

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Хоружий Людмила Ивановна
Должность: Директор института экономики и управления АПК
Дата подписания: 14.01.2026 16:41:17
Уникальный электронный ключ:
1e90b132d3b04d1e67385160b015dddf2cb1e6a9



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНО ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт экономики и управления АПК
Кафедра высшей математики

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
экономики и управления АПК
Л.И. Хоружий
“ 28 ” 08 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.08 Дискретная математика

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность: Системы искусственного интеллекта


Курс 2

Семестр 3

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025


Москва, 2025

Разработчик (и): Журавлев М.В., к.т.н., доцент 
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«28» августа 2025 г.

Рецензент: Коноплин Н.А., к.ф-м.н., доцент 
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

«28» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»


Программа обсуждена на заседании кафедры высшей математики
протокол №1 от «28» августа 2025 г.

И.о. зав. кафедрой
высшей математики Прудкий А.С., к.пед.н., доцент 
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

«28» августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
института экономики и управления АПК

Гупалова Т.Н., к.э.н., доцент 
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

«28» августа 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой
прикладной информатики Худякова Е.В., д.э.н., профессор 
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

«28» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ  Сидорова Н.А.
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	5
ПО СЕМЕСТРАМ	5
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.3. ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	10
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	17
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	17
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	24
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	24
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	25
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	25
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	25
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)..	25
8.1. ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ.....	25
8.2 БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ И ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ.....	26
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	26
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	27
ТРЕБОВАНИЯ К АУДИТОРИЯМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ	27
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	28
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	28

АННОТАЦИЯ

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.08 «Дискретная математика»
для подготовки бакалавров по направлению
09.03.03 «Прикладная информатика» направленности: «Программные реше-
ния для бизнеса», «Системы искусственного интеллекта»**

Цель освоения дисциплины: развитие способности применения естественно-научных и инженерных знаний, методов математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования, анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов, способности разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ, математической культуры, приобретение соответствующих знаний, умений и навыков в использовании математических методов, основ математического моделирования, выработка умений самостоятельно расширять математические знания и проводить математический анализ прикладных задач.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина «Дискретная математика» включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», осваивается в 4 семестре.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(МФ-1).1; ПК-3(МФ-1).2)

Краткое содержание дисциплины: Элементы теории множеств, комбинаторика, рекуррентные уравнения, элементы теории графов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 час.).

Промежуточный контроль по дисциплине: 4 семестр - зачет с оценкой.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Дискретная математика» является ознакомление студентов с важнейшими разделами дискретной математики и ее применением в математической кибернетике, овладение студентами математическим аппаратом, необходимым для применения математических методов в практической деятельности и в исследованиях, развитие способности применения естественно-научных и инженерных знаний, методов математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования, анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов, способности разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ. Цель также заключается в приобретении студентами теоретических и практических знаний и в формировании умений и навыков, позволяющих участвовать в разработке математических моделей, методов математического исследования прикладных вопросов. Кроме того, математика является базовой для всех предметов, использующих математические методы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Дискретная математика» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана обязательной части цикла Б1. Дисциплина «Дискретная математика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

Для освоения дисциплины необходимы знания математики в объеме, предусмотренном базовым уровнем федерального компонента ГОС среднего (полного) общего образования по математике.

Дискретная математика является предшествующей для дисциплин: «Вычислительные системы, сети и телекоммуникации», «Проектирование информационных систем», «Статистика».

Особенностью программы является более детальное исследование разделов математики таких как «Комбинаторика» и «Рекуррентные уравнения», необходимых для современного программиста и исследователя в области ИИ, а также рассмотрена связь между этими темами, комбинаторные рекуррентные формулы.

Рабочая программа дисциплины «Дискретная математика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетен- ции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся долж- ны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен приме- нять естественно- научные и об- щеинженерные знания, методы математического анализа и модели- рования, теорети- ческого и экспери- ментального ис- следования в про- фессиональной деятельности;	ОПК-1.1 Знать: основы математики, фи- зики, вычислительной техники и про- граммирования	Основные понятия и методы дискретной математики.		
			ОПК-1.2 Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования		Использовать базовые зна- ния в области дискретной математики для решения задач профессиональной деятельности, в том числе с использованием онлайн до- сок Jamboard, Idroo и др., и пакетов вычислительных программ MS Excel, GeoGe- bra и др.	
			ОПК-1.3 Владеет навыками теоретиче- ского и экспериментального исследова- ния объектов профессиональной деятель- ности			Методами дискретной математики, математиче- ского моделирова- ния; навыками проведения теоретического и экс- периментального ис- следования в профес- сиональной деятельно- сти

