

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра экономической информатики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФБ
д.э.н. Хайруллина М. В.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Дискретная математика

Образовательная программа: 38.03.05 Бизнес-информатика, профиль: Электронный бизнес

Курс: 1, семестр : 2

Факультет бизнеса,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	81
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	20
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	99
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	контр.
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 38.03.05 Бизнес-информатика

ФГОС введен в действие приказом №1002 от 11.08.2016 г. , дата утверждения: 26.08.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 38.03.05 Бизнес-информатика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭИ, протокол заседания кафедры №8 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета бизнеса, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.ф-м.н. Гусев С. А.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.э.н. Мамонов В. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Мамонов В. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОК.7 способность к самоорганизации и самообразованию; в части следующих результатов обучения:	
32. знать основные характеристики интеллектуального, творческого и профессионального потенциала личности	
у1. умеет адекватно оценивать собственный образовательный уровень, свои возможности, способности и уровень собственного профессионализма	
Компетенция ФГОС: ПК.17 способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования; в части следующих результатов обучения:	
31. знать основные понятия теории множеств, математической логики, комбинаторики и теории графов	
у1. уметь применять основные понятия дискретной математики в профессиональной деятельности	
Компетенция ФГОС: ПК.18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; в части следующих результатов обучения:	
36. знать методы дискретной математики и особенности их применения для решения прикладных задач	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Дискретная математика	
ПК.18.36 знать методы дискретной математики и особенности их применения для решения прикладных задач	
1. об основных понятиях и методах дискретной математики и об ее приложениях теории в информатике, программировании, вычислительной технике;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.17.31 знать основные понятия теории множеств, математической логики, комбинаторики и теории графов	
2. основные положения теории множеств (множество, элементы множества, операции над множествами, отношения и функции);	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
3. элементы алгебры логики: понятия логической функции и операций, основные законы алгебры логики, способы представления логических функций, понятие полноты логических функций; элементы логических исчислений.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
4. основные комбинаторные конфигурации, их отличие и сходство, основные законы комбинаторики, правила подсчета комбинаторных конфигураций	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.18.36 знать методы дискретной математики и особенности их применения для решения прикладных задач	
5. элементы теории графов: определение графа на основе уже известных понятий теории множеств, типы графов, способы представления графов, бинарные операции над графами.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОК.7.у1 умеет адекватно оценивать собственный образовательный уровень, свои возможности, способности и уровень собственного профессионализма	
6. проводить доказательства известных тождеств теории множеств, решать системы уравнений относительно множеств; исследовать и доказывать свойства бинарных отношений; исследовать свойства функций и доказывать некоторые тождества для них; выявлять виды специальных бинарных отношений и исследовать (доказывать существование) их основных свойств (рефлексивность, транзитивность и т.д.);	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

ПК.17.31 знать основные понятия теории множеств, математической логики, комбинаторики и теории графов	
7.строить таблицы истинности логических функций, различными способами находить существенные и фиктивные переменные; строить двойственные функции к исходным; осуществлять эквивалентные преобразования; приводить логические функции к специальным видам (например, минимизировать);	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.17.y1 уметь применять основные понятия дискретной математики в профессиональной деятельности	
8.при решении комбинаторных задач по формулировке конкретной задачи идентифицировать ситуацию, применив для решения основные законы комбинаторики, способы подсчета числа расстановок, круги Эйлера и т.д.;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
9.проводить бинарные операции над графами, строить матрицы инцидентий и смежности;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.17.31 знать основные понятия теории множеств, математической логики, комбинаторики и теории графов	
10.в осуществлении основных операций над множествами, решении систем уравнений, исследовании бинарных отношений, в том числе специальных;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
11.в построении таблиц истинности логических функций, в проведении эквивалентных преобразований и доказательстве эквивалентности формул, построении двойственных функций, построении СКНФ и СДНФ, минимизации булевых функций;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
12.в распознавании типов комбинаторных расстановок, применении известных формул подсчета их количества, формул включения и исключения, кругов Эйлера;	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.18.36 знать методы дискретной математики и особенности их применения для решения прикладных задач	
13.в построении матриц инцидентий и смежности графа, осуществлении операций над графами.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОК.7.32 знать основные характеристики интеллектуального, творческого и профессионального потенциала личности	
14.знать особенности профессионального развития личности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОК.7.y1 умеет адекватно оценивать собственный образовательный уровень, свои возможности, способности и уровень собственного профессионализма	
15.умеет адекватно оценивать собственный образовательный уровень, свои возможности, способности и уровень собственного профессионализма	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Множества, операции над множествами				
1. Определение множества, элемента множества, подмножества, способы задания множества. Операции объединения, пересечения, разности, дополнения. Свойства операций над множествами.	2	2	1, 10, 2, 6	пределение множества, элемента множества, подмножества, способы задания множества. Операции объединения, пересечения, разности, дополнения. Свойства операций над множествами.

2. Прямые произведения множеств. Определение прямого произведения. Примеры. Теорема о мощности множества, образованного декартовым произведением n множеств.	1	2	1, 10, 2, 6	Прямые произведения множеств. Определение прямого произведения. Примеры. Теорема о мощности множества, образованного декартовым произведением n множеств.
Дидактическая единица: Отношения				
3. Отношения и функции. Понятие отношения. Обратное отношение. Образ и прообраз множества A . Область определения и область значения бинарного отношения R . Композиция отношений. Определение функции. Понятие обратной функции. Типы функций: сюръективная, инъективная, биективная.	1	2	1, 10, 2, 6	Отношения и функции. Понятие отношения. Обратное отношение. Образ и прообраз множества A . Область определения и область значения бинарного отношения R . Композиция отношений. Определение функции. Понятие обратной функции. Типы функций: сюръективная, инъективная, биективная.
4. Взаимнооднозначные соответствия и мощности множеств. Теоремы и мощности множеств, между которыми существует взаимнооднозначное соответствие, о количестве подмножеств конечного множества. Понятия равномощных множеств, счетных множеств. Теорема Кантора.	1	2	1, 10, 2, 6	Взаимнооднозначные соответствия и мощности множеств. Теоремы и мощности множеств, между которыми существует взаимнооднозначное соответствие, о количестве подмножеств конечного множества. Понятия равномощных множеств, счетных множеств. Теорема Кантора.
5. Специальные бинарные отношения, свойства бинарных отношений: рефлексивность, антирефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность, антитранзитивность. Отношение эквивалентности. Понятие предпорядка на множестве A , частичного порядка, линейного порядка. Понятия наибольшего и наименьшего элемента частично упорядоченного множества.	1	2	1, 10, 2, 6	Специальные бинарные отношения, свойства бинарных отношений: рефлексивность, антирефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность, антитранзитивность. Отношение эквивалентности. Понятие предпорядка на множестве A , частичного порядка, линейного порядка. Понятия наибольшего и наименьшего элемента частично упорядоченного множества.
Дидактическая единица: Логические функции				

