

# Математические элементы курса информатики в начальной школе

---

РУДЧЕНКО ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА

ИКОИ ФИЦ ИУ РАН

RUDCHENKO1@YANDEX.RU

# Курс «Информатика» 1–4 классы

---

- Курс «Информатика 1–4» (А. Л. Семенов, Т. А. Рудченко) – на 1 час в неделю.
- Дополнение к общепринятым традиционным курсам математики: Моро, Дорофеев и др., но не связан с ними.
- Создает новую систему договоренностей: термины, структуры, операции, модели.
- Создает **ЯЗЫК**, на котором дальше можно обсуждать с детьми понятия современной математики, лингвистики, биологии, социологии и пр. (см. прошлый доклад о конструктивной комбинаторике).
- Добавляет взгляд с другой стороны на привычный материал традиционных курсов начальной школы.
- Наглядные примеры, наглядные модели отношений – собранное своими руками не забывается потом.
- Возможность самостоятельной работы ученика, совместной работы родителя с ребенком и пр., если с учителем или со школьной программой не повезло.

# Структура курса

---

- Элементы, одинаковость элементов
- Структуры из элементов:
  - Мешки (совокупности)
  - Цепочки
  - Таблицы
  - Деревья
- Операции:
  - Сложение мешков
  - Разделение на части
  - Склеивание цепочек
  - Склеивание мешков цепочек (декартово произведение)

# Структура курса

---

- Операции над мешками:
  - Сложение мешков
  - Разделение на части
  - Минимум и максимум мешков
- Операции над цепочками:
  - Мешок бусин цепочки
  - Склеивание цепочек
  - Склеивание мешков цепочек (декартово произведение)

Сложение мешков – наглядно. Сложение чисел – ненаглядно!

Наглядность сохраняем как можно дольше, к ней обращаемся – строим примеры для ненаглядных ситуаций.

# Структура курса

---

- Процессы:
  - Выполнение инструкции
  - Вычисление значения арифметического выражения
  - Выполнение программы исполнителем
  - Упорядочивание и сортировка
  - Перебор всех вариантов
  - Игры двух игроков

Процесс фиксируется в виде цепочки, таблицы или дерева, которые можно затем исследовать – найти решение задачи или проверить решение. Наглядность!

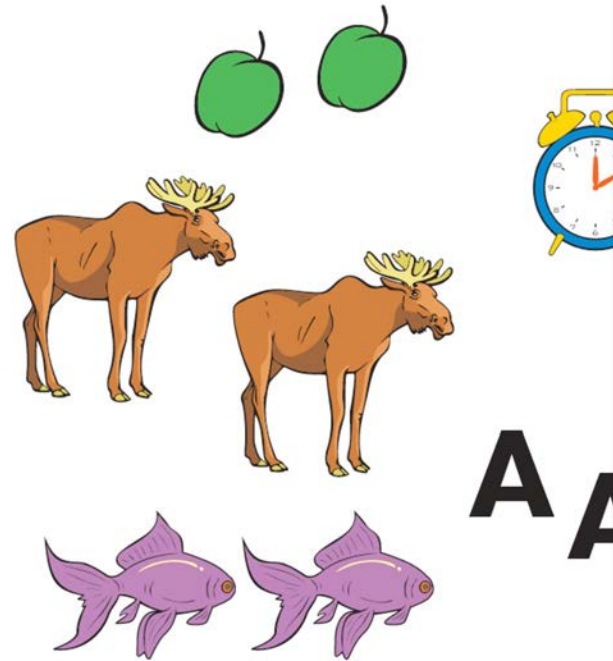
# Элементы и их одинаковость

Фигурки (любые  
картинки, знаки)

Буквы (русские и  
латиница), цифры

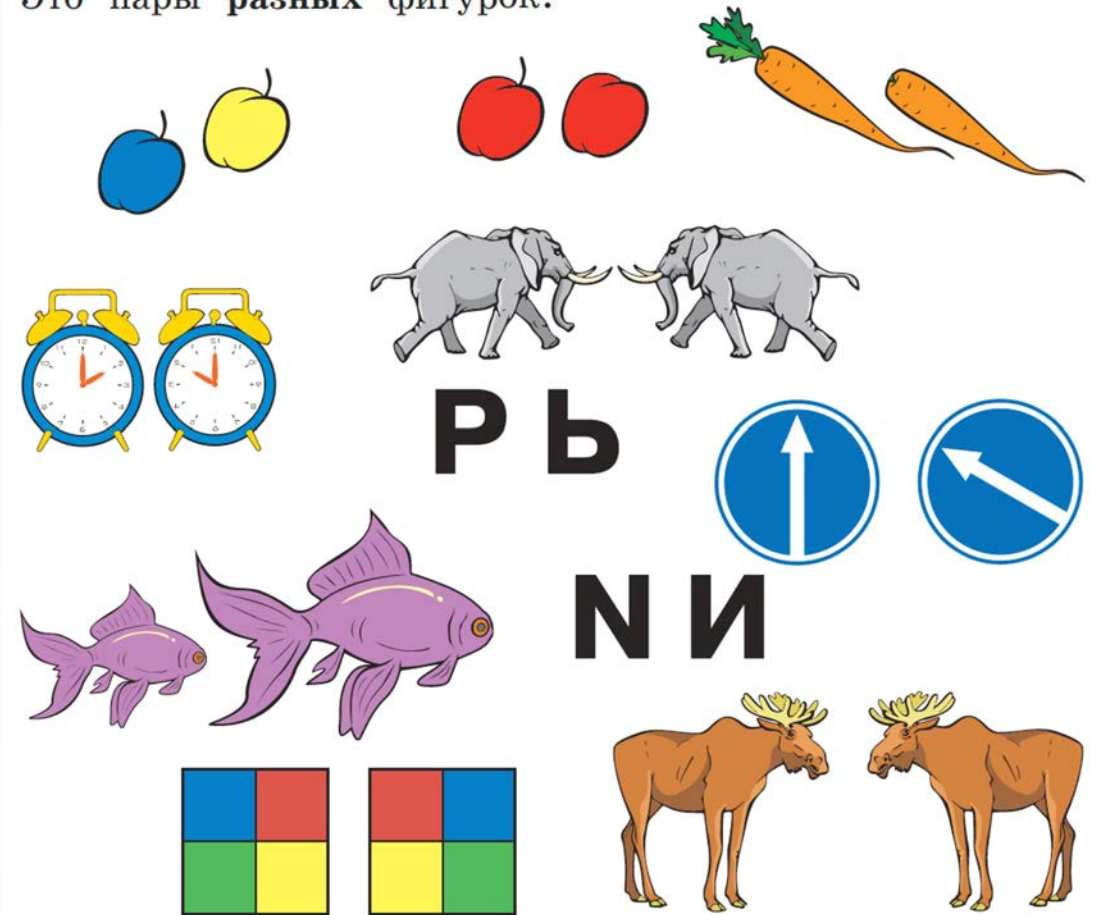
В курсе почти нет  
чисел, зато много  
разнообразных  
других элементов

## Одинаковые фигурки

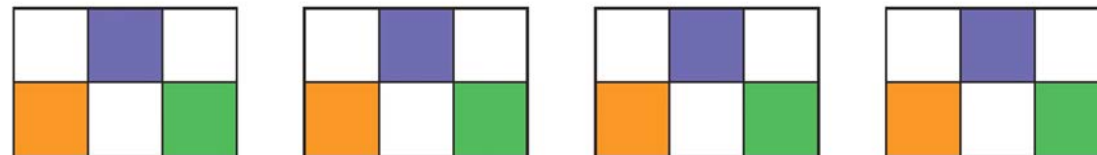


## Разные фигурки

Это пары разных фигурок:



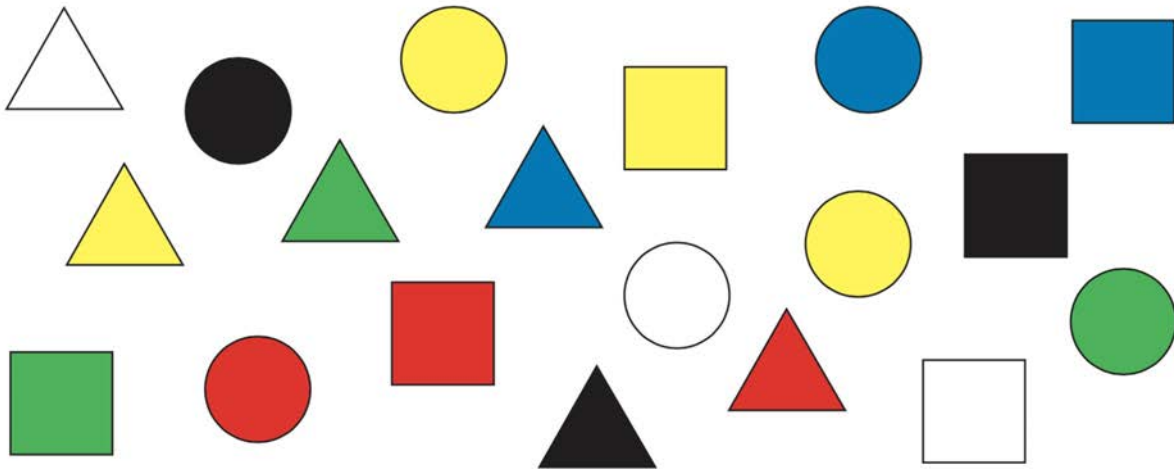
Эти четыре фигурки одинаковые:



# Элементы и их одинаковость

Важно читать текст задания – нельзя угадать, что надо сделать. Сложность языка нарастает медленно.

**207** Раскрась все нераскрашенные бусины так, чтобы среди этих бусин были три одинаковые.



**144** Это греческие буквы. Соедини две одинаковые буквы красной линией.



**15** Пометь две разные фигурки чёрной галочкой.





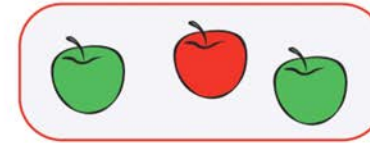
# Мешки (мультимножества)

Мешки – не множества, в них могут лежать одинаковые бусины/яблоки/буквы.

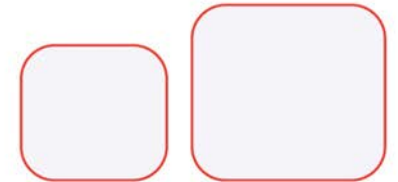
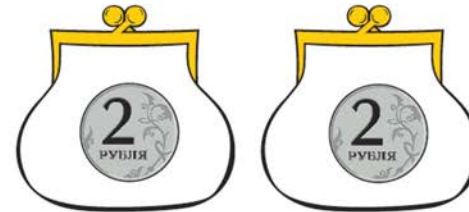
Одинаковость мешков – это одинаковость их состава

## Одинаковые мешки

Эти мешки одинаковые:



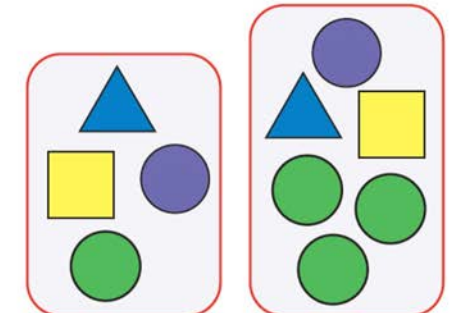
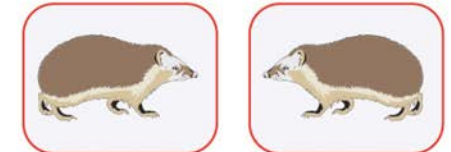
Вот пары одинаковых мешков:



Все пустые мешки одинаковые.

## Разные мешки

Вот пары разных мешков:

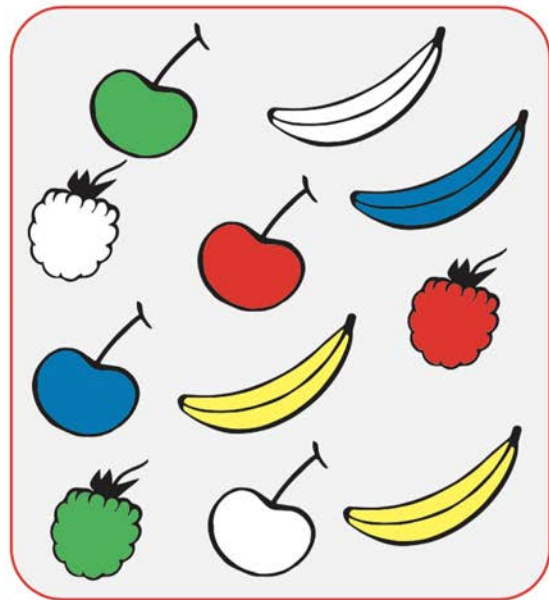
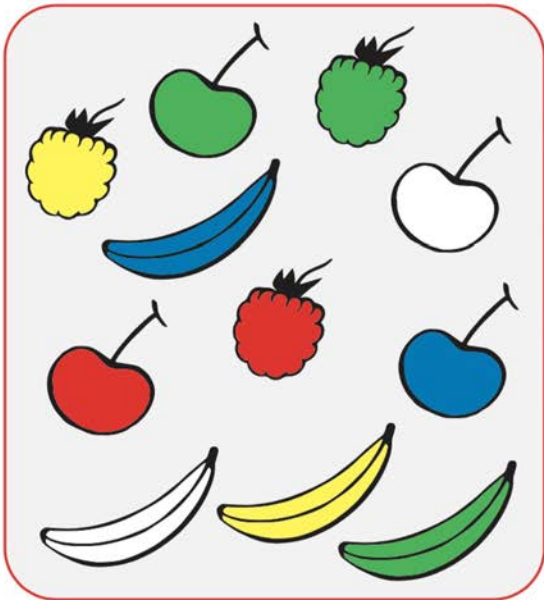




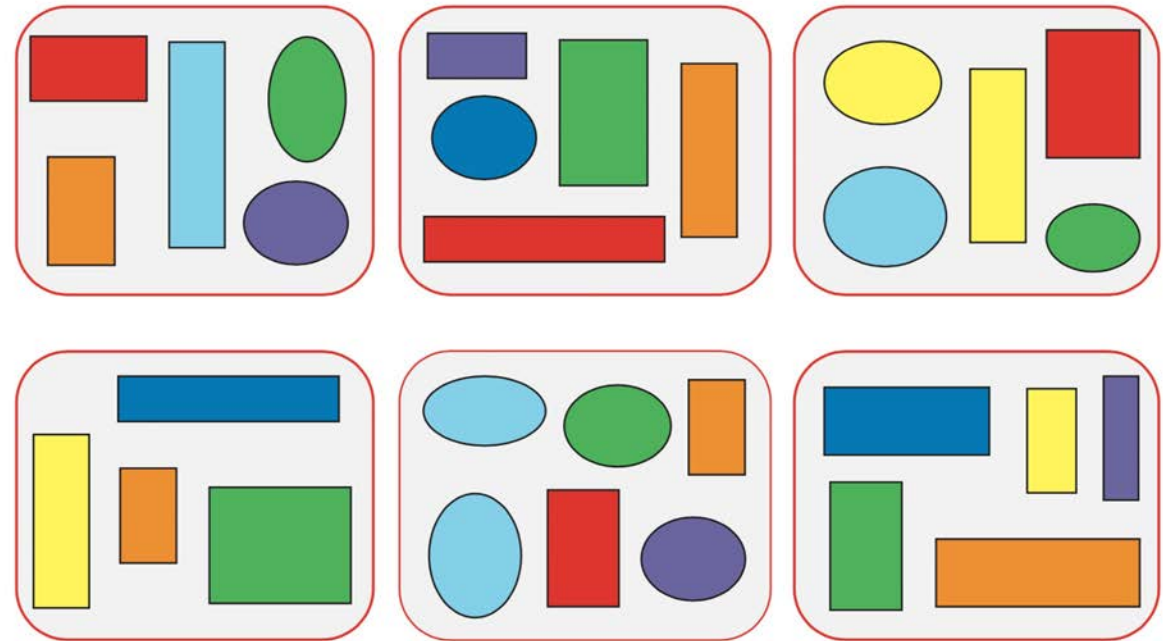
# Мешки (мультимножества)

Кванторы: есть, нет, каждый

**177** Раскрась в мешках все нераскрашенные фигурки так, чтобы эти два мешка стали одинаковыми.



**181** Поставь синюю галочку каждый мешок, в котором есть три прямоугольника. Поставь красную галочку каждый мешок, в котором нет овала.



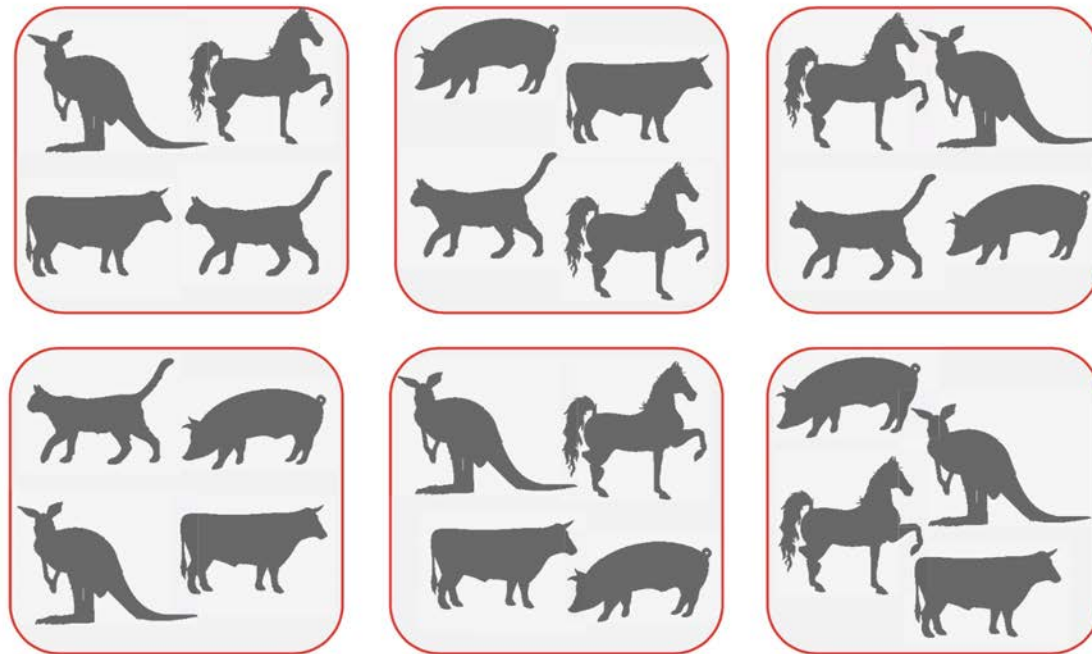
# Мешки (мультимножества)

**172** Пометь синей галочкой мешок, в котором есть два яблока. Пометь красной галочкой мешок, в котором ровно две груши.



Проверь своё решение — обведи в каждом мешке все яблоки синим, обведи в каждом мешке все груши красным.

**212** Пометь зелёной галочкой два одинаковых мешка. Пометь красной галочкой каждый мешок, в котором нет лошади.



Проверка своего решения – важно.  
Формируем с самого начала.

# Цепочки

Цепочки – конечные последовательности

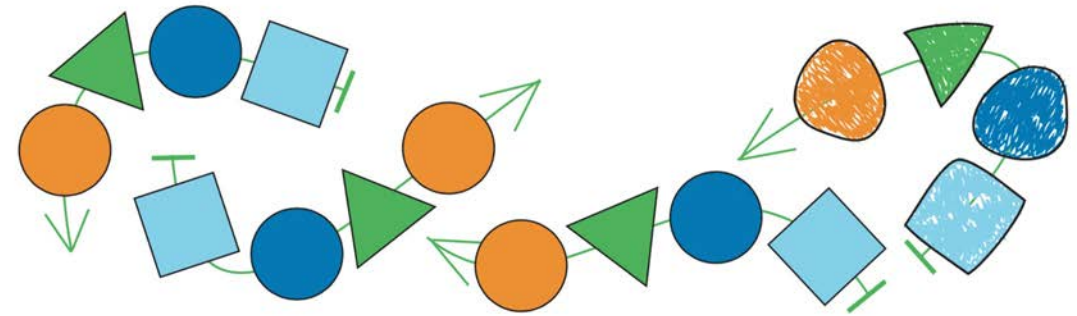
Одинаковость цепочек – это одинаковость элементов и их порядка

## Одинаковые цепочки

Эти две цепочки **одинаковые**:



Здесь все цепочки **одинаковые**:



## Разные цепочки

Эти две цепочки **разные**:



И эти две цепочки **разные**:



Вот ещё две **разные** цепочки:

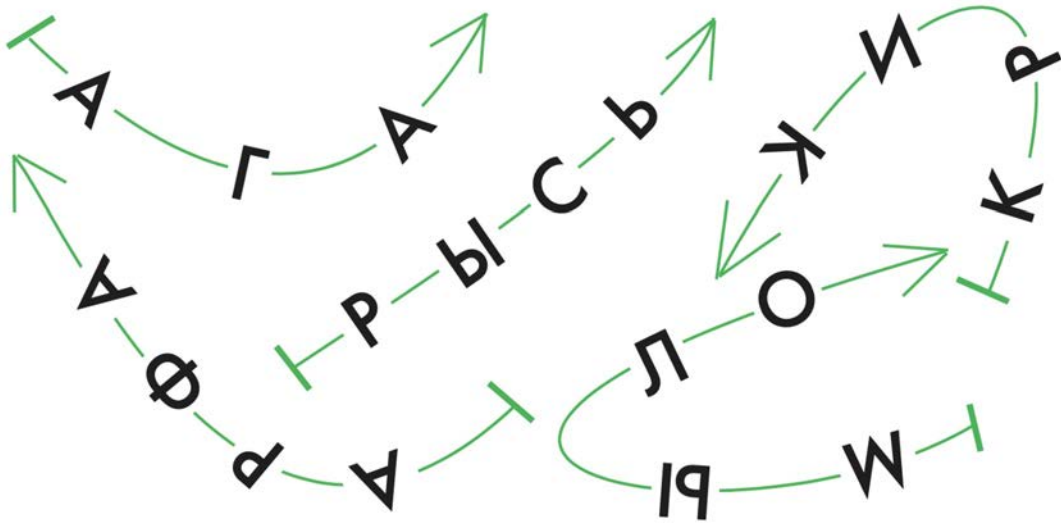




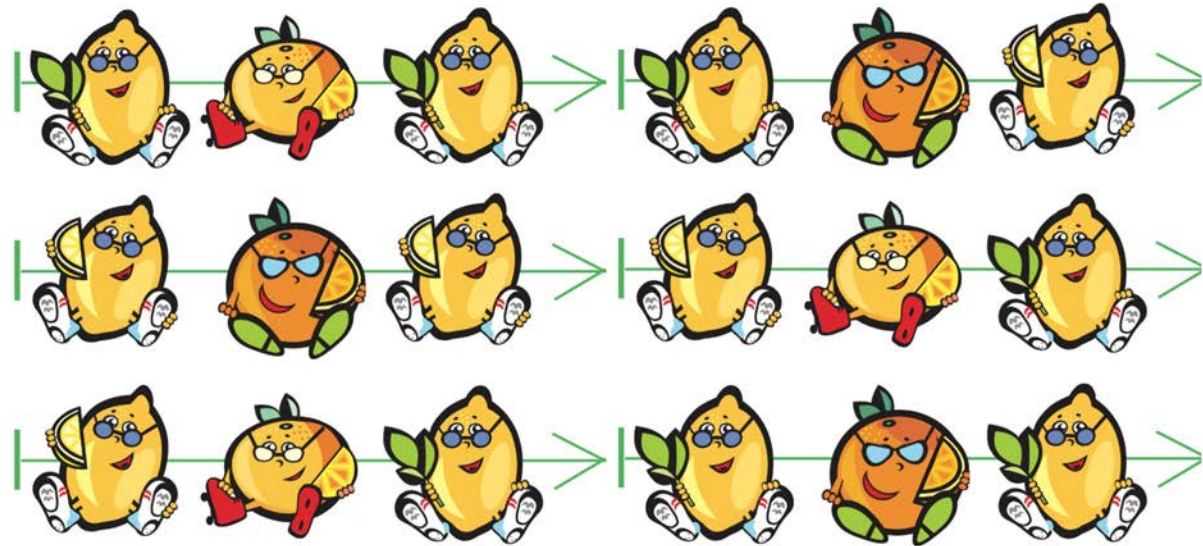
# Цепочки

Интеграция: много задач на материале русского языка

**140** Обведи синим каждой цепочку, в которой первая и последняя буквы одинаковые.



**196** Найди две одинаковые цепочки. Пометь эти цепочки синей галочкой.



# Утверждения

4 Соедини все фигурки в одну цепочку так, чтобы для твоей цепочки это утверждение было истинным:

Предыдущая фигурка перед грушей — арбуз.



5 Соедини все фигурки в одну цепочку так, чтобы для твоей цепочки это утверждение было ложным:

Предыдущая фигурка перед грушей — арбуз.



56 Миша складывал стопкой книги, которые по одной вынимал из портфеля. Вот такая стопка книг получилась на столе у Миши. Определи истинность утверждений, напиши буквы И, Л или Н в окнах.



В этой стопке есть книга Заходера.

Первым Миша положил на стол букварь.

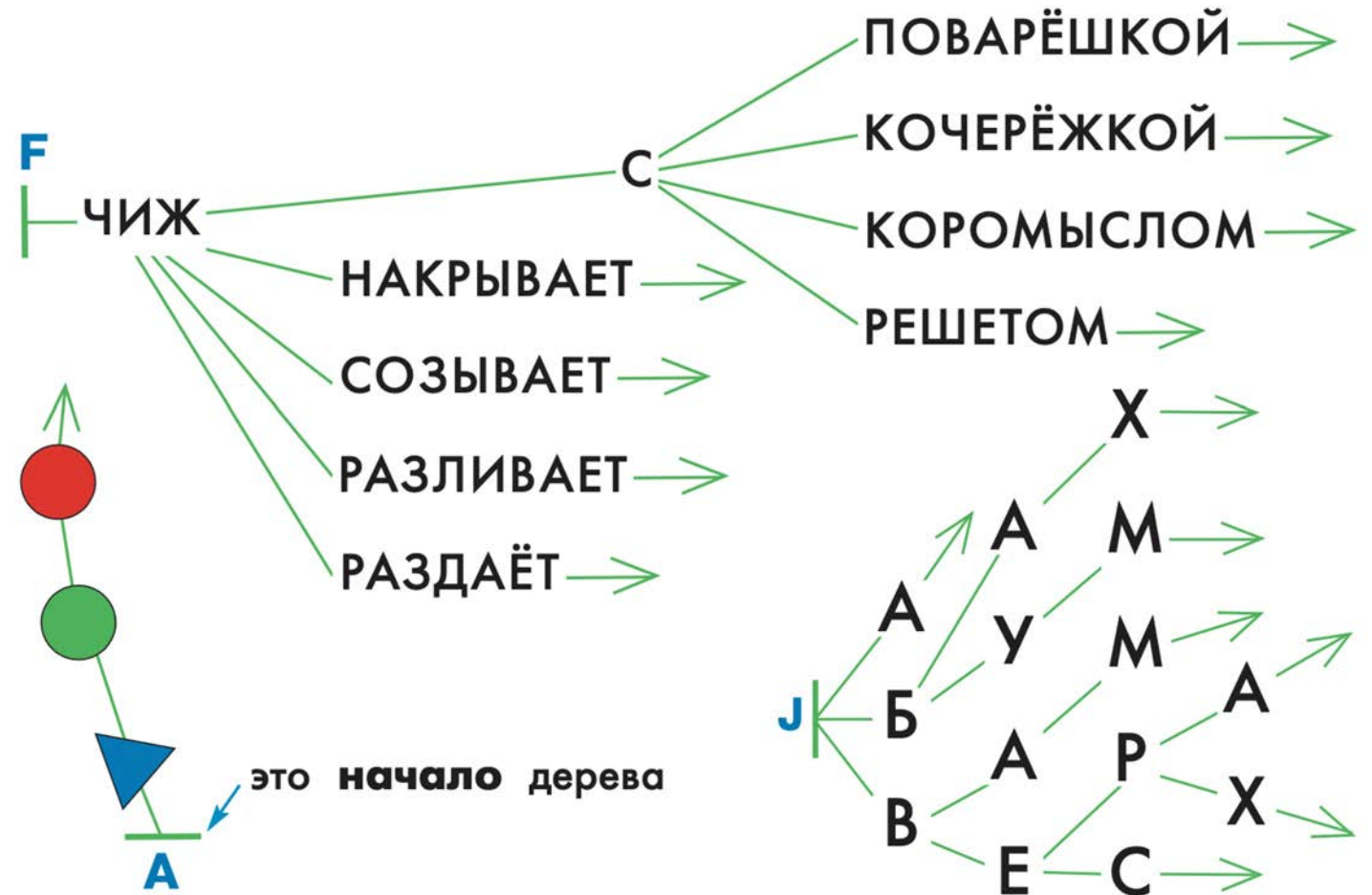
Последним в стопку Миша положил словарь.

В этой стопке нет букваря.

# Деревья

Деревья – направленные графы, не обязательно бинарные

Дерево Б построено из бусин. Дерево можно строить также из фигурок, букв, знаков, мешков, слов и др. Дерево F построено из слов. Дерево J построено из букв.



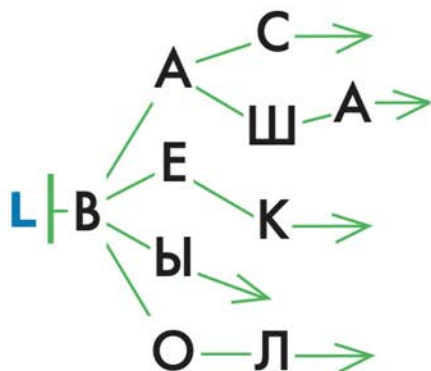
Цепочку тоже можно назвать деревом.



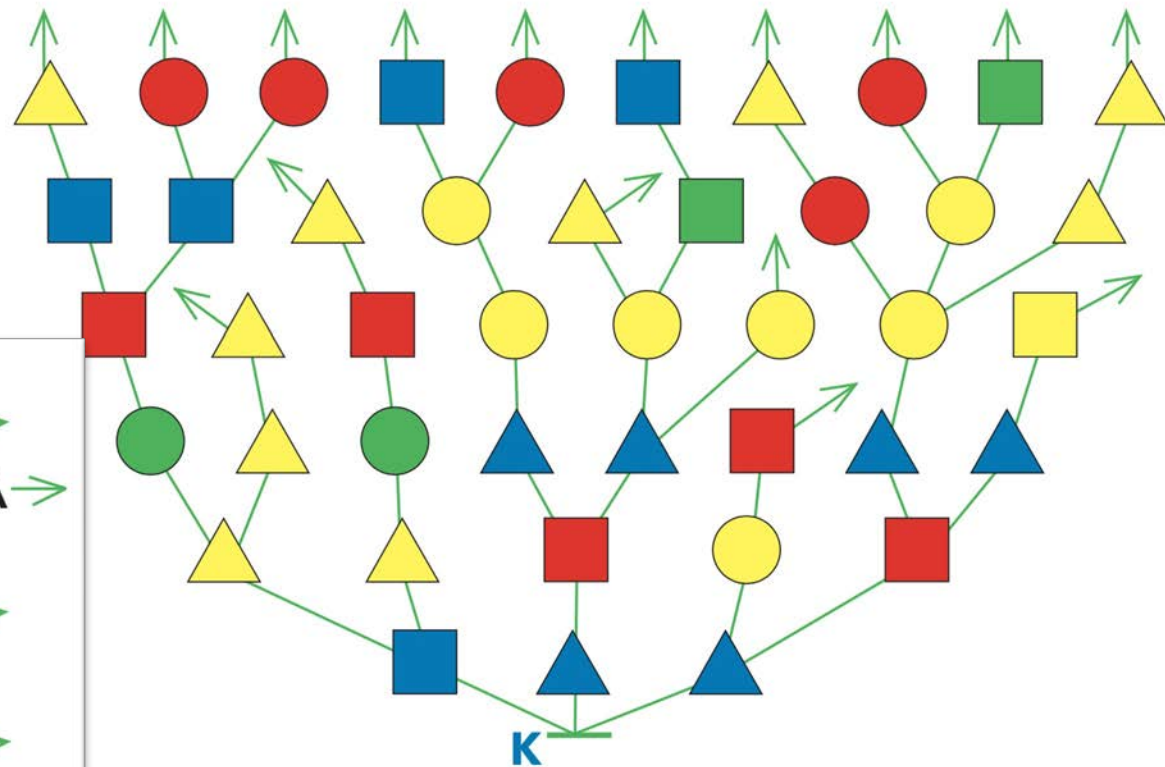
# Деревья

**130** Напиши в мешке все цепочки из дерева L.

Проверь своё решение: соедини каждый лист дерева L с той цепочкой в мешке, которая построена для этого листа.



**122** Найди и пометь в дереве K две одинаковые цепочки.



Путь в дереве. Все пути.  
 Построение минимального  
 дерева (без доказательства)

**143** Нарисуй в окне такое дерево букв, чтобы мешок J был мешком всех цепочек из этого дерева и чтобы в дереве было ровно 19 букв.





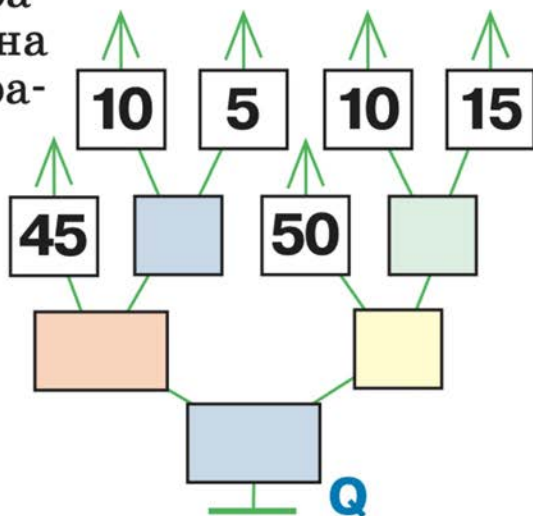
# Деревья

Дерево моделирует процесс.  
Позволяет перебрать все варианты

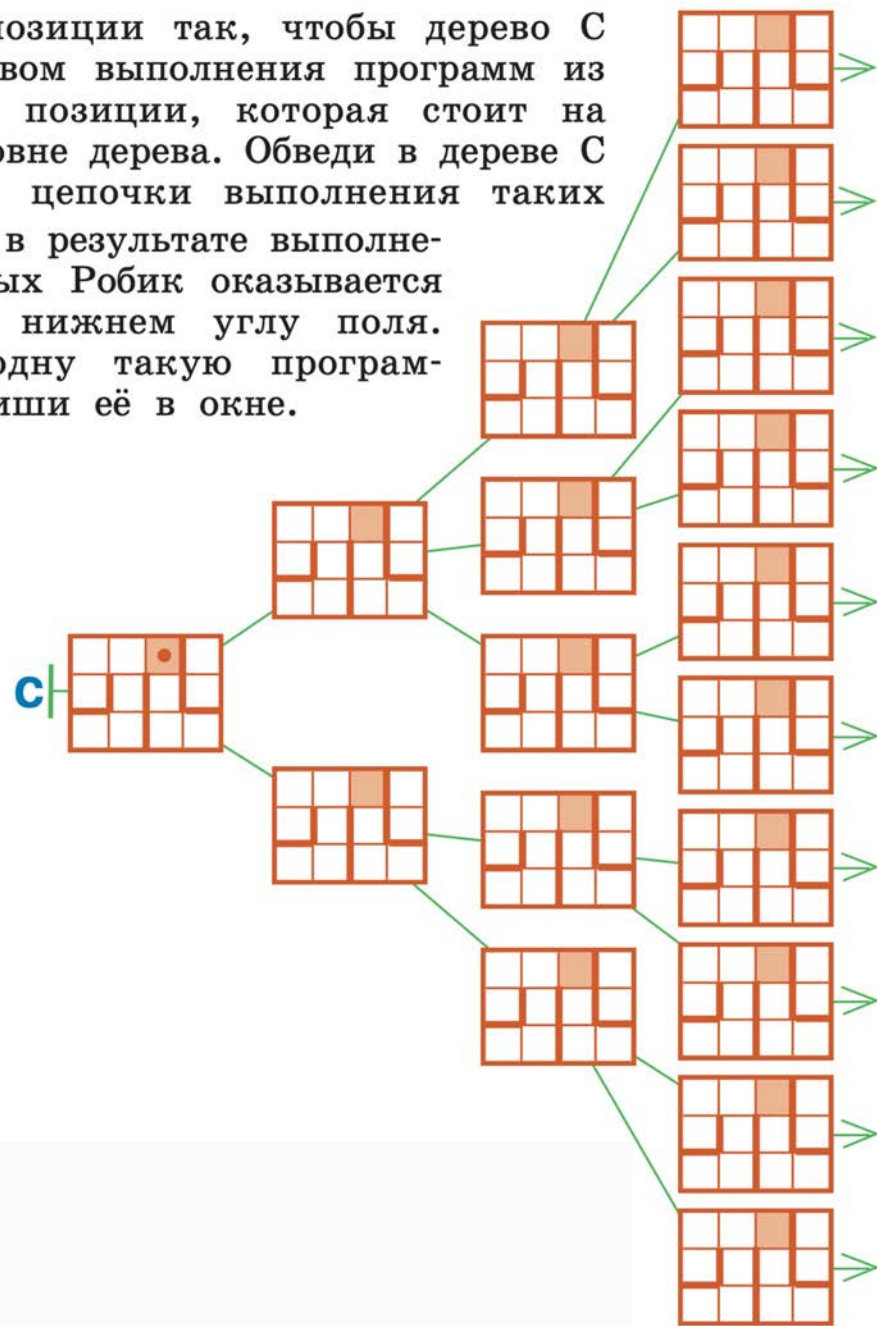
**115** Дано дерево вычисления Q. Расставь скобки в выражении так, чтобы дерево Q стало деревом вычисления значения этого выражения. Заполни цветные окна дерева Q, найди значение выражения.

$$45 \cdot 10 - 5 - 50 : 10 + 15 = \square$$

-  — умножение
-  — деление
-  — сложение
-  — вычитание

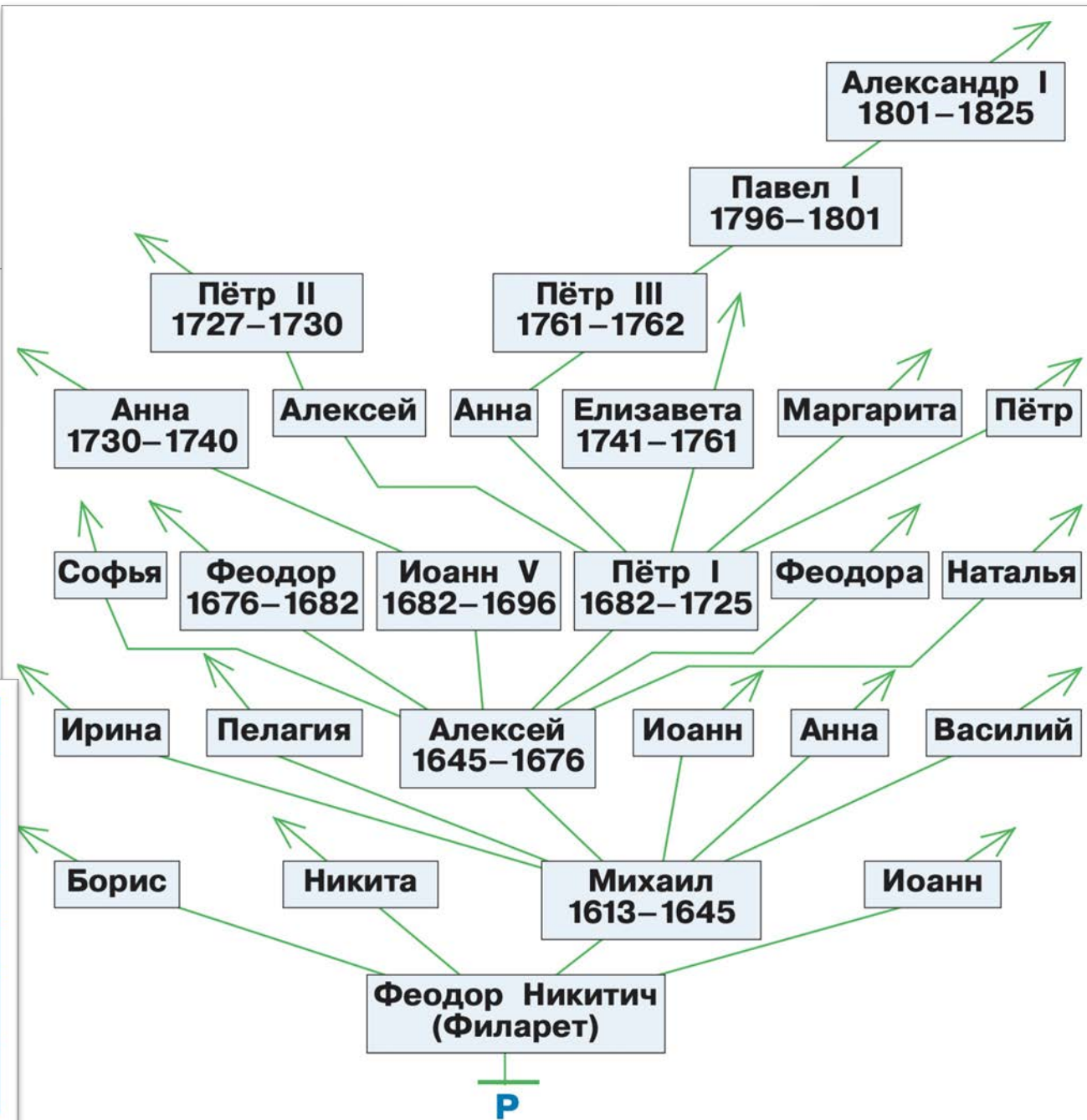


**156** Дорисуй позиции так, чтобы дерево С стало деревом выполнения программ из начальной позиции, которая стоит на первом уровне дерева. Обведи в дереве С синим все цепочки выполнения таких программ, в результате выполнения которых Робик оказывается в правом нижнем углу поля. Построй одну такую программу — напиши её в окне.



# Деревья

Выход в окружающий мир.  
Кто такой внучатый племянник?



Утверждение	Р
Александр I доводился Петру I внуком.	
Павел I был сыном Петра III.	
У Петра I было пятеро детей.	
Анна Иоанновна была двоюродной сестрой Елизаветы.	
Пётр I царствовал раньше своего брата Феодора.	
Один из братьев Софьи Алексеевны носил имя своего прадеда.	

# Операции над мешками и цепочками

---

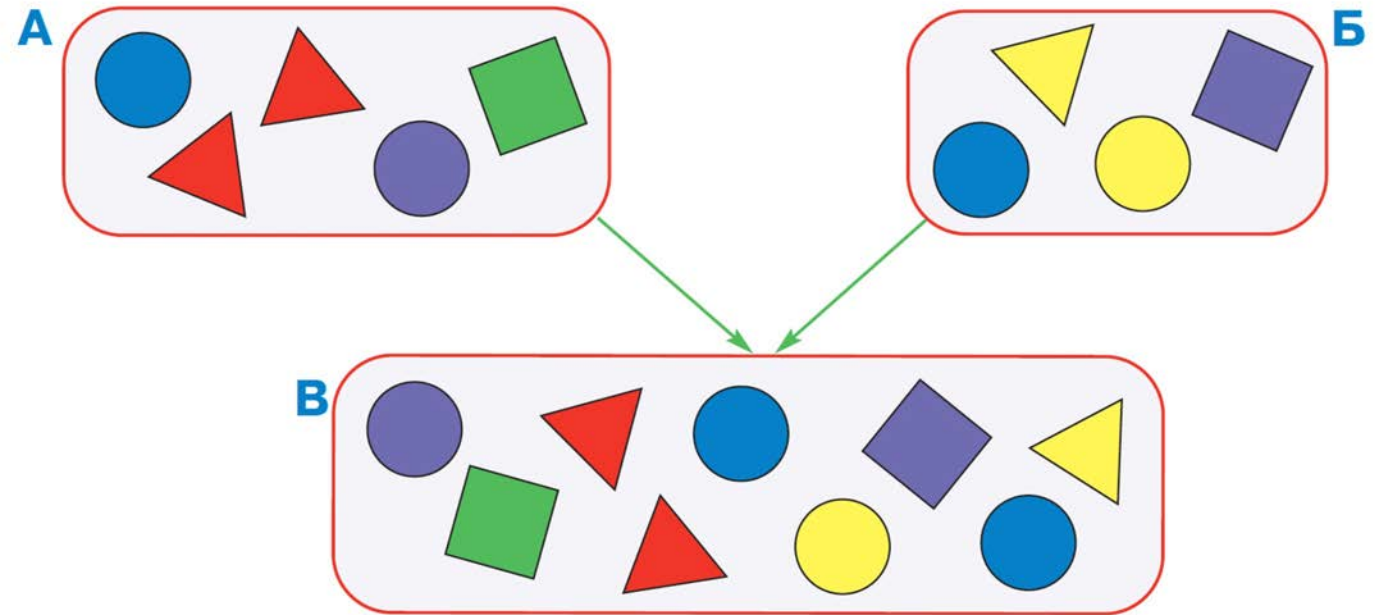
- Операции над мешками:
  - Сложение мешков
  - Разделение на части
  - Минимум и максимум мешков
- Операции над цепочками:
  - Мешок бусин цепочки
  - Склеивание цепочек
  - Склеивание мешков цепочек (декартово произведение)

# Операции над мешками

Сложение мешков – ссыпание всего содержимого.  
Сложение таблиц.

## Складываем мешки

Сложим все бусины из мешков А и Б в один мешок. Получится мешок В.



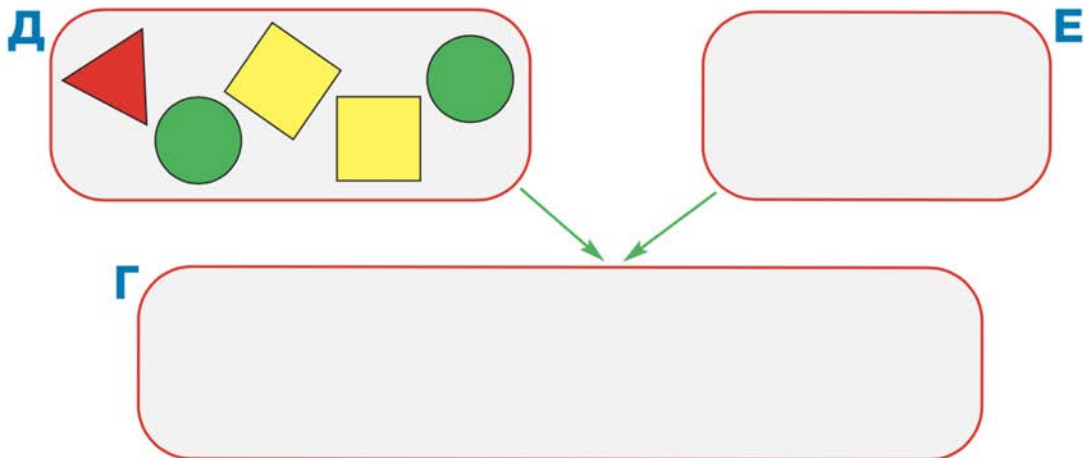
Каждая бусина из мешка А есть в мешке В.  
Каждая бусина из мешка Б есть в мешке В.

Мы построили мешок В — сумму мешков А и Б.



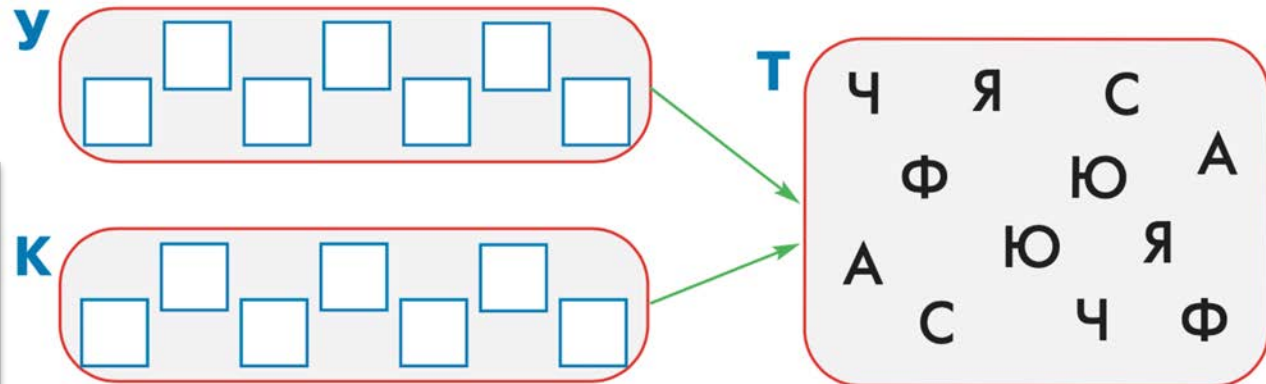
# Операции над мешками

**168** Построй мешок Г — сумму мешков Д и Е. Нарисуй бусины в мешке.



**138**

Мешки У и К сложили, и получился мешок Т. Известно, что количество букв в мешке У равно количеству букв в мешке К и в каждом из этих мешков все буквы разные. Построй мешки У и К — напиши буквы в окнах. Заполни столько окон, сколько нужно.



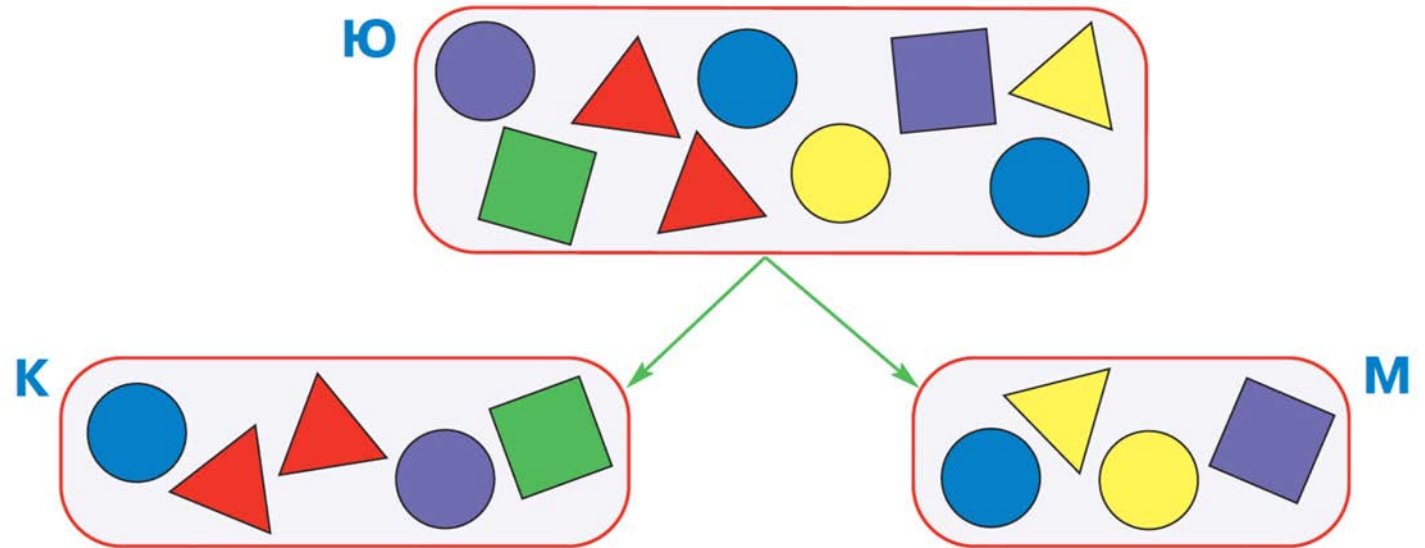
# Операции над мешками

Разбиение мешка на части  
Выделение части  
Минимум и максимум

Отношение: на наглядном материале, которое затем переносится в разные ситуации в задачах.

## Разбиваем мешок на части

Разобьём мешок Ю на две части: мешки К и М.



Мы разложили все бусины из мешка Ю в мешки К и М. Каждая бусина из мешка Ю попала ровно в один мешок: или К, или М. Если сложить мешки К и М, то получится снова мешок Ю.

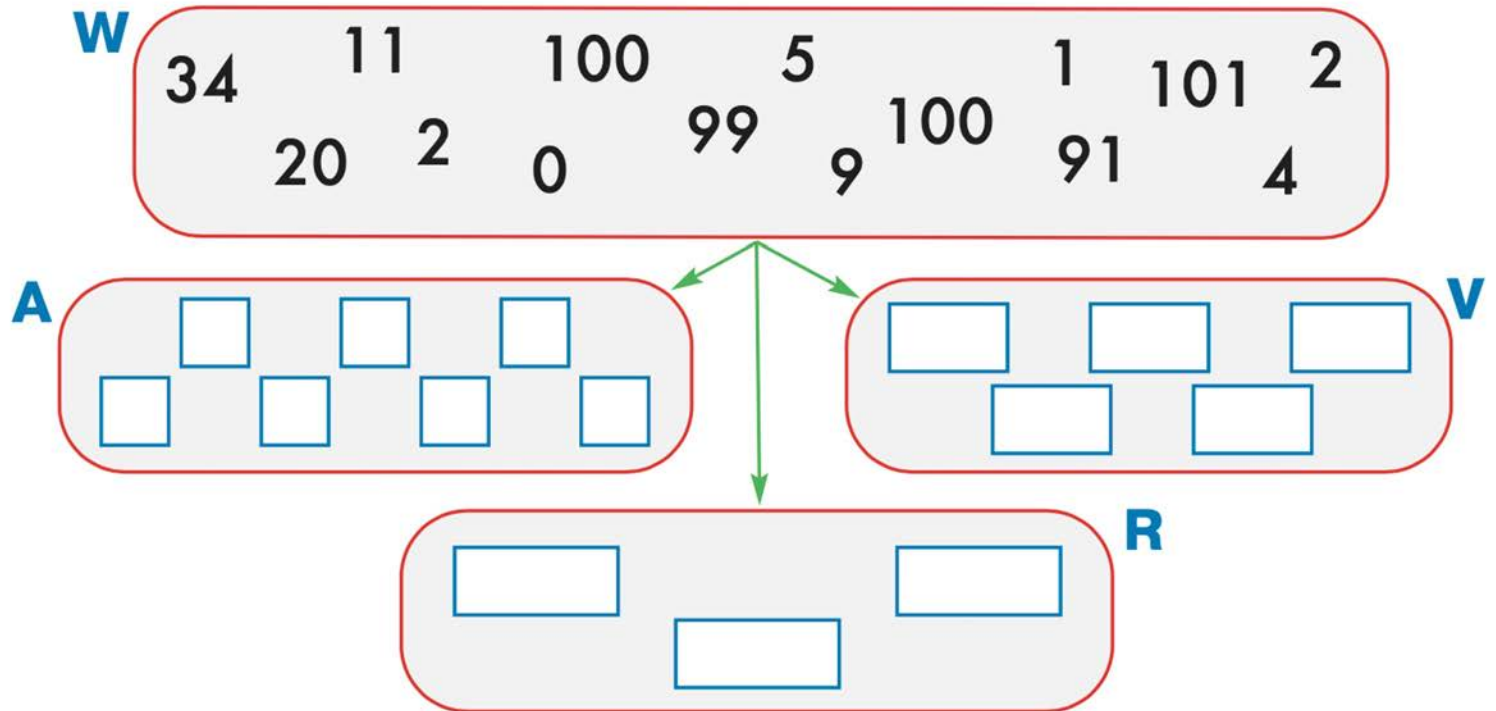
Мешок К — это **часть** мешка Ю.

Мешок М — это **часть** мешка Ю.

# Операции над мешками



**237** Построй разбиение мешка  $W$  на 3 части (мешки  $A$ ,  $V$  и  $R$ ) так, чтобы в мешке  $A$  все числа были однозначными, в мешке  $V$  все числа были двузначными, а в мешке  $R$  все числа были трёхзначными. Заполни столько окон, сколько нужно.



Не забудь проверить своё решение.

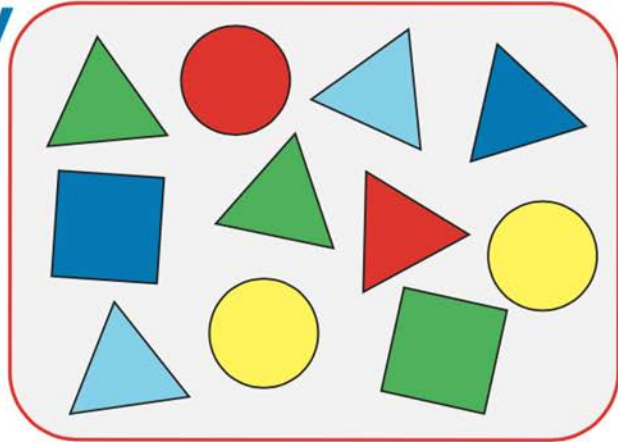


# Операции над мешками

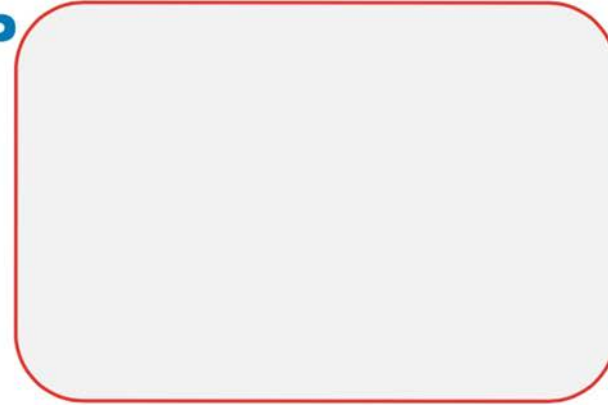
184

Выдели часть мешка  $У$  — такой мешок  $Р$  из бусин мешка  $У$ , в котором есть 6 бусин и в котором все бусины одной формы. Нарисуй бусины в мешке  $Р$ .

$У$



$Р$

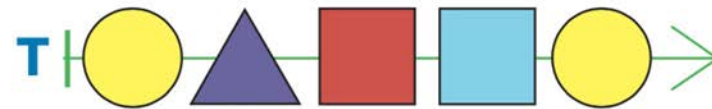


Проверь своё решение. Убедись, что в мешке  $Р$  есть 6 бусин и все бусины в мешке  $Р$  одной формы.

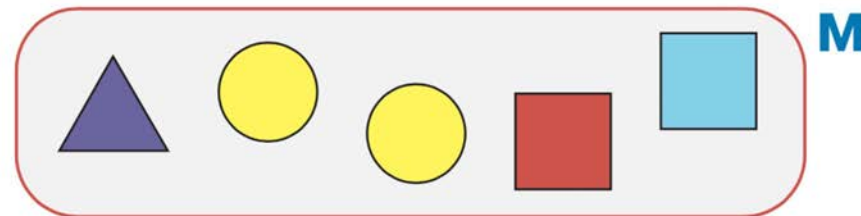
# Операции над цепочками

Мешок бусин цепочки

Вот цепочка Т:



Все бусины цепочки Т ссыпали в мешок. Получился мешок М.



Мешок М — это **мешок бусин** цепочки Т.

# Операции над цепочками

Мешок бусин цепочки

143

Соедини каждое число с мешком его цифр.

34532

44235

32523

33543

52233

53334

44253

22353

3 4 5 3 3

3 2 5 2 3

5 2 3 3 4

5 4 2 4 3

42354

32532

33254

43335

42435

53433

22335

33345

154

Напиши в каждом окне одну букву так, чтобы получилось слово из Учебного словарика, для которого мешок Ф — это мешок его букв.

□ □ □ Е □ □

Ф

Р Е  
П А Л  
Ь

7

Найди здесь три слова, мешки букв которых одинаковые. Напиши эти три слова в ответе.

КАРАТ  
КРЕСТ  
СЛОВО  
ТАРИФ

ВОЛОС  
РОКОТ  
ПИРАТ  
ТАРАКАН

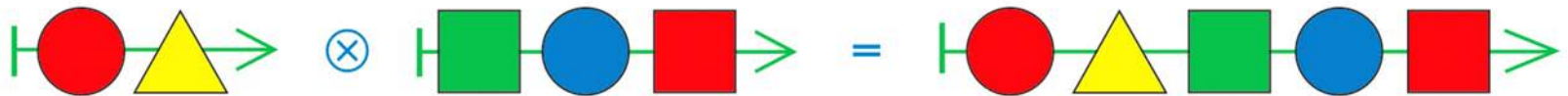
КАРТА  
ТРЕСК  
СОВЕСТЬ  
ОТРОК

РОТОК  
СОЛОВЕЙ  
РОБОТ  
ТАПИР

# Операции над цепочками

## Склеивание цепочек

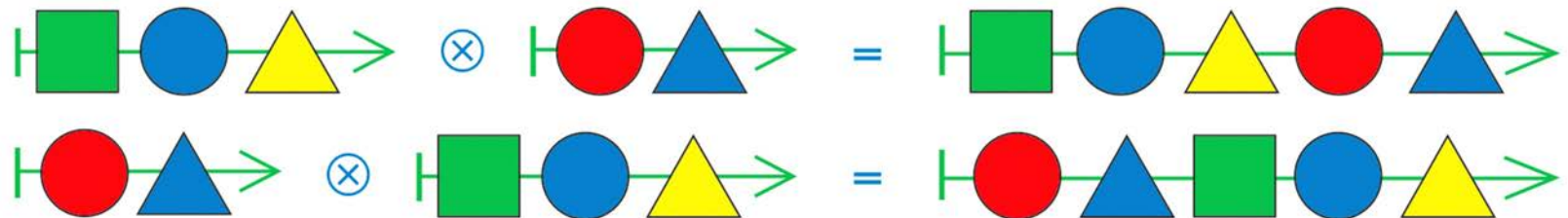
Склеим одну цепочку с другой — получится новая цепочка:



Мы обозначили склеивание знаком  $\otimes$ .

Для того чтобы правильно склеить две цепочки, надо нарисовать их так, чтобы начало каждой цепочки находилось слева, а конец — справа.

При склеивании важно, какая цепочка идёт первой, а какая — второй. Если цепочки поменять местами, при склеивании получится другая цепочка:



# Операции над цепочками

172

Это равенства, в которых с корнем слова склеиваются суффикс и окончание. В каждом равенстве придумай и запиши в первое окно корень слова так, чтобы при склеивании его с указанными суффиксом и окончанием получилось русское слово. Заполни окна.

<input type="text"/>	⊗	ЕНЬК	⊗	ИЙ	=	<input type="text"/>
<input type="text"/>	⊗	ОНЬК	⊗	АЯ	=	<input type="text"/>
<input type="text"/>	⊗	НИК	⊗	→	=	<input type="text"/>
<input type="text"/>	⊗	→	⊗	→	=	<input type="text"/>



# Операции над цепочками



94 Среди цепочек мешка F найди три такие цепочки, результатом склеивания двух из которых будет третья. Заполни окна в ответе.

F

H | ● ▲ ■ ▲ ● →      O | ● ▲ ■ ▲ ● →  
 П | ● ▲ ■ ▲ ● ● ▲ ■ ● →  
 Р | ● ● ▲ ■ ● →      С | ● ● ▲ ■ →  
 Т | ● ▲ ■ ▲ ● ● ● ▲ ■ ● →  
 У | ● ● ▲ ■ ● →      Ф | ▲ ■ ▲ ● →  
 Х | ● ● ▲ ■ ● ▲ ■ ▲ ● →

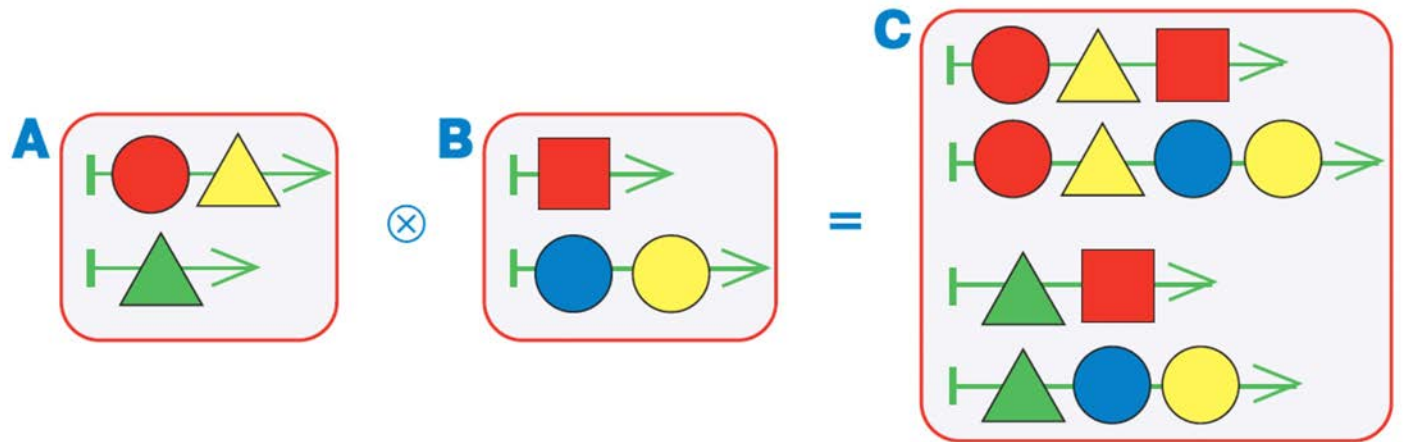
Ответ: если к цепочке  приклеить цепочку , получится цепочка .

# Операции над цепочками

Склеивание мешков цепочек (декартово произведение):  
склеиваем каждую с каждой

Мешки цепочек можно **склеивать** друг с другом.

Склеим мешки цепочек A и B. Для этого склеим **каждую** цепочку из мешка A с **каждой** цепочкой из мешка B. Все полученные цепочки (и никаких других!) положим в мешок C. Мешок C — это результат **склеивания** мешков A и B.



Склеивание мешков цепочек тоже будем обозначать знаком  $\otimes$ .

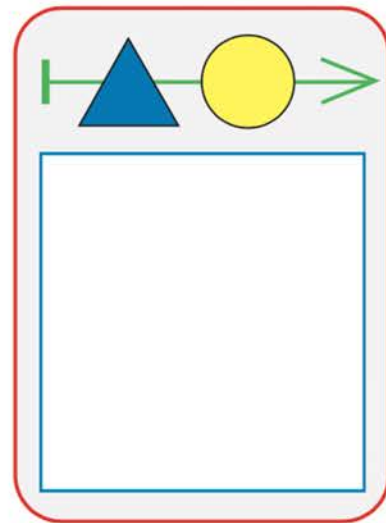
$$A \otimes B = C$$



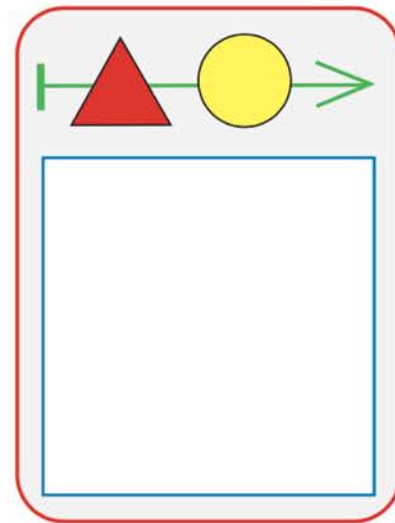
# Операции над цепочками

192

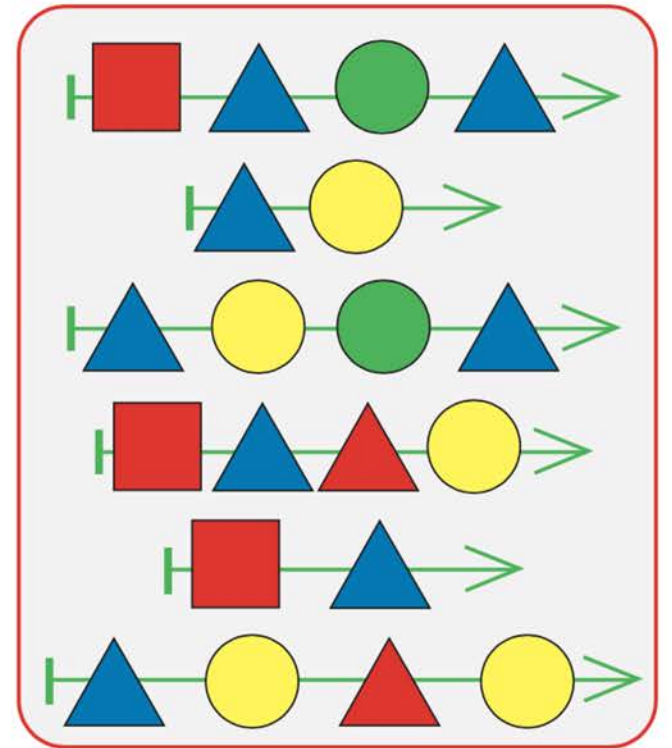
Заполни окна так, чтобы равенство было верным. В каждом окне можно нарисовать столько цепочек, сколько нужно.



⊗



=



# Операции над цепочками

177

В мешке D лежат основы русских слов, в мешке S — окончания существительных. При склеивании мешков D и S получится мешок русских слов, причём каждое из слов — во всех падежах. Выполни склеивание мешков, заполни окно.

**D** КОН    КАРАС  
      ЦАР

**S** ь    ю    я    е    ём    я

# Операции над цепочками

198

Вот таблица для склеивания мешков  $G$  и  $Y$ . В мешке  $G$  лежат основы русских слов, в мешке  $Y$  — окончания существительных. При склеивании мешков  $G$  и  $Y$  получится мешок русских слов, причём каждое из слов — во всех падежах. Заполни пустые клетки таблицы, нарисуй в окнах мешки  $G$  и  $Y$ . Ответь на вопросы, заполни окна.

Мешок $Y$		А	У		ОМ	
Мешок $G$						
	РЫБАК		РЫБАКУ	РЫБАКА	РЫБАКОМ	
ИШАК	ИШАК	ИШАКА		ИШАКА		ИШАКЕ
		ЁЖИКА	ЁЖИКУ	ЁЖИКА		ЁЖИКЕ
ГУСАК	ГУСАК		ГУСАКУ	ГУСАКА	ГУСАКОМ	ГУСАКЕ
РАК	РАК	РАКА		РАКА		РАКЕ
		УМНИКА	УМНИКУ		УМНИКОМ	
РЫСАК	РЫСАК		РЫСАКУ		РЫСАКОМ	

Сколько всего цепочек в мешке  $G$ ?

Сколько всего цепочек в мешке  $Y$ ?

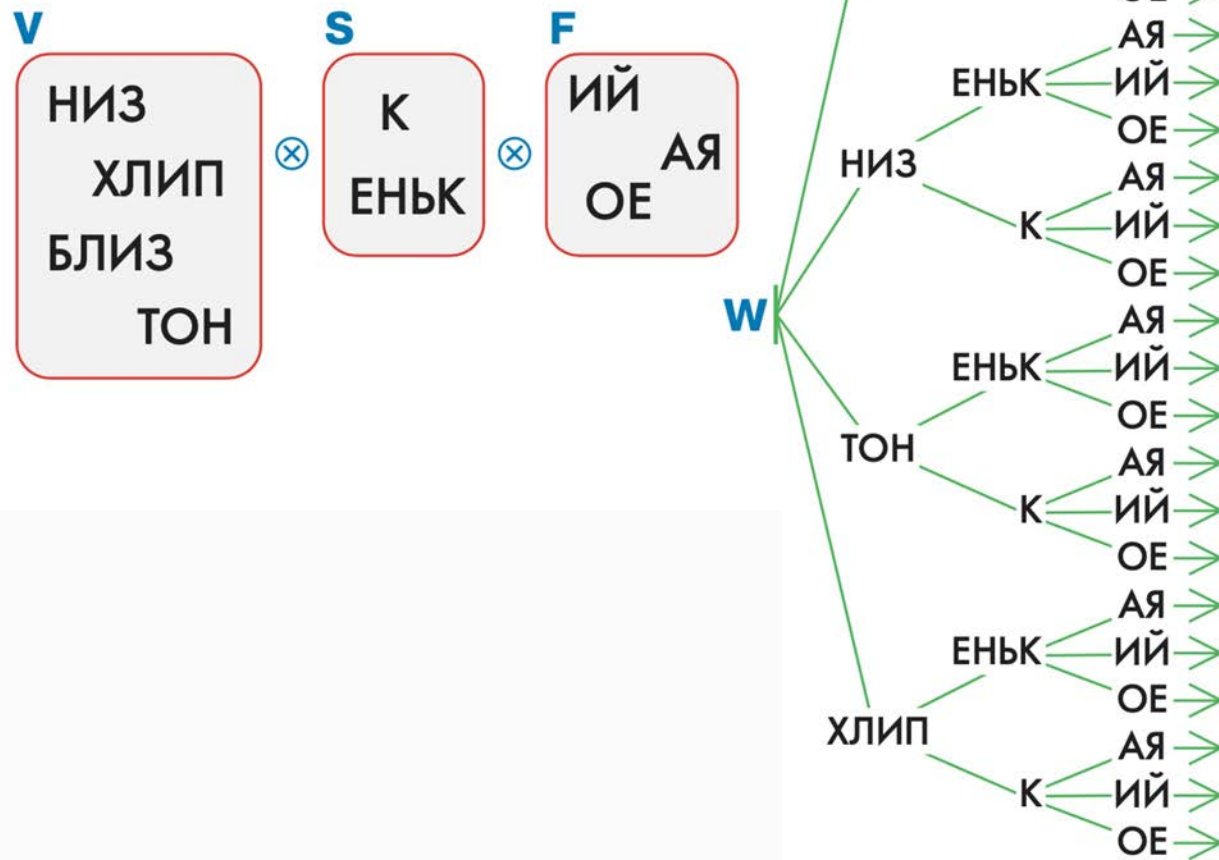
Сколько всего цепочек в мешке  $G \otimes Y$ ?

# Операции над цепочками

Можно склеивать и цепочку мешков цепочек)

200

Если нужно, можно склеить сразу три мешка. При этом получится мешок всех таких цепочек, которые получаются при склеивании цепочки из первого мешка, цепочки из второго мешка и цепочки из третьего мешка. Для такого склеивания удобно рисовать дерево. Пользуясь деревом  $W$ , построй мешок  $V \otimes S \otimes F$  — заполни окно.



# Процессы

---

- Выполнение инструкции
- Вычисление значения арифметического выражения
- Выполнение программы исполнителем
- Упорядочивание и сортировка
- Перебор всех вариантов
- Игры двух игроков

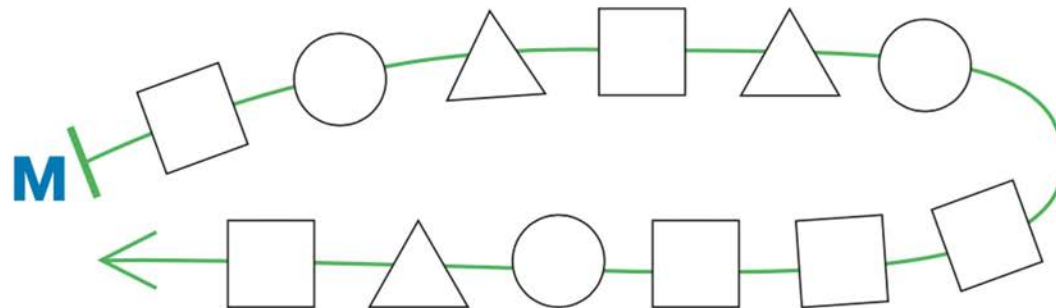
Процесс фиксируется в виде цепочки, таблицы или дерева, которые можно затем исследовать – найти решение задачи или проверить решение. Наглядность!

# Инструкция



**118** Раскрась бусины цепочки М по инструкции:

1. Следующую бусину после каждой круглой бусины раскрась синим.
2. Вторую бусину перед каждой синей бусиной раскрась зелёным.
3. Третью бусину после каждой зелёной бусины раскрась красным.
4. Вторую бусину перед каждой красной бусиной раскрась жёлтым.





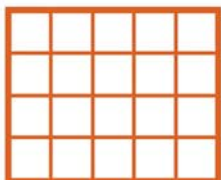
# Исполнители Робик и Водолей

Исполнитель:  
команды,  
программа,  
конструкция повторения (цикл)

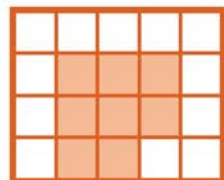
109

Отметь положение Робика до и после выполнения программы Д.

Начальная позиция:



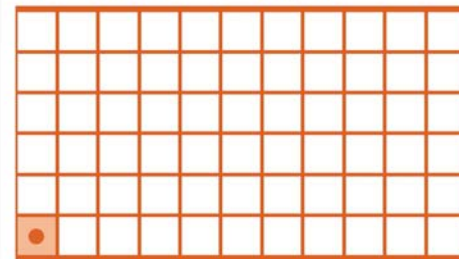
Позиция после выполнения программы Д:



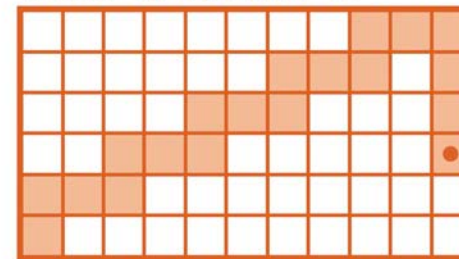
—Д  
вверх  
вправо  
вниз  
влево  
вниз  
влево  
вверх  
вверх  
↓

Вот программа Е и позиции Робика до и после выполнения программы Е.

Начальная позиция:



Позиция после выполнения программы Е:



В программе Е цепочка команд

**вверх  
вправо  
вправо**

повторяется 5 раз. Вместо того чтобы все 5 раз выписывать одну и ту же цепочку команд, можно записать это так:

ПОВТОРИТЬ 5 РАЗ  
**вверх  
вправо  
вправо**  
КОНЕЦ

—Е  
вверх  
вправо  
вправо  
вверх  
вправо  
вправо  
вверх  
вправо  
вправо  
вверх  
вправо  
вправо  
вверх  
вправо  
вправо  
вниз  
вниз  
↓





# Сортировка и упорядочение



97 Упорядочи все слова из мешка V по правилу обратного словаря, описанному тобой при решении задачи 35. Построй цепочку слов в окне.



29 Напиши все слова из мешка W в окнах цепочки так, чтобы слова в цепочке S стояли в алфавитном порядке.

W

КОТИК  
КРЕСТ  
КРУЖКА  
КТО-ТО  
КИЛЬКА  
КАША  
КУСТ  
КТО  
КОМОД

S




V

ГНЕВ  
СЕРБ  
ДУБ  
ПЕЧКА  
ПРИЛИВ  
ЛЕЕЧКА  
НАГРЕВ  
СРУБ  
БОБ  
ДЯДЕЧКА  
КОПЕЕЧКА  
ГЕРБ

# Игра

Если на поле возник ряд из трёх крестиков (по горизонтали, по вертикали или по диагонали), то выиграл первый игрок, если возник ряд из трёх ноликов, то выиграл второй игрок. Например:



— игра закончилась, выиграл первый игрок.



— игра закончилась, выиграл второй игрок.

Если все клетки поля заполнены значками, но ряда из трёх одинаковых значков не возникло, значит, игра закончилась вничью. Например:



— игра закончилась вничью.

10

Петя и Толя сыграли партию в *крестики-нолики*. Петя был Первым, Толя был Вторым. Дострой цепочку Н так, чтобы она стала цепочкой партии Пети и Толи.





# Игра

## Правила игры *камешки*

**Начальная позиция.** Кучка камешков (5 штук или больше). Вместо камешков можно использовать любые мелкие предметы — пуговицы, фасоль, палочки, скрепки.

**Возможные ходы.** Перед началом игры договариваются о правиле: какое число камешков считается разрешённым. Игрок забирает на своём ходу из кучки разрешённое число камешков.

**Как определить победителя.** Последняя позиция партии — это пустая кучка камешков. При этом выигрывает игрок, который забрал последний камешек из кучки. В этой игре ничьих не бывает.

Позиция 6 — *выигрышная*: сделав ход, можно оставить противнику 2 камешка — проигрышную позицию:



Позиция 7 — *проигрышная*: все ходы, которые можно сделать из этой позиции, оставляют противнику выигрышную позицию 6, 4 или 3:

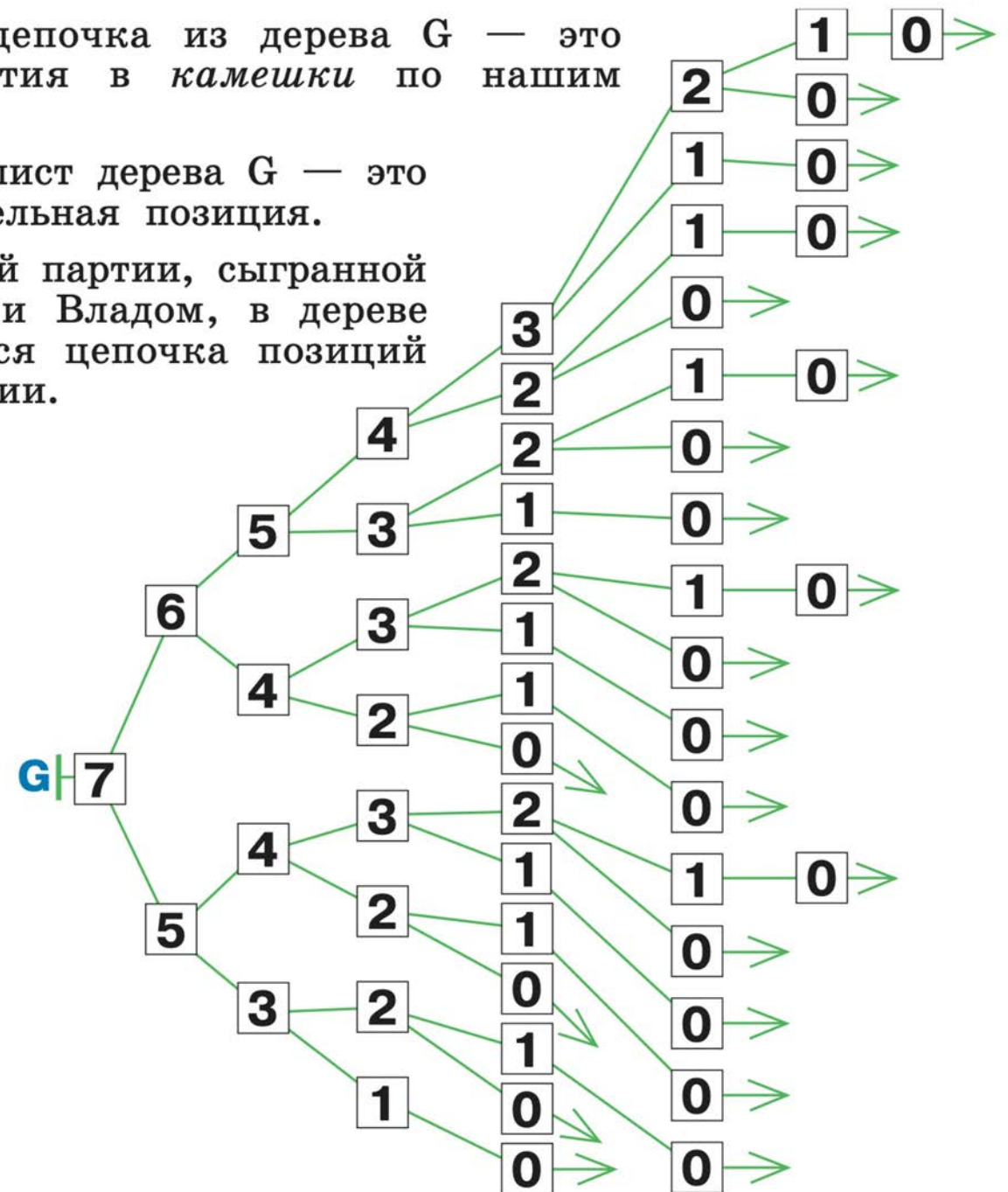


# Игра

Каждая цепочка из дерева  $G$  — это одна партия в *камешки* по нашим правилам.

Каждый лист дерева  $G$  — это заключительная позиция.

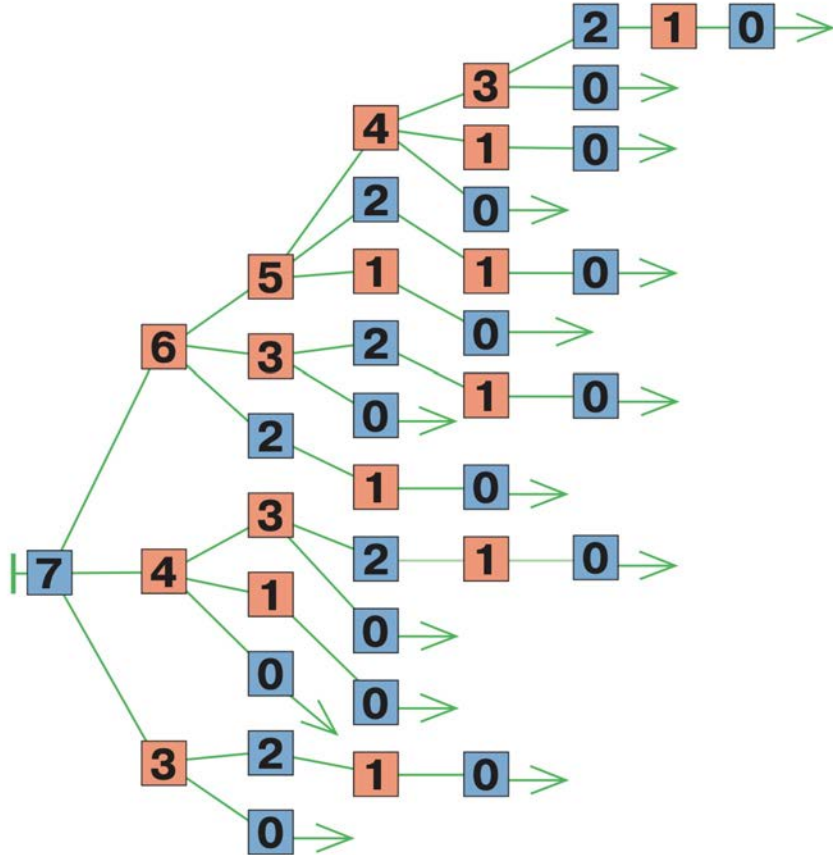
Для любой партии, сыгранной Антоном и Владом, в дереве  $G$  найдётся цепочка позиций этой партии.



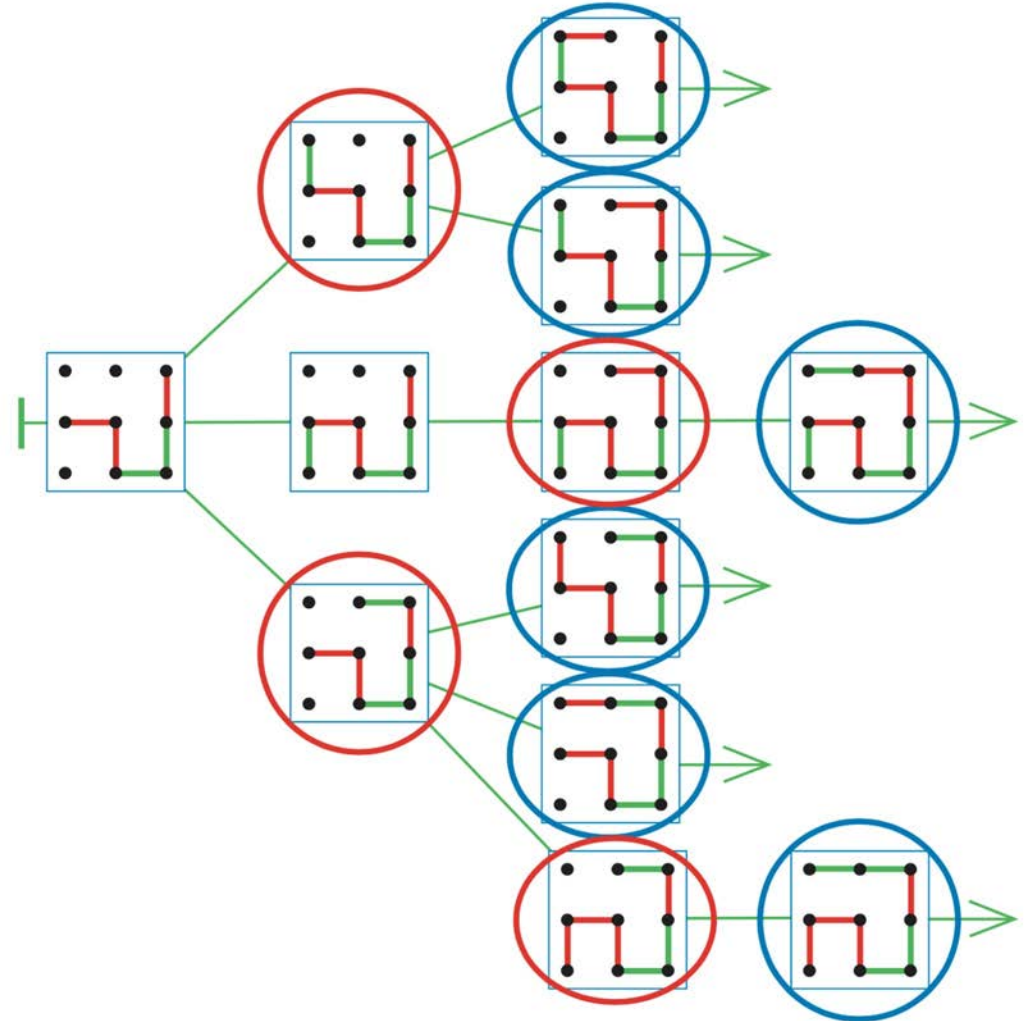


# Игра

Пометим теперь выигрышные и проигрышные позиции на дереве этой игры: раскрасим позиции 0, 2 и 7 синим, а остальные позиции красным:



Исследуем позиции на ветке дерева игры *ползунок* (Первый ставил красные отрезки, Второй — зелёные). Сначала обводим синим все заключительные позиции. Затем обводим красным все предыдущие позиции перед заключительными.



# Курс информатики в начальной школе – интегрирующий

## ИНФОРМАТИКА

исполнители

шифрование

комбинаторика

рус. имена латинских букв

дерево

дерево вычисления

перебор

## МАТЕМАТИКА

имя

совокупность

последовательность

кванторы

римские цифры

истина и ложь

## ЯЗЫК

алфавитный порядок

морфология

толкование слов

словарный порядок

другие алфавиты

лингвистические задачи

работа с текстом

## ОКРУЖ. МИР

календарь

дерево потомков

дорожные знаки

расписания

диаграммы погоды

# Общие правила игры

---

Ученик – равноправный игрок

Учитель – не источник знаний, а помощник

Родитель – понимает, что происходит, может поучаствовать

Общие договоренности (в основном в графической форме):

- о значении всех ключевых слов,
- о всех действиях / операциях.

Равноправие на старте – для всех новый материал.

Поддержка «визуалов», тех кому трудно с текстами.

# Компьютерная составляющая курса (доступна на сайте [school-inf.ru](http://school-inf.ru))

---

- Помогает снять с учителя часть работы, он может уделить больше внимания отстающим;
- не заменяет работы детей с бумажными тетрадями и манипулятивами, а даёт еще один вектор развития;
- помогает детям эффективнее работать с задачами и проектами, снимая рутинную часть;
- даёт детям набор удобных инструментов для работы и творчества;
- даёт возможность дистанционного обучения (!)



# Издания курса





# Курс для 5 и 6 классов (пропедевтика и выравнивание)

Годится и для тех, кто работал с курсом информатики в начальной школе, и для тех, кто не работал.

Повторение, обобщение.

Новый взгляд: не мешки, цепочки и деревья, а множества, последовательности и графы.

Начала алгоритмики (КуМир).

Игры. Сортировки.

Биоинформатика.

Компьютерные  
общеобразовательные проекты.



РУДЧЕНКО ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА

[RUDCHENKO1@YANDEX.RU](mailto:RUDCHENKO1@YANDEX.RU)

НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК

ИНСТИТУТ КИБЕРНЕТИКИ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
ИНФОРМАТИКИ ИМ. А. И. БЕРГА  
ФИЦ ИУ РАН

---