

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

Кафедра алгебры и геометрии

УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по УР

М. Х. Чанкаев

«30» апреля 2025 г., протокол № 8

Рабочая программа дисциплины

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА

(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

(шифр, название направления)

направленность (профиль):

«Системное программирование и компьютерные технологии»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год начала подготовки – 2025

Программу составила:

старший преподаватель кафедры алгебры и геометрии З. Х. Боташева

Рецензент: доцент кафедры алгебры и геометрии Х. А. Гербеков

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки **01.03.02 Прикладная математика и информатика**, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 № 9 с изменениями и дополнениями от 26.11.2020 г., №1456, 8.02.2021 г., №83, на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению **01.03.02 Прикладная математика и информатика**, направленность (профиль): «Системное программирование и компьютерные технологии», локальных актов КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры алгебры и геометрии на 2025-2026 учебный год, протокол № 8 от 10 апреля 2025г.

Оглавление

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 (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных	6
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	6
6. Основные формы учебной работы и образовательные технологии, используемые при реализации образовательной программы	8
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	10
7.1. Индикаторы оценивания сформированности компетенций	10
7.2. Перевод балльно-рейтинговых показателей оценки качества подготовки обучающихся в отметки традиционной системы оценивания	12
7.3. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценивания сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины	12
7.3.1. Перечень вопросов для зачета	12
7.3.2. Тестовый материал для диагностики индикаторов оценивания сформированности компетенций	13
7.3.3. Оценочные материалы. Варианты контрольных работ	13
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	20
8.1. Основная литература:	20
8.2. Дополнительная литература:	21
9. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)	21
9.1. Общесистемные требования	21
9.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины	22
9.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения	22
9.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	22
10. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья	23
11. Лист регистрации изменений	23

1. Наименование дисциплины (модуля)

Математическая логика

Целью изучения дисциплины является:

- формирование систематизированных знаний в области математической логики и ее методов;
- теоретическое освоение обучающимися основных разделов математической логики, необходимых для понимания роли математики в профессиональной деятельности;
- формирование культуры мышления, способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения;
- освоение основных задач и методов математической логики, применяемых в решении профессиональных и научно-исследовательской деятельности.

Для достижения цели ставятся задачи:

- получить представление о роли математической логики в профессиональной деятельности;
- изучить необходимый понятийный аппарат дисциплины;
- сформировать умения доказывать теоремы;
- сформировать умения решать типовые задачи основных разделов математической логики, в том числе с использованием прикладных математических пакетов;
- получить необходимые знания из области математической логики для дальнейшего самостоятельного освоения научно-технической информации;
- получить представление о применении положений математической логики при моделировании различных процессов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) относится к Блоку 1., вариативной части, выбираемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе в 6 семестре.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Индекс	Б1.В.ДВ.05.01
Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по элементарной математике в объёме программы средней школы, а также по линейной алгебре, общей алгебре, математическому анализу и аналитической геометрии	
Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
Дисциплина (модуль) "Математическая логика" является базой для успешного освоения дисциплин профессионального цикла и практик, формирующих компетенции ПК-1, ПК-2.	

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

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

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ОПВО	Индикаторы достижения компетенций
ПК-1	Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	<p>ПК-1.1. Знает методологию научных исследований, основные научные понятия и проблемы, существующие в своей профессиональной деятельности</p> <p>ПК-1.2. Умеет самостоятельно анализировать и решать научные, научно-исследовательские задачи в области прикладной математики и ее приложений, а также компьютерных технологий</p> <p>ПК-1.3. Владеет навыками сбора и работы с источниками научной информации</p>
ПК-2	Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	<p>ПК-2.1. Знает принципы построения и методы исследования математических моделей объектов различной природы</p> <p>ПК-2.2. Умеет использовать и модифицировать существующие математические методы для решения прикладных задач</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками использования математического аппарата при решении прикладных задач</p>

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

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

Объём дисциплины	Всего часов	
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108	Не предусмотрена
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)		-
Аудиторная работа (всего):	54	-

лекции	18	-
семинары, практические занятия	36	-
практикумы	-	-
лабораторные работы	-	-
Внеаудиторная работа:	-	-
курсовые работы	-	-
консультация перед экзаменом		
Внеаудиторная работа также включает индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем), рефераты, контрольные работы и др.		
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	54	-
Контроль самостоятельной работы	-	-
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	зачет 6 семестр	-

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

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

Для очной формы

№ п/п	Курс/ се- местр	Раздел, тема дисциплины	Общая трудо- ем- кость (в ча- сах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость (в часах)			
			все- го	Аудиторные уч. занятия			Сам. рабо- та
				Лек.	Пр.	Лаб.	
Всего часов по дисциплине			108	18	36	-	54
Раздел 1. Введение			6	-	-	-	6
1	3/6	Философские школы математики. Дедуктив- ный характер математики	4	-	-	-	4
2	3/6	Математическая логика и современные ЭВМ	2	-	-	-	2
Раздел 2. Логика высказываний. Алгебра высказываний			40	8	18	-	14
3	3/6	Элементарные и сложные высказывания. Ло- гические операции над высказываниями. Ал- гебра высказываний. Формулы алгебры вы- сказываний	2	2	-	-	-
4	3/6	Примеры различных высказываний. Состав- ление таблиц истинности для формул алгеб- ры высказываний	2	-	2	-	-
5	3/6	Истинностные значения формул. Классифи- кация формул по истинностным значениям. Тавтологии. Доказательство тавтологий. Рав- носильность двух формул	4	-	2	-	2

