
Введение	7
----------------	---

Глава 1

ПОНЯТИЕ ИЗМЕРЕНИЯ	10
1.1. Измерительные шкалы	11
1.2. Номинативная шкала	12
1.3. Порядковая (<i>ранговая, ординарная</i>) шкала	16
1.3.1. Правила ранжирования	18
1.3.2. Проверка правильности ранжирования	19
1.3.3. Случай одинаковых рангов	23
1.4. Шкала интервалов	27
1.5. Шкала отношений	28

Глава 2

ПОНЯТИЕ ВЫБОРКИ	29
2.1. Полное исследование	29
2.2. Выборочное исследование	30
2.3. Зависимые и независимые выборки	30
2.4. Требования к выборке	31
2.5. Репрезентативность выборки	32
2.6. Формирование и объем репрезентативной выборки	34

Глава 3

ФОРМЫ УЧЕТА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ	36
3.1. Таблицы	36
3.2. Статистические ряды	39
3.3. Понятие распределения и гистограммы	40

Глава 4

ЧИСЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ. НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ	43
4.1. Мода	43
4.2. Медиана	44

4.3. Среднее арифметическое	45
4.4. Разброс выборки	48
4.5. Дисперсия	48
4.6. Степень свободы	51
4.7. Понятие нормального распределения	52

Глава 5

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОВЕРКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ

.....	56
5.1. Проверка статистических гипотез	56
5.2. Нулевая и альтернативная гипотезы	57
5.3. Понятие уровня статистической значимости	59
5.4. Этапы принятия статистического решения	63
5.5. Классификация психологических задач, решаемых с помощью статистических методов	64

Глава 6

СТАТИСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РАЗЛИЧИЙ

.....	66
6.1.1. Параметрические и непараметрические критерии	68
6.1.2. Рекомендации к выбору критерия различия	69
6.2. Непараметрические критерии для связанных выборок	70
6.2.1. Критерий знаков G	70
6.2.2. Парный критерий T — Вилкоксона	78
6.2.3. Критерий Фридмана	82
6.2.4. Критерий тенденций Пейджа	89
6.2.5. Критерий Макнамары	95

Глава 7

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ НЕСВЯЗАННЫХ ВЫБОРОК

.....	101
7.1. Критерий U Вилкоксона—Манна—Уитни	101
7.1.1. Первый способ расчета по критерию U	102
7.1.2. Второй способ расчета по критерию U	106
7.2. Критерий Q Розенбаума	110
7.3. H — критерий Крускала—Уоллиса	113
7.4. S — критерий тенденций Джонкира	120

Глава 8**КРИТЕРИИ СОГЛАСИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ И МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КРИТЕРИЙ «Ф» 125**8.1. Критерий χ^2 -квадрат 125

8.1.1. Сравнение эмпирического распределения с теоретическим 126

8.1.2. Сравнение двух экспериментальных распределений 137

8.1.3. Использование критерия χ^2 -квадрат для сравнения показателей внутри одной выборки 151

8.2. Критерий Колмогорова—Смирнова 159

8.3. Критерий Фишера F 164

8.3.1. Сравнение двух выборок по качественно определенному признаку 165

8.3.2. Сравнение двух выборок по количественно определенному признаку 167

Глава 9**ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ РАЗЛИЧИЙ 169**9.1. t -критерий Стьюдента 169

9.1.1. Случай несвязных выборок 169

9.1.2. Случай связанных выборок 172

9.2. F — критерий Фишера 175**Глава 10****ВВЕДЕНИЕ В ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ANOVA 178**

10.1. Однофакторный дисперсионный анализ 179

10.2. «Быстрые» методы — критерии дисперсионного анализа 195

10.2.1. Критерий Линка и Уоллеса 196

10.4.2. Критерий Немени 199

Глава 11**КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ 202**

11.1. Понятие корреляционной связи 202

11.2. Коэффициент корреляции Пирсона 207

11.3. Ранговый коэффициент корреляции Спирмена 212

11.3.1. Случай одинаковых (равных) рангов 217

11.4. Расчет уровней значимости коэффициентов корреляции 222

11.5. Коэффициент корреляции «Ф» 223

11.5.1. Второй способ вычисления коэффициента «Ф» 226

11.6. Коэффициент корреляции «τ» Кендалла	228
11.7. Бисериальный коэффициент корреляции	232
11.8. Рангово-бисериальный коэффициент корреляции	235
11.9. Корреляционное отношение Пирсона η	238
11.10. Множественная корреляция	245
11.11. Частная корреляция	250

