

**Курдубова Варвара Вениаминовна**

канд. пед. наук, доцент

ФГКВОУ ВО «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная  
академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного»

Министерства обороны Российской Федерации

г. Санкт-Петербург

**ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ  
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ В ВЫСШЕЙ ВОЕННОЙ ШКОЛЕ.  
ОСНОВЫ КОМБИНАТОРИКИ**

***Аннотация:** в статье рассмотрены профессионально ориентированные задачи, разработанные для изучения основ комбинаторики будущими военными специалистами. Предложены прикладные задачи, решаемые при помощи основных комбинаторных конфигураций (сочетания, размещения, перестановки).*

***Ключевые слова:** профессионально ориентированные задачи, комбинаторика, военное дело, высшая военная школа.*

Комбинаторика – раздел математики, изучающий дискретные структуры и способы их организации. Эта наука находит широкое применение в современном военном деле. С развитием технологий и усложнением боевых систем комбинаторные методы стали ключевыми для решения задач стратегического планирования, управления ресурсами, криптографии, логистики, кибербезопасности и т. д. Комбинаторика в современном военном деле – это инструмент, который позволяет эффективно решать задачи в следующих областях.

1. Задачи криптографии и защиты связи. Современные военные коммуникации требуют сложных шифров и кодов, устойчивых к взлому. Комбинаторика лежит в основе генерации ключей шифрования, защиты данных и противодействия кибератакам.

2. Оптимизация распределения ресурсов. В военных условиях приходится решать задачи оптимального распределения ограниченных ресурсов: боеприпасов, топлива, медицинских комплектов, транспорта.

3. Тактическое планирование и расстановка сил. При организации обороны или наступления необходимо учитывать все возможные варианты расположения подразделений, техники и огневых точек.

4. Анализ эффективности вооружений. При тестировании новых видов оружия комбинаторные методы помогают оценить вероятность поражения цели при различных сценариях.

5. Логистика и транспортные маршруты. Обеспечение войск требует оптимизации маршрутов доставки грузов с учетом угроз и ограничений.

6. Кибербезопасность и защита сетей. Комбинаторика используется для анализа уязвимостей и создания устойчивых к атакам систем.

7. Радиоэлектронная борьба. При подавлении вражеских систем связи и радиолокации важно оценить количество возможных частотных комбинаций. Комбинаторика позволяет разрабатывать эффективные алгоритмы РЭБ и защищать свои каналы связи.

Таким образом, комбинаторика играет важную роль в стратегическом планировании, обеспечении безопасности информации и оптимальном распределении военных ресурсов. Отметим, что с развитием искусственного интеллекта и Big Data роль комбинаторных методов будет расти, обеспечивая военных новыми способами решения сложных задач.

Данная статья посвящена разработке прикладных задач, решаемых при помощи комбинаторных методов и имеющих военно-профессиональную направленность. Авторы продолжают исследования, начатые в работах [5; 6; 10].

Напомним вкратце основные понятия комбинаторики [1–4; 8; 9 и др.].

Комбинаторика изучает различные соединения (комбинации) элементов конечных множеств. Пусть дано множество, состоящее из  $n$  различных элементов.

Множества элементов, состоящие из одних и тех же различных элементов и отличающихся друг от друга только их порядком, называются перестановками этих элементов.

Число всевозможных перестановок из  $n$  элементов обозначают через  $P_n$ , это число равно  $n!$

$$P_n = n!$$

где  $n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n$ . По определению считают, что  $0! = 1$ .

*Пример 1.* Составить различные перестановки из трех элементов множества  $M = \{a, b, c\}$  и найти их число.

*Решение.* Составим различные перестановки из трех элементов:

$$(a, b, c), (c, a, b), (b, c, a), (a, c, b), (b, a, c), (c, b, a).$$

Так как  $n = 3$ , то по формуле перестановок найдем число  $P_3 = 6$ .

*Размещениями* называют множества, составленные из  $n$  различных элементов по  $m$  элементов, которые отличаются либо составом элементов, либо их порядком.

