

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

2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Современные проблемы численной оптимизации**

(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 - 2023**

(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
Современные проблемы численной оптимизации.....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	6
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	6
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) .....	6
5.2. Тематика лабораторных занятий.....	8
5.3. Примерная тематика курсовых работ .....	8
6. Образовательные технологии .....	8
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	9
7.1. <i>Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций</i> .....	9
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 .....	13
7.2.1. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачёт).....	13
Вопросы к зачету по дисциплине «Современные проблемы численной оптимизации» .....	13
7.2.2. Задания по темам для проверки знаний студентов.....	14
7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов.....	16
7.3. Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся .....	19
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля). Информационное обеспечение образовательного процесса.....	20
8.1. Основная литература: .....	20
8.2. Дополнительная литература: .....	20
9. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины (модуля) .....	21
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля).....	21
10.1. Общесистемные требования .....	21
10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	22
10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения .....	23
10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .....	24
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья..	24
12. Лист регистрации изменений.....	26

## 1. Наименование дисциплины (модуля): Современные проблемы численной оптимизации

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 этого курса.

**Цель курса "Современные проблемы численной оптимизации":**

- развитие профессиональных компетентностей;
- приобретения способности проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты;
- способности разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач с использованием современных вычислительных методов оптимизации.

**Для достижения цели ставятся задачи:**

- дать магистрантам качественные знания современных вычислительных методов оптимизации, способствующие их социальной мобильности и устойчивости на рынке труда;
- применения научных знаний численной оптимизации в различных практических моделях;
- подготовить обучающихся к успешной работе в различных сферах, применяющих современные вычислительные методы оптимизации и информационные технологии на основе гармоничного сочетания научной, фундаментальной и профессиональной подготовки кадров.

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

Данная дисциплина (модуль) относится к блоку Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана (Индекс: Б1. В.ДВ.1.02).

Дисциплина изучается на 1 курсе (2 семестр).

<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО</b>	
Индекс	<b>Б1. В.ДВ.01.02</b>
<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Для освоения дисциплины «Современные проблемы численной оптимизации» студенты используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения дисциплин: "Методы оптимизации", "Математический анализ" и "Численные методы", которые изучаются студентами по программе бакалавриата указанного направления.	
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Дисциплина (модуль) "Современные проблемы численной оптимизации" является базовой для успешного освоения дисциплины (модуля) "Математические методы исследования экономики", "Многокритериальные системы поддержки принятия решений". Изучение дисциплины необходимо для успешного освоения дисциплин профессионального цикла и практик, формирующих компетенции: <b>УК-1, ПК-1.</b>	

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

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

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ПООП/ ОП ВО	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами

<p><b>УК-1</b></p>	<p>Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</p>	<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 содержит аргументированно 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 выработывает 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><b>ПК-1</b></p>	<p>Способность демонстрировать фундаментальные знания математических и прикладных наук</p>	<p>ПК М-1.1. Способен к демонстрации фундаментальных знаний в области прикладной математики и информатики</p> <p>ПК М-1.2. Умеет строить математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами</p> <p>ПК М-1.3. Способен к созданию, анализу и реализации математических и компьютерных моделей</p>	<p><b>Знать:</b> знает численные методы решения задач оптимизации</p> <p><b>Уметь:</b> уметь применять различные современные численные методы для решения задач численной оптимизации</p> <p><b>Владеть:</b> способен к разработке современных оригинальных алгоритмов и программных средств, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий для решения задач численной оптимизации</p>

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 3 ЗЕТ, 108 академических часа.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Для очной формы обучения	Для заочной формы обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>108</b>	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)</b>	<b>108</b>	
<b>Аудиторная работа (всего):</b>	<b>36</b>	
в том числе:		
лекции	Не предусмотрены	
Практические занятия	36	
Лабораторные работы	Не предусмотрены	
Внеаудиторная работа:		
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>	<b>72</b>	
<b>Контроль самостоятельной работы</b>	-	
<b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>	<b>зачёт</b>	

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

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

Для очной формы обучения

№ п/п	Курс/ семестр	Раздел, тема, содержание темы дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
				Аудиторные занятия	Сам. работа	Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
			всего				

