

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 информатики и вычислительной математики

УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по УР

М. Х. Чанкаев

«30» апреля 2025 г., протокол № 8

Рабочая программа дисциплины (факультатива)

Алгоритмы на графах

(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

(шифр, название направления)

Направленность (профиль) подготовки

Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

Очная

Год начала подготовки

2025

Карачаевск, 2025

Составитель: к. ф.-м. н., доц. Шунгаров Х.Д.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.01.2016 № 5 основной профессиональной образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиль – Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем; локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры информатики и вычислительной математики на 2025-2026 уч. год, протокол № 8 от 25.04.2025г.

СОДЕРЖАНИЕ

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	7
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	8
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	8
5.2. Тематика и краткое содержание лабораторных занятий	10
5.3. Примерная тематика курсовых работ	11
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	11
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	12
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	12
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	12
7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	14
7.3.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:	14
7.3.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен)	15
7.3.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов	15
7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	23
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	25
8.1. Основная литература:	25
8.2. Дополнительная литература:	25
9. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины (модуля)	25
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)	27
10.1. Общесистемные требования	27
10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины	27
10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения	28
10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	28
11. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья	28
12. Лист регистрации изменений	29

1. Наименование дисциплины (модуля)

Алгоритмы на графах.

Целью изучения дисциплины является:

Целью освоения учебной дисциплины ФТД.02 «Алгоритмы на графах» являются: формирование компетенций в соответствии с требованиями стандарта, изучение основных понятий дискретной математики, развитие комбинаторного мышления студентов, логической культуры, применений дискретной математики в будущей профессиональной деятельности.

В результате освоения обязательной части дисциплины обучающийся должен иметь представление

- об основных понятиях и методах, используемых в современной теории графов,
- о многообразии задач, возникающих на графах и сетях, и алгоритмах их решения,
- об особенностях применения алгоритмов при решении прикладных и теоретических задач.

Цели и задачи дисциплины определены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (квалификация – бакалавр).

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дискретная математика» ФТД. 02 относится к вариативной части Б1. Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе в 5 семестре.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Индекс	ФТД.02
Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
Изучение данной дисциплины базируется на следующих курсах: «Алгебра и геометрия», «Математическая логика и теория алгоритмов».	
Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: «Теория вероятностей и матем. статистика», «Теория систем и системный анализ», «Защита информации», «Основы автоматизации», «Схемотехника» .	
Изучение дисциплины «Дискретная математика» необходимо для успешного прохождения итоговой государственной аттестации.	

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

Процесс изучения дисциплины «Алгоритмы на графах» направлен на формирование следующих компетенций обучающегося:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с
-----------------	--	-----------------------------------	---

	ВО/ ПООП/ ООП		ствии с установленными индикаторами
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	<p>УК.Б-1.1 анализирует задачу и её базовые составляющие в соответствии с заданными требованиями;</p> <p>УК.Б-1.2 осуществляет поиск информации, интерпретирует и ранжирует её для решения поставленной задачи по различным типам запросов;</p> <p>УК.Б-1.3 при обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения;</p> <p>УК.Б-1.4 выбирает методы и средства решения задачи и анализирует методологические проблемы, возникающие при решении задачи;</p> <p>УК.Б-1.5 рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки</p>	<p>Знать: основные понятия и характеристики архитектуры микропроцессоров; базовые архитектуры микропроцессоров.</p> <p>Уметь: уметь выбирать микропроцессорные системы для информационных и автоматизированных систем в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>Владеть: навыками инсталляции микропроцессорных систем для информационных и автоматизированных систем.</p>

УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траектории саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	<p>УК.Б-6.1 использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей</p> <p>УК.Б-6.2 определяет приоритеты собственной деятельности, с учётом требований рынка труда и предложений образовательных услуг для личностного развития и выстраивания траектории профессионального роста</p> <p>УК.Б-6.3 логически и аргументировано анализирует результаты своей деятельности</p>	<p>Знать:</p> <p>учебно-методическую, справочную литературу известные модельные задачи и способы их решения;</p> <p>самостоятельно получать знания: работать с конспектами, учебником, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации; применять полученные знания для решения учебных задач; подводить итоги работы; выполнять самоконтроль; закреплять и расширять знания</p>
		<p>ПК.Б-3.2.</p> <p>Разрабатывает, вносит изменения, проводит согласование архитектуры программного обеспечения с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения</p>	<p>Уметь:</p> <p>самостоятельно получать знания: углублять знания, уточнять по признакам понятий, отделять существенные признаки от несущественных; уточнять границы использования знаний;</p> <p>самостоятельно получать знания для решения проектов и проблем творческого характера, проектов повышенной сложности;</p> <p>самостоятельно получать знания: работать с конспектами, учебником, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации; применять полученные знания для решения учебных задач; подводить итоги работы; выполнять самоконтроль; закреплять и расширять знания.</p>