2.	ОПК-6	Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ОПК-6.1 Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования	знает инструментарий дискретной математики, применяемый для обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований		
			ОПК-6.2 Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий		умеет определять возможность применения различных приемов математического исследования к различному виду задач	
			ОПК-6.3 Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий			владеет дискретной математикой и возможностью их применения в процессе решения конкретных задач
3	ПК-3 (MF-1)	Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ.	ПК-3 (MF-1).1 Применяет аппарат теории вероятностей, математической статистики и теории информации для формулирования и анализа задач искусственного интеллекта. Уровень: Продвинутый Уровень освоения индикатора: Применяет методы теории вероятностей, статистики и теории информации для решения задач анализа данных, оценки параметров моделей и анализа статистических зависимостей в задачах ИИ	комбинаторику, правила сложения/умножения, биномиальные коэффициенты; графы, вершины, рёбра, пути - для анализа структур; дискретные распределения (биномиальное, Пуассона); логику и множества, операции над множествами	считать комбинаторные вероятности; работать с категориальными данными (кодирование, таблицы сопряженности); анализировать сетевые структуры (метрики графов) применять дискретные модели распределений	инструментами дискретной математики для выявления структур в данных; методологией анализа дискретных зависимостей; инструментарием для работы с нечисловыми данными; пониманием ограничений дискретных методов
			ПК-3 (MF-1).2 Применяет аппарат теории вероятностей для исследования методов и моде-	типы (DAG, деревья), свойства, матрицы смежности, d-	строить графовые модели зависимостей; применять d-сепарацию для проверки	графовыми методами для анализа зависимостей; проектирова-

			<p>лей машинного обучения</p> <p>Уровень: Продвинутый</p> <p>Уровень освоения индикатора: Формулирует отличия в постановке задачи о проверке гипотезы от постановки для популярных критериев, применяет специализированные критерии.</p> <p>Применяет теоретические основы графических вероятностных моделей и знает их основные виды, формализует связь между вероятностными моделями и генеративными моделями машинного обучения, обучает и применяет многомерные графовые вероятностные модели на практике.</p> <p>Применяет теоретические основы марковских процессов принятия решений, математически формализует связь алгоритмов обучения с подкреплением и марковских процессов принятия решений</p>	<p>сепарация; правила сложения/умножения, дискретные распределения; условная вероятность, теорема Байеса, цепи Маркова; конечные пространства состояний/действий, деревья решений</p>	<p>независимости; Формализовать RL-задачи как графы переходов; работать с категориальными данными и дискретными тестами</p>	<p>нием дискретных пространств для RL; интеграцией дискретных и непрерывных моделей; анализом вычислительной сложности вероятностного вывода</p>
--	--	--	---	---	---	--

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам №4
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	50,35	50,35
Аудиторная работа	50	50
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	34	34
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	57,65	57,65
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (про- работка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	48,65	48,65
<i>Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	

4.2. Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1 «Множества»	16	2	4		10
Раздел 2 «Элементы комбинаторного анализа»	24	4	10		10
Раздел 3 «Рекуррентные уравнения»	28	6	12		10
Раздел 4 «Элементы теории графов»	25,75	4	8		13,75
Консультации перед экзаменом					
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0.35			0.35	
Подготовка к зачету с оценкой					
Всего за 4 семестр	108	16	34	0,35	57,65
Итого по дисциплине	108	16	34	0,35	57,65

Раздел 1. Множества

Тема 1. Множества. Операции над множествами. Алгебра множеств.

Основные понятия. Подмножества. Способы задания множеств. Операции над множествами: объединение, пересечение, разность, дополнение. Алгебра множеств. Основные свойства операций над множествами. Прямое произведение множеств.

Тема 2. Отношения и отображения множеств.

Отношения на множествах. Основные виды отношений. Свойства отношений. Бинарные отношения. Отображения множеств. Свойства и виды отображений.

Раздел 2. Элементы комбинаторного анализа

Тема 1. Комбинаторные формулы.

Основные понятия, формулы и правила комбинаторики. Выборка, виды. Выборки без повторений и с повторениями. Комбинаторные задачи. Метод включения-исключения. Задачи о распределениях.

Тема 2. Бином Ньютона.

Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов. Полиномиальные коэффициенты. Полиномиальная формула. Арифметический треугольник.

Раздел 3. Рекуррентные уравнения.

Тема 1. Введение в рекуррентные уравнения.

Задачи, приводящие к рекуррентным уравнениям. Числа Стирлинга, Эйлера, Фибоначчи, Бернулли, гармонические числа.

Тема 2. Линейные рекуррентные уравнения.

Линейные однородные и неоднородные рекуррентные уравнения. Общее и частное решение.

Раздел 4. Элементы теории графов

Тема 1. Графы, маршруты на графах

Конечные графы. Понятие графа как математической модели. Геометрическое и абстрактное представление графов. Типы графов. Основные понятия. Степени вершин графа. Теорема о степенях вершин. Полный граф. Теорема о количестве ребер полного графа. Маршруты, пути, циклы. Отношение достижимости, свойства. Связность в графах. Изоморфизм. Матрицы инцидентности, смежности, достижимости. Эйлеровы графы. Гамильтоновы графы. Алгоритм Тарри.

Тема 2. Планарные и хроматические графы

Деревья. Основные понятия. Эквивалентность определений. Лес. Теорема о покрывающем дереве. Планарные графы. Необходимый и достаточный признак планарности абстрактных графов (теорема Понтрягина-Куратовского). Теорема Эйлера о плоском графе. Теорема о соотношении числа ребер и вершин для обыкновенного связного планарного графа. Хроматические графы. Раскраска вершин, ребер. Сети. Основные понятия. Основные правила построения сетевого графика. Задача о максимальном потоке. Двухполюсные сети.