Г л а в а 12

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ	255
12.1. Линейная регрессия	255
12.2. Множественная линейная регрессия	263
12.3. Оценка уровней значимости коэффициентов регрессионного уравнения.	268
12.4. Нелинейная регрессия	271

Г л а в а 13

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ	274
13.1. Основные понятия факторного анализа	274
13.2. Условия применения факторного анализа	282
13.3. Приемы для определения числа факторов	283
13.4. Вращение факторов	285
13.5. Использование факторного анализа в психологии	287

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Статистические таблицы критических значений	290
---	-----

Приложение 2.

Пример использования методов математической статистики в дипломной работе	326
---	-----

Приложение 3.

Классификация задач и методов их статистического решения	332
Литература	334

Введение

В древней китайской энциклопедии говорится, что «животные подразделяются на: а) принадлежащих Императору, б) бальзамированных, в) прирученных, г) молочных поросят, д) сирен, е) сказочных, ж) бродячих собак, з) включенных в настоящую классификацию, и) буйствующих, как в безумии, к) неисчисли- мых, л) нарисованных очень тонкой кисточкой из верблюжей шерсти, м) и прочих, и) только что разбивших кувшин, о) из- далека кажущихся мухами». (Цит. по *Мишель Фуко*. Слова и вещи. Санкт-Петербург. 1994 г.) Сегодня этот перечень вызывает у нас улыбку. А не будут ли и наши статистические выкладки казаться столь же забавными нашим далеким потомкам? Кто знает?

«Зрелость науки обычно измеряется тем, в какой мере она использует математику. Сама же математика не является наукой в эмпирическом смысле, но представляет собой формальную логическую, символическую систему, своего рода игру знаков и правил», — так начинает С.С. Стивенс свой капитальный труд «Экспериментальная психология», оказавший большое влияние на становление психологии не только за рубежом, но и в нашей стране. Как же психологи используют математику?

Из истории психологии хорошо известно, что, например, психофизика начала свое развитие с установления математических закономерностей (знаменитая формула Вебера—Фехнера). В настоящее время математические процедуры обязательно входят в такие разделы психологии как психометрика, психодиагностика, дифференциальная психология. Современная психогенетика, например, широко использует такой раздел высшей математики, как структурное моделирование и т.д.

С другой стороны, многие фундаментальные психологические теории, например: теория деятельности А.Н. Леонтьева, теория развивающего обучения В.В. Давыдова, психоанализ Фрейда, транзактный анализ Берна и другие хорошо известные теории, были созданы без всякой опоры на математику. В то же время главное отличие отраслей психологических знаний, использующих математические методы, заключается в том, что их предмет исследования не только может быть описан, но **измерен**. Возможность измерения того или иного психологического феномена, свойства, характеристики, черты и т.д. открывает доступ для применения методов количественного анализа, а значит, и соответствующих вычислительных процедур.

Наиболее естественным путем, которым математика проникает в психологию, является математическая статистика. Современная статистика является разделом математики. При этом многие статистические процедуры достаточно просты и легко выполнимы.

Правильное применение статистики позволяет психологу:

- 1) доказывать правильность и обоснованность используемых методических приемов и методов;
- 2) строго обосновывать экспериментальные планы;
- 3) обобщать данные эксперимента;
- 4) находить зависимости между экспериментальными данными;
- 5) выявлять наличие существенных различий между группами испытуемых (например, экспериментальными и контрольными);
- 6) строить статистические предсказания;
- 7) избегать логических и содержательных ошибок и многое другое.

Нельзя забывать, однако, что сама по себе статистика — это только инструментарий, помогающий психологу эффективно разбираться в сложном экспериментальном материале. Наиболее важным в любом эксперименте является четкая постановка задачи, тщательное планирование эксперимента, построение непротиворечивых гипотез.

Математическая статистика в руках психолога может и должна быть мощным инструментом, позволяющим не только успешно лавировать в море экспериментальных данных, но и, прежде всего, способствовать становлению его объективного мышления.

