

ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВОГО ОПЫТА, ВЫБОР И ПОДГОТОВКА ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА

1. ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВОГО ОПЫТА

- ▶ Наиболее характерной особенностью условий проведения полевого сельскохозяйственного опыта является сильная вариация, неоднородность неконтролируемых в эксперименте внешних факторов роста и развития растений.
- ▶ В зависимости от условий погоды вегетационного периода на одном и том же земельном массиве при одинаковой агротехнике урожаи одного и того же сорта сельскохозяйственных культур и эффективность изучаемых в полевом опыте факторов сильно колеблются по годам.

- По данным длительного полевого опыта **Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева** при традиционной агротехнике на интенсивно удобряемых дерновоподзолистых почвах наиболее вероятные отклонения фактических урожаев от запланированных могут изменяться от нуля до следующих величин ($\pm$ Ц на 1 га):

зерновые (зерно) 6—7

лен-долгунец (солома) 14—18

клевер (сено) 30—40

картофель (клубни) 60—70

- ▶ Структура полевого эксперимента в значительной степени определяется закономерностями территориального варьирования пестроты почвенного плодородия. Особенности в изменчивости плодородия почвы земельных участков, на которых планируется закладка опытов, лучше всего изучить методом дробного учета урожая однородных рекогносцировочных посевов.
- ▶ **Рекогносцировочный или разведывательный посев** — это сплошной посев одной культуры, предшествующий закладке опыта и проводимый для выявления степени однородности почвенного плодородия на площади опыта путем дробного учета урожая одинаковыми деланками.

ВЫБОР И ПОДГОТОВКА ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА ДЛЯ ОПЫТА

1. Требования к земельному участку.

Земельный участок для будущего опыта должен соответствовать тем условиям, в которых предполагается использовать результаты опыта: свойствам, плодородию и рельефу почв, распространенных в данном районе или даже в других районах, близких по природным условиям.

Это первое и важнейшее требование к земельному участку и полевому опыту называется **типичностью или репрезентативностью**.

Второе требование к опытному участку — **однородность** его почвенного покрова, обеспечивающая достаточную точность результатов опыта.

2. История опытного участка.

На участках, хозяйственная история которых неизвестна, закладывать опыты нельзя. Необходимо убедиться, что в течение последних 3—4 лет на этом участке ежегодно высевали одну культуру, применяли единую систему удобрения, обработку почвы и т. д., хотя по годам обработка, удобрение и предшественники могут быть различными.

3. Почва опытного участка.

Почва опытного участка должна быть однородной. При значительной пестроте почв приходится довольствоваться однородностью почвы в пределах каждого отдельного повторения.

4. Рельеф опытного участка.

Требования к рельефу земельного участка, отводимого под опыт, зависят от целей исследовательской работы и изучаемого растения. Чтобы опыты с какой-либо культурой были типичны, необходимо располагать их на том элементе рельефа, на котором они обычно возделываются. Для большинства опытов предпочтителен ровный или с небольшим однообразным уклоном участок 1—2,5 м на 100 м.

Подготовка и изучение участка

- ▶ Для более детального изучения однородности почвы необходимо воспользоваться уравнительными и рекогносцировочными посевами.
- ▶ **Уравнительным посевом** называют сплошной посев какой-либо культуры, проведенный на всей площади выбранного участка для повышения однородности почвенного плодородия.
- ▶ Уравнительный посев отличается от обычного хозяйственного только тем, что обработку почвы, удобрение и возделывание культуры на площади будущего опыта проводят на более высоком агротехническом уровне, тщательно и однообразно.

- ▶ Основная задача таких посевов — устранить пестроту, вызванную несильно действующими приемами, и провести тщательную борьбу с сорняками. Последнее особенно важно, поэтому земельный участок, подготавливаемый для опыта, иногда целесообразно занять паром или пропашной культурой, а затем в зависимости от зоны, где закладывают опыт, какой-либо зерновой культурой.
- ▶ Кроме некоторого выравнивания пестроты и борьбы с сорняками, уравнительные посевы имеют еще одну важную-задачу— создание надлежащего фона для будущего опыта (определенная обработка, удобрение, предшественник и т. д.).