		<p>ПК.Б-3.3. Проводит оценку и согласование сроков выполнения поставленных задач, составляет техническую документацию и спецификацию компонентов программного обеспечения</p>	<p>Владеть: навыками самостоятельного решения задач по образцу, заранее известными способами; навыками самостоятельного решения задач: выбирать подходящий метод решения стандартных задач; решать задачи с использованием компьютерных математических программ; навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы и модели; применять знания в нестандартной ситуации.</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 2 ЗЕТ, 72 академических часа.

Объём дисциплины	Всего часов для очной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) * (всего)	
Аудиторная работа (всего):	36
в том числе:	
лекции	
семинары, практические занятия	36
практикумы	Не предусмотрено
лабораторные работы	
Внеаудиторная работа:	
консультация перед зачетом	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36
Контроль самостоятельной работы	
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	зачёт (3)

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

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

Для очной формы обучения

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)		Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
		всего		Аудиторные уч. занятия			Сам. работа	Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
				Лек	Пр	Лаб			
	Раздел 1. Простейшие алгоритмы на графах и сетях	8			4		4		
1.	Тема: Поиск по графу в ширину и глубину. Дерево поиска.	4			2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
2.	Тема: Связь поиска в ширину с нахождением кратчайших цепей. Реализация алгоритмов поиска в ширину и поиска в глубину	4			2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
	Раздел 2. Поиск блоков в связном графе. Кратчайшие пути во взвешенных орграфах. Алгоритмы Дейкстры и Флойда - Уоршелла. Практическая работа	8			4		4		
1.	Тема: Нахождение минимального остова: алгоритмы Примы и Краскала.	4			2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
2.	Тема: Реализация алгоритма Дейкстры поиска кратчайшего пути.	4			2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
	Раздел 3. Сети и потоки в сетях	8			4		4		
1.	Тема: Задача о максимальном потоке. Остаточные сети, дополняющие пути и разрезы.	4			2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос

2.	Тема: Теорема и обобщенный алгоритм Форда-Фалкерсона. Практическая работа	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
	Раздел 4. Связность и факторизации. Обходы графов.	8		4		4		
1.	Тема: Наборы непересекающихся цепей, соединяющих два подмножества вершин графа (орграфа).	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
2.	Тема: Вершинная и реберная теоремы Менгера. Критерии вершинной и реберной k -связности графов (теорема Уитни).	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
	Раздел 5.: Планарность и раскраски Плоские и планарные графы.	8		4		4		
1.	Тема: Плоские и планарные графы. Нормальные карты и эйлеровы многогранники. Формула Эйлера и ее следствия. Критерий планарности Понтрягина-Куратовского.	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
2.	Тема: Алгоритм укладки графа на плоскости. Понятие геометрически двойственного графа.	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
	Раздел 6.: Раскраски вершин графов. Хроматические полиномы, их свойства.	8		4		4		
1.	Тема: Простейшие оценки хроматического числа. Теорема Брукса.	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
2.	Тема: Нерешенные задачи о хроматических полиномах	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
	Раздел 7. Перечисление и	8		4		4		

	кодирование графов							
1.	Тема: . Перечисление и кодирование графов Проблема изоморфизма.	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
2.	Тема: Перечисление и кодирование графов. Кодирование деревьев. Код Прюффера. Теорема Кэли о числе помеченных деревьев	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
	Раздел 8. Классы трудно-решаемых задач на графах	8		4		4		
1.	Тема: Классы труднорешаемых задач на графах. Классы P, NP и NPC.	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
2.	NP-полнота задач “Изоморфный подграф”, “Независимость”, “Вершинное покрытие”, “Гамильтонов цикл”, “Гамильтонова цепь”, “3-раскрашиваемость”	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
	Раздел 9. Сетевые модели Основные понятия сетевого планирования	8		4		4		
1.	Тема: . Сетевые модели. События, работы.	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
2.	Тема: Правила построения сетевых моделей. Критический путь сетевой модели.	4		2		2	УК-1, УК-6	Устный опрос
	Всего	72		36		36		