4.3. Лекции и практические занятия ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

Содержание лекций, практических занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Множества				6
	Тема 1. Множества. Операции над множествами. Алгебра множеств.	Лекция № 1 Основные понятия. Подмножества. Способы задания множеств. Операции над множествами: объединение, пересечение, разность, дополнение. Алгебра множеств. Основные свойства операций над множествами. Прямое произведение множеств.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(МФ-1).1; ПК-3(МФ-1).2)		1
		Практическое занятие № 1. Операции над множествами. Законы алгебры множеств.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(МФ-1).1; ПК-3(МФ-1).2)	Контрольная работа №1	1
	Тема 2. Отношения и отображения множеств.	Лекция № 2. Отношения на множествах. Основные виды отношений. Свойства отношений. Бинарные отношения. Отображения множеств. Свойства и виды отображений.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(МФ-1).1; ПК-3(МФ-1).2)		1
		Практическое занятие № 2. Отношения и их свойства. Отношение эквивалентности. Отображения. Виды отображений. Графики.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(МФ-1).1; ПК-3(МФ-1).2)	Контрольная работа №1	1
		Практическое занятие № 3. Контрольная работа № 1 “Множества”	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1;	Контрольная работа №1	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
			ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК- 3(МФ-1).1; ПК-3(МФ- 1).2)		
2	Раздел 2. Элементы комбинаторного анализа				14
	Тема 1 Комбинаторные формулы	Лекция № 1. Основные понятия, формулы и правила комбинаторики. Выборка, виды. Выборки без повторений и с повторениями. Комбинаторные задачи. Метод включения-исключения. Задачи о распределениях.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК- 3(МФ-1).1; ПК-3(МФ- 1).2)		2
		Практическое занятие № 1. Правила суммы и произведения. Метод включения-исключения. Перестановки, размещения и сочетания с повторениями и без повторений.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК- 3(МФ-1).1; ПК-3(МФ- 1).2)	Контрольная работа №2	2
		Практическое занятие №2. Комбинаторные задачи о распределениях.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК- 3(МФ-1).1; ПК-3(МФ- 1).2)	Контрольная работа №2	2
	Тема 2 Бином Ньютона	Лекция №2. Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов. Полиномиальные коэффициенты. Полиномиальная формула. Арифметический треугольник.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК- 3(МФ-1).1; ПК-3(МФ- 1).2)		2
		Практическое занятие №3. Биномиальные коэффициенты. Полиноми-	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.;	Контрольная работа №2	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
		альные коэффициенты и их свойства.	ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК- 3(MF-1).1; ПК-3(MF- 1).2)		
		Практическое занятие №4. Контрольная работа №2 «Комбинаторика»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК- 3(MF-1).1; ПК-3(MF- 1).2)	Контрольная работа №2	2
3	Раздел 3. Рекуррентные уравнения				18
	Тема 1. Введение в рекуррентные уравнения.	Лекция № 1. Задачи, приводящие к рекуррентным уравнениям. Числа Стирлинга, Эйлера, Фибоначчи, Бернулли, гармонические числа.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК- 3(MF-1).1; ПК-3(MF- 1).2)		2
		Практическое занятие № 1. Задачи, приводящие к рекуррентным уравнениям.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК- 3(MF-1).1; ПК-3(MF- 1).2)	Контрольная работа №3	2
	Тема 2. Линейные рекуррентные уравнения.	Лекция №2. Линейные однородные и неоднородные рекуррентные уравнения. Общее и частное решение.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК- 3(MF-1).1; ПК-3(MF- 1).2)		4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
		Практическое занятие № 2. Решение линейных однородных рекуррентных уравнений с постоянными коэффициентами. Общее решение	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)	Контрольная работа №3	2
		Практическое занятие № 3. Решение линейных неоднородных рекуррентных уравнений с постоянными коэффициентами. Частное решение.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)	Контрольная работа №3	6
		Практическое занятие № 4. Контрольная работа №3 «Рекуррентные уравнения»	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)	Контрольная работа №3	2
4	Раздел 4. Элементы теории графов				12
	Тема 1. Графы, маршруты на графах	Лекция №1. Конечные графы. Понятие графа как математической модели. Геометрическое и абстрактное представление графов. Типы графов. Основные понятия. Степени вершин графа. Теорема о степенях вершин. Полный граф. Теорема о количестве ребер полного графа. Маршруты, пути, циклы. Отношение достижимости, свойства. Связность в графах. Изоморфизм. Матрицы инцидентности, смежности, достижимости. Эйлеровы графы. Гамильтоновы графы. Алгоритм Тарри.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)		2
		Практическое занятие №1. Задачи о числе вершин и ребер графа. Виды	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.;	Контрольная работа №4	1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
		графов. Построение графов по матрицам и матриц по графам. Изоморфные графы.	ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)		
		Практическое занятие №2. Эйлеровы графы. Гамильтоновы графы. Алгоритм Тарри.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)	Контрольная работа №4	1
	Тема 2. Планарные и хроматические графы	Лекция № 1. Деревья. Основные понятия. Эквивалентность определений. Лес. Теорема о покрывающем дереве. Планарные графы. Необходимый и достаточный признак планарности абстрактных графов (теорема Понтрягина-Куратовского). Теорема Эйлера о плоском графе. Теорема о соотношении числа ребер и вершин для обыкновенного связного планарного графа.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)		1
		Практическое занятие № 1. Деревья, свойства деревьев. Минимальное остовное дерево.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)	Контрольная работа №4	1
		Практическое занятие № 2. Планарные графы. Графы Понтрягина-Куратовского.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2.; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)	Контрольная работа №4	1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формиру емые компетен ции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
			1),2)		
		Лекция № 2. Хроматические графы. Раскраска вершин, ребер. Сети. Основные понятия. Основные правила построения сетевого графика. Задача о максимальном потоке. Двух-полюсные сети.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)		1
		Практическое занятие № 3. Раскраска графов. Теорема о раскраске.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)	Контрольная работа №4	1
		Практическое занятие № 4. Сети: сетевой график, максимальный поток, алгоритмы.	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)	Контрольная работа №4	1
		Практическое занятие № 5. Контрольная работа №4 «Элементы теории графов».	ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3), ОПК-6 (ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3), ПК-3 (ПК-3(MF-1).1; ПК-3(MF-1).2)	Контрольная работа №4	2
	Итого за IV семестр				50

