

1 курс

ПЛАН – КОНСПЕКТ
проведения лекционного занятия № 53
по дисциплине «Математика»

Раздел 13. Элементы комбинаторики, статистики и теории вероятностей.

Тема № 13.1: «Основные понятия комбинаторики»

Подготовил: преподаватель
В.Н. Борисов

Рязань
2026

**Лекционное занятие № 53 «Перестановки, размещения, сочетания»
по Теме № 13.1 «Основные понятия комбинаторики»**

Цель занятия: изучить со студентами основы комбинаторики, решение комбинаторных задач

Вид занятия: классно-групповое, комбинированное (по повторению, проверке знаний, умений по пройденному материалу, применению на практике полученных знаний).

Метод проведения занятия: доведение основных теоретических сведений, выполнение практических заданий.

Время проведения: 2 ч

Основные вопросы:

1. Основы комбинаторики.
2. Практическое применение полученных знаний – решение комбинаторных задач.

Литература:

1. [1 учебник раздела «Основные печатные и электронные издания» рабочей программы изучения дисциплины]: Алимов Ш.А. Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Алгебра и начала математического анализа 10-11 класс. Учебник. Базовый и углубленный уровень./Ш.А. Алимов, Ю.М. Колягин, М.В. Ткачева и др. — 13-е изд., стер. — 463 с., – Москва: Просвещение, 2025, ISBN 978-5-09-127034-1. — Текст: электронный // ЭБС Лань — URL: <https://e.lanbook.com/book/497603> (печатный: ISBN 978-5-09-120157-4), 317-335 (часть 7) § 60-64 (2012-2017,2025 годы издания, глава XI).
2. Дорофеева, А. В. Математика: учебник для среднего профессионального образования / А. В. Дорофеева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 422 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-19044-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт], URL: <https://urait.ru/bcode/583955>, Тема 13, п.13.6.

Примерный расчет времени:

1. Вступительная часть – 20 мин.
2. Основная часть – 60 мин.
3. Заключительная часть – 10 мин.

Вступительная часть:

Занятие начать с объявления темы занятия, основных рассматриваемых вопросов, времени изучения темы (нового материала), закрепления на практике полученных знаний, перечисления литературы, опроса по пройденному материалу.

Основная часть (теоретическая):

Первый вопрос: Основы комбинаторики.

Комбинаторика – раздел математики, который изучает способы комбинирования объектов по определённым правилам, подсчёта возможных вариантов расположения, комбинаций или выбора объектов.

Комбинаторика – раздел математики, который изучает вопросы о том, сколько различных комбинаций, подчинённых тем или иным условиям, можно составить из заданных объектов.

Основные понятия – перестановки, размещения и сочетания, а для решения задач часто используются **правило произведения** и **правило суммы**.

Несколько важных для понимания комбинаторики сущностей.

Множество – это набор элементов, которые мы перебираем. Например, в случае с паролем это были цифры и буквы латинского алфавита — всего 62 символа.

Выбор – это действие, при котором мы из множества достаём какие-то составляющие. Например, в случае с паролем можно выбрать символы i, C, 5, K, x, k, 0, w.

Расположение – это действие, при котором мы расставляем выбранные элементы в определённом порядке. Например, Sxi0kK5w или kxw0C5iK.

Факториал – это математическая функция, с помощью которой мы перемножаем все числа от 1 до какого-то числа. Факториал обозначается восклицательным знаком – **!**. Например, $5! = 1 * 2 * 3 * 4 * 5 = 120$.

В зависимости от условий комбинаторной задачи применяются разные формулы. Некоторые задачи могут требовать только выбора, некоторые — только расположения, а некоторые – и выбора, и расположения. В одних задачах компоненты множества могут повторяться, в других – не могут.

Сложение

Сложение используется тогда, когда мы выбираем элемент из нескольких пересекающихся подмножеств.

ПРАВИЛО СЛОЖЕНИЯ

Если элемент A можно выбрать n способами, и элемент B — m способами, то A или B можно выбрать $n + m$ способами.