6	3/6	Нормальные формы. Теорема о приведении к конъюнктивной нормальной форме (КНФ). Теорема существования и единственности совершенных нормальных форм	4	2	-	-	2
7	3/6	Приведение к конъюнктивной и совершенной конъюнктивной нормальной форме (КНФ и СКНФ). Приведение к дизъюнктивной и совершенной дизъюнктивной нормальной форме (ДНФ и СДНФ)	6	-	4	-	2
8	3/6	Булевы функции. Булевы функции от одного, двух, n аргументов. Системы булевых функций	6	2	2	-	2
9	3/6	Применение алгебры высказываний к описанию релейно – контактных схем. Идеи применения булевых функций к релейно – контактным схемам. Две основные задачи теории релейно – контактных схем	4	-	2	-	2
10	3/6	Приложение алгебры высказываний к логико-математической практике. Дедуктивные и индуктивные умозаключения. Правильные и неправильные дедуктивные умозаключения	4	-	2		2
11	3/6	Прямая и обратная теоремы, противоположная и обратно – противоположная теоремы. Необходимые и достаточные условия. Модификация структуры математической теоремы	6	2	2	-	2
12	3/6	Методы математических доказательств. Принцип полной дизъюнкции	4	-	2	-	2
Раздел 3. Формализованное исчисление высказываний			14	2	6	-	6
13	3/6	Исчисление высказываний. Аксиоматический метод. Построение исчисления высказываний. Аксиомы исчисления высказываний. Формулы исчисления высказываний. Правила вывода	4	2	2	-	-
14	3/6	Исследования системы аксиом исчисления высказываний. Понятие интерпретации системы аксиом. Непротиворечивость, полнота исчисления высказываний	4	-	2	-	2
15	3/6	Независимость аксиом исчисления высказываний. Понятие независимости. Доказательство независимости некоторых аксиом. Виды полноты	4	-	2	-	2
16	3/6	Другие аксиоматики исчисления высказываний: Клини, Гильберта, интуиционистская	2	-	-		2
Раздел 4. Логика предикатов. Алгебра предикатов			30	8	10		12
17	3/6	Понятие предиката. Область определения предиката, область истинности предиката. Логические операции над предикатами. Понятия предикатной и предметной переменных. Интерпретация предикатной переменной	6	2	2	-	2
18	3/6	Операции квантификации	4	-	2	-	2

19	3/6	Понятие формулы алгебры предикатов. Свободные и связанные переменные. Понятие интерпретации формулы алгебры предикатов. Классификация формул логики предикатов по их интерпретациям	2	2	-	-	-
28	3/6	Законы логики предикатов и их доказательство	4	2	-	-	2
29	3/6	Равносильные преобразования формул и логическое следование формул алгебры предикатов	4	-	2	-	2
31	3/6	Приведенная форма для формул алгебры предикатов. Предваренная нормальная. Теорема о приведении к предваренной нормальной форме	2	2	-	-	-
32	3/6	Приведение к предваренной нормальной форме. Проблема разрешения в логике предикатов	4	-	2	-	2
34	3/6	Применение логики предикатов к логико - математической практике	4	-	2	-	2
Раздел 5.Формализованное исчисление предикатов			18	-	2	-	16
35	3/6	Исчисление предикатов. Алфавит. Формулы. Аксиомы. Правила вывода. Выводимые формулы. Теория формального вывода.	2	-	-	-	2
36	3/6	Теорема дедукции	2	-	-	-	2
37	3/6	Различные исчисления предикатов. Производные правила вывода.	2	-	-	-	2
38	3/6	Неформальные и формальные аксиоматические теории. Интерпретации и модели формальной теории. Формализованное исчисление высказываний как формальная аксиоматическая теория.	2	-	-	-	2
39	3/6	Теорема Геделя о полноте исчисления предикатов.	2	-	-	-	2
40	3/6	Непротиворечивость исчисления предикатов. Неполнота формализованного исчисления предикатов в абсолютном и узком смыслах.	2	-	-	-	2
41	3/6	Формальные теории первого порядка. Формальные теории первого порядка с равенством.	2	-	-	-	2
		Контрольная работа	4		2		2
ВСЕГО			108	18	36	-	54
Итоговая форма контроля: зачет							

6. Основные формы учебной работы и образовательные технологии, используемые при реализации образовательной программы

Лекционные занятия. Лекция является основной формой учебной работы в вузе, она является наиболее важным средством теоретической подготовки обучающихся. На лекциях рекомендуется деятельность обучающегося в форме активного слушания, т.е.

предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование основных положений лекции. Основная дидактическая цель лекции - обеспечение ориентировочной основы для дальнейшего усвоения учебного материала. Лекторами активно используются: лекция-диалог, лекция - визуализация, лекция - презентация. Лекция - беседа, или «диалог с аудиторией», представляет собой непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Ее преимущество состоит в том, что она позволяет привлекать внимание слушателей к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей аудитории. Участие обучающихся в лекции – беседе обеспечивается вопросами к аудитории, которые могут быть как элементарными, так и проблемными.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру дисциплины и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела (модуля), суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим. Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины. Для эффективного проведения лекционного занятия рекомендуется соблюдать последовательность ее основных этапов:

1. формулировку темы лекции;
2. указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
3. изложение вводной части;
4. изложение основной части лекции;
5. краткие выводы по каждому из вопросов;
6. заключение;
7. рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Практические занятия. Дисциплины, по которым планируются практические занятия, определяются учебными планами. Практические занятия относятся к основным видам учебных занятий и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки. Выполнение студентом практических занятий направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин математического и общего естественно-научного, общепрофессионального и профессионального циклов;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива. Методические рекомендации разработаны с целью единого подхода к организации и проведению практических занятий.

Практическое занятие — это форма организации учебного процесса, направленная на выработку у студентов практических умений для изучения последующих дисциплин (модулей) и для решения профессиональных задач. Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях. Необходимыми структурными элементами практического занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются анализ и оценка выполненных работ и степени овладения студентами запланированными умениями. Дидактические цели практических занятий: формирование умений (аналитических, проектировочных, конструктивных), необходимых

для изучения последующих дисциплин (модулей) и для будущей профессиональной деятельности.

В процессе подготовки к практическим занятиям, обучающимся необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у обучающихся свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет обучающимся проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

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.

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

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

7.1. Индикаторы оценивания сформированности компетенций

Компетенции	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100% баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85% баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70% баллов)	Ниже порогового уровня (неудовлетворительно) (до 55% баллов)

ПК-1 Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	ПК-1.1. В полном объеме знает методологию научных исследований, основные научные понятия и проблемы, существующие в своей профессиональной деятельности	ПК-1.1. Знает методологию научных исследований, основные научные понятия и проблемы, существующие в своей профессиональной деятельности	ПК-1.1. Частично и фрагментарно знает методологию научных исследований, основные научные понятия и проблемы, существующие в своей профессиональной деятельности	ПК-1.1. Не знает методологию научных исследований, основные научные понятия и проблемы, существующие в своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2. В полном объеме умеет самостоятельно анализировать и решать научные, научно-исследовательские задачи в области прикладной математики и ее приложений, а также компьютерных технологий	ПК-1.2. Умеет самостоятельно анализировать и решать научные, научно-исследовательские задачи в области прикладной математики и ее приложений, а также компьютерных технологий	ПК-1.2. Частично умеет самостоятельно анализировать и решать научные, научно-исследовательские задачи в области прикладной математики и ее приложений, а также компьютерных технологий	ПК-1.2. Не умеет самостоятельно анализировать и решать научные, научно-исследовательские задачи в области прикладной математики и ее приложений, а также компьютерных технологий
	ПК-1.3. В полном объеме владеет навыками сбора и работы с источниками научной информации	ПК-1.3. Владеет навыками сбора и работы с источниками научной информации.	ПК-1.3. частично владеет навыками сбора и работы с источниками научной информации	ПК-1.3. Не владеет навыками сбора и работы с источниками научной информации
ПК-2 Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	ПК-2.1. В полном объеме знает принципы построения и методы исследования математических моделей объектов различной природы	ПК-2.1. Знает принципы построения и методы исследования математических моделей объектов различной природы	ПК-2.1. Фрагментарно знает принципы построения и методы исследования математических моделей объектов различной природы	ПК-2.1. Не знает принципы построения и методы исследования математических моделей объектов различной природы
	ПК-2.2. В полном объеме умеет использовать и модифицировать существующие математические методы для решения прикладных задач	ПК-2.2. Умеет использовать и модифицировать существующие математические методы для решения прикладных задач	ПК-2.2. Частично умеет использовать и модифицировать существующие математические методы для решения прикладных задач	ПК-2.2. Не умеет использовать и модифицировать существующие математические методы для решения прикладных задач
	ПК-2.3. В полном объеме владеет навыками использования математического аппарата при решении прикладных задач	ПК-2.3. Владеет навыками использования математического аппарата при решении прикладных задач	ПК-2.3. Частично владеет навыками использования математического аппарата при решении прикладных задач	ПК-2.3. Не владеет навыками использования математического аппарата при решении прикладных задач

7.2. Перевод балльно-рейтинговых показателей оценки качества подготовки обучающихся в отметки традиционной системы оценивания