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ Темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 4.		
1	Тема 2 Элементы теории графов	Непланарность графов Понтрягина-Каратовского (ОПК-1)
2	Тема 2 Элементы теории графов	Двухполюсные сети (ОПК-1)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Задачи о распределениях	Л	Лекция с заранее запланированными ошибками
2.	Обходы графов, метрика, максимальная пропускная способность сети	ПЗ	Работа в малых группах

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и опыта деятельности

Кейс-задания

Компетенция	задание
ОПК-1.1	<ol style="list-style-type: none"> Упростить выражение $((a \rightarrow c) \rightarrow (a \wedge c)) \vee ((a \rightarrow b) \rightarrow a)$ Упростить выражение $(A \setminus (B \setminus A)) \setminus \overline{A \setminus C \setminus (A \setminus C)}$ Изобразить на плоскости множество точек $A \cap B \setminus \bar{C}$, где $A: (x - 1)^2 + y^2 \leq 9$, $B: y > -x - 1$, $C: y > -x^2 - 2x + 3$.
ОПК-1.2	<ol style="list-style-type: none"> Даны множества $A = (-\infty; 1] \cup [4; +\infty)$, $B = [0; 1]$, $C = (-3; +\infty)$ и отображения $f(x) = \sqrt{x} - 1$, $g(x) = -x^2 - 2x$, $h(x) = -3^x$. Определить $(f(\overline{g(C)}) \setminus h(f(\bar{A}))) \cap \overline{g(h(B))}$. Из 100 школьников английский знают 42, немецкий – 30, французский – 28, английский и немецкий – 5, английский и французский – 10, немецкий и французский – 8, английский, французский и немецкий – 3 школьника. Сколько школьников не знают ни одного языка.
ОПК-1.3	<ol style="list-style-type: none"> Сколько существует натуральных четырехзначных чисел, не содержащих цифр 1, 2, 3, 4? Из 5 красных и 9 белых гвоздик нужно составить букет из 7 гвоздик, содержащий не более четырех гвоздик одного цвета. Сколькими

	<p>способами это можно сделать?</p> <p>3. Определить количество комбинаций для определения 5-ти значного пароля.</p> <p>4. Определить количество номеров, которые начинаются на 8(920).</p> <p>5. Определить количество вариантов разложить 10 одинаковых открыток в 6 различных конвертов, если не допускаются пустые конверты.</p> <p>6. В магазине имеются 5 видов пирожных, сколькими способами можно купить 8 пирожных.</p>																																																																
ОПК-6.1	<p>1. Найти x и y, если $\bar{C}_y^x : \bar{C}_{x+1}^y : C_{x+y}^{y-1} = 3:8:4$.</p> <p>2. Найти наибольший член разложения бинома $(\sqrt{3} + 7)^{32}$</p> <p>3. Найти коэффициент при x^{165} в разложении выражения $(2 - x^5 - x^7)^{31}$</p>																																																																
ОПК-6.2	<p>Решить рекуррентные уравнения</p> <p>1. $f(n) = 7f(n - 1) - 6f(n - 2) + 2^{n-2}$</p> <p>2. $f(n) = 7f(n - 1) - 10f(n - 2) + n^2 + n + 1$</p> <p>3. $f(n) = -2f(n - 1) + 3f(n - 2) - n - 1$</p> <p>4. $f(n + 2) = f(n + 1) + 12f(n) + (-n + 1) \cdot 4^n, f(0) = 1, f(1) = 2$</p>																																																																
ОПК-6.3	<p>Граф G задан матрицей весов</p> <table><tr><td>0</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td></tr><tr><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>3</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td></tr></table> <p>Для основания данного графа определить</p> <p>a) Будет ли граф простым, мульти или псевдографом?</p> <p>b) Будет ли граф полным? Определить количество ребер в его пополнении.</p> <p>c) Определить наименьшее количество ребер, которое необходимо добавить, чтобы граф стал однородным.</p> <p>d) Эйлеровость, полуэйлеровость графа</p> <p>e) Гамильтоновость, полугамильтоновость графа</p> <p>f) эксцентриситет вершины v_7, центр графа</p> <p>g) Число вершинной и реберной связности</p> <p>h) Цикломатическое число</p> <p>i) Вес минимального остовного дерева</p> <p>j) Планарность графа, число его граней, проверить теорему Эйлера</p> <p>k) Граневое хроматическое число графа</p>	0	5	3	4	0	0	0	0	5	0	0	0	2	0	0	6	3	0	0	2	0	2	0	0	4	0	2	0	0	3	2	0	0	2	0	0	0	1	0	3	0	0	2	3	1	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6	0	0	3	4	0	0
0	5	3	4	0	0	0	0																																																										
5	0	0	0	2	0	0	6																																																										
3	0	0	2	0	2	0	0																																																										
4	0	2	0	0	3	2	0																																																										
0	2	0	0	0	1	0	3																																																										
0	0	2	3	1	0	0	4																																																										
0	0	0	2	0	0	0	0																																																										
0	6	0	0	3	4	0	0																																																										

