

3. МЕТОДЫ ПОСТАНОВКИ ЭКСПЕРИМЕНТА

3.1. Общие принципы

В организации эксперимента центральное место принадлежит *методике исследования* – комплексу специфических операций с подопытными животными. Правильный выбор методики определяет успех эксперимента.

По своему существу опыты с животными являются *сравнительными*. В них сравнивают или действие различных факторов на животных определенной породы и конституции, или реакцию животных различных пород и конституций на определенный комплекс условий внешней среды. В первом случае главный методический принцип заключается в том, чтобы опытные группы животных по наследственным и конституциональным особенностям были максимально сходными, а изучаемые факторы в определенной мере различались. Во втором случае, наоборот, различия должны быть в самом составе опытных групп (например, различные породы), а условия внешней среды (кормление, содержание и пр.) – максимально сходными. Во всех исследованиях один из вариантов сравнения принимают за эталон или контроль, а другие – за испытуемые. Элемент сравнения должен выступать, насколько это возможно, в «чистом» виде.

Наибольшие методические трудности при постановке экспериментов первого типа связаны с устранением наследственных различий между животными в подопытных группах. Все традиционные методы различаются главным образом тем, каким образом при том или ином методе нивелируют влияние наследственности на конечный результат изучаемых показателей между опытными группами. Причина такого внимания к наследственности состоит в том, что животные с разными генотипами имеют различную норму реакции на воздействие одних и тех же факторов внешней среды.

В зависимости от принципа организации эксперимента и сравнения полученных данных, все методы постановки опыта делят на две большие группы: методы, основанные на принципе *аналогичных групп* и методы, основанные на принципе *групп-периодов* (рис. 2).

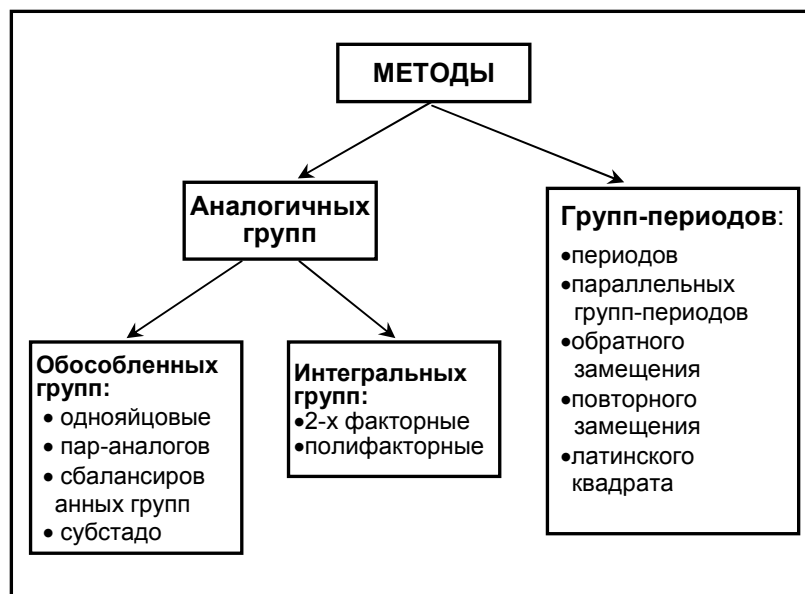


Рис. 2. Методы постановки опытов

Выбор схемы проведения опыта зависит от цели эксперимента и числа животных. При проведении опыта необходимо правильно формировать группы животных, которые должны быть *аналогами* по полу, возрасту, живой массе, физиологическому состоянию. В экспериментах по разведению, селекции и генетике, следует учитывать также происхождение животных.

3.2. Методы обособленных групп

В этой группе *метод однойцовых двоен* является наиболее точным, так как используют животных с одинаковой наследственностью. *Преимущество* - можно получить более объективные результаты за счет бóльшей однородности между группами. *Недостатки*: а) малочисленность двоен; б) трудности подбора групп одного возраста и пола; в) возможность формирования только двух групп, г) при выбытии животного в одной из групп необходимо исключать двойника из другой.

