

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

июля 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Оптимизация и численные методы

(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки:

01.04.02 Прикладная математика и информатика

(шифр, название направления)

Направленность (профиль) программы:

Математическое и компьютерное моделирование  
в экономике и управлении

Квалификация выпускника

магистр

Форма обучения

Очная

Год начала подготовки - 2022

(по учебному плану)

Карачаевск, 2023

Составитель: *ст. преп. кафедры информатики и вычислительной математики*  
*Урусова А. С.*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 г. № 13, (с изменениями и дополнениями). Редакция с изменениями № 1456 от 26.11.2020, с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г., образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика; направленность (профиль) программы: «Математическое и компьютерное моделирование в экономике и управлении», локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры информатики и вычислительной математики на 2023-2024 уч. год

Протокол № 11 от 03.07. 2023 г.

Заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук, доцент  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.....	5
4. Объем дисциплины .....	6
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 .....	10
5.3. Примерная тематика курсовых работ .....	10
6. Образовательные технологии .....	10
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	11
7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций.....	11
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.....	16
7.2.1. Типовые индивидуальные задания: .....	16
7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен).....	29
7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов.....	30
7.3. Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся .....	39
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) .....	40
8.1. Основная литература: .....	40
8.2. Дополнительная литература: .....	40
9. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины (модуля) .....	41
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля).....	41
10.1. Общесистемные требования .....	41
10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	42
10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения .....	44
10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .....	44
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	45
12. Лист регистрации изменений.....	46

## 1. Наименование дисциплины (модуля)

### *Оптимизация и численные методы*

Чрезвычайно широкое распространение оптимизационных задач в технике, экономике, управлении привело к необходимости ознакомления с методами решения подобных задач. Сегодня для решения многих задач оптимизации различных предметных областей разработаны единые средства их решения, что и определяет необходимость введения курса «Оптимизация и численные методы», в котором были бы определены основные классы задач оптимизации, единые подходы и численные методы их решения.

#### **Цель курса "Оптимизация и численные методы":**

1. усвоение роли методов оптимизации в формировании знаний и умений по постановке и решению оптимизационных задач;
2. формирование понимания основных принципов, лежащих в основе методов решения задач оптимизации;
3. 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 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», направленность программы; "Математическое и компьютерное моделирование в экономике и управлении", квалификация выпускника - магистр.

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

Данная дисциплина (модуль) относится к блоку Б1 «Дисциплины (модули)» обязательной части учебного плана (Индекс: Б1.О.7).

Дисциплина изучается на 1 и 2 курсах (2 и 3 семестры).

<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО</b>	
Индекс	Б1. О.7
<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по информатике в объёме программы средней школы; владеть стандартными курсами математического анализа, линейной алгебры.	
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Дисциплина (модуль) " Оптимизация и численные методы " является базовой для успешного освоения дисциплины (модуля) «Дополнительные главы исследования операций». Изучение дисциплины необходимо для успешного освоения дисциплин профессионального цикла и практик, формирующих компетенции: УК-1, ОПК-2.	

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

Процесс изучения дисциплины «Оптимизация и численные методы» направлен на формирование следующих компетенций обучающегося:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ПООП/ ОП ВО	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<p>УК М-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними</p> <p>УК М-1.2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению</p> <p>УК М-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников</p> <p>УК М-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p> <p>УК М-1.5 Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения</p>	<p><b>Знать:</b> имеет представление о принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения методов оптимизации и численных методов в современной науке и технике</p> <p><b>Уметь:</b> применяет полученные знания для соотнесения разнородных явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью методов оптимизации и численных методов</p> <p><b>Владеть:</b> Навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения оптимизационных задач</p>

<b>ОПК-2</b>	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	<p>ОПК М-2.1. Умеет теоретически и практически разрабатывать математические методы решения прикладных задач</p> <p>ОПК М-2.2. Владеет умениями и навыками исследования математическими методами решения прикладных задач</p> <p>ОПК М-2.3. Умеет совершенствовать и реализовывать математические методы решения прикладных задач в научных и прикладных исследованиях</p>	<p><b>Знать:</b> имеет представление о методах построения и исследования математических моделей в естественных науках, о современных тенденциях развития, о научных и прикладных достижениях прикладной математики, понимает профессиональную терминологию</p> <p><b>Уметь:</b> применяет полученные знания математического аппарата для решения конкретных задач в области прикладной математики и информатики. Ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выявляет общие закономерности исследуемых объектов, выбирает методы исследования математических моделей; строит и исследует математические модели</p> <p><b>Владеть:</b> применяет методы исследования математических моделей; обладает навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям; навыками применения полученных знаний</p>
--------------	--	---	---