Пример

Вы хотите скачать IDE для работы с кодом. У вас есть выбор из 7 платных программ и 8 бесплатных. Следовательно, вы можете выбрать программу 15 разными способами.

Правило произведения.

Правило произведения в комбинаторике гласит: если объект A можно выбрать n способами, а после каждого такого выбора объект B можно выбрать m способами, то выбор пары (A, B) можно осуществить $n \times m$ способами.

Иными словами:

Если существует n вариантов выбора первого элемента и для каждого из них имеется m вариантов выбора второго элемента, то всего существует $n \cdot m$ различных пар с выбранными таким образом первым и вторым элементами.

Задача 1

Сколько различных двузначных чисел можно записать с помощью цифр 0, 1, 2, 3?

- ▶ В качестве первой цифры может быть выбрана любая из цифр 1, 2, 3 (т. е. $n = 3$). Второй цифрой может быть выбрана любая из четырёх данных цифр 0, 1, 2, 3 (т. е. $m = 4$). Согласно правилу произведения число всевозможных двузначных чисел, составленных с помощью предложенных цифр, равно $n \cdot m = 3 \cdot 4 = 12$.

Ответ

12. ◀

При решении комбинаторных задач часто нужно сначала построить математическую модель, выяснив, какой набор элементов соответствует изучаемому объекту, из какого множества этот набор выбирается, а затем определить свойства полученного соединения (важен или не важен порядок расположения элементов, возможность повторения элементов или все элементы различные).

Примеры:

- В магазине есть 6 разных чашек и 4 разных блюда. Сколько вариантов чашки и блюда можно купить?
 - Чашку можно выбрать 6 способами, блюдо — 4 способами. Так как нужно купить пару чашку и блюдо, это можно сделать $6 \times 4 = 24$ способами.
- В магазине есть 7 видов пиджаков, 5 видов брюк и 4 вида галстуков. Сколькими способами можно купить комплект из пиджака, брюк и галстука?
 - Пусть пара пиджак-брюки уже выбрана (это можно сделать 7×5 способами). К этой паре можно купить галстук 4 способами. Следовательно, для покупки пиджака, брюк и галстука имеется $7 \times 5 \times 4 = 140$ способов.

Задание:

1. Рассмотреть примеры выполнения практических заданий (решение задач), приведенных в § 60 Учебника по Алгебре, указанного на с. 2 текущего документа.
2. Решить задачи, заданные преподавателем (из приведенного ниже списка):
 № 1043 2) (ответ 6) , 4) (ответ 12), 1044 2) (ответ 8) , 4) (ответ 4), 1045 2) (ответ 6) , 4) (ответ 24), 1046 2) (ответ 16) , 4) (ответ 81), 1047 (ответ 12) (с.318-319) Учебника по Алгебре.

Перестановки.**Задача 1**

Сколькими способами можно поставить рядом на полке 4 различные книги?

- ▶ На первое место можно поставить любую из четырёх книг, на второе — любую из трёх оставшихся, на третье — любую из двух оставшихся и на четвёртое место — последнюю оставшуюся книгу. Применяя последовательно правило произведения, получим $4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 24$.

Ответ

Книги можно поставить 24 способами. ◀

В этой задаче фактически было найдено число всевозможных соединений из четырёх элементов, которые отличались одно от другого порядком расположения этих элементов. Такие соединения называют перестановками.

Определение. Перестановками из n элементов называются соединения, которые состоят из одних и тех же n элементов и отличаются одно от другого только порядком их расположения.

Перестановкой из n элементов называется упорядоченный набор из всех элементов множества. Перестановки отличаются друг от друга только порядком расположения элементов.

Чтобы найти общее количество возможных перестановок, используют две формулы: для случаев с повторяющимися компонентами и без них. Давайте рассмотрим оба.

Перестановка без повторяющихся элементов

Если во множестве ни один элемент не повторяется, то используется следующая формула:

$$P_n = n!$$

Пример: сколько перестановок символов можно составить из шести букв — q, w, e, r, t, y?