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЕТОДИКИ ПОЛЕВОГО ОПЫТА

- ▶ **Под методикой полевого опыта** подразумевают совокупно слагающих ее элементов: число вариантов, площадь делянок, их форму и направление, повторность, систему размещения повторений, делянок и вариантов на территории, метод учета урожая организацию опыта во времени, т.е это перечень вариантов, входящих в него и сравниваемых между собой. В опытах с удобрениями вариантом сравнения является вариант без удобрений (абсолютный контроль). Схема опыта без контрольного варианта не позволяет оценить эффективность удобрений на той или иной почве, а также судить о ее плодородии.
 - ▶ **Вариант опыта** - это отдельное условие или фактор, который изучается в научном эксперименте, например, конкретная доза удобрения, сорт растения или способ обработки почвы. Это разновидность или градация изучаемого фактора (от лат. *variantis* — изменяющийся, разновидность), которую сравнивают с другими вариантами для определения её влияния на результат. Один из вариантов схемы опыта, в котором нет изучаемых приемов, называют абсолютным контролем или контрольным (стандартным). С ним сравнивают результаты всех других вариантов, поставленных на изучение, и результативность выражают прибавками (в ц/га, т/га, %).
 - ▶ Примеры вариантов опыта:
 - разные сорта пшеницы, разные дозы минеральных удобрений, различные способы обработки почвы.
 - влияние разной концентрации питательной среды на рост микроорганизмов.
- !!!** С увеличением числа вариантов увеличивается площадь под опытом, возрастает пестрота почвенного плодородия и расстояние между сравниваемыми вариантами, так как в этом случае труднее уложить опыт или его отдельные повторения в пределах однородной по почвенному плодородию площадки. Все это и ведет к увеличению ошибки опыта.

- ▶ **Опытная делянка** - элементарная часть опытного участка определенного размера и формы, на которой осуществляют агротехнический прием, поставленный на изучение согласно принятой схеме.
- ▶ Точность полевого эксперимента и надежность средних по вариантам в большой степени определяются повторностью опыта на территории и во времени.
- ▶ **Повторностью опыта** на территории называют число одноименных делянок каждого варианта, а **повторностью опыта времени** — число лет испытаний новых агротехнических приемов или сортов.

!!! При увеличении повторности заметно снижается ошибка опыта. Особенно сильно ошибка снижается при увеличении повторности до 4—6-кратной; дальнейшее повышение повторности сопровождается менее значительным уменьшением ошибки.

- ▶ Результаты полевого эксперимента сильно зависят от метеорологических условий года.
- ▶ Поэтому в подавляющем большинстве случаев для получения надежных результатов наряду с повторностью на территории необходимо повторять полевые опыты во времени.
- ▶ Это не только повышает достоверность выводов, но и дает возможность получить очень ценную дополнительную информацию об эффективности изучаемых приемов в отдельные годы —сухие, нормальные, влажные и т. п.
- ▶ Кроме того, многие наиболее важные агротехнические приемы (удобрения, предшественники, углубление пахотного слоя и др.) имеют длительное последствие, для учета которого также возникает необходимость в повторении опыта во времени.

- ▶ Полевые опыты обычно располагают на площади земельного участка **методом организованных повторений**.
- ▶ Суть его заключается в том, что делянки с полным набором всех вариантов схемы объединяют территориально в компактную группу, составляя определенным образом организованное повторение, которое занимает часть площади участка. Повторение, взятое в отдельности, представляет в сущности как бы сокращенный в объеме опыт.
- ▶ Организованное повторение — часть площади опытного участка, включающая полный набор вариантов схемы опыта.

- ▶ Опыты могут размещаться на земельном участке и без территориального объединения вариантов в компактные группы — повторения, а полностью случайно. Такое размещение называют **методом неорганизованных повторений** или **полной рендомизацией**.
- ▶ Его используют только в тех редких случаях, когда нет необходимости ставить под контроль возможное закономерное варьирование условий эксперимента, что может быть, например, в небольших опытах, которые закладывают на хорошо выравненных земельных участках.