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

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

Объем дисциплины	Всего часов	
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>216</b>	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) * (всего)</b>	<b>216</b>	
<b>Аудиторная работа (всего):</b>	<b>90</b>	
в том числе:		
лекции	30	
практические занятия	36	
лабораторные работы	24	
<b>Внеаудиторная работа:</b>		

курсовые работы	Не предусмотрены	
консультация перед экзаменом	+	
Внеаудиторная работа также включает индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем), творческую работу (эссе), рефераты, контрольные работы и др.		
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	126	
<b>Контроль самостоятельной работы</b>	-	
<b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>	Зачёт на 2 семестре, экзамен на 3 семестре	

## 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

№	Курс/ п/п семестр	Раздел, тема, содержание темы дисциплины	Общая трудоемкость (в часах) всего	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
				Аудиторные уч. занятия			Сам. работа			
				Лек.	Пр.	Лаб.				
<b>1. Модуль «Оптимизация»</b>			108	12	24	-	72			
<b>Раздел 1. Введение в оптимизацию</b>										
5.	1/2	Постановка задачи оптимизации. Классификация задач. Понятие о численных методах оптимизации.	18	2	4	-	12	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle	
<b>Раздел 2. Выпуклое программирование</b>										
6.	1/2	Методы одномерной оптимизации: постановка, унимодальные функции, классические методы анализа, алгоритм пассивного поиска минимума, метод деления отрезка пополам, метод Фибоначчи, метод золотого сечения, метод ломаных.	18	2	4	-	12	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle	
<b>Раздел 3. Линейное программирование</b>										
7.	1/2	Постановка задач ли-	18	2	4	-	12	УК-1, ОПК-2	Задание,	

		нейного программирования, геометрическая интерпретация, задача линейного программирования в стандартной и канонической форме, графический метод решения линейного программирования, симплекс – метод Данцига.							тест в системе Moodle
<b>Раздел 4. Методы вариации многих переменных</b>									
8.	1/2	Численные методы поиска безусловного экстремума: принципы построения численных методов поиска безусловного экстремума, методы первого порядка, методы второго порядка.	18	2	4	-	12	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle
9.	1/2	Численные методы поиска условного экстремума: принципы построения численных методов поиска условного экстремума, методы последовательной безусловной минимизации, методы возможных направлений.	18	2	4	-	12	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел 5. Вариационное исчисление</b>									
10.	1/2	Постановка задач вариационного исчисления. Вариационные задачи поиска безусловного экстремума.	18	2	4	-	12	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle
<b>2.Модуль «Численные методы»</b>			108	18	36	-	54		
<b>Раздел 6. Методы решения нелинейных уравнений</b>									
11.	1/2	Отделение корней. Метод половинного деления. Метод простой итераций	12	2	4	-	6	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle
12.	1/2	Метод хорд. Метод касательных	12	2	4	-	6	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел 7. Аппроксимация и интерполяция функций</b>									



13.	1/2	Задачи и способы аппроксимации функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционная схема Эйткена.	12	2	4	-	6	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle
14.	2/3	Конечные разности. Первая интерполяционная формула Ньютона. Вторая интерполяционная формула Ньютона. Обратное интерполирование. Аппроксимация производных.	12	2	-	4	6	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел 8. Квадратурные формулы</b>									
15.	2/3	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Формула прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона.	12	2	-	4	6	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел 9. Решение систем линейных и нелинейных уравнений как задача оптимизации</b>									
16.	2/3	Решение линейных систем обращение матриц с помощью LQ- разложения. Решение СЛАУ методом простых итераций. Метод Зейделя.	12	2	-	4	6	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел.10. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений</b>									
17.	2/3	Постановка задачи. Классификация приближённых методов. Метод Эйлера и его модификации	12	2	-	4	6	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел 11. Численное решение задач математической физики</b>									
18.	2/3	Примеры уравнений математической физики. Классификация уравнений с частными производными. Постановка задач для математической физики.	12	2	-	4	6	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle
19.	2/3	Уравнение гиперболического типа. Уравнение параболического типа. Уравнение эллиптического типа.	12	2	-	4	6	УК-1, ОПК-2	Задание, тест в системе Moodle
20.	<b>Итого</b>		<b>216</b>	<b>30</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>126</b>		