ПК-3(MF-1).1	<div>1. На одном шпиле из трех находятся 10 колец различных радиусов, причем меньшее кольцо на меньшем. Определить количество перекладываний этих колец по шпилям по правилу «кольцо большего радиуса нельзя перекладывать на меньшее» так, что все кольца окажутся на другом шпиле. Вывести общий закон зависимости перекладываний от количества колец.</div> <div>2. Вывести закон изменения чисел Фибоначчи 0, 1, 1, 2, 3, 5, ... от номера числа.</div> <div>3. Определить наибольшее количество кусков пиццы при ее 30 прямолинейных разрезах. Вывести закон изменения количества кусков от количества разрезов.</div>																																																																
ПК-3(MF-1).2	<div>Орграф G задан матрицей весов</div> <div><table><tr><td>0</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>3</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>3</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table></div> <div>определить тип его связности, будет ли граф двух полюсной сетью, найти максимальный поток сети.</div>	0	5	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	5	3	4	0	0	0	0																																																										
0	0	0	0	2	0	0	6																																																										
0	0	0	2	0	2	0	0																																																										
0	0	0	0	0	3	2	0																																																										
0	0	0	0	0	1	0	3																																																										
0	0	0	0	0	0	0	4																																																										
0	0	0	0	0	1	0	0																																																										
0	0	0	0	0	0	0	0																																																										

Примерные задачи для контрольных работ (текущий контроль)

Семестр IV

Контрольная работа №1.

1. Пусть $A = \{-4; -3; -2; -1; 0; 1; 2\}$, $B = \{4; 3; 2; 1; 0; -1; -2\}$. Запишите следующие множества $A \cup B$, $A \cap B$, $A \cap N$, $A \cup N$, $B \cup Z$, $(A \cap B) \cap N$.
2. Из 100 школьников английский знают 42, немецкий – 30, французский – 28, английский и немецкий – 5, английский и французский – 10, немецкий и французский – 8, английский, французский и немецкий – 3 школьника. Сколько школьников не знают ни одного языка.
3. Найти декартово произведение множеств $A = \{1,2\}$, $B = \{1,4\}$, $C = \{2,4\}$.
4. Даны множества $A = \{1,2\}$, $B = \{a, b\}$. Найти $|P(A \times B)|$ и $|P(A)| \times |P(B)|$.
5. Упростить выражение $\overline{A \cup B}$.

Контрольная работа №2

1. Сколькими способами можно рассадить 5 человек за столом?
2. Сколькими способами из колоды в 36 карт можно выбрать 3 карты?

3. В студенческой группе 23 человека. Сколькими способами можно выбрать старосту и его заместителя?
4. Согласно государственному стандарту, автомобильный номерной знак состоит из 3 цифр и 3 букв. При этом недопустим номер с тремя нулями, а буквы выбираются из набора А, В, Е, К, М, Н, О, Р, С, Т, У, Х. Сколько различных номерных знаков можно составить для региона?
5. В студенческой столовой продают сосиски в тесте, ватрушки и пончики. Сколькими способами можно приобрести пять пирожков?

Контрольная работа №3

1. Решить линейное однородное рекуррентное уравнение

$$x_{n+3} - x_{n+1} + 4x_n = 0, \quad x_1 = 5, x_2 = 21.$$
2. Решить линейное неоднородное рекуррентное уравнение

$$x_{n+1} - 3x_n = 2 \cdot 3^n, \quad x_1 = 9.$$
3. Решить линейное неоднородное рекуррентное уравнение

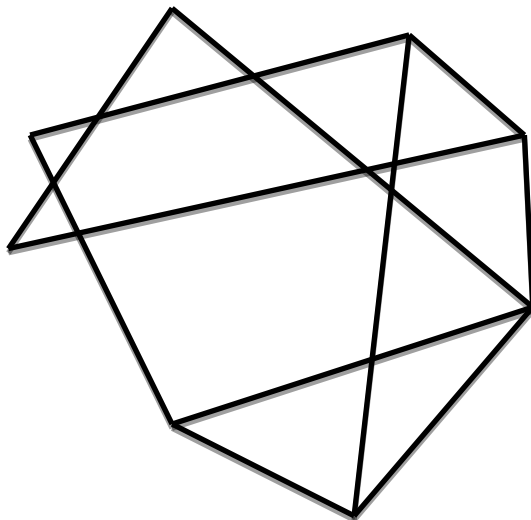
$$a_{n+2} = 5 \cdot a_{n+1} - 6 \cdot a_n + (10 - 4n) \cdot 2^n, \quad a_0 = 5, a_1 = 12.$$
4. Решить линейное неоднородное рекуррентное уравнение

$$a_{n+2} = 8 \cdot a_{n+1} - 16 \cdot a_n + 9n^2 + 6n + 2, \quad a_0 = 1, a_1 = -7.$$
5. Решить линейное однородное рекуррентное уравнение

$$a_{n+3} = -a_{n+2} + 5 \cdot a_{n+1} - 3 \cdot a_n, \quad a_0 = 6, a_1 = 15, a_2 = -8.$$