Решение: чтобы найти количество перестановок, нам нужно посчитать факториал числа 6 — то есть общего количества букв в наборе. Подставляем в формулу:

$$P_n = 6! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 = 720$$

Перестановка с повторяющимися элементами.

Если хотя бы один элемент во множестве повторяется, то используется следующая формула:

$$\bar{P}_{n_1 \cdot n_2 \cdot \dots \cdot n_k} = \frac{n!}{n_1! \cdot n_2! \cdot \dots \cdot n_k!}$$

Задание:

1. Рассмотреть примеры выполнения практических заданий (решение задач), приведенных в § 61 Учебника по Алгебре, указанного на с. 2 текущего документа.

2. Решить задачи, заданные преподавателем (из приведенного ниже списка): № **1059**, **1060** (ответ 24), **1063** **2)** (ответ 24), **4)** (ответ 6), **6)** (ответ 12) (с.321-322) Учебника по Алгебре.

Размещения.

Задача 1 Сколько различных двузначных чисел можно записать с помощью цифр 1, 2, 3, 4 при условии, что в каждой записи нет одинаковых цифр?

► Перебором убедимся в том, что из четырёх цифр 1, 2, 3, 4 можно составить 12 двузначных чисел, удовлетворяющих условию:

12, 13, 14,
21, 23, 24,
31, 32, 34,
41, 42, 43.

В записи двузначного числа на первом месте может стоять любая из данных четырёх цифр, а на втором — любая из трёх оставшихся. По правилу произведения таких двузначных чисел $4 \cdot 3 = 12$.

Ответ

12. ◀

При решении задачи 1 из четырёх данных элементов (цифр 1, 2, 3, 4) были образованы всевозможные соединения по два элемента в каждом, причём любые два соединения отличались либо составом элементов (например, 12 и 24), либо порядком их расположения (например, 12 и 21). Такие соединения называют размещениями.

Определение. Размещениями из m элементов по n элементов ($n \leq m$) называются такие соединения, каждое из которых содержит n элементов, взятых из данных m разных элементов, и которые отличаются одно от другого либо самими элементами, либо порядком их расположения.

Число всевозможных размещений из m элементов по n элементов обозначают A_m^n и читают «А из эм по эн». Так, например, при решении задачи 1 было установлено, что $A_4^2 = 12$.

Выведем формулу для вычисления A_m^n — числа размещений из m элементов по n элементов.

для любого $n \leq m$ получаем

$$A_m^n = m (m - 1) (m - 2) \cdot \dots \cdot (m - (n - 1)). \quad \circ \quad (1)$$

Например, $A_4^2 = 4 \cdot 3 = 12$; $A_4^3 = 4 \cdot 3 \cdot 2 = 24$;
 $A_5^3 = 5 \cdot 4 \cdot 3 = 60$.

Отметим, что правая часть формулы (1) содержит произведение n последовательных натуральных чисел, наибольшее из которых равно m . Пусть в формуле (1) $m = n$. Тогда

$$A_n^n = n (n - 1) (n - 2) \cdot \dots \cdot 2 \cdot 1 = P_n,$$

т. е. число размещений из n элементов по n равно числу перестановок из этих элементов:

$$A_n^n = P_n. \quad (2)$$

● Запишем формулу (1) следующим образом:

$$A_m^n = (m - n + 1) (m - n + 2) \cdot \dots \cdot (m - 1) m.$$

Умножив обе части этого равенства на $(m - n)! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (m - n)$, получим

$$(m - n)! \cdot A_m^n = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \times \\ \times (m - n) (m - n + 1) (m - n + 2) \cdot \dots \cdot (m - 1) m,$$

т. е. $(m - n)! \cdot A_m^n = m!$, откуда

$$A_m^n = \frac{m!}{(m - n)!}. \quad \circ \quad (3)$$

Для того чтобы формула (3) была справедлива не только для $n < m$, но и для $n = m$ (так как имеет смысл $A_m^m = P_m = m!$), полагают по определению $0! = 1$.