Метод пар-аналогов является основным и наиболее распространенным. Обеспечивает хорошие результаты только в том случае, если группы будут сформированы на основании объективных данных по каждому животному.

В практических условиях подобрать большое число одинаковых животных по 4-5 показателям трудно, особенно для малоплодных видов. Поэтому подбирают пары, тройни и т.д.

аналогичных животных, которых включают в разные группы. Число животных-аналогов зависит от числа групп в эксперименте. Последнее определяется числом изучаемых факторов плюс контрольная группа.

При подборе животных-аналогов учитывают породу, пол, возраст, живую массу, происхождение, физиологическое состояние (период лактации, беременности), продуктивность (прирост живой массы, удой, процент жира в молоке, яйценоскость, настриг шерсти и др.). Допустимые максимальные различия: между животными в паре - 5...6%, между крайними вариантами в группе - 10...12%, между группами - 2...3%. *Правильно сформированные группы не должны иметь статистически значимых различий*. Для определения - какая группа животных будет контрольной, а какие - опытными, используют жеребьевку.

Метод сбалансированных групп применяют при невозможности использования метода пар-аналогов. Сущность его заключается в подборе групп животных, *относительно равноценных* по основным средним показателям. Для исключения элемента случайности число животных увеличивают в 1,5-2 раза по сравнению с методом пар-аналогов и добиваются максимального сходства по средним показателям. Необходимое число животных (n) рассчитывают по формуле:

$$n = 2 \times K^2 \times \frac{CV^2}{D^2},$$

где K – константа (при $P > 0,95$ равна 3,29); CV – коэффициент изменчивости (%); D – различие между средними опытных групп (%).

Например, в опыте с молодняком крупного рогатого скота CV живой массы составляет 8%, а ожидаемая разность в ее приросте 7%. Следовательно, в каждой группе должно быть

$$n = 2 \times 3,29^2 \times \frac{8^2}{7^2} \approx 28 \text{ голов.}$$

Чем выше коэффициент изменчивости и меньше ожидаемые различия между группами, тем большее число животных необходимо в опыте для получения надежных результатов.

Метод субстада (миниатюрного стада) используют, когда нет возможности подобрать животных описанными выше методами. Сущность метода: из общего поголовья скота отбирают группу

животных (10...15%), которая является копией основного стада по возрасту, породности, живой массе, продуктивности и физиологическому состоянию. Субстадо - опытная группа, а основное стадо – контроль. Метод применяют в основном для изучения технологических вопросов (содержания, кормления и т.п.).

3.3. Методы интегральных групп

Эта группа методов позволяет получить в одном эксперименте информацию о влиянии нескольких факторов на организм животных. Также имеется возможность установить наиболее эффективное влияние соотношения изучаемых факторов.

Метод двухфакторного комплекса заключается в том, что в опыте изучают влияние двух факторов одновременно при разном их уровне (табл. 2).

2. Схема проведения опыта с использованием 2-х факторного комплекса

Группа	Уровень протеина	Уровень углеводов
1	высокий	высокий
2	высокий	низкий
3	низкий	высокий
4	низкий	низкий

По этой схеме можно оценить как влияние каждого фактора в отдельности, так и их совместное взаимодействие.

Многофакторные комплексы применяют тогда, когда требуется изучить одновременно влияние нескольких факторов при различном их сочетании (табл. 3).

3. Схема проведения опыта с использованием 3-х факторного комплекса

Группа	Уровень протеина	Уровень углеводов	Уровень жира
1	высокий	высокий	высокий
2	высокий	высокий	низкий
3	высокий	низкий	высокий
4	высокий	низкий	низкий
5	низкий	высокий	высокий
6	низкий	высокий	низкий
7	низкий	низкий	высокий
8	низкий	низкий	низкий

Во всех рассмотренных выше методах, кроме однойцовых близнецов, опытные группы животных имеют лишь, в общем, и целом сходную, но не тождественную наследственность. Поэтому необходимо считаться с индивидуальными наследственными различиями в пределах пар-аналогов, и, следовательно, с возможным взаимодействием «генотип×среда».

3.4. Методы групп-периодов

В генетическом отношении эти методы сочетают некоторые свойства подопытного материала однойцовых двоен (проводятся на одних и тех же животных), и свойства аналогичных групп. Однако возрастные изменения могут привести к смещенным результатам опытов.

Метод периодов заключается в том, что опыт проводят на одной группе животных и изучают влияние одного фактора в течение нескольких последовательных периодов (табл. 4).

4. Схема проведения опыта методом периодов

Предварительный период	1-ый опытный период	2-ой опытный период	Переходный период	Заключительный период
основной рацион	основной рацион	основной рацион+фактор	основной рацион	основной рацион
15 сут	25-30 сут	30-60 сут	15 сут	25-30 сут

Опыты следует проводить на животных, закончивших рост, здоровых, одного типа. Если до начала опыта животные находились на хозяйственном рационе, то в течение 15 суток их переводят на основной рацион.

Во втором опытном периоде вводят изучаемый фактор (например, кормовая добавка) сверх основного рациона или вместо какой-то его части, или исключая из основного рациона, если он в него входил.

В заключительный период устанавливают, действительно ли изменения продуктивности, роста, состояния здоровья и т.д. в главный опытный период определяются действием изучаемого фактора, а не случайным стечением обстоятельств.

О результатах опыта судят, сопоставляя фактическую продуктивность при использовании основного рациона с продуктивностью животных, получавших опытный рацион.

Преимущества: рационы испытывают на одних и тех же животных. *Недостатки:* на результаты исследований могут существенно влиять изменения в погодных условиях и в физиологическом состоянии животных (возраст, беременность, стадия лактации и т.п.). Кроме того, имеет место трудность учета влияния одного фактора (рациона) на другой и относительно короткий срок проведения опытов.

Метод параллельных групп-периодов применяют для сравнительного изучения одновременно двух или более факторов на соответствующем числе животных. Для проведения опыта формируют аналогичные группы животных. Используют следующую схему (табл.5).

5. Схема метода параллельных групп-периодов

(ОР - основной рацион; Ф1 и Ф2 – изучаемые факторы)

Группа	Период и продолжительность (суток)				
	предварительный (15)	1-ый опытный период (25...30)	переходный период (15)	2-ой опытный период (30...60)	заключительный период (25...30)
1	ОР	ОР	ОР+Ф1	ОР+Ф1	ОР
2	ОР	ОР	ОР+Ф2	ОР+Ф2	ОР

Метод применяют редко и главным образом при постановке краткосрочных опытов по кормлению.

Метод групп-периодов с обратным замещением объединяет метод периодов и метод параллельных групп-периодов (табл. 6).

6. Схема опыта групп-периодов с обратным замещением

(ОР - основной рацион; Ф1 и Ф2 – изучаемые факторы)

Группа	Период и продолжительность (суток)				
	предварительный (15)	переходный период (15)	1-ый опытный период (30...60)	переходный период (15)	2-ой опытный период (30...60)
Контрольная	ОР	ОР	ОР	ОР	ОР
1-ая опытная	ОР	ОР+Ф1	ОР+Ф1	ОР+Ф2	ОР+Ф2
2-ая опытная	ОР	ОР+Ф2	ОР+Ф2	ОР+Ф1	ОР+Ф1

Подбор животных в группы осуществляют по методу пар-аналогов или сбалансированных групп.

Метод повторного замещения, или комбинированный, совмещает элементы методов групп и групп-периодов (табл. 7).

Он позволяет получать *многократные* данные в процессе одного эксперимента, что повышает информативность опыта.

7. Схема опыта по методу повторного замещения
(ОР - основной рацион; Ф1 и Ф2 – изучаемые факторы)

Период опыта	Группа		
	контрольная	1-ая опытная	2-ая опытная
Подготовительный (20 суток)	ОР+50%Ф1+50%Ф2		
Основной (120 суток)			
1 опыт (20 суток)	ОР+50%Ф1+50%Ф2	ОР+100%Ф1	ОР+100%Ф2
2 опыт (20 суток)	ОР+50%Ф1+50%Ф2	ОР+100%Ф2	ОР+100%Ф1
3 опыт (20 суток)	ОР+50%Ф1+50%Ф2	ОР+100%Ф1	ОР+100%Ф2
4 опыт (20 суток)	ОР+50%Ф1+50%Ф2	ОР+100%Ф2	ОР+100%Ф1
5 опыт (20 суток)	ОР+50%Ф1+50%Ф2	ОР+100%Ф1	ОР+100%Ф2
6 опыт (20 суток)	ОР+50%Ф1+50%Ф2	ОР+100%Ф2	ОР+100%Ф1
Заключительный (20 суток)	ОР+50%Ф1+50%Ф2		

Подбор животных осуществляют методом пар-аналогов или методом сбалансированных групп. В подготовительный период животные получают основной рацион и 50% каждого из изучаемых кормов. В основной период опыта контрольная группа коров получает этот же рацион, а животным опытных групп попеременно скармливают один из изучаемых кормов. За период опыта каждый корм в одной группе будет изучен 3 раза, а в целом 6 раз.

Данные можно сравнивать как внутри группы, так и между группами. *Недостатки:* а) при замене одного корма другим на результаты опыта может оказать влияние последствие первого корма; б) не всегда имеется возможность эквивалентно заменить один корм другим.

Метод латинского квадрата – разновидность метода групп-периодов с обратным замещением. Сущность метода в том, что каждый испытуемый фактор изучают на индивидуальном животном по следующей схеме (табл. 8).

8. Схема опыта по методу латинского квадрата
(ОР - основной рацион; Ф1, Ф2 и Ф3 – изучаемые факторы)

Животное	Период			
	уравнительный	I	II	III
1	ОР	ОР+Ф1	ОР+Ф2	ОР+Ф3
2	ОР	ОР+Ф2	ОР+Ф3	ОР+Ф1
3	ОР	ОР+Ф3	ОР+Ф1	ОР+Ф2

При проведении опыта необходимо учитывать следующие требования:

- число животных в группе должно быть кратным числу периодов опыта; при 3-х периодах – 3, 6, 9 животных, при 4-х – 4, 8, 16 и т.д.;
- число периодов должно в точности соответствовать числу изучаемых факторов;
- все животные должны быть сохранены до конца опыта.

Для комплектования групп подбирают сходных по зоотехническим качествам животных, а их индивидуальное распределение по группам производят по принципу случайности (рандомизации). Для этой цели можно использовать таблицу случайных чисел (см. главу 2).

3.5. Требования к постановке опыта

Надежность результатов экспериментальных исследований на животных зависит, прежде всего, от строгого соблюдения и выполнения методики опыта. Обязательным условием является наличие контроля, с которым сравнивается полученный результат. Любая схема опыта должна удовлетворять следующие основные требования:

1. В течение опыта все условия и факторы, кроме изучаемого, должны быть, по возможности, одинаковыми. При проведении опыта необходимо добиваться сопоставимых условий кормления и содержания животных как внутри опытных групп, так и между ними.

2. Опыт должен быть организован таким образом, чтобы наиболее полно учесть изменчивость количественных и качественных показателей продуктивности животных.

3. Влияние индивидуальных особенностей животных, систематических (возраста, сезона года и т.п.) и случайных обстоятельств должно быть учтено или исключено.

4. Продолжительностью опыта должно быть исключено или ослаблено влияние случайных факторов и последствие факторов одного периода на результаты другого.

5. Большое значение для получения объективных данных имеет число *повторностей* опыта. Необходимое число повторностей в каждом опыте устанавливают в зависимости от конкретных задач исследований. В научно-хозяйственных опытах должно быть не менее двух повторностей.

6. Необходимо обеспечить тщательное наблюдение за изучаемыми факторами, учет сопутствующих условий, например, состояние здоровья животных, климатические данные и т.д.

Надежность результатов опыта во многом зависит от качества его подготовки. Весь эксперимент условно делят на периоды. После формирования групп животных проверяют идентичность состава пар-аналогов, контрольной и опытных групп. С этой целью опыт следует начинать с **подготовительного** (уравнительного) периода. Длительность его зависит от изучаемых факторов, но не менее двух недель. В течение этого периода животные всех групп должны быть здоровыми и находиться в одинаковых условиях содержания и кормления. На основе данных, полученных в этот период, можно принять дополнительные меры к уравниванию групп.

В **переходный** период (продолжительностью не менее двух недель) ставится задача – добиться постепенного приспособления животных к условиям опытного периода. Наличие этого периода не обязательно, если в подготовительный период была достигнута необходимая выравненность животных.

В **учетный** (опытный) период вводят весь комплекс изучаемых факторов и контрольных измерений, предусмотренных методикой опыта.

В **заключительный** период все животные вновь должны находиться в однотипных условиях содержания и кормления.

При изучении влияния какого-либо корма, например, на приросты растущего молодняка, этот корм в предусмотренном количестве дают только подопытным животным. Приросты подопытных животных сравнивают с приростами животных контрольной группы, которые не получали этого корма. Этим и определяют влияние или *эффект* корма на изучаемый показатель.

Так как первичный материал является основой для суждения о выполненном исследовании, построения выводов и предложений, то он должен быть объективным, тщательно проверенным и правильно биометрически обработанным. При биометрической обработке данных необходимо использовать современные пакеты статистических программ таких, как **STATGRAPHICS**, **STATISTICA**, **SAS**, **LSMLMW** и др (см. [15÷17,39,111]).

3.6. Возможные ошибки

Каждый эксперимент содержит элемент неопределенности вследствие ограниченности экспериментального материала. Постановка повторных опытов также не дает полностью совпадающих результатов, так как всегда существует *ошибка* опыта, которая в свою очередь является суммарной величиной - результатом многих ошибок.

Ошибка – это расхождение между результатами выборочного наблюдения и истинным значением измеряемой величины. Понятие ошибки связано с понятием: чем выше точность, тем меньше ошибка. Ошибки могут возникать из-за влияния условий проведения эксперимента, опытности и добросовестности исследователя, несовершенства измерительных приборов.

Ошибки подразделяют на случайные, систематические и грубые.

Случайные ошибки возникают под воздействием очень большого числа факторов. Эффекты действия каждого столь незначительные, что их нельзя выделить и учесть в отдельности. Источниками случайных ошибок может быть невозможность подбора в группы животных абсолютно одинаковых по генотипу, живому весу, физиологическому состоянию, возрасту и т.п. Кроме того, практически невозможно в хозяйственных условиях опыта создать одинаковую температуру, освещенность, влажность воздуха на всей площади животноводческого помещения и многое другое.

Случайное варьирование опытных данных - постоянный спутник экспериментов. И ни в одном из них, как бы тщательно он не проводился, нельзя получить абсолютно точные данные. Любой опыт содержит в себе некоторые элементы случайности, т.е. изменчивость получаемых данных обусловлена в какой-то степени неизвестными нам причинами – случайными ошибками.

Таким образом, случайные ошибки являются *неизбежными*. Однако математическая статистика располагает методами количественного определения величины случайных ошибок, совокупность которых при большом числе наблюдений подчиняется закону нормального распределения (при

ограниченном числе параллельных наблюдений – закону распределения Стьюдента).

Характерная особенность случайной ошибки – их тенденция *погашаться* в результате приблизительно одинаковой вероятности как положительных, так и отрицательных значений. Благодаря такой тенденции при обобщении данных и расчете средних показателей, погрешности уменьшаются по мере увеличения числа наблюдений.

Систематические ошибки порождаются причинами, действующими *регулярно* в определенном направлении. Систематические ошибки могут вызываться – уровнем кормления и содержания животных на ферме, годом рождения, сезоном отела, стадией лактации, полом, выводом, возрастом и т.п. Они искажают измеряемую величину в сторону преувеличения или преуменьшения в результате действия определенной постоянной причины на группу животных. Их основная особенность – однонаправленность, т.е. они завышают или занижают результаты опыта. Это приводит к тому, что такие ошибки в отличие от случайных, не имеют свойства взаимопогашения и, следовательно, *целиком* входят в показания отдельных измерений и в средние показатели.

Грубые ошибки или промахи возникают чаще всего в результате нарушения основных требований к проведению опыта, недосмотра, небрежного или неумелого выполнения работ (описки, просчеты, перепутывание животных, использование непроверенных приборов и т.п.). Избежать грубых ошибок можно продуманной и тщательной организацией опыта, его аккуратным проведением. Для биометрической обработки используют лишь те данные, которые не содержат грубых ошибок. Исследователь должен тщательно рассмотреть такие наблюдения и выяснить причины их появления. Особенно это необходимо при небольшом числе наблюдений, которые к тому же были получены с большими затратами труда и средств.

3.7. Производственная проверка

Результаты эксперимента должны быть проверены в производственных условиях. Положительный исход дает основание для рекомендации научной разработки в производство.

Производственную проверку проводят по тем же схемам и принципам, что и научный эксперимент, но на более большом поголовье животных. Контрольную и проверяемую группы формируют, как правило, по принципу пар-аналогов по полу, возрасту, живой массе, продуктивности и т.п.

Число животных в группе устанавливают с учетом сложившейся технологии. Коров и нетелей должно быть не менее 50 голов, 100 голов молодняка на откорме, 20 свиноматок, по 100 голов поросят, 10 хряков, 300 кур, по 500 цыплят.

Продолжительность проверки должна соответствовать длительности производственного цикла. Для молочных коров производственную проверку начинают с первого дня лактации и продолжают до начала следующей. Новые кормовые средства испытывают не менее трех месяцев.

По [22] при выращивании телят предусматривают следующие циклы: от рождения до 15-20 дней - профилакторный период. Далее телята выращивают до 6-месячного возраста, где различают три фазы: I – 65 дней, II и III – по 50 дней, затем от 6 до 12 месяцев, с 12 до 15 и с 15 месяцев до достижения сдаточной кондиции.

На свиноводческих комплексах предусматривают три периода дорастивание (от 26 до 42, от 43 до 60 и от 61 до 105 дней) и два периода откорма (от 106 до 158 и от 159 до 222 дней).

В птицеводстве продолжительность производственной проверки кур-несушек должна составлять не менее 10 месяцев от начала яйцекладки.

В опытах с дойными коровами учитывают возраст, сервис-период, межотельный период, выход телят, удой, жирность, белковость (если контролируется). При работе с молодняком учитывают сохранность и причины отхода, рост и развитие, живую массу, валовой и среднесуточный прирост массы за период выращивания и откорма, качество продукции.

В свиноводстве изучают многоплодие, молочность, массу гнезда при рождении и отъеме поросят, сохранность поголовья,

рост и развитие ремонтного молодняка, откормочные качества свиней, качество мяса и сала.

В птицеводстве основными показателями являются сохранность, живая масса, яйценоскость, среднесуточный и валовой прирост молодняка, качество яиц и мяса.

В конце производственной проверки рассчитывают экономическую эффективность.

3.8. Экономическая эффективность

Критерием экономической эффективности научной разработки является *годовой экономический эффект*: *о ж и д а е м ы й* - после окончания опыта, и *ф а к т и ч е с к и й* – при апробации эксперимента в производстве. Экономический эффект рассчитывают (1) по разности прибыли или (2) по снижению затрат в новом варианте (опыт) относительно базового (контроль).

Первый способ используют, когда в результате испытания нового варианта повышается продуктивность животных, снижаются материальные затрат или изменяется качество продукции. Разница между стоимостью валовой продукции и производственными затратами характеризует *чистый доход*. Разница в чистом доходе между новым и базовым вариантами характеризует прирост чистого дохода - *прибыль* или *годовой экономический эффект*. Внутрихозяйственный экономический эффект определяют по формуле:

$$R = [(D_N - C_N) - (D_B - C_B)] \times V,$$

где R - экономический эффект, руб.; D - стоимость единицы продукции в закупочных ценах, руб.; C - себестоимость единицы продукции, руб.; V - объем дополнительной продукции в соответствующих единицах. Субиндексы N и B обозначают новый и базовый (контрольный) варианты.

Второй способ применяют, когда производственные испытания вызывают изменения *себестоимости* продукции в целом или по отдельным статьям, хотя продуктивность и качество продукции остаются прежними. Внутрихозяйственный экономический эффект рассчитывают по формуле:

$$R = (C_B - C_N) \times V.$$

В исследованиях по селекции животных при расчете экономического эффекта необходимо учитывать *фактор времени*. Это связано с тем, что, во-первых, отдельные виды затрат на селекционные мероприятия (C_i) производят в разное время. Например, затраты на покупку быков, проверку по потомству, долговременное хранение их спермы. Во-вторых, селекция оказывает длительное воздействие. Достигнутое генетическое улучшение от одного селекционного цикла начинает проявляться у первотелок и продолжает проявляться как в последующих лактациях, так и в последующих поколениях (у дочерей, внучек, правнучек). Соответственно, в разные временные периоды будет получен и доход от реализации дополнительной продукции (D_j). Поэтому разновременные затраты и доходы необходимо привести в положение *сравнимости*, т.е. к какому-то одному году. Для этого используют процедуру дисконтирования (рис. 3).

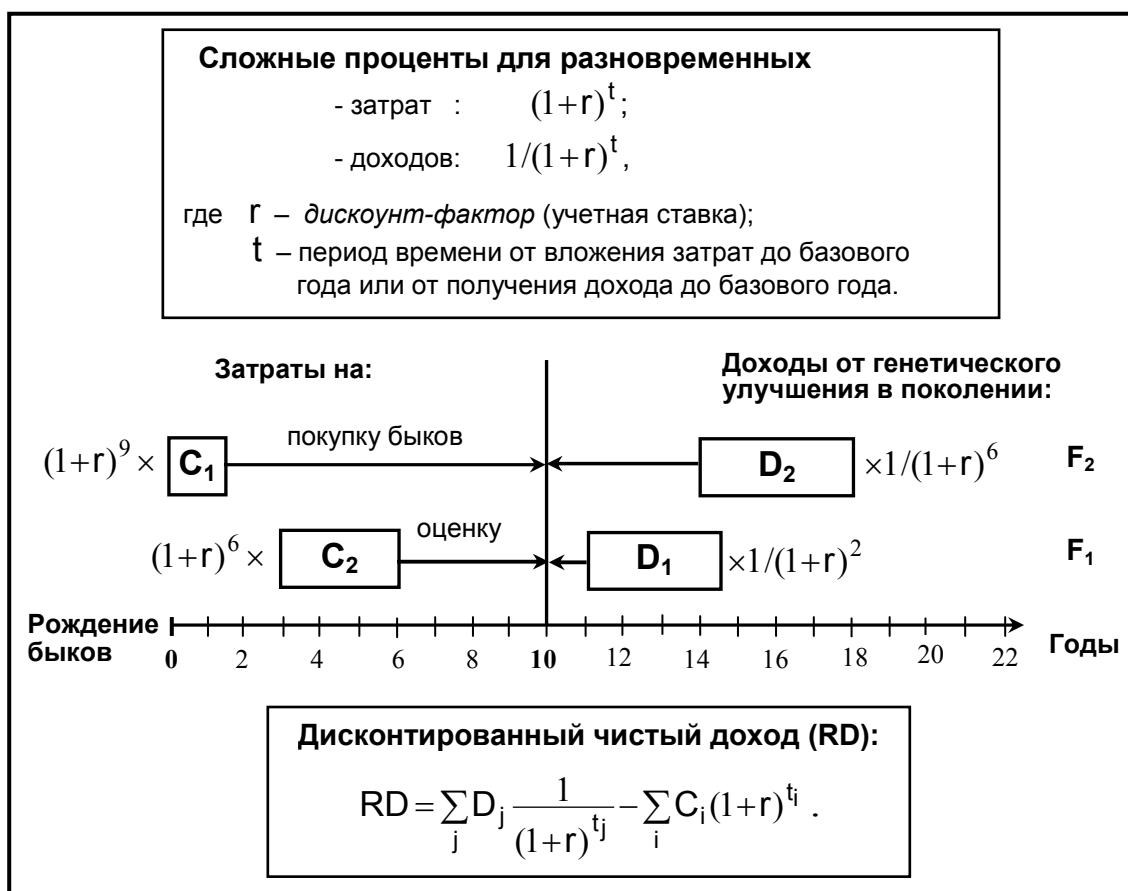


Рис. 3. Принцип дисконтирования и сопоставления разновременных затрат и доходов

Если в качестве года сравнения взять год лактирования дочерей-первотелок отобранных быков, то для приведения затрат формула сложных процентов будет

$$(1+r)^t,$$

а для приведения дохода

$$1/(1+r)^t,$$

где r – фактор *дисконтирования* (нормативный коэффициент, степень заинтересованности, норма прибыли, учетный процент, учетная ставка); t – (1) для затрат – это период времени от вложения затрат до основного года, (2) для дохода – период от начала получения дохода до основного года.

Общие затраты составляют сумму приведенных (дисконтированных) затрат, а общий доход – сумму приведенных доходов.

Процедура *дисконтирования* позволяет сопоставлять *разновременные* затраты и доходы и, тем самым, производить оценку экономической эффективности различных селекционных мероприятий (см. детали у [6,7,53,54]).

3.9. Современные тенденции

Постановка эксперимента преследует основную цель - выявить достоверность влияния изучаемого фактора при условии, что все остальные влияния остаются постоянными. Чтобы это достигнуть, исследователь вынужден ограничивать эксперимент одним хозяйством и, соответственно, небольшим числом опытных животных. Кроме того, он должен провести производственную проверку, результаты которой, как правило, значительно расходятся с результатами эксперимента.

Современная тенденция в науке – это стремление извлекать научную информацию из производственных данных с помощью многофакторных статистических моделей. В данном направлении в наибольшей степени продвинулись исследования по разведению и селекции молочного скота. Этому способствовало:

- а) создание информационных систем и их внедрение в племенное скотоводство;
- б) развитие биометрических методов для многофакторной обработки «полевых» данных;
- в) разработка пакетов компьютерных программ с генетико-селекционной направленностью, и

г) постоянно возрастающая мощность компьютеров.

По «полевым» данным проводят: а) селекционно-генетические исследования популяции; б) мониторинг инбридинга и инбредной депрессии; в) анализ скрещивания; г) оценку племенной ценности животных; д) оценку фенотипических, генетических и паратипических трендов; ж) прогнозирование эффективности племенной работы.

Широкое применение в исследованиях по скотоводству находит математическое моделирование селекционного процесса. В частности, при гармонизации линейного разведения, группового и индивидуального подборов, генетико-экономической оптимизации селекционного процесса в племенных стадах и генофондных популяциях, при генетико-экономической оптимизации программ крупномасштабной селекции.

С одной стороны, практическое животноводство представляет богатейший зоотехнический и племенной материал. С другой стороны, биометрические методы и компьютерные технологии являются эффективным средством для извлечения из него новых научных знаний. Эти знания способствуют разработке методов, технологий и программ, которые решают конкретные практические задачи и проблемы животноводства.

Сама зоотехническая практика рассматривается в данном случае как огромный производственный эксперимент, дающий возможность делать ценные выводы одновременно как для науки, так и для производства на уровне стада, породы, региона и даже в общегосударственном масштабе.

В заключение изложения *основ* организации и проведения эксперимента следует отметить, что в зависимости от исследуемой проблемы и/или вида животных, в эксперименте используют ту или иную *специфическую* научную методику. Частных *биозоотехнических* методик множество. Описание многих из них дано в монографии акад. А.И. Овсянникова [84] и в Методических рекомендациях ВНИИплема [38] (см. также [22,73,74]). Однако независимо от разнообразия биозоотехнических методик, объединяет все или почти все

научные исследования по животноводству необходимость *статистической* обработки результатов эксперимента.

Современный статистический анализ результатов наблюдений - это не формальное дополнение к эксперименту, а большая и важная его часть, без которой вся работа становится *малоинформативной*. Поэтому биологу-исследователю важно знать не только специфические научные методики, но и хорошо представлять себе основу, логику и требования статистических средств. Он должен правильно выбрать адекватные статистические методы и уметь использовать их для извлечения из данных эксперимента объективной научной информации.