<b>Раздел 1. Элементы теории оптимизации</b>			<b>20</b>	-	<b>4</b>	<b>16</b>		
1.	1/2	Классификация методов оптимизации. Прямые условия оптимальности	10	-	2		УК-1, ПК-1	Задание, тест в системе Moodle
2	1/2	Задача с ограничениями-равенствами. Задача со смешанными ограничениями	10	-	2	8	УК-1, ПК-1	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел 2. Начальные сведения о методах оптимизации</b>			<b>20</b>	-	<b>4</b>	<b>16</b>		
3	1/2	Общее понятие о методах оптимизации.	10	-	2	8	УК-1, ПК-1	Задание, тест в системе Moodle
4	1/2	Методы одномерной оптимизации	10	-	2	8	УК-1, ПК-1	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел 3. Методы безусловной оптимизации</b>			<b>22</b>	-	<b>6</b>	<b>16</b>		
5	1/2	Методы спуска. Метод Ньютона. Квазиньютоновские методы	12	-	4	8	УК-1, ПК-1	Задание, тест в системе Moodle
6	1/2	Методы нулевого порядка.	10	-	2	8	УК-1, ПК-1	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел 4. Методы условной оптимизации</b>			<b>22</b>	-	<b>8</b>	<b>12</b>		
7	1/2	Методы решения задач с простыми ограничениями. Методы решения задач с ограничениями-равенствами.	8	-	4	4	УК-1, ПК-1	Задание, тест в системе Moodle
8		Методы решения задач с простыми ограничениями (методы проекции градиента, условного градиента, условные методы Ньютона).	8	-	4	4	УК-1, ПК-1	Задание, тест в системе Moodle
9	1/2	Штрафы и модифицированные функции Лагранжа для задачи со смешанными ограничениями.	6	-	2	4	УК-1, ПК-1	Задание, тест в системе Moodle
<b>Раздел 5. Методы негладкой выпуклой оптимизации</b>			<b>8</b>	-	<b>4</b>	<b>4</b>		
10	1/2	Элементы выпуклого анализа и двойствен-	8	-	4	4	УК-1, ПК-1	Задание, тест в си-

		ные методы.						стеме Moodle
<b>Раздел 6. Специальные задачи оптимизации</b>			<b>16</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		
11	1/2	Элементы теории линейного программирования	8	-	4	4	УК-1, ПК-1	Задание, тест в системе Moodle
12	1/2	Методы решения задач квадратичного программирования.	8	-	4	4	УК-1, ПК-1	Задание, тест в системе Moodle
<b>Итого</b>			<b>108</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>72</b>		

### **5.2. Тематика лабораторных занятий**

Учебным планом не предусмотрены.

### **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	В целом знает принципы сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения методов оптимизации и численных методов в современной науке	Знает принципах сбора, отбора и обобщения информации для анализа проблемных ситуаций и особенности применения методов оптимизации и численных методов в современной науке и тех-	

		современной науке и технике	и технике	нике	
	<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	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	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	Умеет реализовывать 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	
	<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	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	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	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	

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>

	<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				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
--	---	--	--	--	---

**ПК-1**

Базовый	<b>Знать:</b> фундаментальные знания для решения задач исследования операций	<b>Не владеет:</b> методами решения задач исследования операций	<b>Слабо владеет:</b> методами решения задач исследования операций	<b>Хорошо владеет:</b> методами решения задач исследования операций	<b>Свободно владеет:</b> методами решения задач исследования операций
	<b>Уметь:</b> строить математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами	<b>Не умеет</b> строить математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами	<b>Плохо умеет:</b> строить математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами	<b>Уверенно умеет:</b> строить математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами	<b>Самостоятельно может:</b> строить математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами
	<b>Владеть:</b> способен к разработке и анализу моделей и решение их методами исследования операций	<b>Не знает:</b> разработку и анализ моделей и решение их методами исследования операций	<b>Поверхностно знает:</b> разработку и анализ моделей и решение их методами исследования операций	<b>Понимает смысл:</b> разработки и анализа моделей и решение их методами исследования операций	<b>Широко применяет:</b> разработанную модель, делает анализ и решение их методами исследования операций

Повышенный	<b>Знать:</b> новые фундаментальные знания для решения задач исследования операций	<b>Не владеет:</b> новыми методами решения задач исследования операций	<b>Слабо владеет:</b> новыми методами решения задач исследования операций	<b>Хорошо владеет:</b> новыми методами решения задач исследования операций	<b>Свободно владеет:</b> новыми методами решения задач исследования операций
	<b>Уметь:</b> строить новые математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами	<b>Не умеет</b> строить новые математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами	<b>Плохо умеет:</b> строить новые математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами	<b>Уверенно умеет:</b> строить новые математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами	<b>Самостоятельно может:</b> строить новые математические модели и исследовать их аналитическими и численными методами
	<b>Владеть:</b> способен к разработке и анализу новых моделей и решение их методами исследования операций	<b>Не знает:</b> разработку и анализ новых моделей и решение их методами исследования операций	<b>Поверхностно знает:</b> разработку и анализ новых моделей и решение их методами исследования операций	<b>Понимает смысл:</b> разработки и анализа новых моделей и решение их методами исследования операций	<b>Широко применяет:</b> разработку новую модель, делает анализ и решение их методами исследования операций