Таким образом, размещение — это способ выбрать и упорядочить элементы из множества. В отличие от операции сочетания, при размещении важен порядок составляющих множества.

Вопрос размещения: сколько упорядоченных наборов можно сделать по n элементов, выбранных из m ?

Размещение без повторяющихся элементов.

Если во множестве m ни один элемент не повторяется, то используется формула (3).

Размещение с повторяющимися элементами

Если во множестве n один и тот же элемент можно взять несколько раз, то используется следующая формула (2).

Задание:

1. Рассмотреть теоретические сведения по размещениям, примеры выполнения практических заданий (решение задач), приведенных в § 62 Учебника по Алгебре, указанного на с. 2 текущего документа.
2. Решить задачи, заданные преподавателем (из приведенного ниже списка): **№1072 2)** (ответ 5) , **4)** (ответ 12), **6)** (ответ 720), **8)** (ответ 336), **1074 2)** (ответ 120), **1076 2)** (ответ 81) (с.325-326) Учебника по Алгебре.

Сведения по данному вопросу представлены в 1-ом учебнике раздела «Основной учебной литературы» рабочей программы изучения дисциплины на с. 317-335 (часть 7) § 60-64 (2012-2017,2025 годы издания, глава XI), во 2-ом учебнике, указанном на с. 2 текущего документа, п. 13.6 Темы 13.

Сочетания и их свойства.

Задача 1 Покупатель из имеющихся в питомнике 10 саженцев хочет выбрать 2. Сколькими способами он может это сделать?

- Пусть x — число всевозможных пар саженцев, выбираемых из 10 имеющихся. Если бы в выбираемой паре был важен порядок расположения саженцев, то таких пар было бы в 2 раза больше числа x , т. е. $2x$. Но число упорядоченных пар из любых элементов, выбираемых из 10 имеющихся различных элементов, равно A_{10}^2 . Таким образом, $2x = A_{10}^2$, т. е. $2x = 90$, откуда $x = 45$.

Ответ 45 способами. ◀

При решении этой задачи из 10 саженцев были образованы пары — соединения по 2 саженца, которые отличались друг от друга только составом. Такие соединения называют сочетаниями.

Определение. Сочетаниями из m элементов по n в каждом ($n \leq m$) называются соединения, каждое из которых содержит n элементов, взятых из данных m разных элементов, и которые отличаются одно от другого по крайней мере одним элементом.

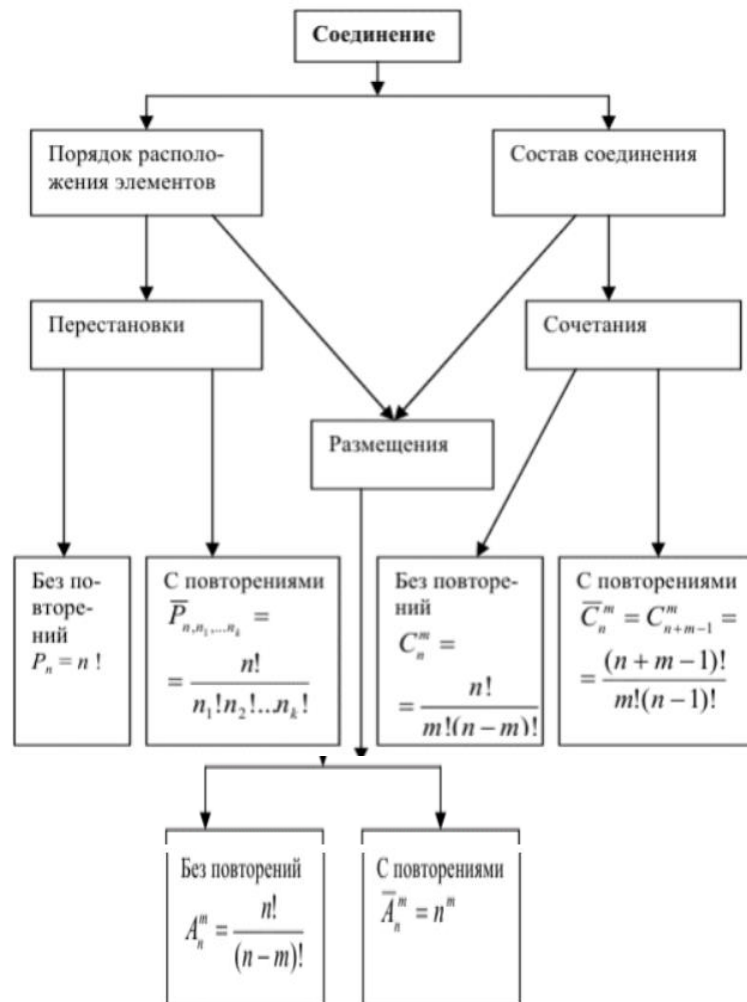
Число всевозможных сочетаний из m различных элементов по n элементов обозначают C_m^n (C — первая буква французского слова *combinaison* — сочетание) и читают «це из эм по эн». При решении

