

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ БИОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Планирование биометрического исследования
2. Сбор и обработка результатов
3. Интерпретация результатов

1. **Планирование биометрического исследования.** Как говорилось ранее, биометрия помогает обнаружить «закономерности». Закономерное – это повторяющееся, причем в известных условиях. Математическая статистика, исследующая массовые проявления, служит средством доказательства существования той или иной закономерности, причинной обусловленности серии фактов. Факт сам по себе раз случился, значит достоверен. Доказывать приходится реальность существования причин, вызвавших факты к жизни и тем самым обеспечивающих их общность. Для биометрического исследования очень важна точная формулировка биологического вопроса.

На **1 этапе** биометрического исследования определяют *объект и актуальность исследования*. Объект исследования – это не вид животного или растения, это исследуемый феномен со всеми относящимися к делу внешними компонентами, включая пространство (распространение) и время (динамика). Объектом частного биологического исследования выступает ограниченная во времени и пространстве биосистема. Актуальность исследования определяется отсутствием знаний об объекте исследования в определенной области его биологии. Потребность в недостающей информации появляется в том случае, когда уже имеются некоторые данные.

На **2 этапе** определяются *цель и задачи исследования*. Цель можно сформулировать в виде вопроса «Чего хочется?», который в обобщенном виде характеризует итог исследования. Только на этом фоне возможны обобщения на больших территориях и временах, т. е. обнаружение неких закономерностей. Цель служит постоянным критерием эффективности выполненных действий, основой рефлексии, ограничителем.

Задачами, т.е. «Что сделать?», отмечаются шаги к цели это руководства к действию, указания, как делать и что будет получено в результате, если предпринять такие-то действия. На этом этапе выясняется объем массивов собираемой информации, вид количественных характеристик (переменных), их число, способы регистрации статуса объектов измерения и факторов среды, схемы опытов и т. п. Знание этих частных особенностей необходимо, чтобы запланировать использование того или иного статистического метода, предъявля-

ющего свои требования к исходным данным. Точнее всего работают параметрические методы, но они требуют регистрации количественной информации в форме рациональных или натуральных чисел.

2. **Сбор и обработка результатов.** При сборе данных важно помнить правило «единообразия и равновероятности» собираемых выборок, чтобы свести к минимуму субъективные и систематические ошибки, уменьшающие точность измерений. Это условие относится к способу формирования выборок, суть которого заключается в создании одинаковых условий наблюдения и обеспечении равной вероятности получаемых результатов: каждая варианта должна иметь возможность представлять весь спектр действующих факторов без ограничений; в противном случае состав выборки будет не гомогенным и статистические законы будут проявляться «неправильно», что сделает невозможным применение точных статистических критериев.

Статистические методы требуют жесткой определенности формулировок. Чтобы добиться требуемой строгости, исходное словесное описание биологического вопроса необходимо перевести на язык математической статистики, после чего использовать тот или иной метод статистической обработки результатов.

Процедура решения биометрической задачи включает несколько этапов.

- **Конкретизация.** Формулирование биологической задачи, требующей статистического решения, обозначение объекта исследования, характеристика условий (факторов, методов) получения выборки, явное определение отдельной варианты (объекта измерения) и всей выборки вариантов.

- **Формализация.** На этом этапе требуется дать ответы на два вопроса «Что доказать?» и «Что описать?». Ответ на первый вопрос определить один из четырех типов биометрических задач: доказать *чужеродность* варианты (классификация), доказать *отличие двух выборок* (сравнение), доказать *влияние фактора* (множественное сравнение), доказать *зависимость признаков* (выявление тренда (тренд - основная тенденция изменения временного ряда, которая может быть описана различными уравнениями)). Ответ на второй вопрос позволяет выбрать показатель, который интересует исследователя: описание может касаться *величины признака* (оценивается средней), его *изменчивости* (оценивается дисперсией), *распределения частот* (выражается вариационным рядом), *выборки в целом* (выражается совокупностью ранжированных вариантов).

- **Выбор вида статистической задачи,** т.е. подбор адекватного статистического приема.

- *Выдвижение статистической (нулевой) гипотезы.* В самой форме нулевая гипотеза звучит так: «Отличия недостоверны, выборки вместе составляют один и тот же однородный материал и принадлежат к одной генеральной совокупности». В процессе статистического анализа нулевая гипотеза либо отвергается (опровергается, отклоняется), и тогда различия считаются достоверными, либо принимается (сохраняется). Последнее, однако, не означает доказательства случайности различий (их отсутствия), а лишь говорит о том, что при данном объеме и качестве материала различия остаются недоказанными. Опираясь на полученный в процессе научной работы материал, статистика способна лишь доказать выдвинутые гипотезы или же отсеять и отвергнуть те предположения, для которых недостаточно информации, вычленив реальную закономерность из обилия сырого экспериментального материала.

- *Решение по алгоритму, т.е.* выполнение расчетов с помощью выбранного метода.

- *Статистический вывод.* Статистический вывод, главный результат статистического анализа, – это заключение о справедливости или опровержении нулевой гипотезы. Строится он на основе сравнения полученной (эмпирической) величины статистического критерия с табличной (теоретической). Если расчетная величина больше табличной, говорят о достоверном отличии параметров (о влиянии, об исключении), т. е. об опровержении нулевой гипотезы. Если же вычисленные значения критерия меньше табличного, нулевая гипотеза остается в силе, отличия не считаются достоверными (значимыми). Слово «достоверно» значит буквально «статистически доказано»: даже если отличие двух сравниваемых средних и без того бросается в глаза, лишь статистическое доказательство доказывает реальность этих различий, позволяет распространить конкретный вывод на все явление. Критерий доказывает, что отличие средних не случайно, а закономерно.

3. *Интерпретация результатов.* После определения достоверности или недостоверности отличий формулируется биологическое утверждение, доказанное статистически. Если удалось доказать достоверность неких отличий, то для биолога принципиально важна их направленность, не только факт отличий, например, средних арифметических, но и как именно они отличаются, какая величина превышает другую. Биологический ответ есть, по существу, перифраза статистического вывода, «одетого» в биологические термины и поэтому приобретающего биологический смысл и содержание.

Если статистический вывод не отвергает нулевую гипотезу, то важных с биологической точки зрения заключений сделать нельзя. Сохранение гипотезы о случайности отличия показателей не дает нам полную уверенность в том, что их действительно нет. Возможно, в нашем распоряжении просто оказалось недостаточно данных, чтобы сделать достоверный вывод. Может быть, исследование следует по-иному спланировать и повторить.

Если же статистический анализ выявил достоверность отличия, это дает основание сформулировать более содержательное и убедительное биологическое заключение, в частности, рассматривать выявленные отличия как результат действия какого-то систематического фактора, интерпретировать зависимость как биологическую закономерность, говорить об особых свойствах «выпадающей» из совокупности варианты (объекта).