Число всевозможных размещений определяется формулой

$$A_n^m = n(n-1)(n-2)\dots(n-m+1),$$

или

$$A_n^m = \frac{n!}{(n-m)!}$$

*Пример 2.* Составить различные размещения из трех элементов по два из элементов множества  $M = \{a, b, c\}$  и найти их число.

*Решение.* Составим различные размещения из трех элементов по два:

$$(a, b), (b, a), (a, c), (c, a), (b, c), (c, b).$$

Так как  $n = 3, m = 2$ , то по формуле размещений найдем число  $A_3^2 = 6$ .

*Сочетаниями* из  $n$  различных элементов по  $m$  называются множества, содержащие  $m$  элементов из числа  $n$  заданных, и которые отличаются хотя бы одним элементом.

Число сочетаний из  $n$  элементов по  $m$  определяется формулой

$$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$$

*Пример 3.* Составить различные сочетания из трех элементов по два из элементов множества  $M = \{a, b, c\}$  и найти их число.

*Решение.* Составим различные сочетания из трех элементов по два:

$$(a, b), (a, c), (b, c).$$

Так как  $n=3$ ,  $m=2$ , то по формуле сочетаний найдем число  $C_3^2 = 3$ .

По определению полагают  $C_n^0 = 1$ . Для сочетаний справедливы равенства:

$$C_n^m = C_n^{n-m}, C_{n+1}^{m+1} = C_n^m + C_n^{m+1},$$

$$C_n^0 + C_n^1 + C_n^2 + \dots + C_n^{n-1} + C_n^n = 2^n.$$

Число перестановок, размещений и сочетаний связано равенством

$$C_n^m = \frac{A_n^m}{P_m}$$

*Замечание.* Упорядоченные наборы называют размещениями, а неупорядоченные – сочетаниями.

В приведенных выше формулах предполагалось, что все  $n$  элементов различны. Если же некоторые элементы повторяются, то в этом случае множества с повторениями вычисляют по другим формулам. Например, если среди  $n$  элементов есть  $n_1$  элементов одного вида,  $n_2$  элементов другого вида и т. д., то число перестановок с повторениями определяется формулой

$$P_n(n_1, n_2, \dots, n_k) = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_k!}$$

где  $n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$ .

*Пример 4.* Сколько существует различных перестановок букв в слове ТРАКТАТ?

*Решение.* По условию задачи  $n = 7$ ,  $n_1 = 3$ ,  $n_2 = 2$ ,  $n_3 = 1$ ,  $n_4 = 1$ . Число различных перестановок можно найти по формуле

$$P_7(3, 2, 1, 1) = 420$$

Число размещений по  $m$  элементов с повторениями из  $n$  элементов равно  $n^m$ , т.е.

$$\bar{A}_n^m = n^m$$

*Пример 5.* Из множества  $M = \{2, 4, 5\}$  составить все размещения с повторениями по два.

*Решение.* Размещения с повторениями по два: (2,2), (2,4), (2,5), (4,4), (4,5), (4,2), (5,5), (5,2), (5,4). Их число можно найти по формуле

$$\bar{A}_3^2 = 9.$$

Число сочетаний с повторениями из  $n$  элементов по  $m$  элементов равно числу сочетаний без повторений из  $n + m - 1$  элементов по  $m$  элементов, т.е.

$$\bar{C}_n^m = C_{n+m-1}^m$$

*Пример 6.* Из множества  $M = \{2, 4, 5\}$  составить все сочетания с повторениями по два.

*Решение.* Сочетания с повторениями по два: (2,2), (2,4), (2,5), (4,4), (4,5), (5,5), (5,2). Их число можно найти по формуле

$$\bar{C}_3^2 = C_{3+2-1}^2 = C_4^2 = 6.$$

При решении задач комбинаторики используют следующие правила.

Рассмотрим разработанные авторами военно-профессиональные задачи, решаемых с применением основных комбинаторных методов. Условия задач сформулированы в рамках военно-профессиональных ситуаций [7].

### 1. Сочетания

*Сочетания без повторений.*

*Задача 1. Формирование разведгруппы.*

Из 10 специально обученных солдат нужно выбрать 4 для выполнения разведывательной миссии. Сколько существует вариантов выбора?

*Задача 2. Выбор целей для авиаудара.*

Из 8 выявленных целей нужно выбрать 3 наиболее приоритетные для авиаудара. Сколько существует вариантов выбора?

*Задача 3. Комплектация экипажа бронемашины.*

Из 6 военнослужащих нужно выбрать 3 для комплектации экипажа БМП (командир, наводчик, механик-водитель). Сколько существует вариантов?

*Задача 4. Выбор маршрутов для доставки грузов.*

Из 5 возможных маршрутов нужно выбрать 2 наиболее безопасных для доставки боеприпасов. Сколько существует вариантов выбора?

*Задача 5. Отбор снайперов.*

Из 12 кандидатов нужно отобрать 2 снайперов для выполнения боевой задачи. Сколько существует вариантов отбора?

*Сочетания с повторениями.*

*Задача 1. Распределение пайков среди подразделений.*

Командование должно распределить 20 сухпайков между 4 ротами, находящимися на отдаленных позициях. Каждая рота должна получить не менее 3 пайков для поддержания боеспособности. Сколько существует способов распределить пайки с соблюдением этого условия?

*Задача 2. Комплектация боеприпасов для огневых точек.*

На склад поступило 15 неразличимых ящиков с патронами, которые нужно распределить между 5 огневыми позициями. Сколько существует вариантов распределения?

*Задача 3. Распределение топлива.*

Имеется 25 одинаковых канистр с горючим для 6 единиц бронетехники. Сколько способов распределить топливо?

*Задача 4. Распределение медикаментов.*

Медсанбат получил 10 одинаковых аптек для 3 взводов. Сколько существует способов распределения?

*Задача 5. Распределение аккумуляторов.*

Для 7 подразделений связи нужно распределить 12 одинаковых аккумуляторов. Сколько вариантов распределения?

*2. Размещения.*

*Размещения без повторений.*

*Задача 1. Назначение офицеров на командные посты.*

Из 5 офицеров нужно выбрать командира, заместителя и начальника штаба. Каждый офицер может занимать только одну должность.

Сколько существует способов распределения должностей?

*Задача 2. Распределение уникальных радиочастот.*

Для 3 подразделений нужно выделить 4 разные частоты (каждая частота используется только одним подразделением).

*Задача 3. Планирование разведывательных маршрутов.*

Разведгруппа из 4 бойцов должна обследовать 3 объекта в определенной последовательности. Каждый объект посещается один раз.

*Задача 4. Расстановка часовых на посты.*

Шесть часовых нужно расставить на четыре ключевых поста (каждый пост занимает один человек). Сколько существует способов расстановки?

*Задача 5. Генерация уникальных кодов доступа.*

Для шифра используются 3 разные буквы из 10 разрешенных (повторы запрещены). Сколько уникальных кодов можно создать?

*Размещения с повторениями.**Задача 1. Генерация временных паролей.*

Для доступа к системе используется пароль из 4 цифр (от 0 до 9), где цифры могут повторяться. Сколько вариантов паролей существует?

*Задача 2. Сигналы с использованием ракет.*

Для передачи сообщений используют последовательность из 3 ракет 4 цветов (цвета могут повторяться). Сколько различных сигналов можно передать?

*Задача 3. Распределение частот связи.*

5 подразделений выбирают частоты из 3 доступных (частоты могут совпадать). Сколько вариантов распределения возможно?

*Задача 4. Маркировка грузов.*

Грузы маркируются кодом из 2 символов: буква (20 букв) и цифра (0–9). Символы могут повторяться.

*Задача 5. Позывные для беспилотников.*

Позывной дрона состоит из 3 символов: буква (33 буквы) и цифра (0–9). Символы могут повторяться. Сколько уникальных позывных можно сгенерировать?

*3. Перестановки.**Перестановки без повторений.**Задача 1. Расстановка караула.*

Пять солдат нужно расставить на пять постов. Сколько существует способов?

*Задача 2. Очередность докладов.*

На совещании должны выступить 4 офицера. Сколько существует вариантов порядка выступлений?

*Задача 3. Маршруты разведки.*

Разведгруппа из 3 человек может обследовать 3 объекта в разном порядке. Сколько вариантов маршрутов?

*Задача 4. Кодирование карт.*

Для шифрования карты используют перестановку 6 уникальных символов. Сколько вариантов шифра?

*Задача 5. Распределение техники.*

4 единицы разной техники (танк, БМП, БТР, САУ) нужно распределить по 4 позициям. Сколько способов?

*Перестановки с повторениями.*

*Задача 1. Формирование патрульных групп.*

Для охраны объекта нужно составить 3 патруля из 5 военнослужащих: 2 сержанта и 3 рядовых. Сколько существует способов распределить их, если звания учитываются?

*Задача 2. Шифрование донесений.*

Для шифрования используют слово «ТАНКИСТ». Сколько различных сигналов можно создать, переставляя буквы?

*Задача 3. Распределение боеприпасов.*

На 3 огневые позиции нужно распределить: 2 ящика с патронами и 3 с гранатами (ящики одного типа неразличимы). Сколько способов распределения?

*Задача 4. Кодирование сигналов флажками.*

Для передачи сигналов используют 5 флажков: 2 красных и 3 синих. Сколько различных сигналов можно передать их перестановкой?

*Задача 5. Комплектация экипажа.*

В экипаж бронемашины входят: командир, наводчик и 2 рядовых. Сколько существует вариантов построения в шеренгу, если звания учитываются?

Приведённые в данной статье профессионально ориентированные задания демонстрируют применение основных методов комбинаторики при решении военно-прикладных задач.

### ***Список литературы***

1. Андерсон Д. Дискретная математика и комбинаторика / Д. Андерсон. – М.: Вильямс, 2004.
2. Виленкин Н.Я. Комбинаторика / Н.Я. Виленкин, А.Н. Виленкин, П.А. Виленкин. – М.: ФИМА: МЦНМО, 2006. – EDN QJPVSZ
3. Гаврилов Г.П. Задачи и упражнения по курсу дискретной математики / Г.П. Гаврилов, А.А. Сапоженко. – М.: Наука, 1992.
4. Комбинаторный анализ. Задачи и упражнения / под ред. К.А. Рыбникова. – М.: Наука, 1982.
5. Курдубова В.В. Применение приближенных формул схемы Бернулли при решении профессионально ориентированных задач в высшей военной школе / В.В. Курдубова // Технопарк универсальных педагогических компетенций: материалы Всерос. науч.-практич. конф. (Чебоксары, 20 февр. 2025 г.). – Чебоксары: Среда, 2025. EDN WSGJEX
6. Курдубова В.В. Профессионально ориентированные задачи по теории вероятностей для подготовки в высшей военной школе. Схема Бернулли / В.В. Курдубова, Е.О. Шахвердова // Технопарк универсальных педагогических компетенций: материалы Всерос. науч.-практич. конф. (Чебоксары, 20 февр. 2025 г.). – Чебоксары: Среда, 2025. EDN AAZTBZ
7. Масюк В.Г. Основы обороны государства и военной службы: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.Г. Масюк. – М.: Академия, 2013. – 288 с.
8. Письменный Д.Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам / Д.Т. Письменный. – 4-е изд., испр. – М.: Айрис-пресс, 2008. – 287 с. – EDN QJSYKH

9. Судоплатов С.В. Элементы дискретной математики / С.В. Судоплатов, Е.В. Овчинникова. – М.: ИНФРА-М; Новосибирск: НГТУ, 2003. – EDN TIDZEZ

10. Шахвердова Е.О. Прикладные задачи профессиональной направленности, решаемые при помощи основных теорем теории вероятностей в высшей военной школе / Е.О. Шахвердова // Технопарк универсальных педагогических компетенций: материалы Всерос. науч.-практич. конф. – Чебоксары: Среда, 2025. EDN PRKIRK