6. Алгебра логики, логические функции. Определение логической функции. Область определения и область значений логической функции. Таблица истинности логической функции. Виды логической функции одной и двух переменных. Понятие суперпозиции n функций, формулы. Глубина формулы. Представление логических функций различными формулами. Эквивалентные преобразования. Существенные и фиктивные переменные. Двойственные функции.	2	3	1, 11, 3, 7	Алгебра логики, логические функции. Определение логической функции. Область определения и область значений логической функции. Таблица истинности логической функции. Виды логической функции одной и двух переменных. Понятие суперпозиции n функций, формулы. Глубина формулы. Представление логических функций различными формулами. Эквивалентные преобразования. Существенные и фиктивные переменные. Двойственные функции.
Дидактическая единица: Булева алгебра				
7. Булева алгебра логических функций и эквивалентные преобразования в ней. Определение булевой алгебры функций. Основные свойства (аксиомы) булевых операций: ассоциативность, коммутативность, дистрибутивность, правила де Моргана и т.д. Правила подстановки и замены.	1	2	1, 11, 3, 7	Булева алгебра логических функций и эквивалентные преобразования в ней. Определение булевой алгебры функций. Основные свойства (аксиомы) булевых операций: ассоциативность, коммутативность, дистрибутивность, правила де Моргана и т.д. Правила подстановки и замены.
8. Совершенные нормальные формы. Понятия конъюнктив нуля и единицы. Определения совершенной дизъюнктивной нормальной формы (СДНФ) и совершенной конъюнктивной нормальной формы (СКНФ). Составление СДНФ и СКНФ по таблицам истинности. Приведение к СДНФ. Понятие дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ). Построение ДНФ с помощью эквивалентных преобразований. Переход от конъюнктивной нормальной формы (КНФ) к ДНФ. Правило "расщепления" для перехода от ДНФ к СДНФ. Приведение к СКНФ. Понятие КНФ. Построение КНФ с помощью эквивалентных преобразований, переход от ДНФ к КНФ.	1	3	1, 11, 3, 7	Совершенные нормальные формы. Понятия конъюнктив нуля и единицы. Определения совершенной дизъюнктивной нормальной формы (СДНФ) и совершенной конъюнктивной нормальной формы (СКНФ). Составление СДНФ и СКНФ по таблицам истинности. Приведение к СДНФ. Понятие дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ). Построение ДНФ с помощью эквивалентных преобразований. Переход от конъюнктивной нормальной формы (КНФ) к ДНФ. Правило "расщепления" для перехода от ДНФ к СДНФ. Приведение к СКНФ. Понятие КНФ. Построение КНФ с помощью эквивалентных преобразований, переход от ДНФ к КНФ.

9. Минимизация логических функций. Теорема о возможности и однозначности представления логических функций в виде сокращенной дизъюнктивной (конъюнктивной) нормальной формы. Понятие импликанты. Тупиковые ДНФ. Понятие минимальной ДНФ (МДНФ). Графический способ построение МДНФ.	1	2	1, 11, 14, 3, 7	Минимизация логических функций. Теорема о возможности и однозначности представления логических функций в виде сокращенной дизъюнктивной (конъюнктивной) нормальной формы. Понятие импликанты. Тупиковые ДНФ. Понятие минимальной ДНФ (МДНФ). Графический способ построение МДНФ.
Дидактическая единица: Полнота системы логических функций				
10. Полнота системы логических функций. Понятие полной системы логических функций. Определение классов Поста. Теорема Жегалкина. Теорема Поста. Определение базиса.	2	2	1, 11, 3, 7	Полнота системы логических функций. Понятие полной системы логических функций. Определение классов Поста. Теорема Жегалкина. Теорема Поста. Определение базиса.
Дидактическая единица: Предикаты				
11. Элементы исчисления высказываний и предикатов: алфавит, система аксиом, правила вывода. Примеры.	1	2	1, 11, 14, 3, 7	Элементы исчисления высказываний и предикатов: алфавит, система аксиом, правила вывода. Примеры.
Дидактическая единица: Общие правила комбинаторики				
12. Общие правила комбинаторики. Формула включений и исключений. Правила суммы и произведения. Примеры решения задач. Круги Эйлера. Типы расстановок.	1	2	1, 12, 4, 8	Общие правила комбинаторики. Формула включений и исключений. Правила суммы и произведения. Примеры решения задач. Круги Эйлера. Типы расстановок.
Дидактическая единица: Размещения				
13. Размещения с повторениями и без них. Основные признаки расстановки типа "размещения с повторениями". Теорема о количестве таких расстановок. Основные признаки "размещения без повторений". Теорема о подсчете числа расстановок указанного типа.	0	1	1, 12, 4, 8	Размещения с повторениями и без них. Основные признаки расстановки типа "размещения с повторениями". Теорема о количестве таких расстановок. Основные признаки "размещения без повторений". Теорема о подсчете числа расстановок указанного типа.
14. Перестановки с повторениями и без них. Основные признаки перестановок без повторений. Теорема о подсчете числа расстановок указанного типа. Перестановки с повторениями. Теорема о подсчете количества таких перестановок.	0	2	1, 12, 4, 8	Перестановки с повторениями и без них. Основные признаки перестановок без повторений. Теорема о подсчете числа расстановок указанного типа. Перестановки с повторениями. Теорема о подсчете количества таких перестановок.
Дидактическая единица: Сочетания				