Настоящее учебное пособие призвано решить следующие задачи:

- 1) дать представление об основных статистических процедурах и способах их применения;
- 2) научить студентов самостоятельно проводить первоначальную статистическую обработку данных экспериментальных исследований;
- 3) научить студентов делать правильные психологические выводы на основе результатов статистического анализа;
- 4) научить студентов понимать психологическую литературу, в которой используется статистическая обработка экспериментальных данных;
- 5) грамотно подготавливать данные для работы со статистическими пакетами на ЭВМ и правильно понимать результаты их работы;
- 6) использовать данное пособие как справочник.

Глава 1

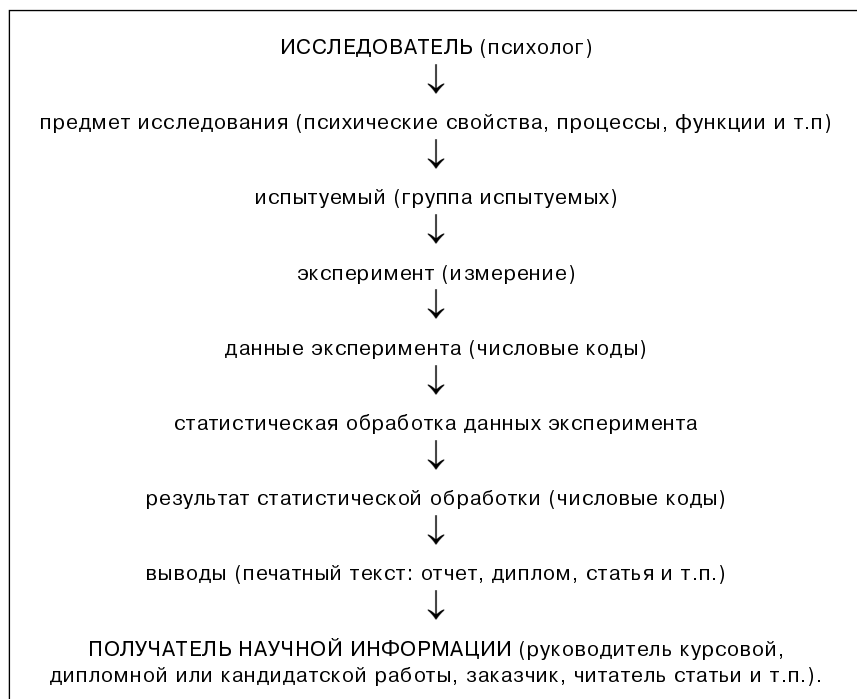
ПОНЯТИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

В своей работе психолог достаточно часто сталкивается с проблемой измерения индивидуально-психологических особенностей таких, например, как креативность, нейротизм, импульсивность, свойства нервной системы и т.п. Для этого в психодиагностике разрабатываются специальные измерительные процедуры, в том числе и тесты. Помимо того в психологии широко используются экспериментальные методы и модели исследования психических феноменов в познавательной и личностной сферах. Это могут быть модели процессов познания (восприятия, памяти, мышления) или особенности мотивации, ценностных ориентаций, личности и т.п. Главное заключается в том, что в ходе эксперимента изучаемые характеристики могут получать количественное выражение. Количественные данные, полученные в результате тщательно спланированного эксперимента по определенным измерительным процедурам, используются затем для статистической обработки.

Измерение в самом широком смысле может быть определено как приписывание чисел объектам или событиям, которое осуществляется по определенным правилам. Эти правила должны устанавливать соответствие между некоторыми свойствами рассматриваемых объектов, с одной стороны, и ряда чисел — с другой. В целом можно сказать, что измерение — это процедура, с помощью которой измеряемый объект сравнивается с некоторым эталоном и получает численное выражение в определенном масштабе или шкале.

В каждом конкретном случае измерение является операцией, с помощью которой экспериментальным данным придается

форма связного числового сообщения. Именно закодированная в числовой форме информация позволяет использовать математические методы и выявлять то, что без обращения к числовой интерпретации могло бы остаться скрытым; кроме того, числовое представление объектов или событий позволяет оперировать сложными понятиями в более сокращенной форме. Именно это и является причиной использования измерений в любой науке, в том числе и психологии. В целом научно-исследовательскую работу психолога, проводящего эксперименты, можно представить по следующей схеме:



1.1. Измерительные шкалы

Любой вид измерения предполагает наличие единиц измерения. Единица измерения это та «измерительная палочка», как говорил С. Стивенс, которая является условным эталоном для осу-

ществления тех или иных измерительных процедур. В естественных науках и технике существуют стандартные единицы измерения, например, градус, метр, ампер и т.д.