► Применяют два способа размещения организованных повторений:

1. **Сплошное** , когда все повторения объединены территориально
2. **Разбросанное** , когда повторения по одному или по несколько расположены в разных частях поля или даже в различных полях и опытный участок не имеет одной общей границы.

Ко второму способу расположения повторений чаще всего прибегают вынужденно при отсутствии в одном месте достаточного земельного участка, где можно было бы разместить все повторения в непосредственной близости друг от друга, например в районах с очень невыровненным рельефом.

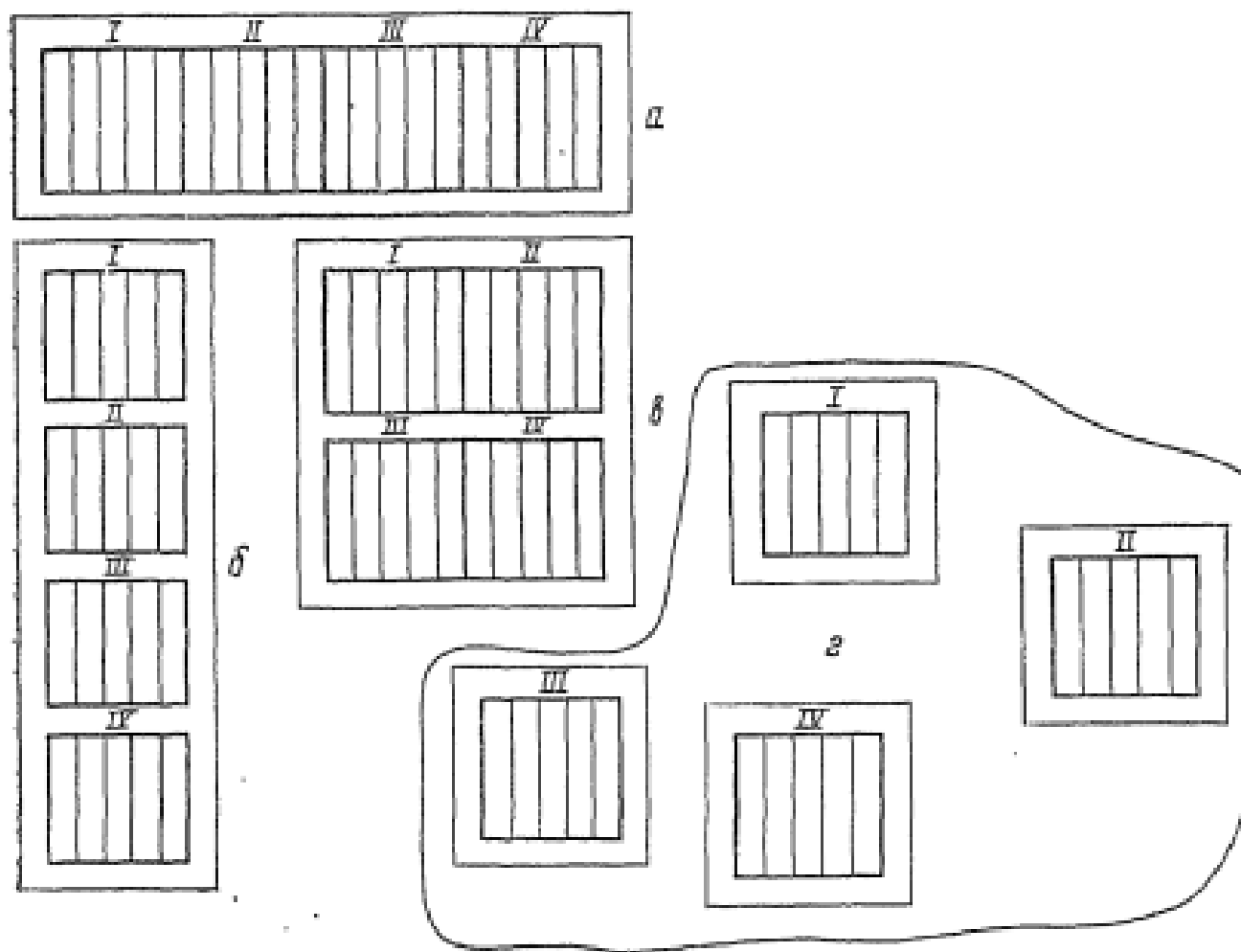


Рис. 8. Способы размещения четырех повторений с пятью делянками:
а, б, в — сплошное; г — разбросанное.