Контрольная работа №4

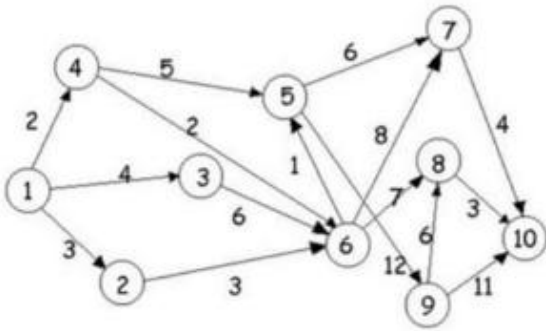
1. Ориентированный граф G с множеством вершин $V = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ задан списком дуг $\{(1, 6), (2, 1), (2, 5), (3, 1), (3, 3), (3, 5), (3, 2), (3, 6), (5, 1), (5, 6), (6, 4), (6, 5)\}$. Построить реализацию графа.
2. Связный граф G задан графически. Выполнить следующее:
 - 1) Записать матрицы инцидентности и смежности;
 - 2) Найти центры графа, радиус графа
 - 3) Найти диаметры графа.



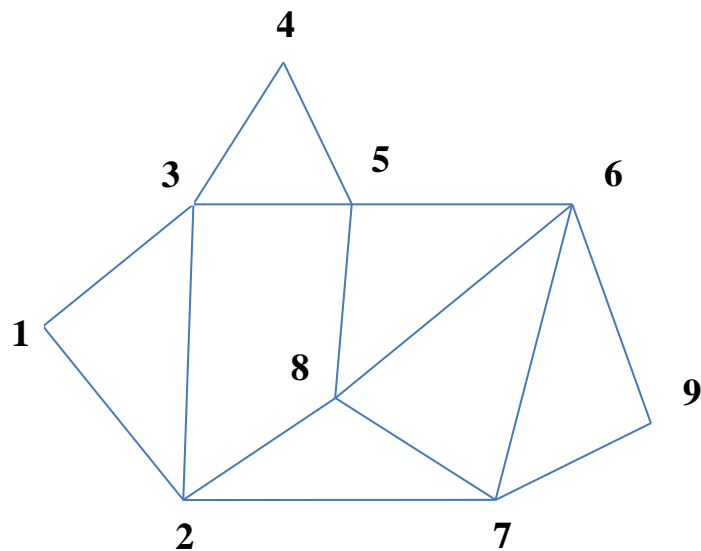
3. Для графа, представленного следующей матрицей смежности, определите матрицу инцидентности графа и изобразите его графически.

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

4. Найдите минимальное остовное дерево.



5. Найдите в данном графе эйлеров и гамильтонов цикл:



б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Максимальное число баллов за проверочную работу 1, 2 и 4 – 10.

Максимальное число баллов за правильно выполненное задание – 2: (2 - правильно выполнено задание и логически и арифметически, 1 - задание выполнено с одной арифметической ошибкой, 0 – задание не выполнено или выполнено с несколькими логическими ошибками).

Максимальное число баллов за проверочную работу 3 – 15.

Максимальное число баллов за правильно выполненное задание – 3: (3 - задание выполнено логически и арифметически правильно, 2 - задание выполнено с одной арифметической ошибкой, но при этом сохраняется верная последовательность шагов решения, 1- задание выполнено с двумя ошибками, 0 – задание не выполнено или выполнено с несколькими логическими ошибками).

в) описание шкалы оценивания:

Баллы	Уровни сформированности компетенций
35-45	Высокий
25-34	Продвинутый
15-24	Базовый

Перечень вопросов, выносимых на зачет с оценкой.

1. Понятие множества. Конечные множества. Способы задания множества. Операции над множествами.
2. Правило включения и исключения. Подмножества данного множества. Разбиение множества. Графическая иллюстрация множеств, отношений между ними и операций над ними.
3. Основные свойства операций над множествами.
4. Прямое произведение над множествами. Бинарные отношения.
5. Отображения. Типы отображений.
6. Понятие выборки. Виды выборок. Правила комбинаторики.
7. Размещения, перестановки, сочетания.
8. Задачи о распределениях.
9. Бином Ньютона и биномиальные коэффициенты. Полиномиальные коэффициенты. Полиномиальная формула. Арифметический треугольник.
10. Метод включения и исключения.
11. Рекуррентные соотношения. Решения рекуррентных соотношений. Возвратные последовательности. Задачи приводящие к рекуррентным уравнениям, числа Стирлинга и Эйлера.
12. Решение линейных однородных рекуррентных соотношений.
13. Решение линейных неоднородных рекуррентных соотношений.
14. Ориентированные и неориентированные графы. Отношения на множествах вершин и ребер в ориентированных и неориентированных графах.