## **5.2. Тематика лабораторных занятий**

1. Постановка задачи линейного программирования. Приемы формализации условий задачи
2. Решение задачи линейного программирования графическим методом
3. Решение задачи линейного программирования симплекс – методом Данцига
4. Решение транспортных задач
5. Двойственные задачи

## **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 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 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, анализа ситуации 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 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-1</b>					
Базовый	<b>Знать:</b> имеет представление о принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения методов оптимизации и численных методов в современной науке и технике	Не знает принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения методов оптимизации и численных методов в современной науке и технике	В целом знает принципы сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения методов оптимизации и численных методов в современной науке и технике	Знает принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения методов оптимизации и численных методов в современной науке и технике	

	<p><b>Уметь:</b> применяет полученные знания для соотнесения разнородных явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью методов оптимизации и численных методов</p>	<p>Не умеет применять полученные знания для соотнесения разнородных явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью методов оптимизации и численных методов</p>	<p>В целом умеет применять полученные знания для соотнесения разнородных явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью методов оптимизации и численных методов</p>	<p>Умеет реализовать свои применять полученные знания для соотнесения разнородных явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью методов оптимизации и численных методов</p>	
	<p><b>Владеть:</b> навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения оптимизационных задач</p>	<p>Не владеет навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения оптимизационных задач</p>	<p>В целом владеет Навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения оптимизационных задач</p>	<p>Владеет Навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения оптимизационных задач</p>	
Повышенный	<p><b>Знать:</b> имеет представление о принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения методов оптимизации и численных методов в современной науке и технике</p>				<p>В полном объеме имеет представление о принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения методов оптимизации и численных методов в современной науке и технике</p>

	<p><b>Уметь:</b> применяет полученные знания для соотнесения разнородных явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью методов оптимизации и численных методов</p>				<p>Умеет в полном объеме применять полученные знания для соотнесения разнородных явлений и систематизации их в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также вырабатывает стратегию выполнения поставленной задачи с помощью методов оптимизации и численных методов</p>
	<p><b>Владеть:</b> навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения оптимизационных задач</p>				<p>В полном объеме владеет навыками работы с компьютером и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, разработки научного исследования как средством управления информацией для решения оптимизационных задач</p>
<b>ОПК-2</b>					
Базовый	<p><b>Знать:</b> имеет представление о методах построения и исследования математических моделей в естественных науках, о современных тенденциях развития, о научных и прикладных достижениях прикладной математики, понимает профессиональную терминологию</p>	<p>Не знает методы построения и исследования математических моделей в естественных науках, о современных тенденциях развития, о научных и прикладных достижениях прикладной математики, понимает профессиональную терминологию</p>	<p>В целом знает методы построения и исследования математических моделей в естественных науках, о современных тенденциях развития, о научных и прикладных достижениях прикладной математики, понимает профессиональную терминологию</p>	<p>Знает методы построения и исследования математических моделей в естественных науках, о современных тенденциях развития, о научных и прикладных достижениях прикладной математики, понимает профессиональную терминологию</p>	

		минологию			
	<p><b>Уметь:</b> применяет полученные знания математического аппарата для решения конкретных задач в области прикладной математики и информатики. Ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выявляет общие закономерности исследуемых объектов, выбирает методы исследования математических моделей; строит и исследует математические модели</p>	<p>Не умеет применять полученные знания математического аппарата для решения конкретных задач в области прикладной математики и информатики. Ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выявляет общие закономерности исследуемых объектов, выбирает методы исследования математических моделей; строит и исследует математические модели</p>	<p>В целом умеет применять полученные знания математического аппарата для решения конкретных задач в области прикладной математики и информатики. Ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выявляет общие закономерности исследуемых объектов, выбирает методы исследования математических моделей; строит и исследует математические модели</p>	<p>Умеет применять полученные знания математического аппарата для решения конкретных задач в области прикладной математики и информатики. Ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выявляет общие закономерности исследуемых объектов, выбирает методы исследования математических моделей; строит и исследует математические модели</p>	
	<p><b>Владеть:</b> применяет методы исследования математических моделей; обладает навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям; навыками применения полученных знаний</p>	<p>Не применяет методы исследования математических моделей; обладает навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям; навыками применения полученных знаний</p>	<p>В целом применяет методы исследования математических моделей; обладает навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям; навыками применения полученных знаний</p>	<p>Применяет методы исследования математических моделей; обладает навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям; навыками применения полученных знаний</p>	
Повышенный	<p><b>Знать:</b> имеет представление о методах построения и исследования математических моделей в естественных науках, о современных тенденциях развития, о научных</p>				<p>В полном объеме владеет навыками построения и исследования математических моделей в естественных</p>

	и прикладных достижений прикладной математики, понимает профессиональную терминологию				науках, о современных тенденциях развития, о научных и прикладных достижениях прикладной математики, понимает профессиональную терминологию
	<b>Уметь:</b> применяет полученные знания математического аппарата для решения конкретных задач в области прикладной математики и информатики. Ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выявляет общие закономерности исследуемых объектов, выбирает методы исследования математических моделей; строит и исследует математические модели				В полном объеме применяет полученные знания математического аппарата для решения конкретных задач в области прикладной математики и информатики. Ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выявляет общие закономерности исследуемых объектов, выбирает методы исследования математических моделей; строит и исследует математические модели
	<b>Владеть:</b> применяет методы исследования математических моделей; обладает навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям; навыками применения полученных знаний				В полном объеме применяет методы исследования математических моделей; обладает навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям;

					навыками применения полученных знаний
--	--	--	--	--	---------------------------------------

**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-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

ОПК-2: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач.

**7.2.1. Типовые индивидуальные задания:**

**Задание №1 (УК-1; ОПК-2)**

**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	
<i>Вид изделий</i>			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	Общее ко-
---------	-----------------------	-----------

	на одно изделие		личество 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 песца.

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.

### Задание №2 (УК-1;ОПК-2)

**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>

<b>13.</b> $f = x_1 + 7x_2 \rightarrow \text{extr}$ $x_1 + 4x_2 \leq 53,$ $x_1 - x_2 \leq 3,$ $7x_1 + 3x_2 \geq 71,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	<b>14.</b> $f = x_1 + 9x_2 \rightarrow \text{extr}$ $6x_1 - 5x_2 \geq 17,$ $x_1 + 2x_2 \leq 34,$ $-4x_1 + 9x_2 \geq 17,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
<b>15.</b> $f = x_1 + 8x_2 \rightarrow \text{extr}$ $-3x_1 + 14x_2 \leq 78,$ $5x_1 - 6x_2 \leq 26,$ $x_1 + 4x_2 \geq 26,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$	<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-1;ОПК-2)

**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> $11x_1 - 3x_2 \geq 24,$ $9x_1 + 4x_2 \leq 110,$ $-2x_1 + 7x_2 \geq 15,$ $f = 9x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr.}$

<p><b>7.</b> <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>f = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p> <p><b>9.</b> <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>f = 5x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p>	<p><b>8.</b> <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>f = 4x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p> <p><b>10.</b> <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>f = x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p>
<p><b>11.</b> <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>f = 7x_1 + 2x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p>	<p><b>12.</b> <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>f = 6x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p>
<p><b>13.</b> <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>f = x_1 + 7x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p>	<p><b>14.</b> <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>f = x_1 + 9x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p>
<p><b>15.</b> <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>f = x_1 + 8x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p>	<p><b>16.</b> <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>f = 7x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p>
<p><b>17.</b> <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>f = 3x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p>	<p><b>18.</b> <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>f = x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p>
<p><b>19.</b> <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>f = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p>	<p><b>20.</b> <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>f = 8x_1 + 5x_2 \rightarrow \text{extr.}</math></p>

#### Задание №4 (УК-1;ОПК-2)

**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 выбирать 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

	$a_i$	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-1;ОПК-2)

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  
«Оптимизация и численные методы»:**

4-балльная шкала	Показатели	Критерии
Отлично	1. Полнота выполнения практического задания; 2. Своевременность выполнения задания; 3. Последовательность и рациональность выполне-	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	ния задания; 4. Самостоятельность решения; 5. 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.

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

### (УК-1;ОПК-2)

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.
48. Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений.
49. Отделение корней нелинейного уравнения.
50. Алгоритмы уточнения корней уравнения
51. Метод дихотомии (половинного деления, бисекций)
52. Метод простых итераций
53. Метод Ньютона (касательных)
54. Решение систем линейных уравнений
55. Метод простых итераций
56. Метод Зейделя
57. Численное интегрирование. Формулы прямоугольников
58. Численное интегрирование. Формула трапеций
59. Численное интегрирование. Формула Симпсона
60. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера
61. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Модифицированный метод Эйлера
62. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Исправленный метод Эйлера
63. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутта 4 порядка
64. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутта 4-го порядка для системы ОДУ

**Критерий оценивания ответа на экзамене по дисциплине  
«Оптимизация и численные методы»:**

✓ 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-1;ОПК-2)

Примеры тестовых вопросов по дисциплине «Оптимизация и численные методы»

- 1) Оптимизационная модель содержит...
- 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...

