

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт экономики и управления (ИНЭУ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ С.Н. Митяков
подпись ФИО

«17» декабря 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.27 Дискретная математика

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность: Программирование и системный анализ

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра: Цифровая экономика (ЦЭ)

Кафедра разработчик ЦЭ

Объем дисциплины 324 / 9

Промежуточная аттестация: экзамен

Разработчик: Петрухин Р.А., старший преподаватель

Нижний Новгород, 2024

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.02. Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 10.01.2018 года № 9 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 28.05.2024 № 17

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 25.04.2024 № 2

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор _____ С.Н. Митяков
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭУ, Протокол от 17.09.2024 № 6

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 01.03.02-п-27

Начальник МО _____ / _____ /

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	7
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда	18
6.2. Справочно-библиографическая литература	18
6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	19
7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)	19
7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	20
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	21
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	21
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	21
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа	22
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях	22
10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающегося	22
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ	23
11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме зачета с оценкой...	23
11.3. Типовые задания для текущего контроля	23
ПРИЛОЖЕНИЕ	26
Лист актуализации	26

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины являются:

Целью освоения дисциплины является способность применять и модифицировать математические модели, собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований в области дискретной математики для решения задач в области профессиональной деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

решать оптимизационные задачи, возникающие на изучаемых дискретных структурах, пользоваться алгоритмами и методами минимизации булевых функций, основными алгоритмами поиска и сортировки, использовать математические пакеты прикладных программ для моделирования дискретных математических объектов и анализа экспериментальных данных. Владеть теоретико-множественным подходом к решению практических задач в научной и инженерной областях, методами математической логики, комбинаторного анализа.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.Б27 «Дискретная математика» включена в обязательный перечень дисциплин вариативной части образовательной программы. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: математика и информатика в объёме курса средней школы.

Дисциплина «Дискретная математика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: математический анализ, специальные главы математического анализа, комплексный анализ, функциональный анализ, дифференциальные уравнения.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин высшая алгебра, теория вероятностей и математическая статистика, комплексный анализ, функциональный анализ, и при выполнении выпускной квалификационной работы.

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. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих общепрофессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика:

ОПК-1 способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;

ОПК-3 способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1								
Математический анализ	*	*	*					
Алгебра и геометрия	*	*						
Физика		*	*					
Комплексный анализ				*				
Специальные главы математического анализа	*	*	*					
Высшая алгебра				*				
Теория вероятностей и математическая статистика					*	*		
Дискретная математика	*	*						
Подготовка и сдача государственного экзамена								*
Выполнение и защита ВКР								*
ОПК-3								
Функциональный анализ					*			
Дифференциальные уравнения			*					
Дискретная математика	*	*						
Подготовка и сдача государственного экзамена								*
Выполнение и защита ВКР								*

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

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1 Способен применять методы системного анализа и синтеза для решения прикладных задач	ИОПК-1.1. Обладает фундаментальными математическими знаниями для решения профессиональных задач	Знать: - основные определения, основные операции с дискретными математическими объектами, к которым относятся множества, графы, логические функции и комбинаторные модели, основные правила применения этих операций, алгоритмы решения общих проблем дискретной математики.	Уметь: - решать оптимизационные задачи, возникающие на изучаемых дискретных структурах, пользоваться алгоритмами и методами минимизации булевых функций, основными алгоритмами поиска и сортировки, использовать математические пакеты прикладных программ для моделирования дискретных математических объектов и анализа экспериментальных данных.	Владеть: - теоретико-множественным подходом к решению практических задач в научной и инженерной областях, методами математической логики, комбинаторного анализа и теории графов.	Типовые задания к практическим занятиям., контрольным работам. Вопросы для письменного опроса. Учебно-методическое обеспечение курса.	Перечень экзаменационных заданий и вопросов. Вопросы для письменного опроса. Сборник задач по дисциплине

<p>ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>ИОПК-3.1. Обладает знаниями современных математических моделей в области профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: - в каких научных, производственных и социально-общественных сферах деятельности возникают прикладные задачи, связанные с современными дискретными моделями.</p>	<p>Уметь: - строить логически выверенные рассуждения; пользоваться методами дискретного моделирования (в частности, теории бинарных отношений, теории графов, методами комбинаторики) для формализации и решения прикладных задач.</p>	<p>Владеть: - навыками решения задач дискретного моделирования; навыками самостоятельной работы и умения находить и перерабатывать дополнительную информацию в данной предметной области.</p>	<p>Типовые задания к практическим занятиям., контрольным работам. Вопросы для письменного опроса. Учебно-методическое обеспечение курса.</p>	<p>Перечень экзаменационных заданий и вопросов. Вопросы для письменного опроса. Сборник задач по дисциплине</p>
---	--	---	---	--	--	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зач.ед. 324 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		1 сем	2 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	324	162	162
1. Контактная работа:	110	55	55
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	102	51	51
занятия лекционного типа (Л)	34	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	68	34	34
лабораторные работы (ЛР)			
1.2. Внеаудиторная, в том числе	8	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	8	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	115	53	62
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	115	53	62
Подготовка к зачёту (контроль)	99	54	45