## 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, выработать стратегию действий; ПК-1: Способность демонстрировать фундаментальные знания математических и прикладных наук

### 7.2.1. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачёт)

#### Вопросы к зачету по дисциплине «Современные проблемы численной оптимизации»

1. Задача оптимизации. Математические модели.
2. Классы задач оптимизации.
3. Экстремумы функций одной и нескольких переменных.
4. Методы прямого поиска минимума функций одной переменной.
5. Метод перебора и поразрядного поиска.
6. Метод дихотомии и золотого сечения.
7. Метод Фибоначчи.
8. Сравнение методов последовательного поиска.
9. Методы полиномиальной аппроксимации.
10. Методы одномерной минимизации, использующие производные.

11. Выпуклые множества и функции.
12. Минимизация выпуклых функций.
13. Минимизация квадратичных функций.
14. Метод сопряженных направлений.
15. Метод Ньютона в многомерной безусловной минимизации.
16. Квазиньютоновские методы.
17. Методы безусловной минимизации нулевого порядка.
18. Симплексный поиск. Метод Нелдера-Мида.
19. Метод циклического покоординатного спуска.
20. Метод Хука-Дживса.
21. Минимизация при ограничениях типа равенств. Обобщённое правило Лагранжа.
22. Общая задача нелинейного программирования.
23. Теорема Куна-Таккера.

**Критерии оценивания ответа на зачёте по дисциплине  
«Современные проблемы численной оптимизации»**

2-балльная шкала	Показатели	Критерии
Зачтено	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полнота изложения теоретического материала;</li> <li>2. Полнота и правильность решения практического задания;</li> <li>3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);</li> <li>4. Самостоятельность ответа;</li> <li>5. Культура речи; и т.д.</li> </ol>	<p>Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.</p>
Неудовлетворительно		<p>Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>

**7.2.2. Задания по темам для проверки знаний студентов**

УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий; ПК-1: Способность демонстрировать фундаментальные знания математических и прикладных наук

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

Дано:

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

Задание:

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

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

Дано:

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

Задание.

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

### Тема 3. Численные методы поиска безусловного экстремума

Дано:

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

Задание.

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

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

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

Дано:

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

Задание:

- а) Сделать три итерации **методом градиентного спуска** из начальной точки  $X^0 = (-1, -2)$  в направлении экстремума
- б) Сделать одну итерацию **методом наискорейшего спуска** из начальной точки  $X^0 = (-1, -2)$  в направлении экстремума
- в) 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
- в) 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 зачёта, M – последняя цифра зачёта)

**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 зачёта, M – последняя цифра зачёта)

**Критерии оценки заданий по темам по дисциплине  
«Современные проблемы численной оптимизации»:**

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

**7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов**

**Комплект тестовых заданий**

(УК-1; ПК-1)

Примеры тестовых вопросов по дисциплине **«Современные проблемы численной оптимизации»**



1. Метод прямого поиска называется пассивным, если...  
Ответ: **если все  $N$  точек, в которых будут вычислены значения функции, выбирают заранее.**
2. Стратегия поиска в методах минимизации считается не определенной, если...  
Ответ: **если определено заданное время вычислений.**
3. Выбор очередной точки и вычисление значения называется...  
Ответ: **шагом последовательного поиска.**
4. Методы Марквардта, Ньютона-Рафсона относятся...  
Ответ: **к методам второго порядка.**
5. Заданная точность нахождения точки должна быть...  
Ответ: **больше абсолютной погрешности**
6. Золотым сечением называется деление отрезка на две неравные части, когда отношение...  
Ответ: **длины всего отрезка к длине его большей части равно отношению длины большей части к длине меньшей части.**
7. Метод квадратичной аппроксимации относится...  
Ответ: **к полиномиальной аппроксимации.**
8. Основная цель нормализации ограничений состоит ...  
Ответ: **в достижении сбалансированности.**
9. Скалярная функция называется..  
Ответ: **функция релаксации.**
10. Метод Ньютона аналогичен методу..  
Ответ: **методу касательных.**
11. Методы непосредственного решения задач условной оптимизации, основанные на движении из одной допустимой точки, где выполняются все ограничения к другой допустимой точки с лучшим значением целевой функции называются  
Ответ: **методы возможных направлений.**
12. Унимодальной функцией  $f(x)$  на отрезке  $[a, b]$  называется...  
**функция, для которой существует такая точка, что функция  $f(x)$  в полуинтервале убывает, а в полуинтервале возрастает.**
13. Интервалом неопределенности называется..  
Ответ: **интервал, в котором гарантированно находится точка, соответствующая значению.**
14. Метод циклического покоординатного спуска применяется при решении ...  
Ответ: **канонической задачи построения минимизирующей последовательности для функционала  $J(x)$ .**
15. Чем отличаются метод Ньютона и Ньютона-Рафсона?