#### (ОПК-2)

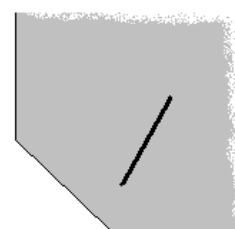
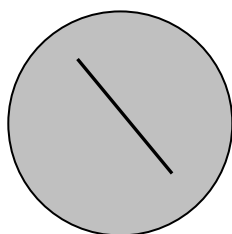
- б) Укажите необходимые и достаточные условия минимума функции:
  - а.)  $f'(x) = 0$ ,  $f''(x) \geq 0$
  - б.)  $f'(x) = 0$ ,  $f''(x) \leq 0$
  - а.)  $f'(x) = 0$ ,  $f''(x) = 0$

- 7) Укажите необходимые и достаточные условия максимума функции:
- $f'(x)=0, f''(x)\geq 0$
  - $f'(x)=0, f''(x)\leq 0$
  - $f'(x)=0, f''(x)=0$
- 8) Какие критерии используются для проверки унимодальности функции?
- $f''(x)\geq 0$
  - $f''(x)\leq 0$
  - $f''(x)=0$
- 9) Укажите метод, использующий свойство сопряжённых градиентов:
- метод наискорейшего спуска
  - градиентный метод
  - метод Флетчера-Ривса
- 10) Чем отличаются метод «золотого сечения» и Фибоначчи:
- в методе «золотого сечения» в начале вычислений требуется знать интервал, на котором будет вычисляться функция, а в методе Фибоначчи не требуется.
  - в методе «золотого сечения» не требуется знать количество вычислений функции, определяемое в начале, в отличие от метода Фибоначчи.
  - в методе «золотого сечения» требуется знать количество вычислений функции.
  - в методе «золотого сечения» не используется правило симметрии.

**(УК-1;ОПК-2)**

- 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  $x^*$ :
- максимум
  - минимум
  - точку перегиба
- 12) Модели транспортной задачи являются открытыми, если...
- 13) Пусть в точке  $x = x^*$  градиент функции  $\nabla f(x^*)=0$ . Что можно сказать о точке  $x^*$ , если матрица Гессе отрицательно определена:
- в точке  $x^*$  достигается минимум функции
  - точка  $x^*$  является точкой перегиба функции
  - в точке  $x^*$  достигается максимум функции
- 14) Какое из выражений является необходимым условием минимума для функции одной переменной?
- $f'(x)=0$
  - $f''(x)=0$
  - $f(x+h)-f(x)>0$
- 15) Какие методы относятся к методам одномерной оптимизации?
- метод «золотого сечения»
  - метод хорд
  - метод Пауэла
  - метод Фибоначчи
  - метод Хука-Дживса
  - метод деления интервала пополам
- (ОПК-2)**

- 16) Укажите методы нулевого порядка:
- метод градиентного спуска
  - метод покоординатного спуска
  - метод Хука-Дживса
  - симплексный метод
- 17) Какое из выражений является достаточным условием минимума для функции  $f(\bar{x})$  являющейся функцией  $n$  переменных:
- градиент  $\nabla f(x^*) = 0$
  - $G(x)$ -матрица чисел отрицательно определена
  - $G(x)$ -матрица чисел положительно определена
  - градиент  $\nabla f(x_0) = 0$
- 18) Транспортная задача является замкнутой, если ...
- 19) К задаче линейного программирования поставлена двойственная задача. Укажите ситуацию, возможную при данном условии:
- оптимальное значение целевой функции прямой задачи больше, чем оптимальное значение целевой функции двойственной задачи
  - оптимальные планы прямой и двойственной задач различны
  - 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:
- в задаче отсутствуют ограничения
  - система ограничений задачи несовместна
  - целевая функция неограниченна на допустимой области
- 21) Требуется выбрать выпуклые множества среди изображенных на рисунке:



a.)

б.)

в.)