5.2. Тематика и краткое содержание лабораторных занятий

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ № 1-2 (**УК-1, УК-6**)

1. Поиск по графу в ширину и глубину. Дерево поиска.
2. Связь поиска в ширину с нахождением кратчайших цепей. Реализация алгоритмов поиска в ширину и поиска в глубину

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ № 3-4(**УК-1, УК-6**)

1. Тема: Нахождение минимального остова: алгоритмы Прима и Краскала.
2. Тема: Реализация алгоритма Дейкстры поиска кратчайшего пути.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ № 5-6 (УК-1, УК-6)

1. Тема: Задача о максимальном потоке. Остаточные сети, дополняющие пути и разрезы
2. Тема: Теорема и обобщенный алгоритм Форда-Фалкерсона.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ № 7-8 (УК-1, УК-6)

1. Тема: Наборы непересекающихся цепей, соединяющих два подмножества вершин графа (орграфа).
2. Тема: Вершинная и реберная теоремы Менгера.
3. Тема: Критерии вершинной и реберной k -связности графов (теорема Уитни).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ № 9 -10(УК-1, УК-6)

1. Тема: Плоские и планарные графы. Нормальные карты и эйлеровы многогранники.
2. Тема: Формула Эйлера и ее следствия.
3. Критерий планарности Понтрягина-Куратовского.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ №11- 12 (УК-1, УК-6)

1. Тема: Алгоритм укладки графа на плоскости.
2. Тема: Понятие геометрически двойственного графа.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ №13- 14 (УК-1, УК-6)

1. Тема: Раскраски вершин графов. Хроматические полиномы, их свойства.
2. Тема: Простейшие оценки хроматического числа. Теорема Брукса.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ №15- 16 (УК-1, УК-6)

1. Тема: Нерешенные задачи о хроматических полиномах
3. Перечисление и кодирование графов Проблема изоморфизма.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №17 (УК-1, УК-6)

1. Классы труднорешаемых задач на графах. Классы P, NP и NPC.
2. NP-полнота задач “Изоморфный подграф”, “Независимость”, “Вершинное покрытие”, “Гамильтонов цикл”, “Гамильтонова цепь”, “3-раскрашиваемость”

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №18 (УК-1, УК-6)

1. Сетевые модели. События, работы.
 2. Правила построения сетевых моделей. Критический путь сетевой модели.
 - 5.3. *Примерная тематика курсовых работ*
- Учебным планом не предусмотрены

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Помимо рекомендованной основной и дополнительной литературы, в процессе самостоятельной работы студенты могут пользоваться следующими методическими материалами:

1. Краткий конспект лекций по дисциплине «Дискретная математика» <https://do.kchgu.ru/course/view.php?id=4074> - электронная информационно-образовательная среда КЧГУ.

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

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Перечень (код) контролируемой компетенций	Контролируемые разделы (темы)	Этапы формирования компетенций
УК-1, УК-6	Раздел 1. Простейшие алгоритмы на графах и сетях	1 этап
УК-1, УК-6	Раздел 2. . Поиск блоков в связном графе. Кратчайшие пути во взвешенных орграфах. Алгоритмы Дейкстры и Флойда - Уоршелла.	1 этап
УК-1, УК-6	Раздел 3 . Сети и потоки в сетях	2 этап
УК-1, УК-6	Раздел 4 . : Наборы непересекающихся цепей, соединяющих два подмножества вершин графа (орграфа).	2 этап
УК-1, УК-6	Раздел 5. Планарность и раскраски Плоские и планарные графы.	2 этап
УК-1, УК-6	Раздел 6. Раскраски вершин графов. Хроматические полиномы, их свойства.	2 этап
УК-1, УК-6	Раздел 7. Перечисление и кодирование графов	2 этап
УК-1, УК-6	Раздел 8. Классы труднорешаемых задач на графах	2 этап
УК-1, УК-6	Раздел 9. Сетевые модели. Основные понятия сетевого планирования	2 этап

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

1 этап - начальный		
Показатели	Критерии	Шкала оценивания
1.Способность обучающегося продемонстрировать наличие знаний при решении учебных заданий. 2.Способность в применении умения в процессе освоения учебной дисциплины, и решения практических задач. 3.Способность проявить навык повторения решения по-	1.Способность обучающегося продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения. 2. Применение умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и способность проявить навык повторения решения поставленной задачи по стан-	<u>2 балла</u> <i>ставится в случае:</i> незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу. <u>3 балла</u> <i>студент должен:</i> продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую про-