Задание:

1. Рассмотреть теоретические сведения по сочетаниям, примеры выполнения практических заданий (решение задач), приведенных в § 63 Учебника по Алгебре, указанного на с. 2 текущего документа.

2. Решить задачи, заданные преподавателем (из приведенного ниже списка): № 1080, 1081 2) (ответ 126), 1082 2) (ответ 280), 1083 2) (ответ 120) (с.329) Учебника по Алгебре.

Сводка формул всех видов соединений:



Второй вопрос: Практическое применение полученных знаний – решение комбинаторных задач.

Сведения по данному вопросу представлены в 1-ом учебнике раздела «Основной учебной литературы» рабочей программы изучения дисциплины на с. 317-335 (часть 7) § 60-64 (2012-2017, 2025 годы издания, глава XI), во 2-ом учебнике, указанном на с. 2 текущего документа, п. 13.6 Темы 13, Приложении.

Применение комбинаторики в железнодорожной отрасли.

Комбинаторика находит широкое применение в железнодорожной отрасли в различных сферах, связанных с планированием, оптимизацией процессов, управлением ресурсами и логистикой.

В теории логистики пассажирских перевозок

Комбинаторика используется при формировании матрицы отнесения расходов на перевозки пассажиров по видам логистики в зависимости от функциональной формы их выполнения. В этом случае применяются формулы:

- **Перестановки** — комбинации информационных блоков технологического и экономического характера, состоящие из однородных элементов и отличающиеся только порядком их расположения (без повторений и с повторениями).
- **Размещения** — комбинации информационных блоков, составленные из элементов, аналогичных перестановкам, но отличающиеся структурой или порядком расположения.
- **Сочетания** — комбинации информационных блоков в модели, составленные из различных элементов, имеющих отличия.

Также в теории логистики пассажирских перевозок используется математический аппарат теории исследования операций и элементы комбинаторики.

В задачах оптимизации тяговых ресурсов

Методы комбинаторной оптимизации применяются для автоматического подбора тяговых ресурсов (локомотивов) для грузовых железнодорожных перевозок. Например, задача может сводиться к поиску потока минимальной стоимости на специально сконструированном орграфе, где единицами потока являются локомотивы. При этом учитываются маршрут поезда, время готовности к отправлению, средняя скорость на участках, вес поезда, а также свойства локомотивов (грузоподъёмность, область разрешённого действия).

В построении составов поездов

Комбинаторика используется для решения задач о подсчёте различных конфигураций составов. Например, рассматривается задача о построении поездов, состоящих из вагонов длиной 1 или 2 единицы. Основное внимание уделяется количеству различных комбинаций, позволяющих сформировать

поезд заданной длины. В этом случае может применяться рекуррентное соотношение, аналогичное последовательности Фибоначчи, что устанавливает связь между количеством поездов и числами Фибоначчи.

В сортировке вагонов

Комбинаторный способ разработан с использованием методов комбинаторики для расчёта оптимальных вариантов расстановки групп вагонов на ограниченном числе путей. В результате многократных экспериментов на ЭВМ были разработаны стандартные схемы сортировки вагонов, позволяющие минимизировать количество перестановок групп вагонов в процессе сортировки.

В моделировании грузовых железнодорожных перевозок

Методы теории графов и комбинаторной оптимизации применяются для моделирования грузовых железнодорожных перевозок. Например, задача оптимального назначения и перемещения локомотивов может сводиться к графово-комбинаторной задаче покрытия ориентированными путями вершин ориентированного графа совместимости перевозок.

Таким образом, комбинаторика служит инструментом для решения сложных задач в железнодорожной отрасли, помогая оптимизировать процессы, повысить эффективность работы и снизить затраты.

Применение комбинаторики в строительстве.

Комбинаторика находит применение в различных аспектах строительства — от архитектурного проектирования до оптимизации строительных процессов. Этот раздел математики изучает дискретные объекты, множества (сочетания, перестановки, размещения и перечисления элементов) и отношения на них.

Архитектурная комбинаторика

Архитектурная комбинаторика — раздел архитектурной теории, изучающий вопросы формообразования на основе различных комбинаций архитектурных элементов и концепций. Она включает два ключевых направления:

- **Концептуальная комбинаторика** — подбор идей, принципов и их трансформация для решения проектных задач.
- **Формальная комбинаторика** — интерпретация идей через материальные элементы формы, включая изменение конфигурации, размеров и позиционирования элементов в пространстве.

Основные методы архитектурной комбинаторики:

- комбинирование типовых элементов (например, модульных конструкций);
- изменение морфологических качеств объектов (размеры, форма, цвет);
- использование решёток для упорядочивания пространственных структур.

Эти методы позволяют создавать разнообразные и функциональные пространства, адаптированные к потребностям пользователей. С развитием

цифровых технологий (BIM, параметрическое моделирование, программы вроде Rhino и Grasshopper) комбинаторные подходы стали ещё более эффективными: они позволяют быстро генерировать и анализировать множество вариантов проектных решений, визуализировать их в 3D, учитывать нормативные требования и энергоэффективность.

Пример применения: при проектировании многофункционального жилого комплекса комбинаторные подходы помогают интегрировать различные функции в единую структуру, эффективно использовать городское пространство, создавать узнаваемый силуэт застройки с чередованием морфологически изменяемых высотных объёмов.

Оптимизация строительных процессов

Комбинаторика используется для оптимизации распределения ресурсов и планирования работ. Например, **задача о назначениях** позволяет строительным компаниям сократить расходы за счёт минимизации издержек на материалы, труд и машинное время. Она помогает точно планировать последовательность выполнения проектных задач, избегая нежелательных задержек и перенаправления ресурсов.

Также комбинаторные методы применяются для **оптимизации календарных планов строительства**, например, при распределении ресурсов и управлении строительными потоками.

Дополнительные примеры

- **Комбинаторика стандартных блоков помещений** используется при реконструкции исторических объектов. Например, разработка стандартных помещений с минимально допустимыми размерами и их комбинаторика позволяют создавать оптимальные модели для различных конструктивных решений.
- **Комбинаторные задачи в строительстве и эксплуатации автомобильных дорог** связаны с выбором материалов, их расположением и анализом возможных вариантов расположения объектов. Комбинаторика помогает находить наиболее выгодные и эффективные решения в этих сферах.

Таким образом, комбинаторика в строительстве позволяет систематизировать поиск оптимальных решений, повышать эффективность процессов и создавать инновационные архитектурные проекты.

Применение комбинаторики в информационных технологиях.

Комбинаторика — раздел математики, который изучает способы комбинирования объектов по определённым правилам, подсчёта возможных вариантов расположения, комбинаций или выбора объектов. В информационных технологиях она находит широкое применение в различных

областях, включая криптографию, машинное обучение, анализ данных, оптимизацию алгоритмов и обработку информации.

Криптография и безопасность данных

Комбинаторика играет ключевую роль в разработке и анализе криптографических алгоритмов. Некоторые направления применения:

- **Генерация криптографических ключей.** Количество возможных комбинаций ключей определяется комбинаторными методами. Например, современные алгоритмы шифрования используют большие размеры ключей (например, 256 бит), что обеспечивает огромное количество комбинаций.
- **Конструирование шифровальных схем.** В блочных шифрах применяются методы перестановок и замещений, которые создают сложные преобразования исходных данных. Комбинаторные принципы обеспечивают разнообразие и сложность этих преобразований, что затрудняет криптоанализ.
- **Хеш-функции.** Комбинаторика используется для разработки хеш-функций, защищённых от коллизионных атак и атак нахождения прообраза.
- **Анализ устойчивости криптосистем.** Комбинаторные методы помогают выявить и минимизировать избыточные или предсказуемые структуры в криптографических преобразованиях, которые могут быть использованы для построения эффективных алгоритмов взлома.
- **Криптографические протоколы.** Комбинаторика применяется в протоколах обмена ключами, аутентификации и конфиденциальных вычислениях. Например, используются комбинаторные структуры, такие как сбалансированные неполные блоки и латинские квадраты, для организации обмена ключами и распределения секретной информации.

Машинное обучение

В машинном обучении комбинаторика используется:

- **Для перебора гиперпараметров.** Комбинаторные методы помогают оценить сложность задачи и потенциального решения, выбрать оптимальный набор гиперпараметров.
- **При отборе признаков.** В задачах машинного обучения комбинаторные алгоритмы позволяют эффективно исследовать пространство возможных подмножеств признаков.
- **В анализе пользовательских сессий.** Комбинаторика применяется для изучения различных последовательностей действий пользователей на сайте, что помогает оптимизировать пользовательский опыт.
- **Для генерации синтетических данных.** При тестировании алгоритмов машинного обучения комбинаторные методы позволяют создавать разнообразные и репрезентативные тестовые выборки.

Комбинаторная оптимизация

Комбинаторная оптимизация — область математики и информатики, которая занимается поиском оптимального решения в задачах с большим количеством возможных вариантов. Некоторые области применения:

- **Логистика.** Оптимизация маршрутов доставки, планирование графиков работы транспорта, распределение ресурсов.
- **Проектирование систем.** Трассировка дорожек на печатных платах процессоров, управление
- **Финансовый анализ.** Балансировка инвестиционных портфелей, выбор оптимального набора активов.
- **Теория игр.** Анализ стратегий игроков, нахождение равновесия Нэша.

Для решения комбинаторных задач используются методы динамического программирования, жадные алгоритмы, методы ветвей и границ, эволюционные алгоритмы и другие.

Другие области

- **Обработка естественного языка.** Комбинаторика используется для анализа возможных заполнений в пропущенных данных, распределения слов, определения структуры предложений.
- **Процедурная генерация контента.** Случайные блуждания, клеточные автоматы и шумовые функции помогают создавать сложные и необычные эффекты.
- **Планирование экспериментов.** Комбинаторика помогает определить необходимое количество тестов для проверки различных гипотез и комбинаций параметров в А/В-тестировании.

Таким образом, комбинаторика служит фундаментом для многих современных технологий, позволяя оптимизировать процессы, повышать безопасность данных и решать сложные задачи в области информационных технологий.

Задание:

1. Рассмотреть примеры выполнения практических заданий (решение задач), приведенных в § 60-64 Учебника по Алгебре, указанного на с. 2 текущего документа.
2. Решить задачи, заданные преподавателем (из приведенного ниже списка):
№ 1043-1052, 1059-1066, 1072-1076, 1080-1086 (с.318-329) Учебника по Алгебре.

Заключительная часть занятия:

1. Закончить изложение материала.
2. Ответить на возникшие вопросы.
3. Подвести итоги занятия.
4. Выдать задание на самоподготовку (домашнее задание).

Задание на самоподготовку:

1. Детально проработать материал занятия, размещенный в текущем План-конспекте, приложении, в учебниках, указанных на с.2 текущего План-конспекта.
2. Решить задания, указанные преподавателем.
3. Подготовиться к опросу по пройденному материалу.