- 22) Укажите методы порядка:
- метод Хука-Дживса
  - метод Ньютона
  - метод сопряжённых градиентов
  - метод Ньютона-Рафсона
- 23) Что объединяет метод наискорейшего спуска и метод Пауэла
- оба используют метод квадратичной интерполяции;
  - оба находят минимум функции  $n$  - переменных
  - оба используют свойство направления градиента
- (УК-1;ОПК-2)**
- 25) Транспортной задачи является закрытой, если...
- 26) Укажите, какая задача линейного программирования является противоречивой:
- областью решений системы неравенств является замкнутая область
  - областью решения системы неравенств является неограниченная область
  - областью решения системы неравенств является пустая область
- 27) Укажите, по каким условиям можно судить об унимодальности функции:
- функция на отрезке имеет только один экстремум
  - функция на отрезке имеет несколько экстремумов



- в.) функция достигает экстремум на одном из концов отрезка
- 28) Какое направление указывает градиент функции  $\nabla f(x)$ ?
- направление наибольшего убывания функции
  - направление наибольшего возрастания функции
  - направление касательной к функции
- 29) Укажите, что позволяет определить критерий Сильвестра?
- положительную определенность матрицы Гессе
  - отрицательную определенность матрицы Гессе
  - собственные значения матрицы Гессе

**(ОПК-2)**

- 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) Задачей линейного программирования называется задача...
- 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:
- увеличить значение целевой функции на границе области
  - неограниченно возрастать на границе области
  - игнорировать подход к границе области
- 35) Какие переменные можно принять в качестве базисных в задаче линейного программирования?
- линейно-зависимые векторы
  - линейно-независимые векторы
  - искусственные переменные

**(УК-1;ОПК-2)**

- 36) Искусственный базис в задаче линейного программирования вводится, когда...
- 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...
- 39) Чем отличаются метод Ньютона и Ньютона-Рафсона?
- выбором шага
  - выбором вектора градиента
  - выбором матрицы Гессе
- 40) Какая величина в симплексном методе нелинейного программирования исключается на каждой итерации?
- вершина с наименьшим значением целевой функции

- б.) вершина с наибольшим значением целевой функции  
 в.) вершина центра тяжести
- 41) Задана целевая функция трех переменных  $f(x_1, x_2, x_3)$ . Сколько в методе сопряженных градиентов требуется выполнить итерации целевой функции?  
 а.)  $N$       б.) 3      в.) 2

**(УК-1)**

- 42) Как в методе покоординатного 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
- 43) Целевая функция называется мультимодальной, если ...
- 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
- 46) Ограничение сужает диапазон значений, которые:  
 а.) может принимать целевая функция  
 б.) могут принимать переменные  
 в.) ни одно из вышеуказанных  
 г.) верны варианты «а» и «б»
- 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:  
 а.) получается в результате неверной формулировки задачи  
 б.) означает, что целевая функция является неограниченной  
 в.) ни одно из этих высказываний не верно  
 г.) верны оба высказывания
- 50) В модели целочисленного линейного программирования все переменные решения должны ...

### **Критерии оценки тестового материала по дисциплине «Оптимизация и численные методы»**

- ✓ 5 баллов - выставляется студенту, если выполнены все задания варианта, продемонстрировано знание фактического материала (базовых понятий, алгоритма, факта).
- ✓ 4 балла - работа выполнена вполне квалифицированно в необходимом объеме; имеются незначительные методические недочёты и дидактические ошибки. Демонстрировано умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; понятен творческий уровень и аргументация собственной точки зрения

- ✓ 3 балла – продемонстрировано умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей в рамках определенного раздела дисциплины;
- ✓ 2 балла - работа выполнена на неудовлетворительном уровне; не в полном объеме, требует доработки и исправлений более чем половины объема.

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

*Ключи к тестовым заданиям.*

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

«неудовлетворительно» – 50% и менее

«удовлетворительно» – 51-80%

«хорошо» – 81-90%

«отлично» – 91-100%

## **7.2.4. Задания по темам для проверки знаний студентов (УК-1;ОПК-2)**

### **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:**

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

**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.**

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

**Тема 6: Численные методы поиска 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 методом множителей Лагранжа
- б) Найти решение задачи методом исключений
- в) Найти решение задачи методом штрафной функции  
(с использованием аппарата необходимых и достаточных условий экстремума). (N – предпоследняя цифра зачётки, M – последняя цифра зачётки)

**Тема. 7. Задача линейного программирования**

**Дано:**

$$f(X) = 4x_1 + x_2 \rightarrow \text{extr}$$

$$-x_1 + x_2 \leq 1,$$

$$2x_1 + x_2 \geq 4,$$

$$x_1, x_2 \geq 0.$$

**Задание:** найти решение задачи:

- а) графически;
- б) симплекс-методом.