<p>ставленной задачи по стандартному образцу</p>	<p>дартному образцу. 2. Обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем.</p>	<p>граммой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; <u>4 балла</u> студент должен: продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; продемонстрировать умение ориентироваться в нормативно-правовой литературе; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу <u>5 баллов</u> <i>студент должен:</i> продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; продемонстрировать умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; уметь сделать выводы по излагаемому материалу</p>
2 этап - заключительный		
<p>1.Способность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении учебных заданий. 2.Самостоятельность в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и к решению практических задач. 3.Самостоятельность в проявления навыка в процессе решения поставленной задачи без стандартного образца</p>	<p>1.Обучающий демонстрирует самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции. 2. Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисципли-</p>	<p><u>2 балла</u> <i>ставится в случае:</i> незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу. <u>3 балла</u> <i>студент должен:</i> продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; <u>4 балла</u> студент должен: продемонстрировать достаточно полное знание материала;</p>

	ны, так и смежных дисциплин.	<p>продemonстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; продемонстрировать умение ориентироваться в нормативно-правовой литературе; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу</p> <p><u>5 баллов</u></p> <p>студент должен: продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; продемонстрировать умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; уметь сделать выводы по излагаемому материалу</p>
--	------------------------------	---

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

7.3.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям:

1. Основные определения и обозначения.
2. Способы задания графов.
3. Поиск по графу в ширину и глубину
4. Поиск блоков в связном графе.
5. Нахождение минимального остова.
6. Кратчайшие пути. Сети и потоки в сетях
7. Обходы графов
8. Плоские и планарные графы.
9. Раскраски графов
10. Перечисление и кодирование графов
11. Расчёт параметров сетевых моделей.
12. Оптимизация сетевых графиков

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

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

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

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

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

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

Отметка «неудовлетворительно» ставится, если:

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

7.3.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен)

Алгоритмически решаемые задачи

Точные и приближенные алгоритмы

Методы оценивания решений

Задачи распознавания свойств и языки

.Детерминированная одноленточная машина Тьюринга

.Рекурсивные и рекурсивно перечислимые языки.

Полиномиально распознаваемые языки и класс P

Проверяющие алгоритмы. Класс NP.

Соотношение между классами P и NP.

Существование экспоненциального проверяющего алгоритма для языков из NP3.

Полиномиальная сводимость. Класс NPC.

7.3.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов

1. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Дано универсальное множество $U=\{1,2,3,4,5,6,7\}$ и в нем подмножества $A=\{x \mid x < 5\}$, $B=\{2,4,5,6\}$, $C=\{1,3,5,6\}$.

Найти $A \cup B$ (Указать правильные варианты ответов).

- a. $\{1,2,2,3,4,4,5,6\}$
- b. $\{1,2,3,4,5,6\}$ (+3 балла)
- c. $\{x \mid x < 7, x \in U\}$ (+4 балла)
- d. $\{1,3\}$
- e. $\{3,4,2,5,1,6\}$ (+3 балла)

2. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Дано универсальное множество $U=\{1,2,3,4,5,6,7\}$ и в нем подмножества $A=\{x \mid x < 4\}$, $B=\{2,4,5,7\}$, $C=\{1,2,5,6\}$.

Найти $C \cup A$ (Указать правильные варианты ответов).

- a. $\{1,1,2,2,3,5,6\}$
- b. $\{1,2,3,5,6\}$ (+5 баллов)
- c. $\{x \mid x < 7\}$
- d. $\{3,2,6,1,5\}$ (+5 баллов)
- e. $\{1,2\}$

3. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Дано универсальное множество $U=\{1,2,3,4,5,6,7\}$ и в нем подмножества $A=\{x \mid x > 4\}$, $B=\{3,5,7\}$, $C=\{1,2,4,6\}$.

Найти $C \cup B$ (Указать правильные варианты ответов).

- a. U (+4 балла)
- b. $\{3,5,7\}$
- c. \emptyset
- d. $\{3,5,7,1,2,4,6\}$ (+3 балла)
- e. $\{1,2,3,4,5,6,7\}$ (+3 балла)

4. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Дано универсальное множество $U=\{1,2,3,4,5,6,7\}$ и в нем подмножества $A=\{x \mid x < 5\}$, $B=\{2,4,5,6\}$, $C=\{1,3,5,6\}$.