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
1 семестр								
ОПК-1, ОПК-3	Раздел 1. Теория множеств							
	Тема 1.1. Начальные понятия теории множеств. Понятие множества, подмножества, множества всех подмножеств. Способы задания множеств. Операции над множествами. Алгебра множеств.	2		4	6	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.1.1] и практическим занятиям учебного пособия [6.2.4]	Рабочая тетрадь	
	Тема 1.2. Бесконечные множества и их свойства. Сравнение бесконечных множеств и их эквивалентность. Счетные множества. Множества континуума. Другие бесконечные множества. Мощность	2		4	7	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.2.1] и практическим занятиям учебного пособия [6.2.4]	Творческие задания Подготовка к практическим занятиям по вопросам раздела 1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)			
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия				
	бесконечных множеств. Алгебра мощностей							
	Тема 1.3. Связи между элементами множеств. Отображения множеств (функции, вектор - функции, функционалы, операторы). Отношения множеств (бинарные, тернарные, n – арные). Операции над бинарными отношениями. Свойства однородных бинарных отношений (рефлексивность, симметричность, транзитивность, антисимметричность)	2		4	7	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.1.2], самостоятельной работе учебного пособия [6.2.4]	Коллоквиум	
	Тема 1.4. Приложения бинарных отношений. Задача разбиения элементов множеств на классы. Задача упорядочения элементов множеств	2		4	7	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.1.2], самостоятельной работе учебного пособия [6.2.4]	Контрольная работа	
	Итого по 1 разделу	8		16	27			

ОПК-1, ОПК-3	Раздел 2. Математическая логика						
	Тема 2.1. Введение. Краткая историческая справка о развитии логики как науки. Логика высказываний и логика предикатов.	1			4	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.2.4]	индивидуальные задания по темам курса
	Тема 2.2. Начальные понятия и определения логики высказываний. Определение логической функции. Представления логической функции (представление). Число двоичных наборов и число логических функций, зависящих от n аргументов. Элементарные логические функции. Алгебра логических функций.	1		2	4	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.1.2], практическим занятиям учебного пособия [6.2.4] и самостоятельной работе учебного пособия [6.1.2]	Собеседование (по темам пройденных разделов, по вопросам экзаменационных билетов)
	Тема 2.3. Переходы между различными представлениями логической функции (таблица, формула, графическое представление). ДНФ, КНФ, ДСНФ, КСНФ, полиномиальное представление, полином Жегалкина. Правила перехода от одного представления логической функции к другому.	2		4	4	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.2.4] и самостоятельной работе учебного пособия [6.2.4]	Творческие задания (по темам индивидуальных творческих заданий)
	Тема 2.4. Основные классы логических	1		4	4	Подготовка к коллоквиуму [6.2.4]	Публичное выступление,

	функций. Полные системы логических функций. Теорема Поста-Яблонского.						сообщение полученных результатов	
	Тема 2.5. Минимизация логических функций. Метод неопределенных коэффициентов. Метод Квайна – МакКласки.	2		4	4	Подготовка к практическим занятиям учебного пособия [6.2.4]	Коллоквиум (вопросы по темам раздела)	
	Тема 2.6. Начальные понятия и определения логики предикатов. Определение n – местного предиката. Операции над предикатами. Кванторы существования и всеобщности.	2		4	6		Контрольная работа	
	Итого по 2 разделу	9		18	26			
	ИТОГО ЗА 1 СЕМЕСТР	17		34	53			
2 семестр								
ОПК-1, ОПК-3	Раздел 3. Комбинаторика							
	Тема 3.1. Основные понятия комбинаторики. Правила суммы и произведения в комбинаторике. Определения g - перестановки и g – сочетания из n элементов. Спецификация элементов, из которых осуществляется выборка.	2		4	5	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.2.1]	Изучение теоретического материала (по конспекту лекций); Подготовка к практическим занятиям по вопросам раздела 3	
	Тема 3.2. Перестановки при различных спецификациях	2		4	6	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.2.1], практическим занятиям	Творческие задания Подготовка к практическим	