15. Сочетания с повторениями и без них. Основные признаки сочетаний без повторений. Теорема о подсчете количества таких сочетаний. Основные признаки сочетаний с повторениями. Теорема о подсчете количества сочетаний с повторениями. Основные свойства сочетаний.	1	1	1, 12, 4, 8	Сочетания с повторениями и без них. Основные признаки сочетаний без повторений. Теорема о подсчете количества таких сочетаний. Основные признаки сочетаний с повторениями. Теорема о подсчете количества сочетаний с повторениями. Основные свойства сочетаний.
Дидактическая единица: Производящие функции				
16. Производящие функции и их практическое применение.	0	1	1	Производящие функции и действия над ними, примеры, доказательство некоторых тождеств.
Дидактическая единица: Основные понятия теории графов				
17. Элементы теории графов. Основные определения, типы графов. Определение графа, вершины, ребра (дуги, петли, звена), отношение инцидентности, степень вершины. Основные типы графов (орграф, неорграф, униграф, мультиграф, полный граф). Маршруты, цепи, циклы. Связность. Граф типа "дерево", остов, разрез.	2	2	1, 14, 5, 9	Элементы теории графов. Основные определения, типы графов. Определение графа, вершины, ребра (дуги, петли, звена), отношение инцидентности, степень вершины. Основные типы графов (орграф, неорграф, униграф, мультиграф, полный граф). Маршруты, цепи, циклы. Связность. Граф типа "дерево", остов, разрез.
Дидактическая единица: Матричные представления графов				
18. Способы задания графов. Матрица инцидентности для ориентированного и неориентированного графа. Список ребер. Матрица смежности для ориентированного и неориентированного графа.	1	1	1, 13, 5, 9	Способы задания графов. Матрица инцидентности для ориентированного и неориентированного графа. Список ребер. Матрица смежности для ориентированного и неориентированного графа.
Дидактическая единица: Операции над графами				
19. Бинарные операции над графами. Примеры.	1	1	1, 13, 5, 9	Бинарные операции над графами. Примеры.
Дидактическая единица: Определение оптимального пути в ориентированном взвешенном графе				
20. Применение динамического программирования для определения оптимального пути в ориентированном взвешенном графе	0	1	1, 14, 5	Изучение метода динамического программирования для определения оптимальных путей в ориентированных взвешенных графах

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Множества, операции над множествами				

1. Операции над множествами. Доказательство известных тождеств.	0	2,5	1, 10, 15, 2, 6	Решая задачи, студенты усваивают определения операций над множествами и их свойства.
2. Операции над множествами. Решение систем уравнений. Прямые произведения множеств.	0	2,5	1, 10, 15, 2, 6	Студенты закрепляют навыки, полученные на предыдущем занятии. Учатся решать системы уравнений для множеств. Проводят доказательство тождеств, в которых присутствуют прямые произведения множеств.
Дидактическая единица: Отношения				
3. Отношения и функции	0	2	1, 10, 15, 2, 6	решая задачи, студенты используют такие понятия, как отношения и функции, область определения и область значений бинарного отношения и функции, обратное отношение, суперпозиция отношений и функций
4. Отношения и функции. Взаимнооднозначные соответствия и мощности множеств.	0	2,5	1, 10, 14, 15, 2, 6	Решение задач по теме "Отношения и функции", в том числе и задач, в которых требуется установить взаимнооднозначное соответствие между множествами или определить мощность множества.
5. Специальные бинарные отношения	0	2,5	1, 10, 14, 15, 2, 6	решение задач на построение бинарного отношения с заданными свойствами, определение типа бинарного отношения.
Дидактическая единица: Логические функции				
6. Таблицы истинности.	0	2	1, 11, 15, 3, 7	Построение таблиц истинности. Определение существенных и фиктивных переменных и установление эквивалентности формул с использованием таблиц истинности.
7. Эквивалентные преобразования.	0	2	1, 11, 15, 3, 7	Доказательство эквивалентности формул с помощью эквивалентных преобразований. Приведение логической функции к булевой формуле. Нахождение двойственных функций с использованием определения двойственности и принципа двойственности.
Дидактическая единица: Булева алгебра				

8. Совершенные ДНФ и КНФ.	0	2	1, 11, 15, 3, 7	Приведение логической функции к ДНФ, КНФ. Построение СДНФ, СКНФ с использованием таблиц истинности и эквивалентных преобразований..
9. Минимизация булевых функций.	0	2	1, 11, 14, 15, 3, 7	построение сокращенной ДНФ с помощью карты Карно и алгоритма Квайна; Нахождение минимальной ДНФ с использованием таблицы Квайна .
Дидактическая единица: Предикаты				
10. Алгебра высказываний. Язык логики предикатов.	0	4	1, 11, 15, 3, 7	работа с формулами
Дидактическая единица: Общие правила комбинаторики				
11. Правила суммы и произведения. Типы расстановок.	0	2	1, 12, 15, 4, 8	решение задач на правило суммы и произведения, круги Эйлера.
Дидактическая единица: Размещения				
12. Размещения с повторениями и без повторений.	0	2	1, 12, 15, 4, 8	решение задач, связанных с определением числа размещений.
13. Перестановки с повторениями и без повторений.	0	1	1, 12, 15, 4, 8	решение задач, в которых требуется определить число перестановок.
Дидактическая единица: Сочетания				
14. Сочетания без повторений	0	1	1, 12, 15, 4, 8	решение задач по определению числа сочетаний без повторений
15. Сочетания с повторениями.	0	1	1, 12, 15, 4, 8	решение задач по определению числа сочетаний с повторениями; повторение пройденного материала по комбинаторике.
Дидактическая единица: Производящие функции				
16. Решение задач по теме "Производящие функции"	0	1	1	Студенты с помощью производящих функций доказывают числовые тождества, связывающие элементы последовательностей.
Дидактическая единица: Операции над графами				
17. Работа с графами: способы задания графов, операции над графами.	0	2	1, 13, 15, 5, 9	Построение матриц инцидентий и смежности, построение графов, которые получаются в результате операций над графами.
Дидактическая единица: Определение оптимального пути в ориентированном взвешенном графе				