Найти $C \cap B$ (Указать правильные варианты ответов).

- a. $\{1,2,3,4,5,5,6,6\}$
- b. $\{6,5\}$ (+5 баллов)
- c. $\{1,2,3,4,5,6\}$
- d. $\{x \mid x < 7\}$
- e. $\{5,6\}$ (+5 баллов)

5. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Дано универсальное множество $U=\{1,2,3,4,5,6,7\}$ и в нем подмножества $A=\{x \mid x < 4\}$, $B=\{2,4,5,7\}$, $C=\{1,2,5,6\}$. Найти $A \cap B$ (Указать правильные варианты ответов).

- a. $\{1,2,3,4,5,7\}$
- b. $\{1,2,2,3,4,5,7\}$
- c. $\{2\}$ (+5 баллов)
- d. $\{5,6\}$
- e. $\{x \mid x=2\}$ (+5 баллов)

6. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Дано универсальное множество $U=\{1,2,3,4,5,6,7\}$ и в нем подмножества $A=\{x \mid x > 4\}$, $B=\{3,5,7\}$, $C=\{1,2,4,6\}$.

Найти $B \cap A$ (Указать правильные варианты ответов).

- a. $\{7,5\}$ (+5 баллов)
- b. $\{3,5,6,7\}$
- c. $\{5,7,5,7\}$
- d. $\{5,7\}$ (+5 баллов)
- e. $\{x \mid 2 < x < 8\}$

7. Тип - дистрибутивный вопрос (УК-1, УК-6)

Дано универсальное множество $U=\{1,2,3,4,5,6,7\}$ и в нем подмножества $A=\{x \mid x < 5\}$, $B=\{2,4,5,6\}$, $C=\{1,3,5,6\}$.

Найти декартово (прямое) произведение $D \times C$, где $D = A - B$ (Указать правильные варианты ответов).

- a. $\{1,3,5,6\}$
- b. $\{(1,1), (3,1), (1,3), (3,3), (1,5), (3,5), (1,6), (3,6)\}$ (+6 баллов)

- c. $\{(1,1), (1,3), (3,3), (1,5), (3,5), (1,6), (3,6)\}$
 d. $\{(1,3), (1,5), (3,5), (1,6), (3,6)\}$
 e. $\{(3,3), (1,5), (3,5), (1,6), (3,6), (1,1), (3,1), (1,3)\}$ (+6 баллов)
 f. $\{1,1,3,3,5,6\}$

8. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Дано универсальное множество $U=\{1,2,3,4,5,6,7\}$ и в нем подмножества $A=\{x \mid x < 4\}$, $B=\{2,4,5,7\}$, $C=\{1,2,5,6\}$.

Найти декартово (прямое) произведение $D \times A$, где $D = C - B$ (Указать правильные варианты ответов).

- a. $\{1,2,3,6\}$
 b. $\{(1,1), (6,1), (1,2), (6,2), (1,3), (6,3)\}$ (+4 балла)
 c. $\{(1,1), (1,6), (1,2), (2,6), (1,3), (3,6)\}$
 d. $\{1\}$
 e. $\{(1,1), (1,2), (1,3), (6,1), (6,2), (6,3)\}$ (+4 балла)
 f. $\{(6,3), (1,1), (1,3), (6,1), (6,2), (1,2)\}$ (+4 балла)

9. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Дано универсальное множество $U=\{1,2,3,4,5,6,7\}$ и в нем подмножества $A=\{x \mid x > 4\}$, $B=\{3,5,7\}$, $C=\{1,2,4,6\}$. Найти декартово (прямое) произведение $B \times D$, где $D = C - A$ (Указать правильные варианты ответов).

Варианты ответов:

- a. $\{1,2,3,4,5,7\}$
 b. $\{(3,1), (5,1), (7,1), (3,2), (5,2), (7,2), (3,4), (5,4), (7,4)\}$ (+6 баллов)
 c. $U - \{4\}$
 d. $\{(1,3), (2,3), (3,4), (1,5), (2,5), (4,5), (1,7), (2,7), (4,7)\}$
 e. $\{(3,1), (3,2), (3,4), (5,1), (5,2), (5,4), (7,1), (7,2), (7,4)\}$ (+6 баллов)

f. \emptyset

10. Тип - альтернативный вопрос. (УК-1, УК-6)

Справедлив ли дистрибутивный закон?