ПЛОЩАДЬ, НАПРАВЛЕНИЕ И ФОРМА ДЕЛЯНКИ

- ▶ В практике опытного дела в нашей стране наиболее широко используются деланки размером 50—200 м², а на первоначальных этапах исследовательской работы 10—50 м². Деланки меньше 10 м² обычно применяют в так называемых микрополевых опытах, например при селекции растений, когда очень важно экономить посевной материал.
- ▶ При установлении размера деланки следует учитывать особенности агротехники растений: ширину междурядий, густоту стояния и т. п. Для пропашных культур минимальный размер деланки должен быть достаточным, чтобы исключить влияние изменчивости отдельных растений на точность опыта. В литературе чаще всего указывается как минимум 80—100 растений на деланке.

- ▶ Таким образом, полевые опыты следует ставить на делянках, сравнительно небольшого размера, дающих возможность нормально проводить все агротехнические работы.
- ▶ На таких делянках гораздо легче достичь большой точности, они удобнее и требуют меньше затрат средств и труда, чем крупные делянки.
- ▶ Крупная делянка имеет преимущество перед небольшой только при проведении многолетних опытов, когда возникает необходимость изучать новые факторы или приемы, не предусмотренные при закладке опыта.
- ▶ В подобных случаях большую делянку можно разделить (расщепить) на несколько более мелких и заложить на них дополнительные варианты или ввести новый фон для изучения эффективности уже имеющихся вариантов. В связи с этим многолетние опыты целесообразно закладывать на делянках 200—300 кв. м, с тем чтобы при необходимости расщепления каждая из них имела площадь 50—100 м².

Защитные полосы.

- ▶ Различают **боковые и концевые защитные полосы**.
- ▶ **Боковые защитные полосы** выделяют вдоль длинных сторон делянок для исключения влияния растений соседних вариантов, которое тем значительнее, чем больше растения различаются по своему развитию. Особенно сильно влияние соседних вариантов проявляется в опытах с удобрениями, способами обработки почвы, предшественниками и орошением. В большинстве случаев ширину боковой защитной полосы, которую убирают перед уборкой учетной площади, устанавливают в пределах 0,5—1,5 м. Иногда, например, в опытах с орошением или с различными гербицидами (при опрыскивании) ширину защитной полосы приходится увеличивать до 2—3 м и более. В опытах по сортоиспытанию влиянием растений соседних делянок пренебрегают и боковые защитные полосы не выделяют. Для разграничения изучаемых сортов между делянками оставляют узкие незасеянные полосы шириной 20—40 см.
- ▶ **Концевые защитные полосы** шириной не менее 2 м выделяют для предохранения учетной части делянки от случайных повреждений. Кроме того, для разворота машин и орудий с обоих концов делянок выделяют защитные полосы шириной не менее 5 м.

Направление делянки.

- ▶ Достоверность опыта во многом зависит от направления делянок, т. е. от ориентации их на опытном участке.
- ▶ Сравнение изучаемых вариантов будет правильным, если опытные делянки располагать длинной стороной в том же направлении, в каком сильнее всего изменяется плодородие почвы.

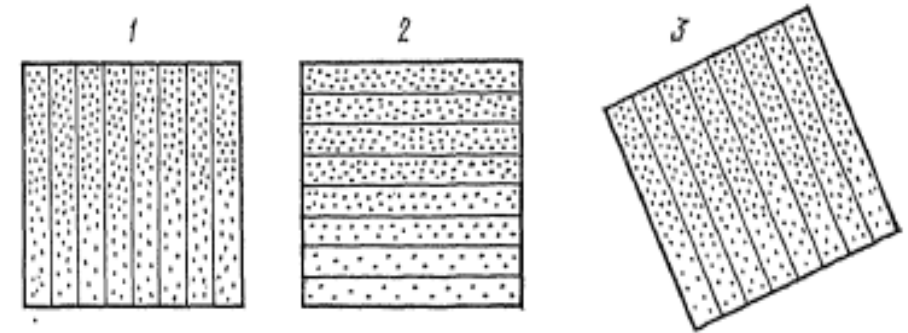


Рис. 9. Правильное 1 и неправильные 2 и 3 направления делянок в опыте (изменение плодородия почвы показано различной густотой точек).

