (Лицензия № 5X5-93X928XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия);
- Autodesk Revit (Лицензия № 5X6-03X109XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия).

2. Учебная аудитория №25 (369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебный корпус № 2) для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, лабораторных работ и курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, и промежуточной аттестации

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья, стол преподавателя, доска меловая.

*Технические средства обучения:* 15 персональных компьютеров с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, звуковые колонки, переносной проектор.

*Лицензионное программное обеспечение:*

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
- Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
- Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.
- пакет приложений для объектно-ориентированного программирования Embarcadero (Item Number: 2013123054325206. Срок действия лицензии: бессрочная);
- пакет визуального редактирования растровых изображений GIMP (Лицензия № GNU GPLv3. Срок действия лицензии: бессрочная);
- образовательная подписка Google G Suite for Education (видеоконференции, дневник, календарь, диск и прочее). (Срок действия лицензии: бессрочная);
- пакет математического моделирования Mathcad (Contract Number (SCN) 4A1913127. Срок действия лицензии: бессрочная);
- подписка на программные продукты Microsoft «Azure Dev Tools for Teaching» (Идентификатор подписчика: ICM-166172). С 2019 г. по 2021 г.;
- система поиска заимствований в текстах «Антиплагиат ВУЗ» (Договор № 3262 от 20.01.2021 г.);
- Информационно-правовая система «Инофрмио» (Договор № НК 1017 от 20.01.2021 г.);
- пакет визуального 3D-моделирования Blender (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);
- векторный графический редактор Inkscape (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);
- программный комплекс для верстки Scribus (Лицензия № GNU GPL v3. Срок действия лицензии: бессрочная);
- Autodesk AutoCAD (Лицензия № 5X6-30X999XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия);
- Autodesk 3DS Max (Лицензия № 5X5-93X928XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия);
- Autodesk Revit (Лицензия № 5X6-03X109XX. Бессрочная образовательная (академическая) лицензия).

3. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья, стол преподавателя, доска меловая.

*Технические средства обучения:* персональный компьютер с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, переносной проектор.

*Лицензионное программное обеспечение:*

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
- Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
- Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.

Рабочие места для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

1. Аудитория для самостоятельной работы студентов.

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья  
*Технические средства обучения:* ноутбуки в количестве 3 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784. Срок действия лицензии: бессрочная);

Microsoft Office (Лицензия № 60127446. Срок действия лицензии: бессрочная);

Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.

(369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29, учебно-лабораторный корпус, ауд. 507)

2. Научный зал, 20 мест, 10 компьютеров

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья.

*Технические средства обучения:*

персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784, бессрочная),

Microsoft Office (Лицензия № 60127446, бессрочная),

Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.

(369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебно-лабораторный корпус, каб.101)

3. Читальный зал, 80 мест, 10 компьютеров.

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья.

*Технические средства обучения:*

Дисплей Брайля ALVA с программой экранного увеличителя MAGic Pro;

стационарный видеозумитель Clear View с монитором;

2 компьютерных роллера USB&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.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784, бессрочная),

Microsoft Office (Лицензия № 60127446, бессрочная),

Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.

(369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебно-лабораторный корпус, каб.102а).

### ***10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения***

1. Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
2. Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
3. ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
4. Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
5. Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
6. Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.

### ***10.4. 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 «Информио».

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

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, в процессе проведения учебных занятий создается гибкая, вариативная организационно-методическая система обучения, адекватная образовательным потребностям данной категории обучающихся, которая позволяет не только обеспечить преемственность систем общего (инклюзивного) и высшего образования, но и будет способствовать формированию у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО, ускорит темпы профессионального становления, а также будет способствовать их социальной адаптации.

В процессе преподавания учебной дисциплины создается на каждом занятии толерантная социокультурная среда, необходимая для формирования у всех обучающихся гражданской, правовой и профессиональной позиции соучастия, готовности к полноценному общению, сотрудничеству, способности толерантно воспринимать социальные, личностные и культурные различия, в том числе и характерные для обучающихся с ОВЗ.

Посредством совместной, индивидуальной и групповой работы формируется у всех обучающихся активная жизненная позиция и развитие способности жить в мире разных людей и идей, а также обеспечивается соблюдение обучающимися их прав и свобод и признание права другого человека, в том числе и обучающихся с ОВЗ на такие же права.

В группах, в состав которых входят обучающиеся с ОВЗ, в процессе учебных занятий используются технологии, направленные на диагностику уровня и темпов профессионального становления обучающихся с ОВЗ, а также технологии мониторинга степени успешности формирования у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО при изучении данной учебной дисциплины, используя с этой целью специальные оценочные материалы и формы проведения промежуточной и итоговой аттестации, специальные технические средства, предоставляя обучающимся с ОВЗ дополнительное время для подготовки ответов, привлекая тьютеров).

Материально-техническая база для реализации программы:

1. Мультимедийные средства:

- интерактивные доски «Smart Board», «Toshiba»;
- экраны проекционные на штативе 280\*120;
- мультимедиа-проекторы Epson, Benq, Mitsubishi, Aser;

2. Презентационное оборудование:

- радиосистемы AKG, Shure, Quik;
- видеоконфликты Microsoft, Logitech;
- микрофоны беспроводные;
- класс компьютерный мультимедийный на 21 мест;
- ноутбуки Aser, Toshiba, Asus, HP;

Наличие компьютерной техники и специального программного обеспечения: имеются рабочие места, оборудованные рельефно-точечными клавиатурами (шрифт Брайля), программное обеспечение NVDA с функцией синтезатора речи, видеувеличителем, клавиатурой для лиц с ДЦП, роллером Распределение специализированного оборудования.



## 12. Лист регистрации изменений

Изменение	Дата и номер протокола ученого совета факультета/института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений в ОП	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОП	Дата введения изменений
Обновлены договоры: 1) Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025 г. (Договор №56/2023 от 25 января 2023 г.); 2) Договор №915 эбс ООО «Знаниум» от 12.05.2023 г. Действует до 15.05.2024 г.		29.06.2023 г., протокол №8	