Порядок функционирования внутренней системы оценки качества подготовки обучающихся и перевод балльно-рейтинговых показателей обучающихся в отметки традиционной системы оценивания проводится в соответствии с положением КЧГУ «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся», размещенным на сайте Университета по адресу: <https://kchgu.ru/inYE-lokalnye-akty/>

7.3. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценивания сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины

7.3.1. Перечень вопросов для зачета

1. Дедуктивный характер математики. Современные математические школы.
2. Элементарные и сложные высказывания. Операции логики высказываний.
3. Понятие формулы в логике высказываний. Равносильные формулы.
Классификация формул логики высказываний по истинностным значениям.
4. Понятие логического закона. Простейшие логические законы.
5. Понятие логического закона. Законы контрапозиции и расширенной контрапозиции.
6. Понятие логического закона. Закон силлогизма.
7. Логическое следование и его роль в логике и в математике.
8. Теорема о приведении к КНФ (или ДНФ).
9. Разрешающие процедуры: составление таблицы истинности и приведение формулы к КНФ и ДНФ.
10. Проблема разрешимости в логике высказываний: постановка и решение.
11. Примеры применения законов логики высказываний в рассуждениях.
12. Теорема дедукции в логике высказываний.
13. Исчисление высказываний. Аксиоматика Клини. Правила вывода.
14. Исчисление высказываний. Аксиоматика Мендельсона. Правила вывода.
15. Исчисление высказываний. Интуиционистская система аксиом. Правила вывода.
16. Исчисление высказываний. Аксиоматика Гильберта и Аккермана. Правила вывода.
17. Понятие формулы в исчислении высказываний. Определение вывода и выводимости в исчислении высказываний. Понятие доказательства.
18. Правила вывода. Правило контрапозиции и расширенной контрапозиции.
19. Правила вывода. Правило силлогизма.
20. Правила вывода. Правило заключения и правило отрицания.
21. Теорема о подстановке.
22. Недостаточность логики высказываний. Понятие предиката. Область его определения, область значений и область истинности. Неформальный смысл одноместных, двуместных, n -местных предикатов.
23. Логические операции над предикатами (без операций квантификаций).
24. Классификация предикатов по их значениям. Примеры.
25. Операции квантификации, их связь с операциями конъюнкции и дизъюнкции.
26. Понятие формулы логики предикатов. Интерпретация формулы логики предикатов.
27. Классификация формул логики предикатов по интерпретациям.
28. Законы логики предикатов. Законы де Моргана и следствия из них.
29. Законы логики предикатов. Законы коммутативности для кванторов.
30. Законы логики предикатов. Законы пронесения кванторов.
31. Законы логики предикатов. Законы привнесения и удаления кванторов.
32. Ограниченные кванторы.

33. Теорема о приведенной формуле в логике предикатов.
34. Теорема о предваренной нормальной форме в логике предикатов.
35. Проблема разрешимости для общезначимости и выполнимости: постановка и примеры.
36. Решение проблемы разрешимости в общем случае. Разрешимость для формул, содержащих только одноместные предикатные переменные.
37. Проблема разрешимости в частных случаях, ее решение для \exists -формул.
38. Проблема разрешимости в частных случаях, ее решение для \forall -формул.
39. Состав математического предложения. Основные понятия. Аксиомы и теоремы. Примеры.
40. Обратные и противоположные теоремы. Примеры.
41. Необходимые и достаточные условия в теоремах. Примеры.
42. Принцип полной дизъюнкции при доказательстве теорем. Примеры.
43. Формальные и содержательные доказательства. Примеры.
44. Косвенное доказательство. Доказательство методом исключения. Примеры.
45. Доказательство методом математической индукции. Примеры.
46. Исчисление предикатов. Система аксиом, правила вывода. Выводимость.
47. Понятие рассуждения. Классификация рассуждений.
48. Аксиоматические теории. Понятия вывода, теоремы, доказуемости, доказательства.
49. Свойства неформальных аксиоматических теорий: проблемы непротиворечивости, полноты, разрешимости.
50. Непротиворечивость исчисления предикатов.
51. Модель теории.
52. Изоморфизм интерпретаций.
53. Категоричность теорий.
54. Обобщенная теорема полноты (без доказательства).
55. Формальные аксиоматические теории. Логические и специальные аксиомы. Правила вывода.
56. Система аксиом натуральных чисел. Схема аксиом.
57. Теорема Геделя о неполноте. О непротиворечивости формальной арифметики.
58. Аксиоматика Цермело-Френкеля теории множеств.
59. Аксиомы линейного упорядочения.
60. Аксиомы теории действительных чисел.