18. Применение метода динамического программирования для определения оптимальных путей в ориентированных взвешенных графах	0	2	1, 14, 15, 5	Решение практических задач по теме
--	---	---	--------------	------------------------------------

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Контрольные работы	10, 2, 3, 4, 6	5	3
Текущая проверка полученных знаний в семестре, подробная информация приведена в приложениях №1 №3 : Судоплатов С. В. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Судоплатов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164158 . - Загл. с экрана. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Овчинникова, Д. В. Армеев, С. В. Судоплатов, И. Д. Черных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000152269 . - Загл. с экрана. Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана. Гашков С. Б. Дискретная математика : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. Б. Гашков, А. Б. Фролов. - Москва, 2016				
2	Подготовка к занятиям	10, 11, 12, 13, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	42	2
Изучение теории и методов дискретной математики, решение задач., подробная информация приведена в приложениях №1 №2 №3 : Судоплатов С. В. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Судоплатов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164158 . - Загл. с экрана. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Овчинникова, Д. В. Армеев, С. В. Судоплатов, И. Д. Черных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000152269 . - Загл. с экрана. Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана. Гашков С. Б. Дискретная математика : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. Б. Гашков, А. Б. Фролов. - Москва, 2016				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	52	2
Повторение пройденного материала в семестре, подготовка ответов на экзаменационные вопросы: Судоплатов С. В. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Судоплатов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164158 . - Загл. с экрана. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Овчинникова, Д. В. Армеев, С. В. Судоплатов, И. Д. Черных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000152269 . - Загл. с экрана. Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана. Гашков С. Б. Дискретная математика : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. Б. Гашков, А. Б. Фролов. - Москва, 2016				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 2		
<i>Лекция:</i>	0	
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Судоплатов С. В. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Судоплатов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164158 . - Загл. с экрана."		
<i>Практические занятия №1:</i>	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
<i>Практические занятия №2:</i>	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
<i>Практические занятия №3:</i>	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
<i>Практические занятия №4:</i>	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
<i>Практические занятия №5:</i>	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
<i>Практические занятия №6:</i>	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
<i>Практические занятия №7:</i>	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
<i>Практические занятия №8:</i>	0	2

Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
Практические занятия №9:	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
Практические занятия №10:	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
Практические занятия №11:	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
Практические занятия №12:	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
Практические занятия №13:	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
Практические занятия №14:	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
Практические занятия №15:	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
Практические занятия №16:	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
Практические занятия №17:	0	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
Практические занятия №18:	1	2
Контролирующие материалы приводятся в "Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054 . - Загл. с экрана."		
Контрольные работы:	12	24
Контролирующие материалы (тесты) приводятся в "Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Овчинникова, Д. В. Армеев, С. В. Судоплатов, И. Д. Черных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000152269 . - Загл. с экрана."		
РГЗ:	0	
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Овчинникова, Д. В. Армеев, С. В. Судоплатов, И. Д. Черных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000152269 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Экзамен	Прочее
ОК.7	32. знать основные характеристики интеллектуального, творческого и профессионального потенциала личности		+	
	у1. умеет адекватно оценивать собственный образовательный уровень, свои возможности, способности и уровень собственного профессионализма		+	

ПК.17	31. знать основные понятия теории множеств, математической логики, комбинаторики и теории графов	+	+	
	у1. уметь применять основные понятия дискретной математики в профессиональной деятельности		+	
ПК.18	36. знать методы дискретной математики и особенности их применения для решения прикладных задач	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Рояк С. Х. Сборник задач по дискретной математике / С. Х. Рояк, М. Э. Рояк ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 87 с. : ил., табл.
2. Андерсон Д. А. Дискретная математика и комбинаторика : [пер. с англ.] / Джеймс А. Андерсон. - М., 2004. - 957 с. : ил.
3. Лавров И. А. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов / И. А. Лавров, Л. Л. Максимова. - М., 2006. - 255 с.
4. Гаврилов Г. П. Задачи и упражнения по дискретной математике : [учебное пособие] / Г. П. Гаврилов, А. А. Сапоженко. - Москва, 2006. - 416 с.
5. Игошин В. И. Математическая логика и теория алгоритмов : [учебное пособие для вузов по специальности "Математика"] / В. И. Игошин. - М., 2010. - 446, [1] с. : ил., табл.
6. Игошин В. И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов : [учебное пособие по специальности 050201 "Математика"] / В. И. Игошин. - Москва, 2008. - 302, [1] с. : ил., табл.
7. Судоплатов С. В. Дискретная математика : [учебник для вузов] / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. - Новосибирск, 2012. - 279 с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000176503
8. Кузнецов О. П. Дискретная математика для инженера : [учебник] / О. П. Кузнецов. - СПб. [и др.], 2009. - 394, [1] с. : ил.
9. Дискретная математика [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс / Судоплатов С. В. [и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000159168. - Загл. с этикетки диска.
10. Игошин В. И. Математическая логика : учебное пособие / В. И. Игошин. - Москва, 2013. - 398 с. + 1 CD-ROM.
11. Атапин В. Г. Специальные главы математики. Множества, графы, комбинаторика : учебное пособие / В. Г. Атапин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 79, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000230255
12. Судоплатов С. В. Дискретная математика : [учебник для высших технических учебных заведений] / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. - Новосибирск, 2016. - 279 с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000228681

Дополнительная литература

1. Яблонский С. В. Введение в дискретную математику : Учеб. пособие для вузов по спец. "Прикл. мат. " / С. В. Яблонский. - М., 2002. - 384 с. : ил.
2. Гусев С. А. Дискретная математика : конспект лекций [для 1 курса ФБ, специальность "Прикладная информатика в экономике"] / С. А. Гусев, О. М. Сарычева ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 70, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023692
3. Харари Ф. Теория графов : Пер. с англ. / Ф. Харари. - М., 2003. - 300 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Сарычева О. М. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс [для студентов 1 курса специальности 351400 Прикладная информатика в экономике] / О. М. Сарычева, С. А. Гусев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000163054. - Загл. с экрана.
2. Судоплатов С. В. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Судоплатов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164158. - Загл. с экрана.
3. Дискретная математика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. В. Овчинникова, Д. В. Армеев, С. В. Судоплатов, И. Д. Черных ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000152269. - Загл. с экрана.
4. Гашков С. Б. Дискретная математика : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. Б. Гашков, А. Б. Фролов. - Москва, 2016