	элементов.					учебного пособия [6.2.3]	занятиям по вопросам раздела 3
	Тема 3.3. Сочетания при различных спецификациях элементов.	2		2	5	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.2.1] и самостоятельной работе учебного пособия [6.2.3]	Творческие задания Подготовка к практическим занятиям по вопросам раздела 3
	Тема 3.4. Производящие функции для сочетаний при различных спецификациях	1		2	5	Подготовка к коллоквиуму [6.2.1]	Творческие задания Подготовка к практическим занятиям по вопросам раздела 3
	Тема 3.5. Производящие функции для перестановок при различных спецификациях.	1		4	5	Подготовка к практическим занятиям учебного пособия [6.2.3]	Коллоквиум (вопросы по темам раздела)
	Тема 3.6. Принцип включений и исключений в комбинаторике.	2		4	6	Подготовка к коллоквиуму	Контрольная работа
	Итого по 3 разделу	10		20	32		
ОПК-1, ОПК-3	Раздел 4. Теория графов						
	Тема 4.1. Начальные понятия и определения теории графов. Определение графа. Изоморфизм графов и их представление рисунками. Ориентированные и неориентированные графы, мультиграфы. Плоские и полные графы. Локальная степень вершин графа. Операции над графами. Бинарные отношения и	2		2	6	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.1.1]	Изучение теоретического материала (по конспекту лекций); Подготовка к практическим занятиям по вопросам раздела 4

	графы. Описание графов матрицами.							
	Тема 4.2. Связность графа. Маршруты, цепи и циклы в графах. Определение связности в ориентированном и неориентированном графе. Общие теоремы относительно связности и сильной связности в графах.	1		2	6	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.1.2], практическим занятиям учебного пособия [6.2]		
	Тема 4.3. Деревья в графе. Определение дерева и покрывающего дерева. Алгоритмы построения: минимального и максимального покрывающего дерева; дерева кратчайших и дерева длиннейших расстояний.	2		2	6	Подготовка к лекциям учебного пособия [6.2.1] и самостоятельной работе учебного пособия [6.2.3]	Творческие задания (по темам индивидуальных творческих заданий)	
	Тема 4.4. Циклы в графе. Определение эйлерова и гамильтонова циклов, их свойства и условия их существования. Алгоритмы нахождения эйлеровых циклов в ориентированных и неориентированных графах. Алгоритмы нахождения гамильтоновых циклов (метод ветвей и границ, метод последовательного улучшения решения).	1		4	6	Подготовка к коллоквиуму [6.2.1]	Коллоквиум (вопросы по темам раздела)	
	Тема 4.5. Задача о раскраске графа.	1		4	6	Подготовка к практическим занятиям учебного пособия	Контрольная работа	

						[6.2.4]		
	Итого по 4 разделу	7		14	30			
	ИТОГО ЗА 2 СЕМЕСТР	17		34	62			
	ИТОГО по дисциплине	34		68	115			

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

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, контрольные работы.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая и традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по пятибалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Типовые задания для текущего контроля усвоения знаний, умений и навыков представлены в оценочных материалах по дисциплине «Дискретная математика», которые хранятся на кафедре «Цифровая экономика».

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5 При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения практических работ

Шкала оценивания	Экзамен
$40 < R \leq 50$	Отлично
$30 < R \leq 40$	Хорошо
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Обладает фундаментальными математическими знаниями для решения профессиональных задач	Не способен сформулировать основные определения; не знает основные операции и их свойства; не способен решать задачи.	Испытывает затруднения при выполнении преобразований и вычислений при выполнении операций с дискретными математическими объектами	Знает основные определения, может производить операции с дискретными математическими объектами. Способен к применению методов дискретной математики при эпизодической консультационной поддержке	Знает основные определения, может производить операции с дискретными математическими объектами. В ответах наблюдается чёткое формулирование формулирование вопросов. Способен самостоятельно решать прикладные задачи, возникающие при решении научных и производственных проблем.
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ИОПК-3.1. Обладает знаниями современных математических моделей в области профессиональной деятельности	Не способен проводить соответствующие преобразования и вычисления при выполнении операций с дискретными математическими объектами	Испытывает затруднения при выполнении некоторых заданий, нуждается в постоянном консультировании	Способен к применению методов дискретной математики при эпизодической консультационной поддержке. Способен использовать методы дискретной математики. Однако, имеются отдельные неточности в формулировках, решение задач не носит исчерпывающего характера.	Знает основные определения, может производить операции с дискретными математическими объектами. Способен самостоятельно решать прикладные задачи, возникающие при решении научных и производственных проблем.