7.3.2. Тестовый материал для диагностики индикаторов оценивания сформированности компетенций

7.3.3. Оценочные материалы. Варианты контрольных работ

Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:

1. Математическая логика и современные ЭВМ
2. Дедуктивный характер математики
3. Современные математические философские школы.
4. Мышление и математическая логика.
5. Применение алгебры высказываний к описанию релейно – контактных схем.
6. Методы математических доказательств
7. Другие аксиоматики исчисления высказываний: Клини, Гильберта, интуиционистская
8. Ограниченные кванторы

9. Исчисление предикатов
10. Теорема дедукции и ее применение в математике
11. Неформальные и формальные аксиоматические теории (обзор)
12. Теорема Геделя о полноте исчисления предикатов
13. Непротиворечивость исчисления предикатов
14. Формальные теории первого порядка. Формальные теории первого порядка с равенством

Критерии оценки доклада, сообщения, реферата:

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

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

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

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

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

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

Отметка «неудовлетворительно» ставится, если:

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

Задачи для аудиторных практических, домашних работ и самостоятельной работы

Типы заданий:

1. Записав данное рассуждение в виде формулы логики высказываний, выяснить ее правильность.
2. Составить таблицу истинности данной формулы.
3. Привести данную формулу к конъюнктивной нормальной форме (КНФ).
4. Написать совершенную дизъюнктивную нормальную форму (СДНФ) для данной формулы.
5. Записать теорему в виде формулы и произвести ее вывод.
 1. Выяснить область истинности заданного предиката.
 2. Написать предваренную нормальную форму для данной формулы.
 3. Интерпретировать заданную формулу.
 4. Записав данное рассуждение в виде формулы логики предикатов, выяснить ее правильность.

5. Проверить формулу на выполнимость, опровержимость или общезначимость.

Домашние задания

№1. Составить таблицу истинности для заданной формулы логики высказываний.

№2. Привести заданную формулу логики высказываний к КНФ (или ДНФ).

№3. Выяснить правильность заданного высказывания, переведя его на язык формулы логики высказываний.

№4. Сделать вывод заданной формулы, исходя из следующей аксиоматики (учебник Мендельсона):

1) $(A \Rightarrow (B \Rightarrow A))$;

2) $((A \Rightarrow (B \Rightarrow C)) \Rightarrow ((A \Rightarrow B) \Rightarrow (A \Rightarrow C)))$; 3)
 $((\bar{B} \Rightarrow \bar{A}) \Rightarrow ((\bar{B} \Rightarrow A) \Rightarrow B))$.

Правило вывода: modus ponens.

№5. Определить область истинности заданного предиката.

№6. Записать заданное предложение на языке формулы логики предикатов.

№7. Средствами логики предикатов установить правомерность или неправомерность заданного рассуждения.

№8. Заданную формулу логики предикатов привести к предваренной нормальной форме.

№9. Выяснить, выполнима ли заданная формула логики предикатов.

№10. Для всех вариантов: доказать, что стандартная модель арифметики изоморфна вложима в любую модель теории действительных чисел.

Вариант №1.

- 1. $((\overline{(A \Rightarrow B)} \Leftrightarrow ((A \vee B) \Rightarrow C)) \Rightarrow \overline{(A \Rightarrow C)})$.

- 2. $((\overline{(A \wedge B)} \Leftrightarrow (A \vee (B \Rightarrow C))) \Rightarrow \overline{(A \Rightarrow C)})$.

- 3. «Если Джонс – коммунист, то Джонс – атеист. Джонс – атеист. Следовательно, Джонс – коммунист».

- 4. $(A \wedge B \Rightarrow A)$.

- 5. « $2xz - y^2 = 0$ ».

- 6. «Для всяких целых чисел x и y существует целое число z такое, что $x + y = z$ ».
- 7. «Ни одно вещественное число не является мнимым; некоторые комплексные числа – вещественные; следовательно, некоторые комплексные числа не являются мнимыми».
- 8. $((\exists x)[P(x)] \Rightarrow (\forall x)[P(x)])$.
- 9. $((\exists x)[P(x)])$.

Вариант №2

- 1. $((\bar{A} \Rightarrow \bar{B}) \Leftrightarrow (((A \vee B) \Rightarrow C) \Rightarrow ((A \wedge B) \wedge C)))$.
- 2. $((A \Rightarrow \bar{B}) \Leftrightarrow (((A \wedge B) \vee C) \Leftrightarrow (\overline{A \Rightarrow C})))$.
- 3. «Если Джонс не встречал этой ночью Смита, то либо Смит был убийцей, либо Джонс лжет. Если Смит не был убийцей, Джонс не встречал этой ночью Смита, и убийство имело место после полуночи. Если убийство имело место после полуночи, то либо Смит был убийцей, либо Джонс лжет. Следовательно, Смит был убийцей».
- 4. $(A \vee B \Rightarrow A)$.
- 5. « $x - z \geq 0$ ».
- 6. «Для всяких двух целых чисел не существует более одного целого числа, равного их сумме».
- 7. «Все квадраты – ромбы; некоторые прямоугольники не являются ромбами; следовательно, некоторые прямоугольники не являются квадратами».
- 8. $((\exists x)[P(x) \wedge (Q \Rightarrow R(x))] \Rightarrow ((\forall x)[P(x) \Rightarrow \overline{R(x)}] \Rightarrow \overline{Q}))$, (x не свободна в Q).
- 9. $((\forall x)[P(x)])$.