$$A - (B \cup C) = (A - B) \cup (A - C)$$

- a. да
 b. нет (+5 баллов)

11. Тип - альтернативный вопрос (УК-1, УК-6)

Справедлив ли дистрибутивный закон?

$$A \otimes (B \cup C) = (A \otimes B) \cup (A \otimes C)$$

- a. да
 b. нет (+5 баллов)

12. Тип - альтернативный вопрос (УК-1, УК-6)

Справедлив ли дистрибутивный закон?

$$A(B - C) = AB - AC$$

a. да (+5 баллов)

b. нет

#Ответ# да# (+5 баллов)

13. Тип - альтернативный вопрос (УК-1, УК-6)

Справедлив ли дистрибутивный закон?

$$A \cup BC = (A \cup B)(A \cup C)$$

a. да(+5 баллов)

b. нет

14. Тип - альтернативный вопрос. (УК-1, УК-6)

Справедлив ли дистрибутивный закон?

$$A - (B \cap C) = (A - B) \cap (A - C)$$

a. да

b. нет (+5 баллов)

15. Тип - альтернативный вопрос. (УК-1, УК-6)

Справедлив ли дистрибутивный закон?

$$A \otimes B \cap C = (A \otimes B) \cap (A \otimes C)$$

a. да

b. нет (+5 баллов)

16. Тип - альтернативный вопрос.

Справедлив ли дистрибутивный закон? (УК-1, УК-6)

$$A - (B \otimes C) = (A - B) \otimes (A - C)$$

a. да

b. нет (+5 баллов)

17. Тип - альтернативный вопрос. (УК-1, УК-6)

Справедлив ли дистрибутивный закон?

$$A(B \otimes C) = AB \otimes AC$$

a. да (+5 баллов)

b. нет

18. Тип - альтернативный вопрос.

Справедлив ли дистрибутивный закон? (УК-1, УК-6)

$$A \cup (B - C) = (A \cup B) - (A \cup C)$$

a. да

b. нет (+5 баллов)

19. Тип - простой вопрос. (УК-1, УК-6)

Сколькими способами можно выбрать 3 различных карандаша из имеющихся 5 карандашей разных цветов? (Ввести ответ в виде числа)

#Ответ# 10# (+10 баллов)

20. Тип - простой вопрос. (УК-1, УК-6)

Сколькими способами можно разделить 5 различных карандашей между двумя школьниками так, чтобы у каждого был хотя бы один карандаш? (Ввести ответ в виде числа)

#Ответ# 30# (+10 баллов)

21. Тип - простой вопрос. (УК-1, УК-6)

Сколькими способами можно разделить 8 шахматистов на две команды по 4 человека? (Ввести ответ в виде числа)

#Ответ# 35# (+10 баллов)

22. Тип - простой вопрос. (УК-1, УК-6)

Граф G задан следующей матрицей смежности:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Найти радиус $r(G)$ графа.

#Ответ# 3# (+10 баллов)

23. Тип - простой вопрос. (УК-1, УК-6)

Граф G задан следующей матрицей смежности:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Найти диаметр $d(G)$ графа.

#Ответ# 4# (+10 баллов)

24. Тип - простой вопрос. (УК-1, УК-6)

Граф G задан следующей матрицей смежности:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Найти радиус $r(G)$ графа.

#Ответ# 2# (+10 баллов)

25. Тип - простой вопрос. (УК-1, УК-6)

Граф G задан следующей матрицей смежности:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Найти диаметр $d(G)$ графа.

#Ответ# 2# (+10 баллов)

26. Тип - простой вопрос. (УК-1, УК-6)

Граф G задан следующей матрицей смежности:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Найти радиус $r(G)$ графа.

#Ответ# 2# (+10 баллов)

27. Тип - простой вопрос. (УК-1, УК-6)

Граф G задан следующей матрицей смежности:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Найти диаметр $d(G)$ графа.

#Ответ# 3# (+10 баллов)

28. Тип - простой вопрос. (УК-1, УК-6)

Сколько существует неизоморфных деревьев с 6 вершинами?

#Ответ# 6# (+10 баллов)

29. Тип - простой вопрос. (УК-1, УК-6)

Сколько существует неизоморфных связных графов с 5 вершинами и 4 ребрами?

#Ответ# 3# (+10 баллов)

30. Тип - простой вопрос. (УК-1, УК-6)

Сколько существует неизоморфных связных графов с 5 вершинами и 5 ребрами?