- В этом случае все варианты будут поставлены в одинаковые условия сравнения и оценка их эффективности будет неискаженной.
- При любой другой ориентации делянок они в разной степени будут охватывать изменчивость плодородия земельного участка, что отрицательно скажется на точности опыта и затруднит объективную оценку его результатов.

Форма делянки.

- ▶ Говоря о форме делянки, обычно имеют в виду отношение ее длины к ширине.
- ▶ Делянки называют квадратными при отношении сторон, равном 1 (10X10 м или 5X5 м);. прямоугольными — при отношении длины к ширине больше 1,. но меньше 10 (5X20 или 4X20 м); удлинёнными — при-отношении более 10 (2,5X40 м или 4X60 м).
- ▶ Данные рекогносцировочных посевов позволили установить, что длинные узкие делянки полнее охватывают пестроту земельного участка и обеспечивают лучшую сравнимость вариантов опыта.

РАЗМЕЩЕНИЕ ВАРИАНТОВ В ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ

Можно выделить три основные группы методов размещения вариантов по делянкам опытного участка:

- ▶ стандартные
- ▶ систематические
- ▶ рендомизированные (случайные)

В мелкоделяночных опытах, когда необходима высокая точность в определении прибавки урожая, может быть использовано многорядное размещение всего опыта с шахматным расположением стандартных вариантов.

[illegible]

Стандартный метод - размещение контроля (стандарта) рядом с каждым опытным вариантом. Это один из первых методов, которым начали пользоваться экспериментаторы. Размещение стандарта через один вариант называют ямб-методом. При этом под стандарт (контроль) отводится половина опытных делянок, т. е. довольно большая площадь. Для ее уменьшения до одной трети используют дактиль-метод - размещение контрольных делянок через две опытные.

Систематический

<i>I</i>					<i>II</i>					<i>III</i>					<i>IV</i>				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Систематический метод предполагает неизменный порядок расположения вариантов в каждом повторении. Варианты располагаются в последовательности, записанной в схеме опыта, или по другой схеме, но во всех повторениях одинаково.

Рендомизированный

<i>I</i>					<i>II</i>					<i>III</i>					<i>IV</i>				
3	1	4	2	5	2	4	1	5	3	4	2	5	3	1	3	1	4	2	5

Рендомизированные повторения - случайное размещение всех вариантов опыта в пределах каждого повторения. При этом в каждом повторении каждый вариант встречается только один раз.

Размещение вариантов методом рендомизированных повторений применяют:

- 1) когда неизучаемый фактор, например плодородие почвы, варьирует в одном направлении или же по повторениям, а внутри он более выровнен;
- 2) при небольшом числе и размере опытных делянок.

Метод рендомизированных повторений представляет собой ортогональную схему. Это означает, что в каждом повторении имеется полный набор вариантов и каждый из них встречается в блоке (повторении) только один раз. Благодаря этому данный метод приобретает наибольшую устойчивость и гибкость.

Метод неорганизованных повторений (полная рендомизация).

- ▶ Простейшим из современных методов размещения полевого опыта на территории является неограниченная, полная рендомизация сопутствующих условий, когда варианты по делянкам опытного участка распределяются совершенно случайно.
- Если, например, планируется заложить опыт с тремя вариантами четырехкратной повторности, то выделенный земельный участок разбивают на 12 делянок ($3 \times 4 = 12$) и по таблице -случайных чисел размещают варианты по делянкам так, чтобы каждый вариант занял по 4 делянки.

2	1	3	2
1	3	2	1
3	1	2	3

Рис. 11. Схема размещения трех вариантов в четырехкратной повторности методом полной рендомизации.

Метод рендомизированных повторений

- Это наиболее распространенный в мировой практике опытного дела метод размещения вариантов по делянкам полевого опыта. В каждом повторении варианты распределяются по делянкам в случайном порядке. Важно, чтобы внутри каждого повторения почва была по возможности более однородной, а форма повторения приближалась к квадрату. В этом случае при любом пространственном расположении делянок они будут лучше сравнимы между собой.