Вариант №3

- 1. $((\bar{A} \Rightarrow \bar{B}) \Leftrightarrow ((A \Rightarrow C) \wedge B) \wedge (A \vee (B \wedge C)))$.
- 2. $((\overline{(A \Rightarrow (B \vee C))}) \Leftrightarrow ((\bar{A} \vee B) \Rightarrow C) \wedge (\overline{A \Rightarrow C}))$.
- 3. «Если капиталовложения останутся постоянными, то возрастут правительственные расходы, или возникнет безработица. Если правительственные расходы не возрастут, то налоги будут снижены. Если налоги будут снижены, и капиталовложения останутся постоянными, то безработица не возникнет. Следовательно, правительственные расходы возрастут».
- 4. $(A \Rightarrow A \vee B)$.
- 5. « $xz \leq 0$ ».

- 6. «Для всяких целых чисел x, y, z , если $x + y = z$, то $y + x = z$ ».
- 7. «Ни одно мнимое число не является вещественным; некоторые комплексные числа – вещественные; следовательно, некоторые комплексные числа не являются мнимыми».
- 8. $\overline{((\exists x)(\forall y)(\exists z)(\forall u)P)}$, где P – бескванторная формула.
- 9. $((\exists x)(\forall y)[Q(x, x) \wedge \overline{Q(x, y)}])$.

Вариант №4

- 1. $((A \Rightarrow (B \Rightarrow C)) \Rightarrow ((A \Rightarrow \overline{C}) \Rightarrow \overline{(A \Rightarrow C)}))$.
- 2. $((((A \wedge B) \Leftrightarrow (A \vee (A \Rightarrow C))) \Rightarrow (A \Rightarrow C)))$.
- 3. «Если число оканчивается нулем, то оно делится на пять. Число оканчивается нулем. Следовательно, оно делится на пять».
- 4. $(A \vee B \Rightarrow B \vee A)$.
- 5. « $xyz = 0$ ».
- 6. «Для двух точек существует не менее одной прямой, им инцидентной».
- 7. «Ни одно мнимое число не есть вещественное; все рациональные числа – вещественные; следовательно, ни одно рациональное число не является мнимым».
- 8. $((\exists x)(\forall y)[P(x, y)] \wedge (\exists x)(\forall y)[Q(x, y)])$, где P и Q – бескванторные формулы.
- 9. $((\exists x)(\exists y)[P(x) \wedge \overline{P(y)}])$.

Вариант №5

- 1. $((((A \wedge B) \Leftrightarrow (B \vee (B \Rightarrow C))) \Rightarrow \overline{(B \Rightarrow A)}))$.
- 2. $((\overline{(A \Rightarrow B)} \Leftrightarrow (((A \vee B) \Rightarrow C) \Rightarrow ((A \wedge B) \wedge C))))$.
- 3. «Если число оканчивается нулем, то оно делится на пять. Число не оканчивается нулем. Следовательно, число не делится на пять».
- 4. $(A \wedge B \Rightarrow B \wedge A)$.
- 5. « $x^2 - y^2 + 3x = 0$ ».
- 6. «Для двух различных точек существует не более одной прямой, им инцидентной».
- 7. «Все квадраты – правильные многоугольники; ни один разносторонний прямоугольник не есть правильный многоугольник; следовательно, ни один разносторонний прямоугольник не есть квадрат».

- 8. $((\exists x)(\forall y)[P(x, y)] \vee (\exists x)(\forall y)[Q(x, y)])$, где P и Q – бескванторные формулы.
- 9. $((\exists x)(\forall y)[Q(x, y) \Rightarrow (\forall z)[R(x, y, z)]]).$

Вариант №6

- 1. $(((((A \wedge B) \wedge (C \Rightarrow B)) \vee (A \vee (B \Rightarrow C))) \Rightarrow (\overline{A \Leftrightarrow B})).$
- 2. $((\overline{(A \Rightarrow B)} \Leftrightarrow ((A \Rightarrow C) \Rightarrow B)) \Rightarrow (A \vee (B \vee C))).$
- 3. «Если целое число больше 1, то оно простое или составное; если целое число больше 2, то оно больше 1; если целое число больше 2 и четное, то оно не является простым; следовательно, если целое число больше 2 и четное, то оно составное».
- 4. $(A \Rightarrow A).$
- 5. « $xy \geq 0$ ».
- 6. «Для любой прямой существует не менее двух точек, ей инцидентных».
- 7. «Все целые числа – рациональные; некоторые дроби не являются целыми числами; следовательно, некоторые дроби не являются рациональными числами».
- 8. $((\exists x)(\forall y)[P(x, y)] \Rightarrow (\exists x)(\forall y)[Q(x, y)])$, где P и Q – бескванторные формулы.
- 9. $(P(x) \Rightarrow (\forall y)[P(y)]).$