15. Числовые характеристики вершин графа. Теорема о сумме степеней вершин графа.
16. Теорема о количестве нечетных вершин графа.
17. Теорема о полустепенях исхода и захода вершин.
18. Полные графы. Теорема о числе ребер полного графа.
19. Маршруты, основные виды маршрутов. Длины маршрутов.
20. Отношение достижимости в неориентированных и ориентированных графах. Свойства.
21. Связность вершин графа, свойства. Связность графа.
22. Подграфы. Компоненты связности. Сильная и слабая связность ориентированных графов.
23. Теорема о существовании простой цепи, соединяющей вершины связного графа.
24. Изоморфизм графов. Необходимое условие изоморфизма графов.
25. Матрицы смежности и инцидентности.
26. Матрицы достижимости и расстояний.
27. Мосты. Теорема о количестве связных компонент графа после удаления моста.
28. Дерево. Основные понятия. Основная теорема о деревьях.
29. Покрывающее дерево. Минимальное остовное дерево. Алгоритм Краскала.
30. Расстояние между вершинами дерева и его свойства.
31. Радиус, диаметр, центры и концевые вершины дерева.
32. Эйлеровы графы. Эйлеров цикл, эйлерова цепь. Критерий эйлеровости графа.
33. Полуэйлеровы графы. Критерий полуэйлеровости графа.
34. Гамильтоновы графы. Достаточное условие гамильтоновости.
35. Планарные графы. Критерий планарности графа.
36. Теорема Эйлера для плоского графа. Ее геометрическое приложение.
37. Хроматические графы. Раскраска ребер и вершин графа. Правильная раскраска ребер и вершин графа. Их числовые характеристики.

38. Сети и их свойства. Оценка числа сетей. Двухполюсные сети.

Критерии оценивания результатов обучения (зачет с оценкой)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Низкий уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Баврин, И. И. Дискретная математика. Учебник и задачник : для вузов / И. И. Баврин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07065-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560535>
2. Гисин, В. Б. Дискретная математика : учебник и практикум для вузов / В. Б. Гисин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 428 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16763-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/577329>
3. Гашков, С. Б. Дискретная математика / С. Б. Гашков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 456 с. — ISBN 978-5-507-45940-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/292028> (дата обращения: 17.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Ерусалимский, Я. М. Дискретная математика. Теория и практикум / Я. М. Ерусалимский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 476 с. — ISBN 978-5-507-46767-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/319427> (дата обращения: 17.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Нефедов В.Н., Осипова В.А. Курс дискретной математики. - М. : Изд-во МАИ, 1992. - 264 с.
2. Шипачев В.С. Задачник по высшей математике. – М.: Высшая школа, 2001, 304с.
3. Ганичева, А. В. Дискретная математика / А. В. Ганичева, А. В. Ганичев. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 160 с. — ISBN 978-5-507-46189-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/327335> (дата обращения: 17.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.3 Нормативные правовые акты

1. Не применяются.

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Арапова М. М., Волегова И. П. Учебные задания по высшей математике для студентов первого курса – М.: Изд-во МСХА, 2004.
2. Демина Т.Ю., Иванцова Н.Н., Неискашова Е.В. Высшая математика. Индивидуальные задания – М.: Изд-во РГАУ–МСХА, 2008.
3. Демина Т.Ю., Неискашова Е.В. – Математика: Сборник задач. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013
4. Демина Т.Ю., Иванцова Н.Н., Неискашова Е.В. Высшая математика. Индивидуальные задания – М.: Изд-во РГАУ–МСХА, 2008

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Интернет-ресурсы

1. <http://www.matmsuee.narod.ru> (открытый доступ) - сайт кафедры, отделение природообустройства
2. www.fepo.i-exam.ru (открытый доступ)
3. <http://www.agroportal.ru>(открытый доступ) агропортал, информационно-поисковая система АПК
4. <http://www.cnsnb.ru/>(открытый доступ) Центральная научная сельскохозяйственная библиотека

5. <http://www.rsl.ru> (открытый доступ) Российская государственная библиотека
6. <http://www.math.ru/>(открытый доступ) - материалы по математике
7. <http://allmatematika.ru/> (открытый доступ)форум, математический сайт
8. http://www.exponenta.ru/educat/links/1_educ.asp (открытый доступ)– сайты математической и образовательной направленности: учебные материалы, тесты

8.2 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

9. <http://ru.wikipedia.org> (открытый доступ) Википедия
10. <http://www.edu.ru>(открытый доступ) Российское образование. Федеральный портал
11. <http://www.exponenta.ru/> (открытый доступ) Образовательный математический сайт.
12. <http://algebraic.ru> (открытый доступ)- математическая энциклопедия;
13. <http://mathem.h1.ru>(открытый доступ) - формулы и справочная информация по математике;
14. <http://fxyz.ru>(открытый доступ) - формулы и справочная информация по математике и физике.
15. <http://mathprofi.ru>(открытый доступ) - математические формулы и справочные материалы.
16. <http://www.yandex.ru> (открытый доступ) Яндекс
17. <http://www.google.ru> (открытый доступ) Гугл
18. <http://www.rambler.ru>(открытый доступ) Рамблер

9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

Таблица 6

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Все разделы	UNITEX Генератор вариантов контрольных работ	контролирующая	Карнаухов В.М.	2000г.
2	Раздел 2. Комбинаторика	MS Excel	обучающая		
3	Раздел 4. Теория графов	GeoGebra	обучающая		2013

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Требования к аудиториям для проведения занятий

Лекции и практические занятия проводятся в стандартно оборудованных аудиториях университета.