Таблица 7 – Критерии оценивания

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.
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.
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.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Дискретная математика: Учеб. пособие / А. А. Куркин, Ю. М. Максимов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород: [Б.и.], 2013. - 145 с.: ил. -Библиогр.: с.144. - ISBN 978-5-502-00155-7: 106-27.

6.1.2 Дискретная математика: Комплекс учебно-метод. материалов / А. В. Чернов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород: [Б.и.], 2014. - 138 с.: ил. -Терминологический указ.: с.133-137. - Библиогр.: с.138. - ISBN 978-5-502-00413-8: 93.

6.2 Справочно-библиографическая литература

6.2.1 Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы: Учеб. пособие / М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. - 363 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Предм. указ.: с.355-359. - Библиогр.: с.351-354. - ISBN 978-5-8114-1068-2: 404-91.

6.2.2. Основы дискретной математики: Метод. разработка для студ. дневной, веч. и заочной формы обучения для всех спец. / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Каф."Прикл. математика"; Сост.: Т.В. Моругина, С.А. Гарнаева, О.И. Чайкина; Науч. ред. А.А. Куркин. - Н. Новгород: [Б.и.], 2014. - 55 с.: ил. - Библиогр.: с.55.

6.2.3. Комбинаторный анализ: Метод. указ. к практ. занятиям по курсу "Дискретная математика" для студ. спец.230102, 230201 дневной и очно-заочной форм обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Каф. "Информатика и системы упр."; Сост.: Степаненко М.А., Бушуева М.Е.; Науч. ред. Ю.С. Бажанов. - Н. Новгород: [Б.и.], 2010. - 16 с.: ил. - Библиогр.: с.15.

6.2.4. Задания для расчетно-графических работ по дискретной математике : Метод. указания для студ. направления подгот.231300 - "Прикл. математика" дневной формы обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Держ. политехн. ин-т (фил.), Каф."Прикл.

математика и информатика"; Сост.: И.Ю. Харитоновна, Н.М. Богословская, С.И. Вдовин. - Н. Новгород: [Б.и.], 2012. - 24 с. - Библиогр.: с.24

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Дискретная математика» находятся на кафедре «Цифровая экономика».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Дискретная математика».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Дискретная математика».

6.3.3. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Дискретная математика».

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
7. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
8. Научно-техническая библиотека НГТУ <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>. Электронные библиотечные системы. Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru/>.
9. Электронный каталог периодических изданий <http://library.nntu.nnov.ru/>
10. Гости Нормы, правила, стандарты и законодательство России <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

На сайте НГТУ размещены в формате PDF материалы, разработанные по курсу «Дискретная математика».

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- специализированная аудитория 3214 с проектором и доступом в Интернет для проведения лекций, семинаров, самостоятельной работы и презентаций.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- разбор конкретных ситуаций.

При преподавании дисциплины «Дискретная математика», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется лично-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Контур.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

Методические указания для занятий лекционного типа, по освоению дисциплины на практических занятиях и по самостоятельной работе находятся в оценочных материалах по дисциплине «Дискретная математика», которые хранятся на кафедре «Цифровая экономика».

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой

литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «Цифровая экономика».

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- обсуждение теоретических вопросов (коллоквиум, дискуссия);
- решение ситуационных задач;
- тестирование,
- экзамен.

Типовые задания по каждому виду текущего контроля представлены в оценочных материалах по дисциплине «Дискретная математика», которые хранятся на кафедре «Цифровая экономика».

11.1. Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям (темы сообщений)

- Что такое спецификация элементов множества, из которого осуществляется выборка элементов?
- Число перестановок, когда выборка осуществляется из n различных элементов.
- Число перестановок в случае, когда выборка осуществляется из множества, состоящего из n элементов. При этом, 1 элемент принадлежит первому типу, 2 элемента - второму, 1- ому типу.
- Число сочетаний в случае, когда выборка осуществляется из n различных элементов.
- Напишите производящую функцию для простых сочетаний.
- Напишите производящую функцию для простых перестановок.
- Напишите формулу включений и исключений.

11.2. Типовые вопросы (задания) для устного опроса

В ходе подготовки к промежуточному контролю обучающимся предоставляется возможность пройти тест самопроверки. Тест для самопроверки по дисциплине размещен в СДО Moodle / eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ в свободном для студентов доступе.

11.3. Типовые темы индивидуальных творческих заданий.

1. Какие способы описания графов матрицами Вы знаете.
2. Как строится матрица смежности вершин?
3. Как строится матрица смежности ребер?
4. Как строится матрица инцидентности?

11.4. Типовые задания для контрольной работы.