Вариант №7

- 1. $(((((A \Leftrightarrow B) \Leftrightarrow (A \wedge (B \Rightarrow C))) \Rightarrow (\overline{A \Rightarrow C})).$
- 2. $(((((A \wedge B) \vee \overline{C}) \Leftrightarrow ((A \vee B) \Rightarrow C)) \Leftrightarrow (\overline{A \vee C})).$
- 3. «Вещественное число – рациональное или иррациональное; если вещественное число иррациональное, то оно представимо в виде бесконечной десятичной непериодической дроби; неверно, что вещественное число представимо в виде бесконечной десятичной периодической дроби и в виде бесконечной десятичной непериодической дроби; следовательно, если вещественное число представимо в виде бесконечной десятичной периодической дроби, то оно рациональное».
- 4. $((A \Rightarrow (B \Rightarrow C)) \Rightarrow ((A \wedge B) \Rightarrow C)).$
- 5. « $xy - 3x = 0$ ».
- 6. «Существуют три различные точки, не инцидентные одной прямой».
- 7. «Все ромбы – параллелограммы; все прямоугольники – параллелограммы; следовательно, все прямоугольники – ромбы».

- 8. $((\forall x)(\exists y)[P(x, y)] \vee (\exists x)(\forall y)[Q(x, y)])$, где P и Q – бескванторные формулы.
- 9. $((\exists x)[P(x)] \Rightarrow (\forall y)[P(y)])$.

Вариант №8

- 1. $((((A \wedge B) \vee \overline{C}) \Leftrightarrow ((A \vee B) \Rightarrow C)) \Leftrightarrow \overline{(A \vee C)})$.
- 2. $((A \Rightarrow (B \Rightarrow C)) \Rightarrow ((A \Rightarrow \overline{C}) \Rightarrow \overline{(A \Rightarrow C)}))$.
- 3. «Прямые a и b или параллельны или пересекаются или скрещиваются; прямые a и b лежат в одной плоскости и не пересекаются; если прямые a и b лежат в одной плоскости, то они не скрещиваются. Следовательно, a и b параллельны».
- 4. $(A \vee \overline{A})$.
- 5. « $2x^2 + 3xy - 4 < 0$ ».
- 6. «Существуют три различные точки, не инцидентные одной прямой, но инцидентные одной плоскости».
- 7. «Некоторые вещественные числа – рациональные; некоторые рациональные числа не являются целыми; следовательно, некоторые вещественные числа не являются целыми».
- 8. $((\forall x)(\exists y)[P(x, y)] \Rightarrow (\exists x)(\forall y)[Q(x, y)])$, где P и Q – бескванторные формулы.
- 9. $(\overline{(\exists x)P(x)} \Rightarrow (\forall x)[P(x)])$.

Вариант №9

- 1. $((A \Rightarrow (B \wedge \overline{C})) \wedge (((A \vee B) \Rightarrow C) \Rightarrow \overline{(A \Rightarrow C)}))$.
- 2. $((((A \Leftrightarrow B) \Leftrightarrow (A \wedge (B \Rightarrow C))) \Rightarrow \overline{(A \Rightarrow C)}))$.
- 3. «Если число оканчивается нулем, то оно делится на пять. Число не делится на пять. Следовательно, число не оканчивается нулем».
- 4. $(A \vee A \Rightarrow A)$.
- 5. « $x^3 - 3 \geq 0$ ».
- 6. «Существует не более одной точки, инцидентной каждой из двух различных прямых».
- 7. «Ни одна трапеция не есть правильный многоугольник; ни один треугольник не есть трапеция» следовательно, ни один треугольник не есть правильный многоугольник».
- 8. $((\exists x)(\exists y)[Q(x, y)] \Rightarrow (\forall y)(\forall x)[Q(x, y)])$, где P и Q – бескванторные формулы.

- 9. $((\exists x)(\forall y)[Q(x, y)] \Rightarrow (\forall y)(\exists x)[Q(x, y)])$.

Вариант №10

- 1. $((A \Rightarrow B) \Leftrightarrow (((A \wedge B) \Rightarrow C) \Rightarrow (B \vee C)))$.
- 2. $((A \Rightarrow (B \wedge \bar{C})) \Leftrightarrow (((A \vee B) \Rightarrow C) \Rightarrow (B \Rightarrow (A \Rightarrow B))))$.
- 3. «Если в параллелограмме диагонали взаимно перпендикулярны, то этот параллелограмм – ромб; в данном параллелограмме диагонали не взаимно перпендикулярны; следовательно, данный параллелограмм не является ромбом».
- 4. $((((A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow C)) \Rightarrow (A \Rightarrow C)))$.
- 5. « $x^2 - 2x + 5 < 0$ ».
- 6. «Всякий ромб является параллелограммом, но не каждый параллелограмм является ромбом».
- 7. « Все ромбы – параллелограммы; некоторые четырехугольники не являются ромбами; следовательно, некоторые четырехугольники не являются параллелограммами».
- 8. $((\exists x)(\forall y)[Q(x, y) \Rightarrow (\forall z)[R(x, y, z)]])$.
- 9. $((\forall x)(\exists y)[Q(x, y)] \Rightarrow (\exists y)(\forall x)[Q(x, y)])$.