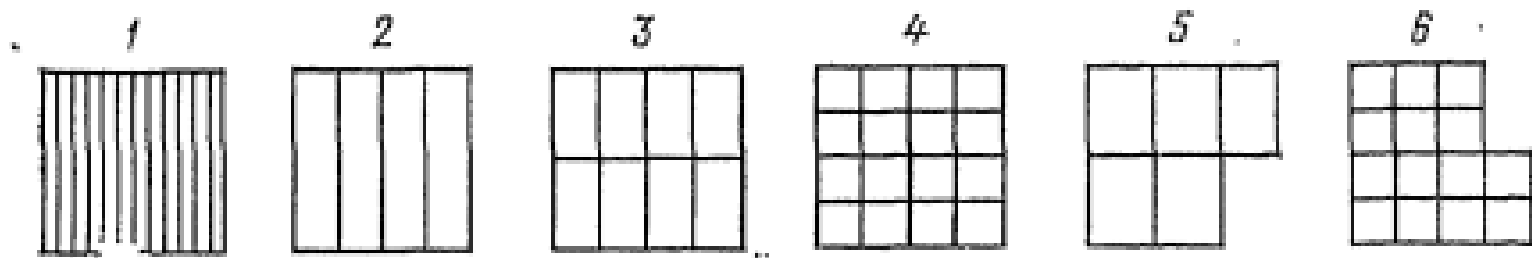


Рис. 13. Расположение делянок различной формы в одном повторении:
1—2 — удлиненные и прямоугольные в один ярус; 3 — прямоугольные в два яруса; 4 — квадратные в четыре яруса; 5 — прямоугольные в два яруса, ступенчато; 6 — квадратные в четыре яруса, ступенчато.

Метод латинского квадрата

- Расположение опыта латинским квадратом требует, чтобы число повторений обязательно было равно числу вариантов. Поэтому общее число делянок в опыте всегда будет равно квадрату числа вариантов схемы. При четырех вариантах в опыте будет $4 \times 4 = 16$ делянок, при пяти $5 \times 5 = 25$, при шести $6 \times 6 = 36$ делянок и т.д. На площади их размещают рядами и столбцами. В каждом ряду и столбце должен быть полный набор всех вариантов, и, следовательно, ни один из вариантов не повторяется дважды ни в строке, ни в столбце

		Столбцы				
		I	II	III	IV	V
Ряды	I	5	1	4	2	3
	II	2	5	3	1	4
	III	1	3	5	4	2
	IV	4	2	1	3	5
	V	3	4	2	5	1

Рис. 15. Схема размещения опыта латинским квадратом 5×5 .

Метод расщепленных делянок

- Метод расщепленных (сложных) делянок используют преимущественно для закладки многофакторных опытов, когда в отношении одного какого-либо фактора требуется получить точную информацию, а в отношении других факторов нет необходимости добиваться большой точности.

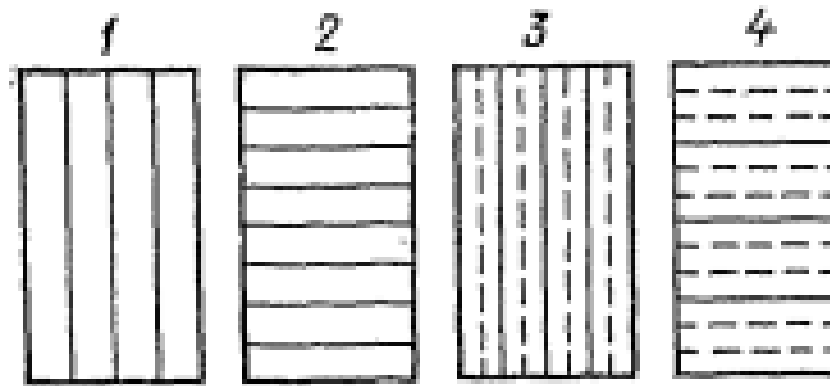


Рис. 19. Схема расщепления делянки при постановке двухфакторных 1—2 и трехфакторных 3—4 опытов.