Пример контрольной работы по разделу: «Математическая логика»

1. Доказать, что $A \cup B = B \cap A \rightarrow A = B$.
2. С помощью эквивалентных преобразований привести формулу к ДНФ, КНФ; привести к СДНФ, СКНФ, с помощью аналитического способа и табличного способа. Проверить линейность булевой функции, заданной этой формулой, с помощью полинома Жегалкина и методом неопределённых коэффициентов.
 $(X \oplus Y) \leftrightarrow (X \oplus Z)$
3. Найти формулы ПНФ и ССФ, выполнить унификацию атомов дизъюнктов.
 - 1) $\forall x(A(x) \rightarrow (B(x) \rightarrow \forall y((C(y) \rightarrow A(x)) \rightarrow (C(y) \rightarrow B(x))))$
 - 2) $\exists x(A(x) \rightarrow B(z)) \rightarrow \exists y(C(y) \vee A(x)) \rightarrow \forall z(C(y) \vee B(z))$
4. Доказать, что объединение (пересечение) двух функций f_1 и f_2 из A в B является функцией из A в B тогда и только тогда, когда $f_1 = f_2$.
5. Какие из утверждений верны для всех A, B и C ?
 - 1) Если $A \in B$ и $B \in C$, то $A \in C$;
 - 2) Если $A \subseteq B$ и $B \in C$, то $A \in C$;
 - 3) Если $A \cap B \subseteq C$ и $A \cup C \subseteq B$, то $A \cap C = \emptyset$;
 - 4) Если $A = B$ и $B \in C$, то $A \in C$;
 - 5) Если $A \subseteq (B \cup C)$ и $B \subseteq (A \cup C)$, то $B = \emptyset$.
6. Сколько можно построить функций со значениями на множестве из m элементов, если функции зависят от n переменных x_1, \dots, x_n , где x_i может принимать одно из k_i значений?

11.5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине.

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен

Перечень вопросов и заданий к экзамену:

1. Понятие о математической логике. Логика высказываний и логика предикатов.
2. Определения двоичного набора и логической функции. Область определения и значения логических функций, существенные и фиктивные переменные.
3. Число логических функций, зависящих от n аргументов. Элементарные логические функции. Логические формулы. Алгебра логических функций.
4. Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы. Булева алгебра и теория множеств.
5. Основные классы логических функций. Функционально полная система логических функций.
6. Теория Поста-Яблонского. Понятие о минимальной логической функции.
7. Алгоритмы минимизации логической функции. Схемы из логических элементов. Синтез логических схем.

8. Определение предиката. Операции над предикатами, кванторы существования и всеобщности. Формулы логики предикатов.
9. Правила суммы и произведения.
10. Сочетания из n элементов при различных спецификациях. Перестановки из n элементов при различных спецификациях.
11. Производящие функции для сочетаний и перестановок. Примеры использования производящих функций для получения комбинаторных формул.
12. Размещения и занятость. Циклы перестановок. Цикловые классы.
13. Принципы включений и исключений в комбинаторике.
14. Понятие о графе и основные определения теории графов.
15. Бинарные отношения и графы. Операции над графами.
16. Матрицы графов. Отношение связности в графе.
17. Эйлеров цикл и критерий его существования. Алгоритм нахождения эйлерова цикла.
18. Гамильтонов цикл и его свойства. Алгоритм нахождения оптимального Гамильтонова цикла.
19. Деревья и основные формулы подсчета числа покрывающих деревьев
20. Алгоритмы нахождения минимального и максимального покрывающего дерева в неориентированном и ориентированном графе. Задача о дереве кратчайших расстояний и алгоритм ее решения.
21. Задача о раскраске графа. Хроматическое число. Функция Грани.
22. Интуитивное понятие алгоритма. Проблема слов в ассоциативном исчислении.
23. Нормальный алгоритм Маркова. Сведение любого алгоритма к численному алгоритму (геделизация).
24. Элементарные функции. Примитивно-рекурсивные функции. Общерекурсивные функции. Тезис Черча.
25. Описание и примеры машин Тьюринга. Композиция машин Тьюринга. Вычисления на машинах Тьюринга.

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме устного экзамена лежит на кафедре «Цифровая экономика»

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИНЭУ

“ _____ ” _____ 20__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
Б1.Б.27 «Дискретная математика»
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров

Направление: 01.03.02 Прикладная математика и информатика»

Направленность: «Программирование и системный анализ»

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2024

Курс 1

Семестр 1,2

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

- 1)
- 2)
- 3)

Разработчик (и): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание) «__» _____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ЦЭ
_____ протокол № _____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

С.Н. Митяков

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ЦЭ _____ «__» _____ 20__ г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 20__ г.