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Windows
- 2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Мультипроектор TAXAN KG-PS120X	Сопровождение занятий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра экономической информатики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФБ
д.э.н., профессор М.В. Хайруллина
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дискретная математика

Образовательная программа: 38.03.05 Бизнес-информатика, профиль: Электронный бизнес

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине "Дискретная математика" приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОК.7 способность к самоорганизации и самообразованию	32. знать основные характеристики интеллектуального, творческого и профессионального потенциала личности	Дидактическая единица:2 Отношения 2.4 Отношения и функции. Взаимнооднозначные соответствия и мощности множеств. 2.5 Специальные бинарные отношения 4.9 Минимизация логических функций. Теорема о возможности и однозначности представления логических функций в виде сокращенной дизъюнктивной (конъюнктивной) нормальной формы. Понятие импликанты. Тупиковые ДНФ. Понятие минимальной ДНФ (МДНФ). Графический способ построение МДНФ. Дидактическая единица:4 Булева алгебра 4.9 Минимизация булевых функций. Дидактическая единица:6 Предикаты 6.11 Элементы исчисления высказываний и предикатов: алфавит, система аксиом, правила вывода. Примеры. Дидактическая единица:11 Основные понятия теории графов 11.17 Элементы теории графов. Основные определения, типы графов. Определение графа, вершины, ребра (дуги, петли, звена), отношение инцидентности, степень вершины. Основные типы графов (орграф, неорграф, униграф, мультиграф, полный граф). Маршруты, цепи, циклы. Связность. Граф типа "дерево", остов, разрез. Дидактическая единица:13 Определение оптимального пути в ориентированном взвешенном графе 13.18 Применение метода динамического программирования для определения оптимальных путей в ориентированных взвешенных графах 13.20	Контрольная работа	Экзамен, все экзаменационные вопросы. Все разделы дисциплины имеют непосредственное отношение к решению большого количества прикладных задач, решение которых требует глубоких знаний и профессионализма, поэтому практически все экзаменационные вопросы отражают сущность компетенции ОК.7.

		Применение динамического программирования для определения оптимального пути в ориентированном взвешенном графе		
ОК.7	у1. умеет адекватно оценивать собственный образовательный уровень, свои возможности, способности и уровень собственного профессионализма	Дидактическая единица:1 Множества, операции над множествами 1.1 Операции над множествами. Доказательство известных тождеств. 1.1 Определение множества, элемента множества, подмножества, способы задания множества. Операции объединения, пересечения, разности, дополнения. Свойства операций над множествами. 1.2 Прямые произведения множеств. Определение прямого произведения. Примеры. Теорема о мощности множества, образованного декартовым произведением n множеств. 1.2 Операции над множествами. Решение систем уравнений. Прямые произведения множеств. 2.3 Отношения и функции. Понятие отношения. Обратное отношение. Образ и прообраз множества A. Область определения и область значения бинарного отношения R. Композиция отношений. Определение функции. Понятие обратной функции. Типы функций: сюръективная, инъективная, биективная. Дидактическая единица:2 Отношения 2.3 Отношения и функции 2.4 Взаимнооднозначные соответствия и мощности множеств. Теоремы и мощности множеств, между которыми существует взаимнооднозначное соответствие, о количестве подмножеств конечного множества. Понятия равномощных множеств, счетных множеств. Теорема Кантора. 2.4 Отношения и функции. Взаимнооднозначные соответствия и мощности множеств. 2.5 Специальные бинарные отношения 2.5 Специальные бинарные отношения, свойства бинарных отношений: рефлексивность, антирефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность,	Контрольная работа	Экзамен, все экзаменационные вопросы

		антитранзитивность. Отношение эквивалентности. Понятие предпорядка на множестве A, частичного порядка, линейного порядка. Понятия наибольшего и наименьшего элемента частично упорядоченного множества. Дидактическая единица:3 Логические функции 3.6 Таблицы истинности. 3.7 Эквивалентные преобразования. Дидактическая единица:4 Булева алгебра 4.8 Совершенные ДНФ и КНФ. 4.9 Минимизация булевых функций. Дидактическая единица:6 Предикаты 6.10 Алгебра высказываний. Язык логики предикатов. Дидактическая единица:7 Общие правила комбинаторики 7.11 Правила суммы и произведения. Типы расстановок. Дидактическая единица:8 Размещения 8.12 Размещения с повторениями и без повторений. 8.13 Перестановки с повторениями и без повторений. Дидактическая единица:9 Сочетания 9.14 Сочетания без повторений 9.15 Сочетания с повторениями. Дидактическая единица:12 Операции над графами 12.17 Работа с графами: способы задания графов, операции над графами. Дидактическая единица:13 Определение оптимального пути в ориентированном взвешенном графе 13.18 Применение метода динамического программирования для определения оптимальных путей в ориентированных взвешенных графах		
ПК.17/НИ способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	з1. знать основные понятия теории множеств, математической логики, комбинаторики и теории графов	Дидактическая единица:1 Множества, операции над множествами 1.1 Операции над множествами. Доказательство известных тождеств. 1.1 Определение множества, элемента множества, подмножества, способы задания множества. Операции объединения, пересечения, разности, дополнения. Свойства операций над множествами. 1.2 Операции над множествами. Решение систем уравнений. Прямые произведения множеств. 1.2 Прямые произведения	Все задания контрольной работы	Экзамен, вопросы 1-52