Таблица 7.

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, ка- бинетами, лабораториями

Наименование специальных помеще- ний и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № ауди- тории)	Оснащенность специальных помещений и по- мещений для самостоятельной работы
1	2
учебная аудитория для проведения заня- тий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского ти- па, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и про- межуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (26 уч.к., ауд.417)	Столы одностумбовые 5 шт. Стулья 11 шт. Стол ученический с лавкой на металлокаркасе 15 шт. Доска классная (меловая) 1 шт.
учебная аудитория для проведения заня- тий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского ти- па, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и про- межуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (28 уч.к., ауд.133)	Парты 32 шт. Стулья 1 шт. Доска меловая 1 шт.
учебная аудитория для проведения заня- тий семинарского типа, учебная аудито- рия для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для те- кущего контроля и промежуточной атте- стации, помещение для самостоятельной работы (12 уч.к., ауд.114)	Стол ученический с лавкой на металлокаркасе 16 шт. Доска настенная 3-элементная (меловая) 1 шт.
учебная аудитория для проведения заня- тий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского ти- па, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и про- межуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (12 уч.к., ауд.220)	Стол ученический на металлокаркасе с подстольем 30 шт. Скамья на металлокаркасе 30 шт. Доска настенная 3-элементная (меловая) 1 шт.

учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (12 уч.к., ауд.225)	Стол учебный 17 шт. Стул 24 шт. Доска меловая-магнитная зеленая 1 шт.
---	---

Имеются также читальные залы и компьютерные классы ЦНБ им Н.И.Железнова.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины необходимо систематическое посещение лекций и практических занятий, выполнение текущих домашних заданий. В случае пропуска лекции (или практического занятия) необходимо ознакомиться с этим материалом самостоятельно и в случае возникновения вопросов обратиться к преподавателю за консультацией, согласно расписанию ее проведения.

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии. Аудиторная и самостоятельная работы должны быть направлены на углубление и расширение полученных знаний, на закрепление приобретенных навыков и применение формируемых компетенций. Кроме того, рекомендуется использовать дифференцированное обучение и активные методы проверки знаний при проведении контрольных работ. Это достигается путем организации индивидуальной самостоятельной работы студентов.

При проведении промежуточной аттестации важно учесть все виды работ, оценить уровень знаний студентов по всем разделам учебной дисциплины.

Примерный перечень экзаменационных вопросов должен доводиться до студентов в начале изучения дисциплины. При необходимости он может быть уточнен не позднее, чем за месяц до начала экзаменационной сессии. На его основе составляются экзаменационные билеты, утверждаемые заведующим кафедрой.

Программу разработал:

Разработчик (и): Журавлев М.В., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины Б1.О.08 «Дискретная математика»
ОПОП ВО по направлению: 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности:
«Системы искусственного интеллекта»

Коноплиным Николаем Александровичем, доцентом кафедры физики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Дискретная математика» ОПОП ВО по направлению **09.03.03 «Прикладная информатика» направленности: «Системы искусственного интеллекта»** (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре высшей математики (разработчик – Журавлев М.В., доцент кафедры прикладной информатики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, кандидат физико-математических наук)

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Дискретная математика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 09.03.03 Прикладная информатика, компетентностно-ролевым моделям в сфере искусственного интеллекта. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 09.03.03 Прикладная информатика и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта.

4. В соответствии с учебным планом и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта, Программой за дисциплиной «Дискретная математика» закреплены 3 компетенции. Дисциплина «Дискретная математика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Дискретная математика» составляет 3 зач. ед. (108 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Дискретная математика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **09.03.03 «Прикладная информатика»** и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Дискретная математика» предполагает 2 занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **09.03.03 «Прикладная информатика»**.

10. Представленная и описанная в Программе форма *текущей* оценки знаний (контрольная работа), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой (семестр 4), что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления **09.03.03 «Прикладная информатика»**.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименований, Интернет-ресурсами – 8 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 09.03.03 Прикладная информатика и компетентностно-ролевыми моделями в сфере искусственного интеллекта.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Дискретная математика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Дискретная математика».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Дискретная математика» ОПОП ВО по направлению **09.03.03 «Прикладная информатика» направленности: «Системы искусственного интеллекта»** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Журавлевым М.В., доцентом кафедры прикладной информатики, соответствует требованиям ФГОС ВО, компетентностно-ролевых моделей в сфере искусственного интеллекта, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Коноплин Н.А.,
доцент кафедры физики
ФГБОУ ВО
«Российский государственный
аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева», к.ф.-м.н.


(подпись)

«28» августа 2025 г.