#Ответ# 5# (+10 баллов)

31. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Выберите условия, каждое из которых является необходимым для того, чтобы связный граф с n вершинами был планарным (m – число ребер):

- a. $m \leq 3n - 6$ (+3 балла)
- b. $m < 3n - 6$
- c. $m = 8$ при $n = 6$
- d. $m < 19$ при $n = 8$ (+4 балла)
- e. $m \leq 3n$ (+3 балла)

32. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Выберите условия, каждое из которых является достаточным для того, чтобы граф с n вершинами был планарным (m – число ребер):

- a. $m \leq 3n - 6$
- b. граф не содержит подграфа, гомеоморфного графу $K_{3,3}$, и подграфа, гомеоморфного графу K_5 (+3 балла)
- c. $m = n - 1$, и граф связный (+4 балла)

d. граф не содержит подграфа, изоморфного графу K_{33}

e. $m = 5$ при $n = 7$ (+3 балла)

33. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Выберите условия, каждое из которых является достаточным для того, чтобы граф с n вершинами не был планарным (m - число ребер):

a. граф содержит подграф, изоморфный графу K_5 (+2 балла)

b. $m = 10$ при $n = 20$

c. граф содержит подграф, гомеоморфный графу K_6 (+3 балла)

d. $m > 3n$ (+2 балла)

e. $m = 10$ при $n = 5$ (+3 балла)

34. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Пусть граф G с n вершинами является деревом. Тогда: (Выберите для G верные утверждения)

a. число ребер $m = n - 1$ (+2 балла)

b. граф связный (+3 балла)

c. граф не содержит циклов (+2 балла)

d. граф планарный (+2 балла)

e. граф не эйлеров (+2 балла)

f. есть вершина степени 1 (+3 балла)

g. есть вершина степени больше 1

35. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Пусть граф G с n вершинами является несвязным. Тогда: (Выберите для G верные утверждения.)

a. число компонент связности всегда равно 2

b. число компонент связности может быть равно 2 (+3 балла)

c. степень каждой вершины не превосходит $n - 2$ (+4 балла)

d. число компонент связности больше 1 (+3 балла)

e. граф не может быть двудольным

f. граф планарный

g. граф не может быть деревом (+4 балла)

36. Тип - дистрибутивный вопрос. (УК-1, УК-6)

Пусть граф G с n вершинами является двудольным. Тогда: (Выберите для G верные утверждения.)

a. в нем нет циклов четной длины

b. в нем могут быть циклы четной длины (+7 баллов)

c. в нем все циклы имеют четную длину (+7 баллов)

d. граф связный

e. степень каждой вершины не превосходит $n - 2$

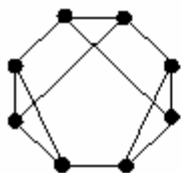
f. граф содержит цикл, если каждая доля содержит не менее двух вершин

g. граф планарный

Тип - альтернативный вопрос. (УК-1, УК-6)

37.

Является ли планарным следующий граф:

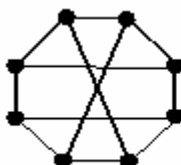


a. да (+5 баллов)

b. нет

38. Тип - альтернативный вопрос. (УК-1, УК-6)

Является ли планарным следующий граф:



a. да

b. нет (+5 баллов)

39. Тип - альтернативный вопрос. (УК-1, УК-6)

Является ли планарным следующий граф:



a. да (+5 баллов)

b. нет

40. Тип - альтернативный вопрос. (УК-1, УК-6)

Является ли планарным следующий граф:



a. да (+5 баллов)

b. нет

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Поскольку практически всякая учебная дисциплина призвана формировать сразу несколько компетенций, критерии оценки целесообразно формировать в два этапа.

1-й этап - начальный: определение критериев оценки отдельно по каждой формируемой компетенции. Сущность 1-го этапа состоит в определении критериев для оценивания отдельно взятой компетенции на основе продемонстрированного обучаемым уровня самостоятельности в применении полученных в ходе изучения учебной дисциплины, знаний, умений и навыков.

2-й этап - заключительный: определение критериев для оценки уровня обученности по учебной дисциплине на основе комплексного подхода к уровню сформированности всех компетенций, обязательных к формированию в процессе изучения предмета.

Сущность 2-го этапа определения критерия оценки по учебной дисциплине заключена в определении подхода к оцениванию на основе ранее полученных данных о сформированности каждой компетенции, обязательной к выработке в процессе изучения предмета. В качестве основного критерия при оценке обучаемого при определении уровня освоения учебной дисциплины наличие сформированных у него компетенций по результатам освоения учебной дисциплины.