		множеств. Определение прямого произведения. Примеры. Теорема о мощности множества, образованного декартовым произведением n множеств. 2.3 Отношения и функции. Понятие отношения. Обратное отношение. Образ и прообраз множества A. Область определения и область значения бинарного отношения R. Композиция отношений. Определение функции. Понятие обратной функции. Типы функций: сюръективная, инъективная, биективная. Дидактическая единица: 2 2.3 Отношения и функции 2.4 Отношения и функции. Взаимнооднозначные соответствия и мощности множеств. 2.4 Взаимнооднозначные соответствия и мощности множеств. Теоремы и мощности множеств, между которыми существует взаимнооднозначное соответствие, о количестве подмножеств конечного множества. Понятия равномощных множеств, счетных множеств. Теорема Кантора. 2.5 Специальные бинарные отношения 2.5 Специальные бинарные отношения, свойства бинарных отношений: рефлексивность, антирефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность, антитранзитивность. Отношение эквивалентности. Понятие предпорядка на множестве A, частичного порядка, линейного порядка. Понятия наибольшего и наименьшего элемента частично упорядоченного множества. 3.6 Таблицы истинности. Дидактическая единица: 3 3.6 Логические функции 3.6 Алгебра логики, логические функции. Определение логической функции. Область определения и область значений логической функции. Таблица истинности логической функции. Виды логической функции одной и двух переменных. Понятие суперпозиции m функций, формулы. Глубина формулы.		
--	--	--	--	--

		Представление логических функций различными формулами. Эквивалентные преобразования. Существенные и фиктивные переменные. Двойственные функции. 3.7 Эквивалентные преобразования. Дидактическая единица:4 Булева алгебра 4.7 Булева алгебра логических функций и эквивалентные преобразования в ней. Определение булевой алгебры функций. Основные свойства (аксиомы) булевых операций: ассоциативность, коммутативность, дистрибутивность, правила де Моргана и т.д. Правила подстановки и замены. 4.8 Совершенные ДНФ и КНФ. 4.8 Совершенные нормальные формы. Понятия конститuent нуля и единицы. Определения совершенной дизъюнктивной нормальной формы (СДНФ) и совершенной конъюнктивной нормальной формы (СКНФ). Составление СДНФ и СКНФ по таблицам истинности. Приведение к СДНФ. Понятие дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ). Построение ДНФ с помощью эквивалентных преобразований. Переход от конъюнктивной нормальной формы (КНФ) к ДНФ. Правило "расщепления" для перехода от ДНФ к СДНФ. Приведение к СКНФ. Понятие КНФ. Построение КНФ с помощью эквивалентных преобразований, переход от ДНФ к КНФ. 4.9 Минимизация булевых функций. 4.9 Минимизация логических функций. Теорема о возможности и однозначности представления логических функций в виде сокращенной дизъюнктивной (конъюнктивной) нормальной формы. Понятие импликанты. Тупиковые ДНФ. Понятие минимальной ДНФ (МДНФ). Графический способ построения МДНФ. Дидактическая единица:5 Полнота системы логических функций 5.10 Полнота системы логических функций. Понятие полной системы логических функций. Определение классов Поста. Теорема Жегалкина. Теорема Поста. Определение базиса.		
--	--	--	--	--

		Дидактическая единица:6 Предикаты 6.10 Алгебра высказываний. Язык логики предикатов. 6.11 Элементы исчисления высказываний и предикатов: алфавит, система аксиом, правила вывода. Примеры. Дидактическая единица:7 Общие правила комбинаторики 7.11 Правила суммы и произведения. Типы расстановок. 7.12 Общие правила комбинаторики. Формула включений и исключений. Правила суммы и произведения. Примеры решения задач. Круги Эйлера. Типы расстановок. Дидактическая единица:8 Размещения 8.12 Размещения с повторениями и без повторений. 8.13 Размещения с повторениями и без них. Основные признаки расстановки типа "размещения с повторениями". Теорема о количестве таких расстановок. Основные признаки "размещения без повторений". Теорема о подсчете числа расстановок указанного типа. 8.13 Перестановки с повторениями и без повторений. 8.14 Перестановки с повторениями и без них. Основные признаки перестановок без повторений. Теорема о подсчете числа расстановок указанного типа. Перестановки с повторениями. Теорема о подсчете количества таких перестановок. Дидактическая единица:9 Сочетания 9.14 Сочетания без повторений 9.15 Сочетания с повторениями и без них. Основные признаки сочетаний без повторений. Теорема о подсчете количества таких сочетаний. Основные признаки сочетаний с повторениями. Теорема о подсчете количества сочетаний с повторениями. Основные свойства сочетаний. 9.15 Сочетания с повторениями.		
ПК.17/НИ	у1. уметь применять основные понятия дискретной математики в профессиональной деятельности	Дидактическая единица:7 Общие правила комбинаторики 7.12 Общие правила комбинаторики. Формула включений и исключений. Правила суммы и произведения. Примеры решения задач. Круги Эйлера. Типы расстановок. Дидактическая единица:8	Контрольная работа	Экзамен, вопросы 48-62.

		Размещения 8.13 Размещения с повторениями и без них. Основные признаки расстановки типа "размещения с повторениями". Теорема о количестве таких расстановок. Основные признаки "размещения без повторений". Теорема о подсчете числа расстановок указанного типа. 8.14 Перестановки с повторениями и без них. Основные признаки перестановок без повторений. Теорема о подсчете числа расстановок указанного типа. Перестановки с повторениями. Теорема о подсчете количества таких перестановок. Дидактическая единица:9 Сочетания 9.15 Сочетания с повторениями и без них. Основные признаки сочетаний без повторений. Теорема о подсчете количества таких сочетаний. Основные признаки сочетаний с повторениями. Теорема о подсчете количества сочетаний с повторениями. Основные свойства сочетаний. Дидактическая единица:11 Основные понятия теории графов 11.17 Элементы теории графов. Основные определения, типы графов. Определение графа, вершины, ребра (дуги, петли, звена), отношение инцидентности, степень вершины. Основные типы графов (орграф, неорграф, униграф, мультиграф, полный граф). Маршруты, цепи, циклы. Связность. Граф типа "дерево", остов, разрез. 11.18 Способы задания графов. Матрица инцидентности для ориентированного и неориентированного графа. Список ребер. Матрица смежности для ориентированного и неориентированного графа. Дидактическая единица:12 Операции над графами 12.19 Бинарные операции над графами. Примеры.		
ПК.18/НИ способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации	36. знать методы дискретной математики и особенности их применения для решения прикладных задач	Дидактическая единица:1 Множества, операции над множествами 1.1 Определение множества, элемента множества, подмножества, способы задания множества. Операции объединения, пересечения, разности, дополнения. Свойства операций над множествами.	Контрольная работа.	Экзамен, все вопросы.

информации по теме исследования		1.2 Прямые произведения множеств. Определение прямого произведения. Примеры. Теорема о мощности множества, образованного декартовым произведением n множеств. Дидактическая единица: 2 Отношения 2.3 Отношения и функции. Понятие отношения. Обратное отношение. Образ и прообраз множества A. Область определения и область значения бинарного отношения R. Композиция отношений. Определение функции. Понятие обратной функции. Типы функций: сюръективная, инъективная, биективная. 2.4 Взаимнооднозначные соответствия и мощности множеств. Теоремы и мощности множеств, между которыми существует взаимнооднозначное соответствие, о количестве подмножеств конечного множества. Понятия равномощных множеств, счетных множеств. Теорема Кантора. 2.5 Специальные бинарные отношения, свойства бинарных отношений: рефлексивность, антирефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность, антитранзитивность. Отношение эквивалентности. Понятие предпорядка на множестве A, частичного порядка, линейного порядка. Понятия наибольшего и наименьшего элемента частично упорядоченного множества. Дидактическая единица: 3 Логические функции 3.6 Алгебра логики, логические функции. Определение логической функции. Область определения и область значений логической функции. Таблица истинности логической функции. Виды логической функции одной и двух переменных. Понятие суперпозиции n функций, формулы. Глубина формулы. Представление логических функций различными формулами. Эквивалентные преобразования. Существенные и фиктивные переменные. Двойственные функции. Дидактическая		
--	--	---	--	--

		единица:4 Булева алгебра 4.7 Булева алгебра логических функций и эквивалентные преобразования в ней. Определение булевой алгебры функций. Основные свойства (аксиомы) булевых операций: ассоциативность, коммутативность, дистрибутивность, правила де Моргана и т.д. Правила подстановки и замены. 4.8 Совершенные нормальные формы. Понятия конституент нуля и единицы. Определения совершенной дизъюнктивной нормальной формы (СДНФ) и совершенной конъюнктивной нормальной формы (СКНФ). Составление СДНФ и СКНФ по таблицам истинности. Приведение к СДНФ. Понятие дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ). Построение ДНФ с помощью эквивалентных преобразований. Переход от конъюнктивной нормальной формы (КНФ) к ДНФ. Правило "расщепления" для перехода от ДНФ к СДНФ. Приведение к СКНФ. Понятие КНФ. Построение КНФ с помощью эквивалентных преобразований, переход от ДНФ к КНФ. 4.9 Минимизация логических функций. Теорема о возможности и однозначности представления логических функций в виде сокращенной дизъюнктивной (конъюнктивной) нормальной формы. Понятие импликанты. Тупиковые ДНФ. Понятие минимальной ДНФ (МДНФ). Графический способ построения МДНФ. Дидактическая единица:5 Полнота системы логических функций 5.10 Полнота системы логических функций. Понятие полной системы логических функций. Определение классов Поста. Теорема Жегалкина. Теорема Поста. Определение базиса. Дидактическая единица:6 Предикаты 6.11 Элементы исчисления высказываний и предикатов: алфавит, система аксиом, правила вывода. Примеры. Дидактическая единица:7 Общие правила комбинаторики 7.12 Общие правила комбинаторики. Формула включений и исключений. Правила суммы		
--	--	--	--	--

		и произведения. Примеры решения задач. Круги Эйлера. Типы расстановок. Дидактическая единица:8 Размещения 8.13 Размещения с повторениями и без них. Основные признаки расстановки типа "размещения с повторениями". Теорема о количестве таких расстановок. Основные признаки "размещения без повторений". Теорема о подсчете числа расстановок указанного типа. 8.14 Перестановки с повторениями и без них. Основные признаки перестановок без повторений. Теорема о подсчете числа расстановок указанного типа. Перестановки с повторениями. Теорема о подсчете количества таких перестановок. Дидактическая единица:9 Сочетания 9.15 Сочетания с повторениями и без них. Основные признаки сочетаний без повторений. Теорема о подсчете количества таких сочетаний. Основные признаки сочетаний с повторениями. Теорема о подсчете количества сочетаний с повторениями. Основные свойства сочетаний. Дидактическая единица:11 Основные понятия теории графов 11.17 Элементы теории графов. Основные определения, типы графов. Определение графа, вершины, ребра (дуги, петли, звена), отношение инцидентности, степень вершины. Основные типы графов (орграф, неорграф, униграф, мультиграф, полный граф). Маршруты, цепи, циклы. Связность. Граф типа "дерево", остов, разрез. 11.18 Способы задания графов. Матрица инцидентности для ориентированного и неориентированного графа. Список ребер. Матрица смежности для ориентированного и неориентированного графа. Дидактическая единица:12 Операции над графами 12.17 Работа с графами: способы задания графов, операции над графами. 12.19 Бинарные операции над графами. Примеры.		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится экзамен, который направлен на оценку сформированности компетенций ОК.7, ПК.17/НИ, ПК.18/НИ.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОК.7, ПК.17/НИ, ПК.18/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра экономической информатики

Паспорт экзамена

по дисциплине «Дискретная математика»

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1- 31 , второй вопрос из диапазона вопросов 32 -62 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п.4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФБ

Билет № 1
к экзамену по дисциплине «Дискретная математика»

-
1. Вопрос 1. Свойства операций над множествами.
 2. Вопрос 2. Метод резолюций в исчислении высказываний.
 3. Задача. В партии из 30 изделий имеется 8 нестандартных. Сколькими способами можно выбрать 10 изделий так, что среди них окажется не более двух нестандартных?

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задач допускает принципиальные ошибки оценка составляет менее 20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20 - 27 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 28-35 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 36-40 баллов.

3. Шкала оценки

Характеристика работы студента	Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS
«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	98-100	A+
	93-97	A
	90-92	A-

«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые	87-89	B+
практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	83-86	B
	80-82	B-
«Хорошо» – уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	77-79	C+
	73-76	C
	70-72	C-
«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	67-69	D+
	63-66	D
	60-62	D-
«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	E

«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	FX
«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	F

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Дискретная математика»

1. Место и роль дискретной математики в системе математических наук и в решении прикладных задач. Краткое описание основных разделов: теории множеств, математической логики, комбинаторики, теории графов.
2. Множества и подмножества. Способы задания множеств. Примеры.
3. Операции над множествами.
4. Свойства операций над множествами.
5. Прямое произведение множеств. Теорема о мощности прямого произведения конечных множеств.
6. Бинарное отношение между элементами множеств. Матрица бинарного отношения конечных множеств. Область определения, область значений бинарного отношения.
7. Образы и прообразы множеств относительно бинарных отношений.
8. Дополнение бинарного отношения, понятие обратного отношения, произведение бинарных отношений.
9. Понятие функции, 1-1 функция, взаимно однозначное соответствие между множествами.
10. Взаимно однозначное соответствие и мощности множеств.
11. Теорема о количестве подмножеств конечного множества.
12. Понятие мощности множества. Счетные множества.
13. Счетность множества $\mathbb{N}^2$.
14. Понятие континуального множества. Теорема Кантора.

15. Рефлексивность, антирефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность бинарных отношений.
16. Отношение эквивалентности. Разбиение на классы эквивалентности.
17. Частичный порядок.
18. Алгебра логики. Функции алгебры логики. Таблицы истинности.
19. Логические функции одной и двух переменных.
20. Суперпозиции и формулы. Глубина формулы.
21. Двойственность логических функций. Принцип двойственности.
22. Разложения логических функций по переменным.
23. Булева алгебра логических функций.
24. Основные свойства булевых операций.
25. Эквивалентные преобразования. Правила подстановки и замены.
26. Дизъюнктивные нормальные формы.
27. Построение СДНФ по таблице функции.
28. Построение СДНФ с помощью эквивалентных преобразований.
29. Конъюнктивные нормальные формы.
30. Построение СКНФ по таблице функции.
31. Построение СКНФ с помощью эквивалентных преобразований.
32. Минимизация логических функций. Сокращенная, тупиковые, минимальные ДНФ.
33. Геометрическая интерпретация ДНФ. Покрытие множества N_f интервалами.
34. Алгоритм Квайна для построения сокращенной ДНФ.
35. Построение сокращенной ДНФ с помощью карты Карно.
36. Определение тупиковых ДНФ с помощью таблицы Квайна.
37. Полные системы логических функций. Примеры.
38. Полиномы Жегалкина. Теорема о представлении логической функции полиномом Жегалкина.
39. Важнейшие замкнутые классы в алгебре логики.
40. Теорема о функциональной полноте.
41. Применение булевых функций к расчету релейно-контактных схем.
42. Основные понятия алгебры высказываний: высказывания простые, составные; логические операции; формулы.
43. Формулы логики высказываний: тождественно истинные, тождественно ложные, выполнимые, опровержимые. Привести примеры.
44. Правильные рассуждения в логике высказываний. Теорема дедукции.
45. Метод резолюций в исчислении высказываний.
46. Основные понятия логики предикатов: предикат, множество истинности, кванторы, формулы. Примеры.
47. Основные свойства кванторов в логике предикатов.
48. Общие правила комбинаторики. Правило суммы и правило произведения.
49. Формула включений и исключений.
50. Размещения с повторениями. Размещения без повторений.
51. Перестановки. Перестановки с повторениями.
52. Сочетания без повторений. Сочетания с повторениями.
53. Свойства биномиальных коэффициентов.
54. Производящие функции. Определение. Примеры.
55. Основные понятия и определения теории графов: определение графа, вершины, ребра, инцидентность, смежность. Виды графов.
56. Степень вершины. Теорема о степенях вершины графа.
57. Маршруты, цепи, циклы. Понятие связности, дерева.
58. Матрица инцидентностей графа.
59. Матрица смежности графа.
60. Матричная теорема о деревьях. Привести пример применения этой теоремы.
61. Бинарные операции над графами.
62. Определение оптимального пути в ориентированной взвешенной сети.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Дискретная математика», 2 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теории множеств, математической логике, комбинаторике и включает 10 заданий. Работа выполняется каждым студентом по индивидуальному варианту письменно в отдельной тетради.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если студент правильно решил менее пяти заданий. Оценка составляет менее 12 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если студент правильно решил 5-6 заданий. Оценка составляет 12 - 17 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если правильно решено 7-8 заданий. Оценка составляет 18-21 баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если правильно решено 9-10 заданий. Оценка составляет 22-24 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

Вариант №1

1. Доказать тождество

$$(A \setminus B) \cup (A \cap C) = A \setminus (B \setminus C).$$

2. Найти δ_R , ρ_R , $R \circ R$, $R \circ R^{-1}$, $R^{-1} \circ R$ для отношения

$$R \circ R^{-1} \circ R = \{(x, y) \mid x, y \in D\}, \quad D - \text{множество действительных чисел.}$$

3. Определить, выполняются ли свойства рефлексивности, симметричности, транзитивности, антисимметричности для отношения $R = \{(x, y) \mid x, y \in D, x + y \leq 10\}$
 $R = \{(x, y) \mid x, y \in D, x + y \leq 10\}$, D - множество действительных чисел.

4. Построить СДНФ и СКНФ функции h

$$h(x_1, x_2, x_3) = f(x_1, f(x_1, x_1)) \rightarrow g(x_2, x_3), \text{ где } f = (1110), g = (1101).$$

5. Доказать эквивалентность формул с помощью эквивалентных преобразований

$$U = x_3 | ((x_1 \oplus x_2) \sim x_2), \quad B = \overline{(x_2 \downarrow x_3)} | ((x_1 \sim x_3) \downarrow x_1).$$

6. Построить сокращенную ДНФ функции, заданной векторно, с помощью карты Карно
 $f(x_1, x_2, x_3, x_4) = (1010 \ 1110 \ 1111 \ 1010).$
7. Установить, верно ли логическое следование $F \rightarrow G, K \rightarrow L, F \vee K \vdash G \vee L.$
8. Какое минимальное количество двоичных разрядов потребуется, чтобы закодировать 15000 объектов?
9. В корзине находятся: 4 яблока, 4 груши, 4 апельсина и 4 персика. Сколькими способами можно выбрать 4 фрукта?
10. Два почтальона должны разнести 10 писем по 10 адресам. Сколькими способами они могут распределить работу?