**Тема 8. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений**

**Дана система линейных алгебраических уравнений:**

$$\begin{aligned} 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 + x_4 &= 2, \\ x_1 - 2x_2 - 5x_3 + x_4 &= -5, \\ 5x_1 - 3x_2 + x_3 - 4x_4 &= -1, \\ 10x_1 + 2x_2 - x_3 + 2x_4 &= 13. \end{aligned}$$

**Задание:** найти решение системы:

а) методом простых итераций (точность счета  $\varepsilon = 0,01$ );

б) методом Зейделя (точность счета  $\varepsilon = 0,01$ ).

## **Тема 9. Методы решения нелинейных уравнений**

**Решить нелинейное алгебраическое уравнение:**

$$x^3 - 11x^2 + 36x - 36 = 0.$$

**Задание:**

а) отделить корни алгебраического уравнения;

б) уточнить наименьший (левый) корень уравнения методом Ньютона на отрезке  $[a, b]$  (точность счета  $\varepsilon = 0,01$ );

в) уточнить наименьший (левый) корень уравнения методом простых итераций на отрезке  $[a, b]$  (точность счета  $\varepsilon = 0,01$ );

г) уточнить наименьший (левый) корень уравнения методом половинного деления на отрезке  $[a, b]$  (точность счета  $\varepsilon = 0,03$ ).

## **Тема 10. Интерполяция и аппроксимация функций**

**Дана сеточная функция, определённая таблицей:**

$x$	1	2	3	4
$y = f(x)$	1	10	2	1

**Задание:**

а) построить интерполяционный многочлен Лагранжа;

б) построить интерполяционный многочлен Ньютона;

в) аппроксимировать функцию многочленами 1-го и 2-го порядков методом наименьших квадратов.

## Тема 11. Численные методы решения задачи Коши

Дана задача Коши для дифференциального уравнения 1-го порядка:

$$y' + y \cdot \operatorname{tg} x = \cos x, \quad y(0) = 2.$$

**Задание:** найти решение задачи Коши:

- а) аналитически;
- б) явным методом Эйлера на отрезке  $[0, 1]$ . Число разбиений отрезка выбрать  $N = 2, 4, 5$ . Построить графики аналитического и численного решений на одном чертеже;
- в) методом предсказания и коррекции на отрезке  $[0, 1]$ . Число разбиений отрезка выбрать  $N = 2, 4, 5$ . Построить графики аналитического и численного решений на одном чертеже;
- г) неявным методом Эйлера на отрезке  $[0, 1]$ . Число разбиений отрезка выбрать  $N = 2, 4, 5$ . Построить графики аналитического и численного решений на одном чертеже;
- д) методом трапеций на отрезке  $[0, 1]$ . Число разбиений отрезка выбрать  $N = 2, 4, 5$ . Построить графики аналитического и численного решений на одном чертеже.

### Критерии оценки заданий по темам по дисциплине «Оптимизация и численные методы»:

4-балльная шкала	Показатели	Критерии
Отлично	<u>1. Полнота выполнения практического задания;</u> <u>2. Своевременность выполнения задания;</u> <u>3. Последовательность и рациональность выполнения задания;</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.
Хорошо	<u>4. Самостоятельность решения;</u> 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. Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся

Согласно Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся баллы выставляются в соответствующих графах журнала (см. «Журнал учета балльно-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.

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

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

Студенту, набравшему количество баллов менее определенного порогового уровня, выставляется оценка "неудовлетворительно" или "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. Алексеев, В. М.** Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи: учебное пособие / В. М. Алексеев, Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров. - 3-е изд., испр. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 256 с. - ISBN 978-5-9221-0992-5. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544748> (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.

**2. 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> (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.

**3. 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> (дата обращения: 08.04.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.- Текст: электронный.

**4. Сдвижков, О. А.** Практикум по методам оптимизации: учебное пособие / О. А. Сдвижков. - Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2020. - 231 с. - ISBN 978-5-9558-0372-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1036460> (дата обращения: 15.10.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.

**5. Бабенышев, С. В.** Методы оптимизации : учебное пособие / С. В. Бабенышев, Е. Н. Матеров. - Железногорск : Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. - 134 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1082159> (дата обращения: 25.08.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.

**6. 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> (дата обращения: 25.08.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.