Зачет по дисциплине «Математическая логика» выставляется по результатам работы в семестре по балльно-рейтинговой системе. В случае незачета студент пересдает по вопросам итоговой аттестации. Он решает задачи (список задач выше, он может с ними ознакомиться на кафедре), отвечает на устные вопросы. Студенту задается не более 5 заданий (по набранному рейтингу). Если он справляется хотя бы с 50 % заданий, то получает зачет.

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

8.1. Основная литература:

1. Игошин, В. И. Математическая логика: учебное пособие / В. И. Игошин. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 399 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019779-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2137011> – Режим доступа: по подписке.
2. Игошин, В. И. Теория алгоритмов : учебное пособие / В. И. Игошин. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 318 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-005205-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/968714> – Режим доступа: по подписке.
3. Игошин, В. И. Сборник задач по математической логике и теории алгоритмов: учебное пособие / В. И. Игошин. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2019. - 392 с. – ISBN 978-5-906818-08-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/986940> – Режим доступа: по подписке.

4. Паршенкова, Ю. А. Сборник практических заданий по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов»: Практикум: учебное пособие / Ю. А. Паршенкова. — Москва: РТУ МИРЭА, 2024 — Часть 1 — 2024. — 67 с. — ISBN 978-5-7339-2184-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/420872> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.2. Дополнительная литература:

1. Игошин, В. И. Логика с элементами математической логики: учебник / В.И. Игошин. — Москва: ИНФРА-М, 2023. — 418 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1856361. - ISBN 978-5-16-017468-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1856361> – Режим доступа: по подписке.
2. Судоплатов С. В., Овчинникова Е. В. Математика: Математическая логика и теория алгоритмов. Учебник и практикум для СПО. – М.: Юрайт, 2020. -255 с.
3. Ершов, Ю. Л. Алгоритмы и вычислимость в человеческом познании: Монография / Ершов Ю.Л., Целищев В.В., Самохвалов К.Ф. - Новосибирск :СО РАН, 2012. - 504 с. ISBN 978-5-7692-1246-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/925016> – Режим доступа: по подписке.

9. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)

9.1. Общесистемные требования

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) Университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории Университета, так и вне ее.

Функционирование ЭИОС обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование ЭИОС соответствует законодательству Российской Федерации.

Адрес официального сайта университета: <http://kchgu.ru>.

Адрес размещения ЭИОС ФГБОУ ВО «КЧГУ»: <https://do.kchgu.ru>.

Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2025-2026 учебный год	Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 249 эбс от 14.05.2025 г. Электронный адрес: https://znanium.com	от 14.05.2025г. до 14.05.2026г.
2025-2026 учебный год	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 10 от 11.02.2025 г. Электронный адрес: https://e.lanbook.com	от 11.02.2025г. до 11.02.2026г.

2025-2026 учебный год	Электронно-библиотечная система КЧГУ. Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1. Электронный адрес: http://lib.kchgu.ru	Бессрочный
2025-2026 учебный год	Национальная электронная библиотека (НЭБ). Договор №101/НЭБ/1391-п от 22.02.2023 г. Электронный адрес: http://rusneb.ru	Бессрочный
2025-2026 учебный год	Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU». Лицензионное соглашение №15646 от 21.10.2016 г. Электронный адрес: http://elibrary.ru	Бессрочный
2025-2026 учебный год	Электронный ресурс Polpred.comОбзор СМИ. Соглашение. Бесплатно. Электронный адрес: http://polpred.com	Бессрочный

9.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

Занятия проводятся в учебных аудиториях, предназначенных для проведения занятий лекционного и практического типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с расписанием занятий по образовательной программе. С описанием оснащённости аудиторий можно ознакомиться на сайте университета, в разделе материально-технического обеспечения и оснащённости образовательного процесса по адресу: <https://kchgu.ru/sveden/objects/>

9.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения

- MicrosoftWindows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- MicrosoftOffice (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY FineReader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- CalculateLinux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
- Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
- Kaspersky Endpoint Security (Лицензия № 280E-210210-093403-420-2061), с 25.01.2023 г. по 03.03.2025 г.
- Kaspersky Endpoint Security. Договор №0379400000325000001/1 от 28.02.2025г. Срок действия лицензии с 27.02.2025г. по 07.03.2027г.

9.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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>.
4. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - <http://fgosvo.ru>.
5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – <http://edu.ru>.
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru>.

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – <http://window/edu.ru>.

10. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья

В ФГБОУ ВО «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева» созданы условия для получения высшего образования по образовательным программам обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Специальные условия для получения образования по ОПВО обучающимися с ограниченными возможностями здоровья определены «[Положением об обучении лиц с ОВЗ в КЧГУ](#)», размещенным на сайте Университета по адресу: <http://kchgu.ru>.

11. Лист регистрации изменений

Изменение	Дата и номер протокола ученого совета факультета/ института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений в ОПВО	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОПВО