

Моногибридное скрещивание: базовая модель

Моногибридное скрещивание — удобная модель, с которой начинают изучение законов Менделя: по ней предсказывают генотипы, фенотипы и вероятности потомства.

Ген, аллель, генотип и фенотип

Где находится ген

Ген занимает определённый участок хромосомы и отвечает за конкретный признак. Именно положение гена позволяет понимать, что аллели — это не разные гены, а варианты одного и того же гена.

Что такое аллели

Аллели — это различные формы одного гена. В школьных задачах их обычно обозначают одной буквой в верхнем и нижнем регистре, чтобы показать доминантный и рецессивный вариант.

Как записывают результат

Генотип — это сочетание аллелей, которое записывают буквами, а фенотип — видимое проявление признака. Один и тот же генотип может давать предсказуемый внешний результат.

Доминантность в гетерозиготе

В гетерозиготе доминантный аллель обычно определяет фенотип, а рецессивный не проявляется. Это не делает один аллель «сильнее» в биологическом смысле, а лишь описывает их взаимодействие.

Мендель и контролируемые скрещивания

1. Выбор объекта

Мендель выбирал горох, потому что у него легко выделить отдельные признаки и удобно контролировать опыление. Это делало результат опыта чётким и воспроизводимым.

2. Один признак за раз

В каждом опыте он сравнивал только один признак, чтобы не смешивать несколько причин наследования. Такой подход позволял увидеть закономерность без лишних переменных.

3. Контроль опыления

Мендель проводил контролируемые скрещивания: вручную переносил пыльцу и исключал случайное опыление. Так он точно знал, какие родительские формы участвовали в опыте.

4. Вывод законов

Подсчёт потомства по поколениям привёл его к законам единообразия и расщепления. Именно наблюдение устойчивых соотношений стало основой классической генетики.

Условная модель признака



Обозначения аллелей

В условной записи А обозначает доминантный аллель, а а — рецессивный. Такое обозначение помогает быстро строить схемы скрещивания и не смешивать обозначения с реальными названиями признаков.



Что означает доминантность

Доминантность проявляется в фенотипе гетерозиготы, а не означает больший «вес» аллеля или его более высокую распространённость. Важно различать наследование признака и частоту аллеля в популяции.

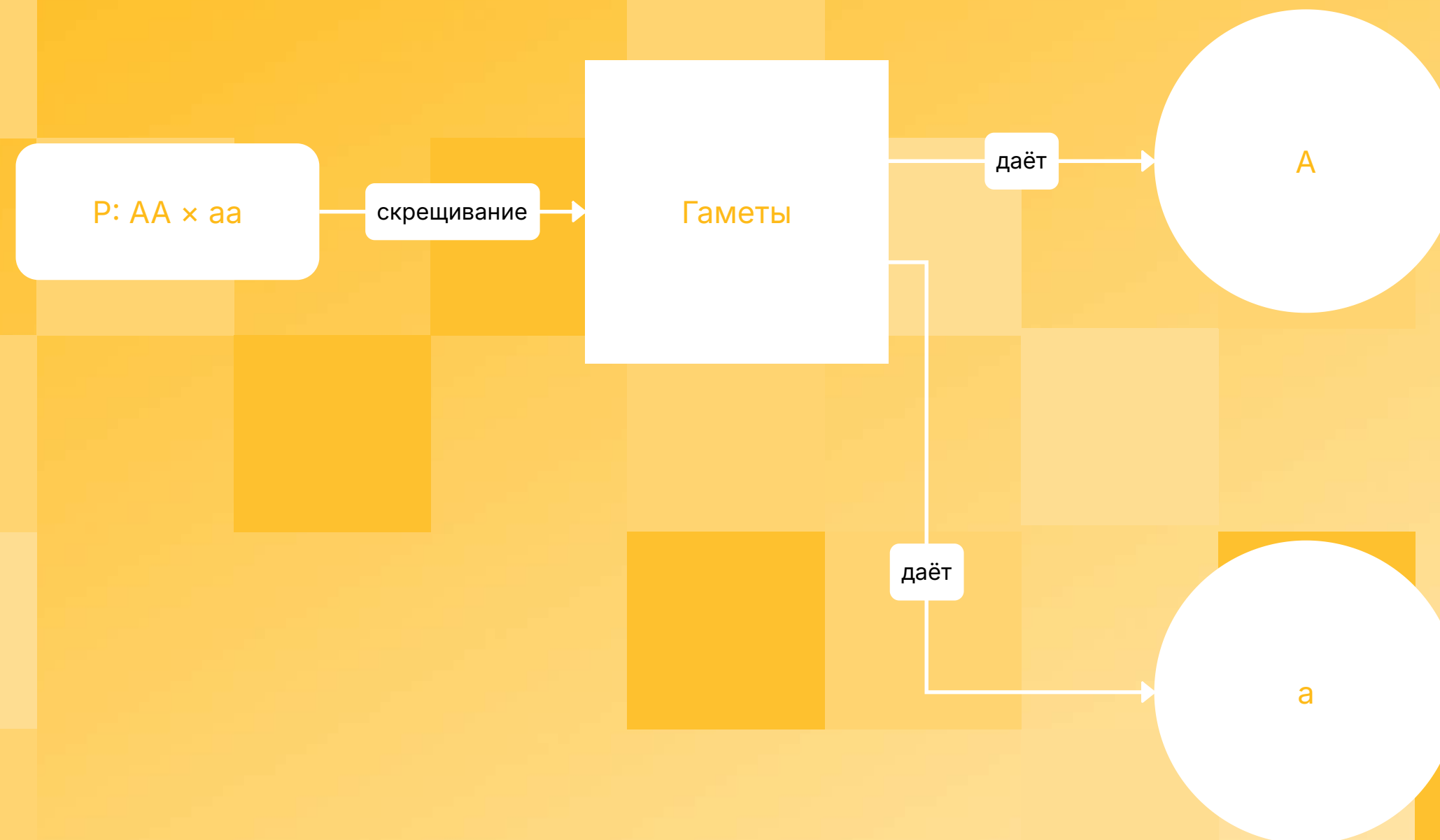


Зачем нужна модель

Условная модель нужна для расчётов: она позволяет предсказать вероятности генотипов, фенотипов и итог расщепления. На ней удобно отрабатывать алгоритм решения генетических задач.

Поколение P: стартовое скрещивание

Родители гомозиготны, поэтому каждый образует только один тип гамет.



Почему F1 одинаковое

1.

Одинаковый генотип

При скрещивании $AA \times aa$ каждый потомок получает по одному аллелю от каждого родителя. Поэтому все особи F1 имеют одинаковую комбинацию Aa .

2.

Одинаковый фенотип

Гетерозигота Aa проявляет доминантный фенотип, поскольку доминантный аллель определяет внешний признак. Рecessивный вариант в этом поколении не виден.

3.

Закон единообразия

Такое полное единообразие потомства соответствует первому закону Менделя. Он особенно нагляден, когда родители принадлежат к чистым линиям.

Как читать генетические записи

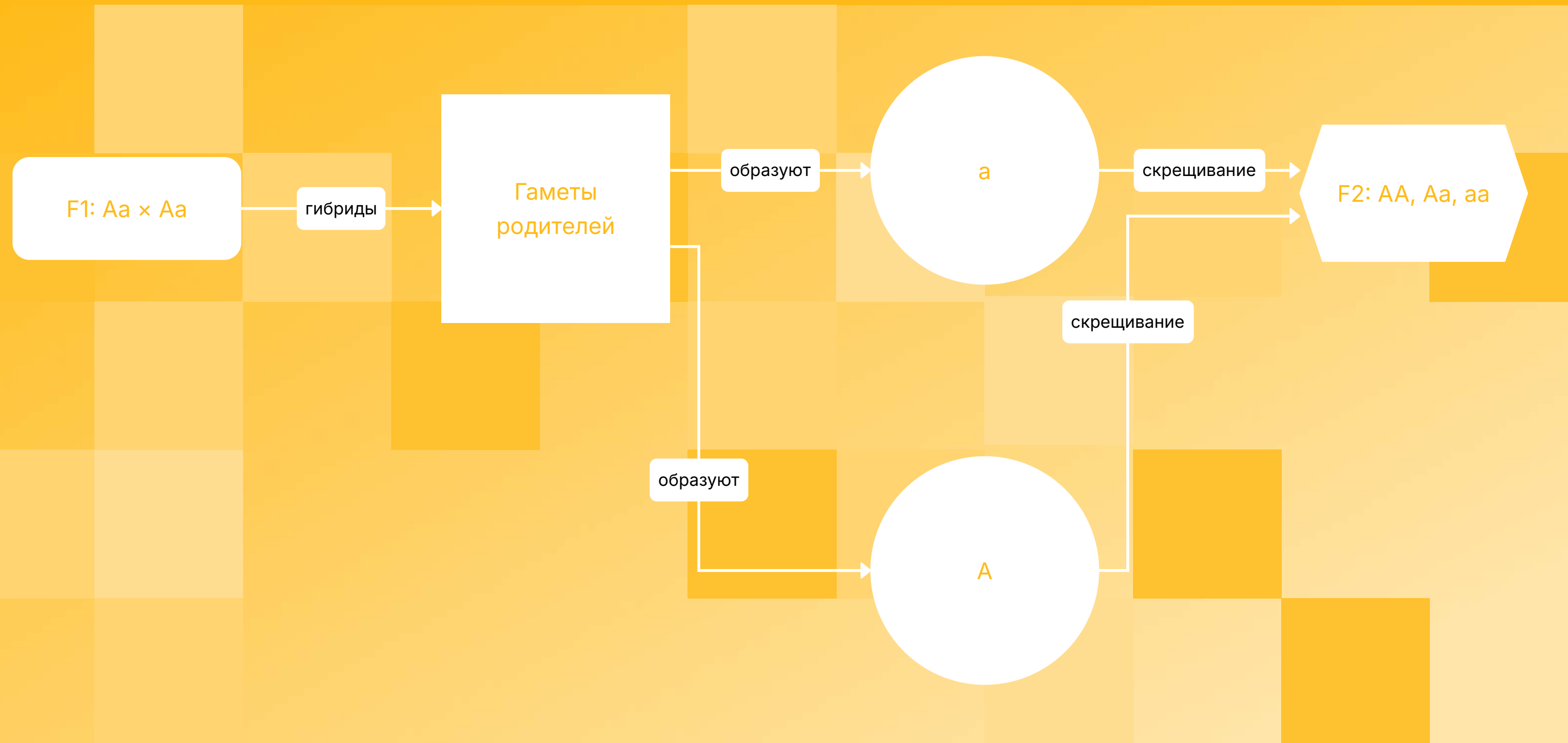
Запись	Смысл	Фенотип
АА	гомозигота дом.	доминантный
Аа	гетерозигота	доминантный
аа	гомозигота рец.	рецессивный

Короткая запись генотипа сразу показывает, какие аллели несёт организм и как это влияет на возможное потомство.

Генотип задаёт набор возможных гамет, а фенотип отражает видимый результат взаимодействия аллелей.

Поколение F2: новое скрещивание

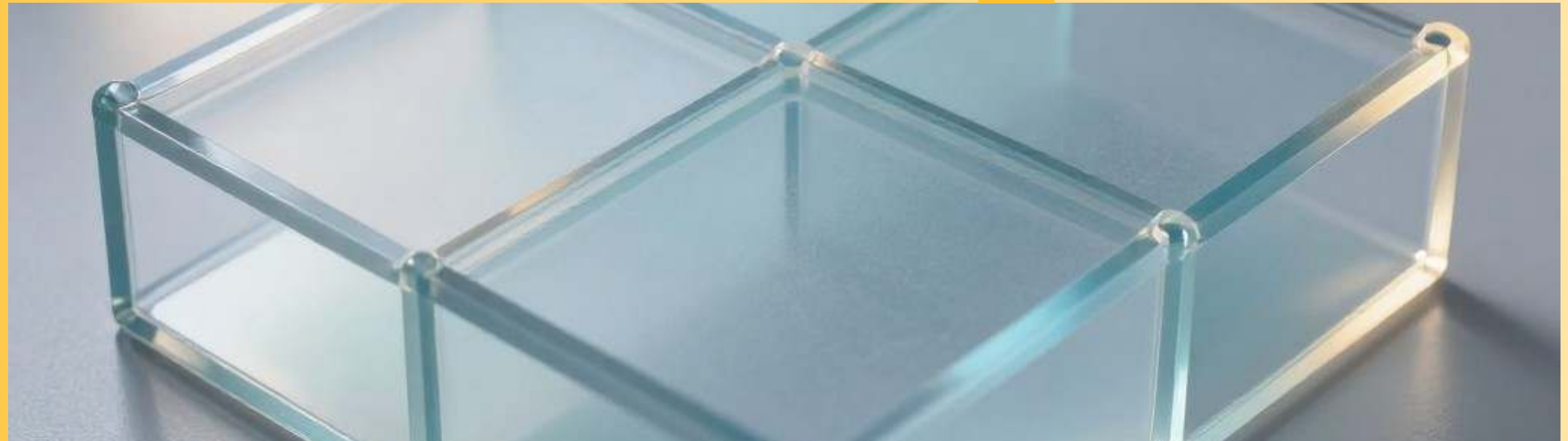
Скрещивание гибридов первого поколения даёт четыре сочетания гамет и выявляет расщепление.



Как устроена решётка Пеннета для $Aa \times Aa$

Сетка возможных сочетаний

На схеме видно, как каждая гамета встречается с двумя вариантами от второго родителя. В итоге в клетках повторяются четыре сочетания, и сразу заметно, почему потомство распределяется не хаотично, а по предсказуемым долям.



Одна таблица — много выводов

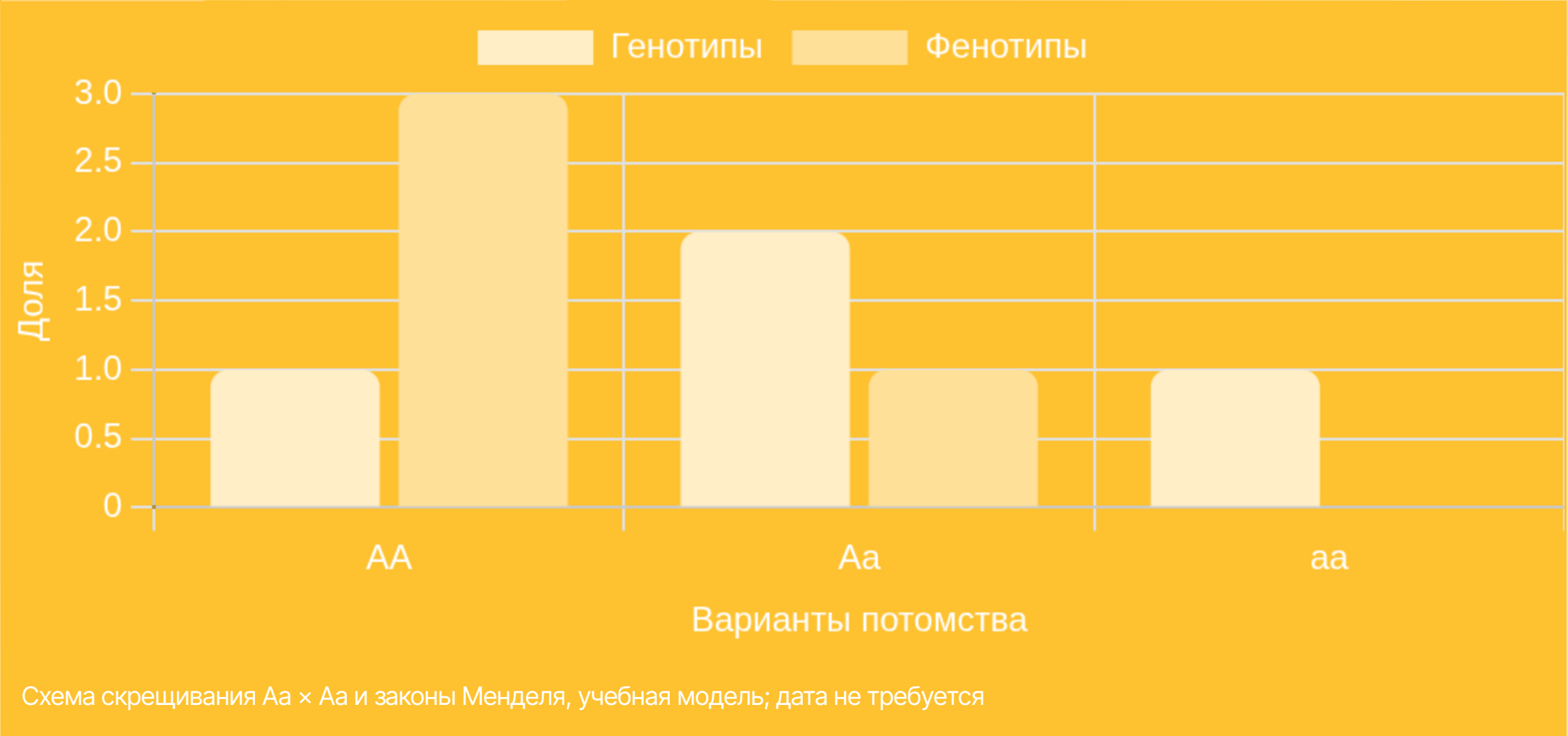
Если смотреть на решётку как на таблицу встреч, становится ясно: одинаковые по виду клетки могут скрывать разные генотипы. Именно поэтому внизу обычно подписывают не только итог, но и число каждого варианта.



Соотношения генотипов и фенотипов

Схема показывает, что генотипическое расщепление симметрично, а доминантный фенотип объединяет два разных генотипа.

Данные подтверждают классическое расщепление при полном доминировании: фенотип скрывает часть генотипического разнообразия.



25%

**ПОТОМКОВ ПРОЯВЛЯЮТ
РЕЦЕССИВНЫЙ ПРИЗНАК.**

Во втором поколении при полном доминировании каждый четвёртый потомок оказывается рецессивным по фенотипу, что хорошо видно на примере моногибридного скрещивания.

Расчёт по схеме $Aa \times Aa$ на основе закона расщепления Менделя

Почему первое поколение выглядит одинаково

1. Чистые линии

Если скрещиваются две чистые линии, каждая из них даёт только один тип гамет. Поэтому все потомки F1 получают одинаковую комбинацию аллелей и оказываются генетически однотипными.

2. Одинаковый генотип

Генотип Aa в F1 не означает смешение признаков навсегда. Он лишь показывает, что доминантный аллель маскирует рецессивный в внешнем проявлении, хотя оба наследуются дальше.

3. Одинаковый фенотип

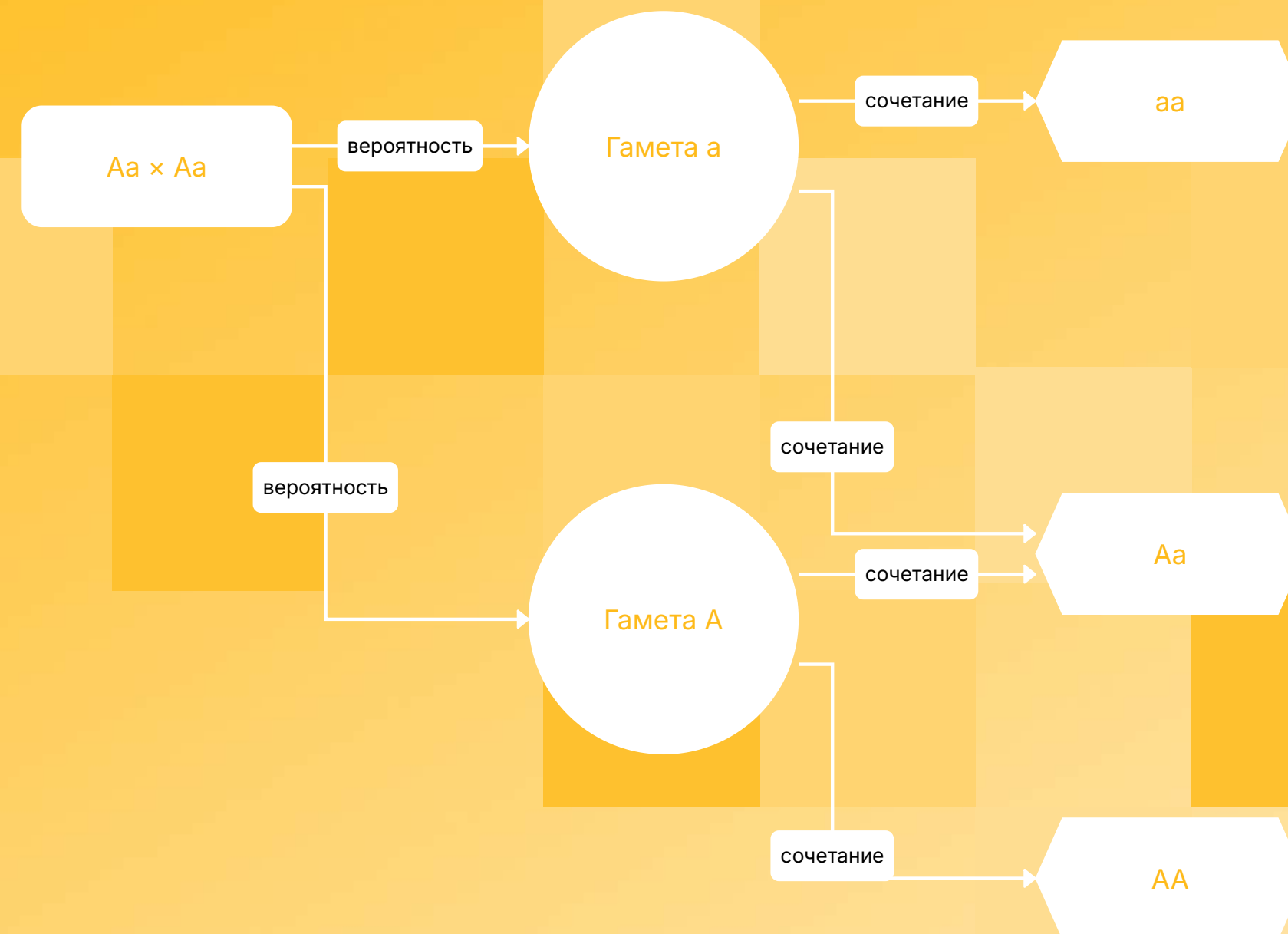
Единый фенотип F1 особенно заметен, когда признаки противоположны и хорошо различимы. Это делает первый гибридный ряд удобной проверкой правил наследования и доминирования.

4. Вывод из опыта

Именно по такой логике Мендель увидел повторяемость результата в опытах с горохом. Однотипность первого поколения стала отправной точкой для формулировки закона единообразия.

Как считать без полной решётки

Переход от вероятности отдельных гамет к итоговым генотипам потомства



Разбор прямого скрещивания по шагам

1. Чтение условия

Сначала переводят условие в буквенную запись: жёлтый цвет задаёт доминантный аллель А, зелёный — рецессивный а. Для обоих родителей указан генотип Аа, значит дальше анализируют скрещивание гибридов.

2. Гаметы родителей

Каждый родитель образует две гаметы с равной вероятностью: А и а. Отсюда в потомстве возможны четыре равновероятные комбинации, которые удобно перечислить по порядку, не пропуская ни одной.

3. Все варианты потомков

При записи потомства получают АА, Аа, Аа и аа. Два первых варианта дают жёлтые семена, а аа — зелёные, поэтому фенотипическое отношение сводится к классическому 3:1.

4. Контроль решения

Проверка ответа показывает, что решётка Пеннета, вероятности и словесное рассуждение приводят к одному результату. Это важный навык: не просто подставить буквы, а уметь обосновать вывод.

Как восстановить родителей по потомству

Соотношение 1:1

Если в потомстве наблюдается расщепление 1:1, это часто означает скрещивание гетерозиготы с рецессивной гомозиготой. Такой результат удобно использовать как проверку предполагаемых генотипов родителей.

Соотношение 3:1

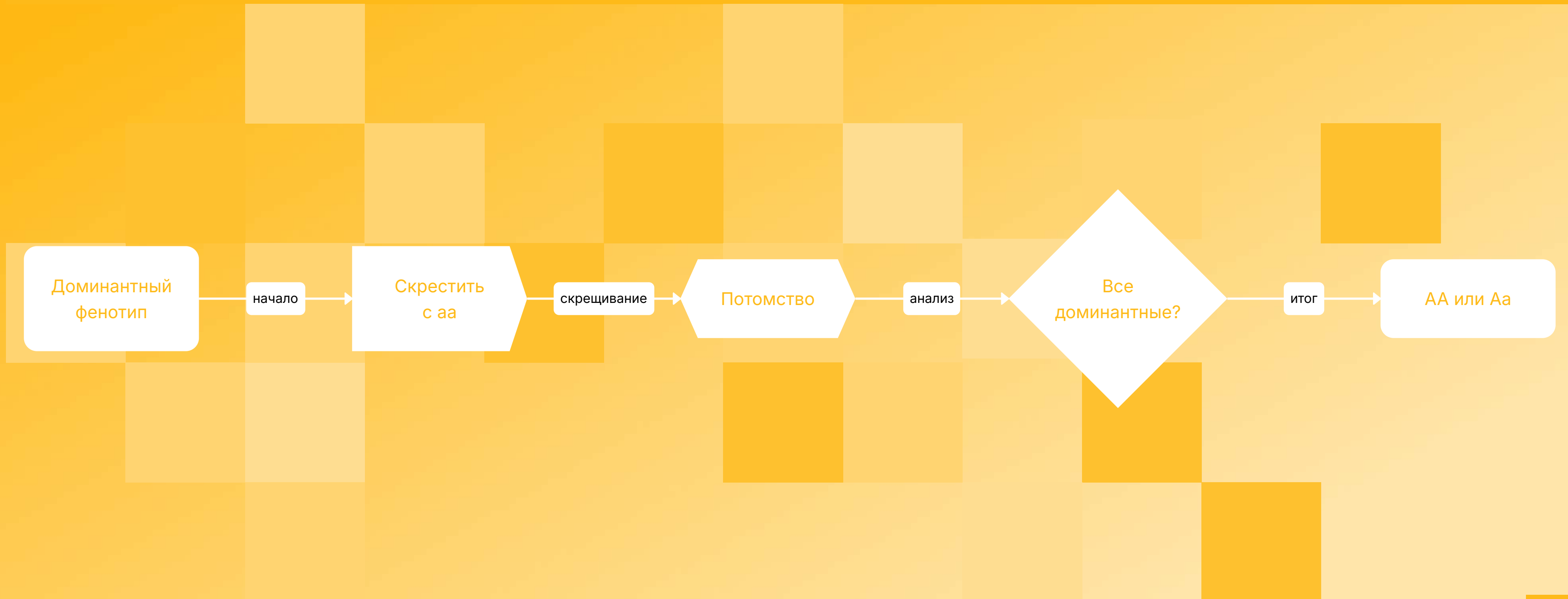
При полном доминировании фенотипическое отношение 3:1 обычно указывает на скрещивание двух гетерозигот. Но такой вывод имеет смысл только тогда, когда речь действительно идёт об одном признаке и одном гене.

Как рассуждать

Обратная задача учит не угадывать, а сопоставлять наблюдаемое потомство с возможными родительскими генотипами. Это развивает генетическое мышление и помогает уверенно решать задачи повышенной сложности.

Как работает тест-кросс

Сравнение фенотипа исследуемой особи с потомством после скрещивания с рецессивной гомозиготой



Когда один аллель не скрывает другой

Промежуточный вариант

При неполном доминировании ни один аллель не подавляет другой полностью, поэтому гетерозигота выглядит промежуточно. В результате во втором поколении фенотипы распределяются так же, как генотипы, без маскировки признака.



Оба признака сразу

Кодоминирование устроено иначе: оба аллеля проявляются одновременно. Классический пример — система ABO, где у некоторых генотипов можно увидеть сразу два признака, а не их усреднение.