Психологические переменные за единичными исключениями не имеют собственных измерительных единиц. Поэтому в большинстве случаев значение психологического признака определяется при помощи специальных измерительных шкал.

Согласно С. Стивенсу (1951), существует четыре типа измерительных шкал (или способов измерения):

- 1) номинативная, номинальная или шкала наименований;
- 2) порядковая, ординарная или ранговая шкала;
- 3) интервальная или шкала равных интервалов;
- 4) шкала равных отношений, или шкала отношений.

Все находящиеся в одной строчке наименования являются синонимами и поэтому в дальнейшем изложении будут использоваться на равных основаниях.

Процесс присвоения количественных (числовых) значений, имеющейся у исследователя информации, называется кодированием. Иными словами — **кодирование** это такая операция, с помощью которой экспериментальным данным придается форма числового сообщения (кода).

Применение процедуры измерения возможно только четырьмя вышеперечисленными способами. Причем каждая измерительная шкала имеет собственную, отличную от других форму числового представления, или кода. Поэтому закодированные признаки изучаемого явления, измеренные по одной из названных шкал, фиксируются в строго определенной числовой системе, определяемой особенностями используемой шкалы. Измерения, осуществляемые с помощью двух первых шкал, считаются качественными, а осуществляемые с помощью двух последних шкал — количественными.

Специфические особенности измерительных шкал обязательно должны учитываться при получении экспериментального материала в прикладных исследованиях. После измерения, проведенного в той или иной шкале, исследователь будет оперировать реальными свойствами изучаемого психологического явления,

представленного числовыми кодами. Именно это и позволяет психологу применять соответствующие статистические операции к полученным экспериментальным данным.

Поэтому закодированные признаки изучаемого явления, измеренные по одной из названных выше шкал, фиксируются в строго определенной знаковой или числовой системе, задаваемой правилами построения используемой шкалы. Нестандартизованная процедура оперирования с числами (кодами), полученными в разных измерительных шкалах, неизбежно приведет к искажению результатов исследования, а то и просто к неправильному выводу.

Получив в соответствующей шкале массив экспериментальных данных, психолог начинает окончательное оформление результатов своей работы в виде таблиц, графиков, статистических выкладок и других процедур, необходимых для получения строгого вывода из его экспериментального исследования. Самое главное, однако, о чем должен помнить психолог при выборе способа измерения, это то, что он должен соответствовать поставленной задаче исследования.

Рассмотрим подробно все четыре шкалы.

1.2. Номинативная шкала (шкала наименований)

Измерение в номинативной шкале (номинальной, или шкале наименований) состоит в присваивании какому-либо свойству или признаку определенного обозначения или символа (численного, буквенного и т.п.). По сути дела, процедура измерения сводится к классификации свойств, группировке объектов, к объединению их в классы, группы при условии, что объекты, принадлежащие к одному классу, идентичны (или аналогичны) друг другу в отношении какого-либо признака или свойства, тогда как объекты, различающиеся по этому признаку, попадают в разные классы.

Иными словами, при измерениях по этой шкале осуществляется классификация или распределение объектов (например, особенностей личности) на непересекающиеся классы, группы. Та-

ких непересекающихся классов может быть несколько. Классический пример измерения по номинативной шкале в психологии — разбиение людей по четырем темпераментам: сангвиник, холерик, флегматик и меланхолик.

Номинальная шкала определяет, что разные свойства или признаки качественно отличаются друг от друга, но не подразумевает каких-либо количественных операций с ними. Так, для признаков, измеренных по этой шкале нельзя сказать, что какой-то из них больше, а какой-то меньше, какой-то лучше, а какой-то хуже. Можно лишь утверждать, что признаки, попавшие в разные группы (классы) различны. Последнее и характеризует данную шкалу как качественную.

Приведем еще ряд примеров измерения в номинативной шкале. Социолог изучает вопрос о том, как люди предпочитают проводить досуг:

- а) с друзьями;
- б) на лоне природы;
- в) в занятиях спортом;
- г) в кругу семьи;

Получается четыре непересекающихся множества, причем этот перечень может быть продолжен в зависимости от задач исследования.

Еще пример — группировка по мотивам увольнения с работы:

- а) не устраивал заработок;
- б) неудобная сменность;
- в) плохие условия труда;
- г) неинтересная работа;
- д) конфликт с начальством и т.д.