**7. Струченков, В. И.** Прикладные задачи оптимизации. Модели, методы, алгоритмы: Практическое пособие /В.И. Струченков . - Москва :СОЛОН-Пресс, 2016. - 314 с.-ISBN 978-5-91359-191-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/905033> (дата обращения: 25.08.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.

**8. Пантелеев, А. В.** Численные методы. Практикум: учебное пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 512 с. -(Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012333-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028969> (дата обращения: 05.09.2020). - Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.

**9. Шевченко, А. С.** Лабораторный практикум по численным методам: практикум / А.С. Шевченко. - Москва :ИНФРА-М, 2018. - 199 с. (Высшее образование).- ISBN 978-5-16-106606-5.- URL: <https://znanium.com/catalog/product/966104> (дата обращения: 05.09.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.

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

1. Исаков В.Н. Элементы численных методов.- М.: Издательский центр «Академия», 2003.
2. Самарский А.А. Численные методы / А.А. Самарский, А.В. Гулин. – М.: Наука. – 1989.
3. Самарский А.А. Методы решения сеточных уравнений / Е.С.Николаев, А.А.Самарский. – М.: Наука. – 1978. – 591 с.
4. Калиткин Н.Н. Численные методы / Калиткин Н.Н. – М.: Наука – 1978.–512 с.
5. Ильин В.П. Методы и технологии конечных элементов / В.П. Ильин. – Новосибирск: Изд-во ИВМ и МГ СО РАН. – 2007.–307 с.
6. Бахвалов Н.С. Численные методы / Н.С., Бахвалов, Н.П.Жидков, Г.М.Кобельков. – М.: Наука. – 1987. – 636 с.
7. Вержбицкий В. М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные уравнения).- М.: Высшая школа, 2001.



8. М.П. Лапчик, М.И. Рагулина, Е.Н. Хеннер. Численные методы. - М.: Издательский центр «Академия», 2007.-384 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 вопросов, 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. 4. Решение линейных систем обращение матриц с помощью LQ- разложения. Решение СЛАУ методом простых итераций. Метод Зейделя. 5. Классификация уравнений с частными производными. Постановка задач для математической физики. 6. Уравнение гиперболического типа. Уравнение параболического типа. Уравнение эллиптического типа. Подготовка к текущему контролю, к промежуточной аттестации.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

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

### 10.1. Общесистемные требования

*Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»*

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

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

*Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)*

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2023 / 2024 учебный год	Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г.	Действует до 15.05.2024 г.
	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № СЭБ НВ-294 от 1 декабря 2020 года.	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	Электронная библиотека КЧГУ (Э.Б.). Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1). Электронный адрес: <a href="https://kchgu.ru/biblioteka">https://kchgu.ru/biblioteka</a> - <a href="https://kchgu.ru/">kchgu/</a>	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	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. 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.	Бессрочно

## 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.

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

Занятия проходят в учебной аудитории № 20.

1. Учебная аудитория 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, маркерная доска.

*Технические средства обучения:*

1) 10 персональных компьютеров с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

2) Интерактивный комплекс: интерактивная доска, проектор с ноутбуком, звуковые колонки.

*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. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)

–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 «Информо» (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. Читальный зал: для самостоятельной работы обучающихся; 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

ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная

Calculate Linux (внесён в ЕРРП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная

Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная

Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)

3. Научный зал: для самостоятельной работы, для научно-исследовательской работы обучающихся; 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  
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. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января  
2023г.)

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

1. ABBY FineReader (лицензия №FCRP-1100-1002-3937), бессрочная.
2. Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная.
3. Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная.
4. Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)
5. Microsoft Office (лицензия №60127446), бессрочная.
6. Microsoft Windows (лицензия №60290784), бессрочная.

### ***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 «Информо».

## **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;
- видеокомплекты 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 ВО	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОП ВО	Дата введения изменений
<p>Обновлены договоры на предоставление доступа к электронно-библиотечным системам: Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 5184 ЭБС от 25.03.2021г. (срок действия с 30.03.2021 по 30.03.2022г.), Электронно-библиотечная система «Лань». Договор №СЭБ НВ-294 от 01.12.2020г. Бес-срочный.</p>			
<p>Переутверждена ОП ВО. Обновлены РПД, РПП, программы ГИА, календарный график учебного процесса.            Обновлены договоры:            1. Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.).            2. Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г. Действует до 15.05.2024г.)</p>		<p>29.06.2023 г.,            протокол № 8</p>	

**Решение кафедры информатики и вычислительной математики:** Зарегистрированные изменения учтены при составлении РПД, протокол № 11 от 03.07. 2023 г.