Показатели оценивания компетенций и шкала оценки

Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции	Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции	Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции	Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции
Уровень освоения дисциплины, при котором у обучаемого не сформировано более 50% компетенций. Если же учебная дисциплина выступает в качестве итогового этапа формирования компетенций (чаще всего это дисциплины профессионального цикла) оценка «неудовлетворительно» должна быть выставлена при отсутствии сформированности хотя бы одной компетенции	При наличии более 50% сформированных компетенций по дисциплинам, имеющим возможность доформирования компетенций на последующих этапах обучения. Для дисциплин итогового формирования компетенций естественно выставлять оценку «удовлетворительно», если сформированы все компетенции и более 60% дисциплин профессионального цикла «удовлетворительно».	Для определения уровня освоения промежуточной дисциплины на оценку «хорошо» обучающийся должен продемонстрировать наличие 80% сформированных компетенций, из которых не менее 1/3 оценены отметкой «хорошо». Оценивание итоговой дисциплины на «хорошо» обуславливается наличием у обучаемого всех сформированных компетенций причем общепрофессиональных компетенции по учебной дисциплине должны быть сформированы не менее чем на 60% на повышенном уровне, то есть с оценкой «хорошо».-	Оценка «отлично» по дисциплине с промежуточным освоением компетенций, может быть выставлена при 100% подтверждении наличия компетенций, либо при 90% сформированных компетенций, из которых не менее 2/3 оценены отметкой «хорошо». В случае оценивания уровня освоения дисциплины с итоговым формированием компетенций оценка «отлично» может быть выставлена при подтверждении 100% наличия сформированной компетенции у обучаемого, выполнены требования к получению оценки «хорошо» и освоены на «отлично» не менее 50% общепро-

			фессиональных компетенций
--	--	--	---------------------------

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

8.1. Основная литература:

1. Годунова, Е. Введение в теорию графов. Индивидуальные задания / Годунова Е. – М.: МГПИ, 2012. – 44 с.
2. Кнут, Д. Э. Искусство программирования, том 1. Основные алгоритмы / Д. Э. Кнут. — М.: «Вильямс», 2010. – 720 с.
3. Костюкова, Н. Графы и их применение. Комбинаторные алгоритмы для программистов / Н. Костюкова. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2007. – 312 с.
4. Новиков, Ф. Дискретная математика для программистов / Ф. Новиков. – СПб.: Питер, 2008. – 384 с.
5. Таланов, В. А. Графы и алгоритмы. Структуры данных. Модели вычислений / В. А. Таланов, В. Е. Алексеев. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2009. – 320 с.

8.2. Дополнительная литература:

1. Андреева, Е. В. Математические основы информатики. Элективный курс: учебное пособие / Е. Л. Андреева, Л. Л. Босова, И. Н. Фалина. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 312 с..
2. Грэхем, Р. Л., Конкретная математика. Математические основы информатики / Р. Л. Грэхем, Д. Э. Кнут, О. Паташник. – М.: Вильямс, 2010. – 784 с.
3. Галушкина, Ю. И. Конспект лекций по дискретной математике / Ю. И. Галушкина, А. Н. Марьямов. – М.: Айрис-пресс, 2007. – 176 с.

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

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, обобщений; выделение ключевых слов, терминов. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, вызывающего трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Не предусмотрены учебным планом
Лабораторные занятия	Конспектирование теоретических сведений. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекоменду-

нятия	емой литературы, выполнение заданий.
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 лабораторного 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, не рассматриваемых на занятиях лекционного и семинарского типа. Подготовка к текущему контролю, к промежуточной аттестации.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

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

10.1. Общесистемные требования

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»

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 14.05.2025 г. до 14.05.2026 г.
2025-2026 учебный год	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 10 от 11.02.2025 г. Электронный адрес: https://e.lanbook.com	от 11.02.2025 г. до 11.02.2026 г.
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.com Обзор СМИ. Соглашение. Бесплатно. Электронный адрес: http://polpred.com	Бессрочный

10.2. 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/>

10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная;
- Microsoft Office (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 28.02.2025 г. Срок действия лицензии с 27.02.2025 г. по 07.03.2027 г.

10.4. 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>.

11. 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>.

12. Лист регистрации изменений

В рабочей программе внесены следующие изменения:

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