- а.) выбором шага
  - б.) выбором вектора градиента
  - в.) выбором матрицы Гессе
16. Что объединяет метод наискорейшего спуска и метод Пауэла
- а.) оба используют метод квадратичной интерполяции;
  - б.) оба находят минимум функции  $n$ -переменных
  - в.) оба используют свойство направления градиента
17. Укажите методы нулевого порядка:
- а.) метод градиентного спуска
  - б.) метод покоординатного спуска
  - в.) метод Хука-Дживса
  - г.) симплексный метод
18. Какие методы относятся к методам одномерной оптимизации?
- а.) метод «золотого сечения»
  - б.) метод хорд
  - в.) метод Пауэла
  - г.) метод Фибоначчи
  - д.) метод Хука-Дживса
  - е.) метод деления интервала пополам
19. Укажите метод, использующий свойство сопряжённых градиентов:
- а.) метод наискорейшего спуска
  - б.) градиентный метод
  - в.) метод Флетчера-Ривса
20. Чем отличаются метод «золотого сечения» и Фибоначчи:
- а.) в методе «золотого сечения» в начале вычислений требуется знать интервал, на котором будет вычисляться функция, а в методе Фибоначчи не требуется.
  - б.) в методе «золотого сечения» не требуется знать количество вычислений функции, определяемое в начале, в отличие от метода Фибоначчи.
  - в.) в методе «золотого сечения» требуется знать количество вычислений функции.
  - г.) в методе «золотого сечения» не используется правило симметрии.

**Критерии оценки тестового материала по дисциплине  
«Современные проблемы численной оптимизации»**

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

✓ 4 балла - работа выполнена вполне квалифицированно в необходимом объёме; имеются незначительные методические недочёты и дидактические ошибки. Продемонстрировано 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 5 балл)**

«неудовлетворительно» – 50% и менее

«удовлетворительно» – 51-80%

«хорошо» – 81-90%

«отлично» – 91-100%

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

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

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

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

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

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

### **Таблица перевода 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	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	«зачтено»

балльных показателей традиционной отметке	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). Информационное обеспечение образовательного процесса**

### **8.1. Основная литература:**

1. Аттетков, А. В. Методы оптимизации: учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - Москва: РИОР: Инфра-М, 2019. - 270 с.: ил. - ISBN 978-5-369-01037-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002733> (дата обращения: 25.08.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.

2. 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.

3.Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва : Логос, 2011. - 424 с: ил. - ISBN 978-5-98704-540-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/469213> (дата обращения: 25.08.2020). – Режим доступа: по подписке.- 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: 25.08.2020). – Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.

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

6. 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.

### **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.

4. Самарский А.А. Методы решения сеточных уравнений / Е.С. Николаев, А.А. Самарский. – М.: Наука. – 1978. – 591 с.

5. Калиткин Н.Н. Численные методы / Калиткин Н.Н. – М.: Наука – 1978.–512 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 вопросы, терминов, материала, вызывающего трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом
Контрольная работа/индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат	Реферат: Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Самостоятельная работа	Проработка учебного материала занятий лекционного и семинарского типа. Изучение нового материала до его изложения на занятиях. Поиск, изучение и презентация информации по заданной теме, анализ научных источников. Самостоятельное изучение отдельных вопросов тем дисциплины: 1. Методы одномерной оптимизации: постановка, унимодальные функции, классические методы анализа, алгоритм пассивного поиска минимума, метод деления отрезка пополам, метод Фибоначчи, метод золотого сечения, метод ломаных. 2. Численные методы поиска безусловного экстремума: принципы построения численных методов поиска безусловного экстремума, методы первого порядка, методы второго порядка. 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

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/biblioteka">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 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.)

–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 «Информио» (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 видеоувеличитель 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 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.)

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

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

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

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

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, в процессе проведения учебных занятий создается гибкая, вариативная организационно-методическая система обучения, адекватная образовательным потребностям данной категории обучающихся, которая позволяет не только обеспечить преимущество 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 тьюторов).

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, видеоувеличителем, клавиатурой для лиц с ДЦП, роллером  
Распределение специализированного оборудования.

## 12. Лист регистрации изменений

<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола ученого совета факультета/института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений в ОП ВО</b>	<b>Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОП ВО</b>	<b>Дата введения изменений</b>