Здесь все респонденты (опрашиваемые) делятся на пять классов: а), б), в), г) и д).

Пример большого числа классов разбиения по номинативной шкале — нумерация игроков спортивных команд.

Следует подчеркнуть, что присваиваемые объектам в номинативной шкале символы являются условными, их можно заме-

нить один на другой без ущерба для изучаемого объекта или явления. Более того, поскольку эти символы не несут никакой информации, операции с ними не имеют смысла. В частности, упорядочить (ранжировать) пункты рассмотренных выше примеров невозможно, более того, нельзя сказать, какой из этих пунктов является наиболее значимым, а какой наименее.

Самая простая номинативная шкала называется **дихотомической**. При измерениях по дихотомической шкале измеряемые признаки можно кодировать двумя символами или цифрами, например 0 и 1, или 2 и 6, или буквами А и Б, а также любыми двумя отличающимися друг от друга символами. Признак, измеренный по дихотомической шкале, называется **альтернативным**.

В дихотомической шкале все объекты, признаки или изучаемые свойства разбиваются на два непересекающихся класса, при этом исследователь ставит вопрос о том, «проявился» ли интересующий его признак у испытуемого или нет. Например, в одном конкретном исследовании признак «полная семья» проявился у 23 школьников из 30, т.е. 23 школьникам можно поставить, например, цифру 1, соответствующую признаку «полная семья», остальным цифру 0, соответствующую признаку — «неполная семья».

Приведем еще примеры, относящиеся к измерениям по дихотомической шкале: испытуемый ответил на пункт опросника либо «да», либо «нет»; кто-то проголосовал «за», кто-то «против»; этот человек «экстраверт», а другой «интроверт»; этот человек умеет водить машину, тот не умеет и т.п. Во всех перечисленных случаях получаются два непересекающихся множества, применительно к которым можно только подсчитать количество индивидов, обладающих тем или иным признаком.

В номинативной шкале можно подсчитать частоту встречаемости признака т.е. число испытуемых, явлений и т.п., попавших в данный класс (группу) и обладающих данным свойством. Например, мы хотим выяснить число мальчиков и девочек в спортивной секции. Для этого мы кодируем мальчиков, например, цифрой 1, а девочек — цифрой 0. После этого подсчитываем общее количество цифр (кодов) 1 и 0. Это и есть подсчет частоты признака. Понятно, что можно было закодировать мальчиков буквой А или символом &, а девочек буквой Б или симво-

лом #, а потом подсчитать количество букв А или символов & для мальчиков и букв Б или символов # — для девочек: результат, очевидно, будет тем же самым.

Единица измерения, которой мы оперируем в случае номинативной шкалы, — это количество наблюдений (испытуемых, свойств, реакций и т.п.). Общее число наблюдений (респондентов и т.п.) принимается за 100%, и тогда мы можем вычислить процентное соотношение, например, мальчиков и девочек в классе. Если же количество групп разбиения больше чем две, то также можно подсчитать процентный состав испытуемых (респондентов) в каждой группе.

Кроме того, мы можем найти группу, в которой число респондентов наибольшее, т.е. группу с наибольшей частотой измеренного признака. Эта группа носит название моды.

К результатам измерений, полученным в номинативной шкале, возможно применить лишь небольшое число статистических методов. В настоящем пособии разбираются следующие методы: критерий Макнамары, критерий χ^2 (хи-квадрат), угловое преобразование Фишера «ф» и коэффициент корреляции «ф» (см. главы 6, 8, 11).

1.3. Порядковая (ранговая, ординарная) шкала

Измерение по этой шкале расчленяет всю совокупность измеренных признаков на такие множества, которые связаны между собой отношениями типа «больше — меньше», «выше — ниже», «сильнее — слабее» и т.п. Если в предыдущей шкале было несущественно, в каком порядке располагаются измеренные признаки, то в **порядковой (ранговой)** шкале все признаки располагаются по рангу — от самого большого (высокого, сильного, умного и т.п.) до самого маленького (низкого, слабого, глупого и т.п.) или наоборот.

Типичный и очень хорошо известный всем пример порядковой шкалы — это школьные оценки: от 5 до 1 балла. Еще пример — судейство в некоторых видах спорта или зрелищных программах (КВН, ДОГШОУ и др.), которые также представляют собой вариант ранжирования.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru