

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**(ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

## **СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ПСИХОЛОГИИ**

**сборник учебно-методических материалов**  
для специальности 37.05.01 – Клиническая психология

Благовещенск, 2017

*Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
факультета социальных наук  
Амурского государственного  
университета*

*Составитель: Зенина С.Р.*

Статистические методы в психологии: сборник учебно-методических материалов для специальности 37.05.01 Психология. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2017.

© Амурский государственный университет, 2017

© Кафедра психологии и педагогики, 2017

© Зенина С.Р., составление

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Краткое изложение лекционного материала	4
2. Методические рекомендации (указания) к практическим занятиям	33
3. Методические рекомендации (указания) к лабораторным занятиям	35
4. Методические указания для самостоятельной работы студентов	38

## **1. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

### **Тема 1. Предмет и задачи дисциплины. Понятие и основы психологических измерений**

#### **Предмет изучения и его специфика.**

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 ориентации, 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.

Предметом изучения психологии является психика, обладающая двумя важными свойствами. Она субъективна, т.е. у каждого своя собственная. Это делает невозможным применение одного и того же измерительного инструмента по отношению к разным людям. Кроме того это затрудняет проведение массовых опросов, мониторингов, скринингов.

Вторым свойством психики, затрудняющим ее измерение, является ее нематериальность. Из данного свойства следует, что у психического нет единицы измерения. Это делает невозможным любые количественные измерения.

Однако существует ряд условий при соблюдении которых измерение, проведенное в психологии можно считать количественным и применить при обработке его результатов методы статистической обработки данных.

#### **Измерительные процедуры в психологии. Понятие психологического измерения. Типы шкал (С. Стивенс).**

Первые методы психологических измерений были разработаны в психофизике, основная задача которой состоит в определении того как соотносятся физические параметры стимуляции и соответствующие им субъективные оценки наших ощущений. Зная эту связь (психофизическую функцию) можно предсказать ощущение.

Психофизическая функция устанавливает связь между числовыми значениями двух типов:

1. с одной стороны – это шкала физического измерения стимула,
2. с другой – значения психологической или субъективной реакции на этот стимул.

Сама психофизическая функция, как шкала, зависит от того, что из себя представляют исходные измерения (реакции и стимула).

Таким образом, для построения психологических шкал существенно, какого типа измерение было проведено как для стимулов, так и для реакций.

И здесь существует определенная сложность. Физические измерения (объективные) достаточно хорошо известны и пользуются у исследователей доверием, психологические измерения (субъективные) даже в среде психологов популярны намного меньше. Поэтому мы несколько подробнее отметим особенности и принципы измерений, относящихся к субъективному шкалированию.

Значение психологических (субъективных) измерений не ограничивается только тем, что они более строго обозначают неопределенные или расплывчатые суждения. Например, «этот человек общительный» - «этот человек имеет 7 ранг по 10-ти бальной шкале общительности».

Значение числовых оценок важно, прежде всего, тем, что они позволяют применять математические методы к данным эмпирических исследований. Адекватность использования

математических методов, и, соответственно, польза от их применения, зависят от того, каким образом проведены измерения.

Измерение – процедуры присваивания числовых значений измеряемому объекту для представления их свойств или качеств (Н. Кэмпбелл)

Числовой результат измерения представляет существенные характеристики объекта измерения и, следовательно, позволяет делать осмысленные выводы о его свойствах.

Сходное представление об измерении ввел Стивенс С. Он определяет измерение как приписывание чисел объектам или событиям в соответствии с определенными правилами. В данном определении подчеркивается необходимость определенных условий для осуществления измерений.

Более полное определение измерения дается в формально-математических концепциях теории измерений: «измерение заключается в присвоении чисел вещам таким образом, что некоторые отношения между ними соответствуют наблюдаемым отношениям и операциям над вещами, которым они присвоены, или которые с их помощью представляются».

Суть измерения, таким образом, заключается в приписывании объектам числовых значений так, чтобы отношения, имеющиеся в эмпирической системе, адекватно отображались (переносились, соответствовали) на числовом множестве.

Так если мы проводили простое ранжирование группы из 10 испытуемых по креативности, т.е. устанавливалось отношение порядка, то полученный результат – числовая система с конечным множеством чисел 1 до 10, будет включать в себя также отношение порядка.

В соответствии с характером отношений, устанавливаемых на множестве эмпирических объектов, результаты измерения могут быть более или менее строгими.

Дальнейшая разработка проблемы измерения нашла свое отражение в классификации типов измерительных шкал.

Понятие шкалы рассматривается фактически также как и понятие измерения, поскольку шкала как последовательность числовых значений является непосредственным его результатом. Выделяют одномерные и многомерные шкалы. В первом случае отдельные объекты эмпирической системы отображаются в числовой системе одним единственным числом. Во втором – каждому объекту соответствует несколько чисел.

Четкое представление о шкалах измерения особенно важно. Эта обусловлено тем, что адекватное использование той или иной процедуры обработки данных зависит от того, какими свойствами обладают полученные числа, т.е. какую информацию они несут в качестве числовой модели.

Наиболее распространенной в психологии классификацией шкал является классификация С. Стивенса. Основой для его классификации являются такие понятия как эмпирические отношения и допустимые преобразования, возможные на шкале. Допустимыми преобразованиями над шкальными значениями (числами) называются такие математические преобразования, применение которых не меняет смысла проведенных измерений.

С. Стивенс выделяет следующие типы шкал:

- шкала наименований;
- шкала порядка;
- шкала интервалов;
- шкала отношений.

Применение процедуры измерения возможно только четырьмя вышеперечисленными способами. Причем каждая измерительная шкала имеет собственную, отличную от других форму числового представления. Измерения, осуществляемые с помощью двух первых шкал, считаются качественными, а осуществляемые с помощью двух последних шкал – количественными.

**Номинальная шкала и ее особенности.**

Шкала наименований или номинальная шкала является самой простой и самой «слабой» из всех шкал. 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. Таких непересекающихся классов может быть несколько.

Номинальная шкала определяет, что разные свойства или признаки качественно отличаются друг от друга, но не подразумевает каких-либо количественных операций с ними. 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.

Следует подчеркнуть, что присваиваемые объектам в номинативной шкале символы являются условными, их можно заменить 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.

Базовое правило приписывания номеров классам объектов в номинальной шкале: два класса различные в каком-то аспекте, подлежащем измерению, не могут носить одно и то же наименование; два объекта, которые в интересующем нас отношении одинаковы, не могут быть отнесены к разным классам.

Если для обозначения классов наших объектов выбраны числа, то формальные правила арифметики, которые обычно применяются к числам, не используются, т.е. мы не можем складывать, вычитать, находить среднее арифметическое и т.д.

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.

В номинативной шкале можно подсчитать частоту встречаемости признака, т.е. число испытуемых, явлений попавших в данный класс (группу) и обладающих данным свойством.

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.

Нужно отметить и тот факт, что сравнение индивида с остальной группой в номинальной шкале невозможно. Можно лишь назвать класс, к которому принадлежит человек и определить, является ли этот класс модальным.

Основные вычисления, которые доступны в номинальной шкале: частотное распределение, мода, выявление взаимосвязи.

Существует много способов представить частоты графически. Чаще всего используется столбчатая диаграмма – гистограмма. Каждый столбик представляет одну категорию, а высота столбика показывает частоту.

Порядок столбиков и расстояние между ними выбираются произвольно. Существуют только 2 вещи, которые нельзя менять произвольно:

1. количество категорий;

2. относительную высоту столбиков гистограммы. Для этого ось ординат должна быть проградуирована и начинаться от 0. Относительная высота столбиков должна быть пропорциональна числу случаев, попадающих в каждую категорию.

Кроме того, мы можем найти группу, в которой число респондентов наибольшее, т.е. группу с наибольшей частотой измеренного признака. Эта группа носит название моды. Мода – тот класс объектов, который содержит наибольшее число членов.

Выявление взаимосвязи (одна из ключевых задач психологических исследований). Выявление взаимосвязи в самой слабой с математической точки зрения шкале все же возможно как с помощью таблиц сопряженности, так и с помощью статистических критериев.

### **Порядковая шкала.**

В отношении многих объектов часто можно сказать, не только, что они отличаются друг от друга, но и что какого-то признака у одних больше чем у других (богаче, находчивее, лучше, тоньше, горячее).

Если, классифицируя объекты по номинальной шкале, можем впоследствии расположить классы объектов по порядку возрастания (или убывания) признака, значит речь идет о порядковой шкале.

**Порядковая шкала** – это шкала, которая допускает возможность расположить пункты (или объекты) в порядке отношений между ними.

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 номинальной 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.

В порядковой (ранговой) шкале должно быть не меньше трех классов (групп): например, ответы на опросник: «да», «не знаю», «нет»; или - низкий, средний, высокий; и т.п., с тем расчетом, чтобы можно было расставить измеренные признаки по порядку. Именно поэтому эта шкала и называется порядковой, или ранговой, шкалой.

От классов просто перейти к числам, если считать, что низший класс получает ранг (код или цифру) 1, средний - 2, высший - 3 (или наоборот). Чем больше число классов разбиений всей экспериментальной совокупности, тем шире возможности статистической обработки полученных данных и проверки статистических гипотез.

При кодировании порядковых переменных им можно приписывать любые цифры (коды), но в этих кодах (цифрах) обязательно должен сохраняться порядок, или, иначе говоря, каждая последующая цифра должна быть больше (или меньше) предыдущей.

Числа в ранговых шкалах обозначают лишь порядок следования признаков, а операции с числами в этой шкале - это операции с рангами. Номера, которые приписываются объектам в порядковой шкале не могут быть сложены или вычтены, т.е. с ними не могут быть произведены операции, которые мы производим с числами.

Ранжировать можно не только качественные признаки, но и количественные признаки какого-либо измеренного психологического свойства, например, показатель невербального интеллекта, по тесту Векслера.

Процедура ранжирования по сути является формальной, поэтому в зависимости от

предпочтения можно:

- большему числу в ряду ставить больший ранг;
- большему числу в ряду ставить меньший ранг.

При ранжировании количественных характеристик правила ранжирования таковы:

- наименьшему числовому значению присписывается ранг 1;
- наибольшему числовому значению присписывается ранг, равный количеству ранжируемых величин.

Случай одинаковых рангов.

Необходимо присписать им сначала условные ранги так, как будто они идут друг за другом по порядку в набранных баллах, а затем им присписывается окончательный ранг, равный среднему арифметическому их условных рангов.

Процедура ранжирования достаточно проста, однако ошибки могут возникнуть совершенно неожиданно. Поэтому всегда, когда проводится ранжирование, необходима проверка правильности реализации этой процедуры. В наиболее общем случае для проверки правильности ранжирования столбца (или строки) признаков применяется следующая формула:  $N \cdot (N+1)/2$ , где  $N$  - количество ранжируемых признаков.

Когда речь идет о порядковой шкале, то необходимо сказать и том, что есть непрерывные и дискретные переменные. Непрерывная переменная может иметь бесконечное число градаций. Она может быть выражена дискретной переменной. Особенности графического представления данных в порядковой шкале:

- столбики диаграммы должны располагаться вплотную друг к другу, между соседними столбиками не должно быть расстояния (между соседними дискретными величинами нет никаких промежуточных данных);

- важна также последовательность столбиков – порядок столбиков должен соответствовать расположенным по порядку выраженности признака категориям шкалы.

Сравнение индивида с остальной группой осуществляется с помощью процедуры ранжирования. С помощью ранга можно узнать, какова позиция индивида внутри группы. Однако абсолютное значение ранга ничего не говорит об этой позиции, пока не известно число людей в группе.

Для порядковой шкалы лучший способ выявить среднее значение – определить точку на кривой распределения, которая делила бы всю группу пополам. Медиана – это точка, выше и ниже которой лежит 50% случаев.

Чтобы найти медиану, нужно определить значение показателя «среднего индивида».

В порядковой шкале также можно определить взаимосвязь между переменными. Переменные могут быть связаны двояким образом: при увеличении значения одной переменной увеличивается значение другой – это положительная связь; при увеличении значения одной переменной уменьшается значение другой – это отрицательная связь.

В ранговой шкале применяется множество разнообразных статистических методов. Наиболее часто к измерениям, полученным в этой шкале, применяются коэффициенты корреляции Спирмена и Кэндалла, кроме того, применительно к данным, полученным в этой шкале, используют разнообразные критерии различий.

### **Шкала отношений и интервалов.**

Иногда есть возможность сказать, что кто-то выполняет работу не только быстрее, но и на сколько-то секунд быстрее, т.е. оказывается возможным выделить единицы измерения.

На шкале интервалов задается единица измерения, т.е. вводится мера измеряемого качества, поэтому на множестве эмпирических объектов могут быть установлены более сложные количественные отношения: на сколько больше или на сколько меньше. Например, температурная шкала Цельсия, календарь.

Два основных свойства шкалы интервалов:

- условность введения нулевой точки на шкале
- наличие единицы измерения.

Отметим, что интервальные измерения не позволяют оценивать отношения между шкальными значениями, т.е. измерять во сколько раз одно значение больше или меньше другого. Это ограничение является следствием условности нулевой точки на шкале.

В шкале интервалов, или интервальной шкале, каждое из возможных значений измеренных величин отстоит от ближайшего на равном расстоянии. Главное понятие этой шкалы - интервал, который можно определить как долю или часть измеряемого свойства между двумя соседними позициями на шкале. Размер интервала - величина фиксированная и постоянная на всех участках шкалы. Для измерения посредством шкалы интервалов устанавливаются специальные единицы измерения; в психологии это стены и стеноины. При работе с этой шкалой измеряемому свойству или предмету присваивается число, равное количеству единиц измерения, эквивалентное количеству имеющегося свойства. Важной особенностью шкалы интервалов является то, что у нее нет естественной точки отсчета (нуль условен и не указывает на отсутствие измеряемого свойства).

Однако, как подчеркивают С. Стивенс и ряд других исследователей, психологические измерения в шкале интервалов по сущности нередко оказываются измерениями, выполненными в шкале порядков. Основанием для этого утверждения служит тот факт, что функциональные возможности человека меняются в зависимости от разных условий. При измерении, например, силы с помощью динамометра или устойчивости внимания с помощью секундомера, результаты измерения в начале и в конце опыта по причине усталости испытуемого не будут квантифицироваться равными интервалами.

Только измерение по строго стандартизированной тестовой методике, при условии того, что распределение значений в репрезентативной выборке достаточно близко к нормальному, может считаться измерением в интервальной шкале. Примером последнего могут служить стандартизованные тесты интеллекта, где условная единица измерения *IQ* эквивалентна как при низких, так и при высоких значениях интеллекта.

Принципиально важным является и то, что к экспериментальным данным, полученным в этой шкале, применимо достаточно большое число статистических методов.

Когда про сравниваемые объекты говорят не только что кто-то на сколько-то единиц лучше, но и во столько-то раз, то имеем дело со шкалой отношений

Шкалу отношений называют также шкалой равных отношений. Особенностью этой шкалы является наличие твердо фиксированного нуля, который означает полное отсутствие какого-либо свойства или признака. Шкала отношений является наиболее информативной шкалой, допускающей любые математические операции и использование разнообразных статистических методов.

Именно в шкале отношений производятся точные и сверхточные измерения в таких науках, как физика, химия, микробиология и др. Измерение по шкале отношений производятся и в близких к психологии науках, таких, как психофизика, психофизиология, психогенетика.

Для шкал интервалов и отношений можно вычислять моду и медиану. Кроме того можно вычислить среднее арифметическое или среднее.

## **Тема 2. Основные понятия, используемые в математической обработке психологических данных**

### **Признаки и переменные.**

Признаки и переменные – это измеряемые психологические явления. Такими явлениями могут быть время решения задачи, количество допущенных ошибок, уровень тревожности, показатель интеллектуальной лабильности, интенсивность агрессивных реакций, угол поворота корпуса в беседе, показатель социометрического статуса и множество других переменных.

Понятия признака и переменной могут использоваться как взаимозаменяемые. Они являются наиболее общими. Иногда вместо них используются понятия показателя или уровня, например, уровень настойчивости, показатель вербального интеллекта и др. Понятия

показателя и уровня указывают на то, что признак может быть измерен количественно, так как к ним применимы определения «высокий» или «низкий», например, высокий уровень интеллекта, низкие показатели тревожности и др. Психологические переменные являются случайными величинами, поскольку заранее неизвестно, какое именно значение они примут.

#### **Статистические гипотезы: нулевая и альтернативная гипотезы.**

Формулирование гипотез систематизирует предположения исследователя и представляет их в четком и лаконичном виде. Благодаря гипотезам исследователь не теряет путеводной нити в процессе расчетов и ему легко понять после их окончания, что, собственно, он обнаружил.

Статистические гипотезы подразделяются на нулевые и альтернативные, направленные и ненаправленные.

Нулевая гипотеза - это гипотеза об отсутствии различий. Она обозначается как  $H_0$  и называется нулевой потому, что содержит число 0:  $X_1 - X_2 = 0$ , где  $X_1, X_2$  – сопоставляемые значения признаков. Нулевая гипотеза – это то, что исследователь хочет опровергнуть, если перед ним стоит задача доказать значимость различий.

Альтернативная гипотеза - это гипотеза о значимости различий. Она обозначается как  $H_1$ . Альтернативная гипотеза – это то, что исследователь хочет доказать, поэтому иногда ее называют экспериментальной гипотезой.

Бывают задачи, когда необходимо доказать, как раз незначимость различий, то есть подтвердить нулевую гипотезу. Например, если нам нужно убедиться, что разные испытуемые получают хотя и различные, но уравновешенные по трудности задания, или что экспериментальная и контрольная выборки не различаются между собой по каким-то значимым характеристикам. Однако чаще все-таки требуется доказать значимость различий, ибо они более информативны в поиске нового.

Нулевая и альтернативная гипотезы могут быть направленными и ненаправленными. Направленные гипотезы  $H_0: X_1$  не превышает  $X_2$  и  $H_1: X_1$  превышает  $X_2$

Ненаправленные гипотезы  $H_0: X_1$  не отличается от  $X_2$  и  $H_1: X_1$  отличается от  $X_2$ . Если вы заметили, что в одной из групп индивидуальные значения испытуемых по какому-либо признаку, например, по социальной смелости, выше, а в другой ниже, то для проверки значимости этих различий необходимо сформулировать направленные гипотезы. Если мы хотим доказать, что в группе А под влиянием каких-то экспериментальных воздействий произошли более выраженные изменения, чем в группе Б, то тоже необходимо сформулировать направленные гипотезы. Если же хотим доказать, что различаются формы распределения признака в группе А и Б, то формулируются ненаправленные гипотезы.

#### **Статистические критерии.**

Статистический критерий – это решающее правило, обеспечивающее надежное поведение, то есть принятие истинной и отклонение ложной гипотезы с высокой вероятностью. Статистические критерии обозначают также метод расчета определенного числа и само это число. Когда мы говорим, что достоверность различий определялась по критерию  $\chi^2$ , то имеем в виду, что использовали метод  $\chi^2$  - для расчета определенного числа. Когда мы говорим, далее, что  $\chi^2 = 12,676$ , то имеем в виду определенное число, рассчитанное по методу  $\chi^2$ . Это число обозначается как эмпирическое значение критерия. По соотношению эмпирического и критического значений критерия можно судить о том, подтверждается ли или опровергается нулевая гипотеза.

В большинстве случаев для того, чтобы признали различия значимыми, необходимо, чтобы эмпирическое значение критерия превышало критическое, хотя есть критерии (например, критерий Манна-Уитни или критерий знаков), в которых нужно придерживаться противоположного правила. Эти правила оговариваются в описании каждого из критериев.

В некоторых случаях расчетная формула критерия включает в себя количество наблюдений в исследуемой выборке, обозначаемое как  $n$ . В этом случае эмпирическое значение критерия одновременно является тестом для проверки статистических гипотез. По

специальной таблице определяют, какому уровню статистической значимости различий соответствует данная эмпирическая величина. Примером такого критерия является критерий  $\phi^*$ , вычисляемый на основе углового преобразования Фишера.

В большинстве случаев одно и то же эмпирическое значение критерия может оказаться значимым или незначимым в зависимости от количества наблюдений в исследуемой выборке ( $n$ ) или от так называемого количества степеней свободы, которое обозначается как  $\nu$  или как  $df$ . Число степеней свободы  $\nu$  равно числу классов вариационного ряда минус число условий, при которых он был сформирован. К числу таких условий относятся объем выборки ( $n$ ), средние и дисперсии. Если расклассифицировать наблюдения по классам какой-либо номинативной шкалы и подсчитать количество наблюдений в каждой ячейке классификации, то мы получаем так называемый частотный вариационный ряд. Единственное условие, которое соблюдается при его формировании – объем выборки  $n$ .

Зная  $n$  и/или число степеней свободы, по специальным таблицам можно определить критические значения критерия и сопоставить с ними полученное эмпирическое значение. Обычно это записывается так: «при  $n=22$  критические значения критерия составляют ...» или «при  $\nu=2$  критические значения критерия составляют ...» и т.п.

Критерии делятся на параметрические и непараметрические. Параметрические критерии - это критерии, включающие в формулу расчета параметры распределения, то есть средние и дисперсии ( $t$  – критерий Стьюдента, критерий  $F$  и др.)

Непараметрические критерии - это критерии, не включающие в формулу расчета параметров распределения и основанные на оперировании частотами или рангами (критерий  $Q$  Розенбаума, критерий  $T$  Вилкоксона и др.) И те, и другие критерии имеют свои преимущества и недостатки.

#### **Уровни статистической значимости.**

Уровень значимости – это вероятность того, что сочли различия существенными, а они на самом деле случайны. Когда указывают, что различия достоверны на 5%-ом уровне значимости, или при  $p < 0,05$ , то имеют в виду, что вероятность того, что они все-таки недостоверны, составляет 0,05. Когда указывают, что различия достоверны на 1%-ом уровне значимости, или при  $p < 0,01$ , то имеют в виду, что вероятность того, что они все-таки недостоверны, составляет 0,01.

Уровень значимости – это вероятность отклонения нулевой гипотезы, в то время как она верна. Ошибка, состоящая в том, что отклонили нулевую гипотезу, в то время как она верна, называется ошибкой 1 рода. Вероятность такой ошибки обычно обозначается как  $\alpha$ .

Если вероятность ошибки – это  $\alpha$ , то вероятность правильного решения:  $1 - \alpha$ . Чем меньше  $\alpha$ , тем больше вероятность правильного решения. Исторически сложилось так, что в психологии принято считать низшим уровнем статистической значимости 5%-ый уровень ( $p < 0,05$ ): достаточным – 1%-ый уровень ( $p < 0,01$ ) и высшим 0,1%-ый уровень ( $p < 0,001$ ), поэтому в таблицах критических значений обычно приводятся значения критериев, соответствующих уровням статистической значимости  $p < 0,05$  и  $p < 0,01$ , иногда –  $p < 0,001$ . Для некоторых критериев в таблицах указан точный уровень значимости их разных эмпирических значений.

#### **Классификация задач и методов их решения.**

В психологии наиболее часто встречающимися являются следующие типы задач.

1. Выявление различий в уровне исследуемого признака:

а) 2 выборки испытуемых -  $Q$  - критерий Розенбаума;  $U$  – критерий Манна-Уитни;  $\phi^*$  – критерий (угловое преобразование Фишера)

б) 3 и более выборок испытуемых -  $S$  – критерий тенденций Джонкира;  $H$  – критерий Крускала-Уоллиса.

2. Оценка сдвига значений исследуемого признака.

а) 2 замера на одной и той же выборке испытуемых -  $T$  – критерий Вилкоксона;  $G$  – критерий знаков;  $\phi^*$  – критерий (угловое преобразование Фишера).

б) 3 и более замеров на одной и той же выборке испытуемых -  $\chi^2$  – критерий Фридмана; L – критерий тенденций Пейджа.

3. Выявление различий в распределении.

а) при сопоставлении эмпирического признака распределения с теоретическим -  $\chi^2$  – критерий Пирсона;  $\lambda$  – критерий Колмогорова-Смирнова; m – биномиальный критерий.

б) при сопоставлении двух эмпирических распределений -  $\chi^2$  – критерий Пирсона;  $\lambda$  – критерий Колмогорова-Смирнова;  $\phi^*$  – критерий (угловое преобразование Фишера).

4. Выявление степени согласованности изменений

а) двух признаков - rs - коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

б) двух иерархий или профилей - rs - коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

5. Анализ изменений признака под влиянием контролируемых условий

а) под влиянием одного фактора - S - критерий тенденций Джонкира; L – критерий тенденций Пейджа; однофакторный дисперсионный анализ Фишера.

б) под влиянием двух факторов одновременно - двухфакторный дисперсионный анализ Фишера.

Алгоритм определения задачи и метода.

Принятие решения о задаче и методе обработки на стадии, когда данные уже получены:

– определить, какая из задач стоит в исследовании;

– определить, каковы условия решения задачи, например, сколько выборок обследовано или на какое количество групп вы можете разделить обследованную выборку;

– определить, какой именно метод или критерий целесообразно использовать.

## **Тема 7. Корреляционный анализ данных**

### **Понятие и виды корреляции.**

Термин «корреляция» впервые применил французский палеонтолог Ж. Кювье, который вывел «закон корреляции частей и органов животных» (этот закон позволяет восстанавливать по найденным частям тела облик всего животного). В статистику указанный термин ввел в 1886 году английский биолог и статистик Френсис Гальтон (не просто связь – relation, а «как бы связь» – corelation). Однако точную формулу для подсчёта коэффициента корреляции разработал его ученик – математик и биолог - Карл Пирсон.

Корреляционным называется исследование, проводимое для подтверждения или опровержения гипотезы о статистической связи между несколькими (двумя и более) переменными. В психологии переменными могут выступать психические свойства, процессы, состояния и др.

«Корреляция» в прямом переводе означает «соотношение». Если изменение одной переменной сопровождается изменением другой, то можно говорить о корреляции этих переменных. Наличие корреляции двух переменных ничего не говорит о причинно-следственных зависимостях между ними, но дает возможность выдвинуть такую гипотезу. Отсутствие же корреляции позволяет отвергнуть гипотезу о причинно-следственной связи переменных. Различают несколько интерпретаций наличия корреляционной связи между двумя измерениями.

1. Прямая корреляционная связь. Уровень одной переменной непосредственно соответствует уровню другой.

2. Корреляция, обусловленная третьей переменной. Две переменные (а, с) связаны одна с другой через третью (в), не измеренную в ходе исследования.

3. Случайная корреляция, не обусловленная никакой переменной.

4. Корреляция, обусловленная неоднородностью выборки.

Виды корреляционной связи между измеренными переменными могут быть различны: так корреляция бывает линейной и нелинейной, положительной и отрицательной. Она линейна, если с увеличением или уменьшением одной переменной, вторая переменная также растёт, либо убывает. Она нелинейна, если при увеличении одной величины характер

изменения второй не линейны, а описываются другими законами (полиномиальная, гиперболическая).

Если повышение уровня одной переменной сопровождается повышением уровня другой, то речь идет о положительной корреляции. Чем выше личностная тревожность, тем больше риск заболеть язвой желудка. Возрастание громкости звука сопровождается ощущением повышения его тона.

Если рост уровня одной переменной сопровождается снижением уровня другой, то имеем дело с отрицательной корреляцией.

Нулевой называется корреляция при отсутствии связи переменных. В психологии практически нет примеров строго линейных связей (положительных или отрицательных). Большинство связей – нелинейные. Классический пример нелинейной зависимости – закон Йеркса – Додсона: возрастание мотивации первоначально повышает эффективность научения, а затем наступает снижение продуктивности (эффект «перемотивации»). Другим примером является связь между уровнем мотивации достижений и выбором задач различной трудности. Лица, мотивированные надеждой на успех, предпочитают задания среднего диапазона трудности – частота выборов на шкале трудности описывается колоколообразной кривой.

Корреляционный анализ (от лат. «соотношение», «связь») применяется для проверки гипотезы о статистической зависимости значений двух или нескольких переменных в том случае, если исследователь может их регистрировать (измерять), но не контролировать (изменять). Задача корреляционного анализа сводится к установлению направления (положительное или отрицательное) и формы (линейная, нелинейная) связи между варьирующими признаками, измерению ее тесноты, и, наконец, к проверке уровня значимости полученных коэффициентов корреляции.

Корреляционные связи различаются по форме, направлению и степени (силе).

По форме корреляционная связь может быть прямолинейной или криволинейной. Прямолинейной может быть, например, связь между количеством тренировок на тренажере и количеством правильно решаемых задач в контрольной сессии. Криволинейной может быть, например, связь между уровнем мотивации и эффективностью выполнения задачи. При повышении мотивации эффективность выполнения задачи сначала возрастает, затем достигается оптимальный уровень мотивации, которому соответствует максимальная эффективность выполнения задачи; дальнейшему повышению мотивации сопутствует уже снижение эффективности.

По направлению корреляционная связь может быть положительной («прямой») и отрицательной («обратной»). При положительной прямолинейной корреляции более высоким значениям одного признака соответствуют более высокие значения другого, а более низким значениям одного признака – низкие значения другого. При отрицательной корреляции соотношения обратные.

Степень, сила или теснота корреляционной связи определяется по величине коэффициента корреляции.

Сила связи не зависит от ее направленности и определяется по абсолютному значению коэффициента корреляции. Максимальное возможное абсолютное значение коэффициента корреляции  $r=1,00$ ; минимальное  $r=0$ .

Используется две системы классификации корреляционных связей по их силе: общая и частная. Общая классификация корреляционных связей:

- 1) сильная, или тесная при коэффициенте корреляции  $r > 0,70$ ;
- 2) средняя при  $0,50 < r < 0,69$ ;
- 3) умеренная при  $0,30 < r < 0,49$ ;
- 4) слабая при  $0,20 < r < 0,29$ ;
- 5) очень слабая при  $r < 0,19$ .

Частная классификация корреляционных связей:

- 1) высокая значимая корреляция при  $r$ , соответствующем уровню статистической значимости  $p < 0,01$ ;
- 2) значимая корреляция при  $r$ , соответствующем уровню статистической значимости  $p < 0,05$ ;
- 3) тенденция достоверной связи при  $r$ , соответствующем уровню статистической значимости  $p < 0,10$ ;
- 4) незначимая корреляция при  $r$ , не достигающем уровня статистической значимости.

Две эти классификации не совпадают. Первая ориентирована только на величину коэффициента корреляции, а вторая определяет, какого уровня значимости достигает данная величина коэффициента корреляции при данном объеме выборки. Чем больше объем выборки, тем меньшей величины коэффициента корреляции оказывается достаточно, чтобы корреляция была признана достоверной. В результате при малом объеме выборки может оказаться так, что сильная корреляция окажется недостоверной. В то же время при больших объемах выборки даже слабая корреляция может оказаться достоверной.

Обычно принято ориентироваться на вторую классификацию, поскольку она учитывает объем выборки. Вместе с тем, необходимо помнить, что сильная, или высокая, корреляция - это корреляция с коэффициентом  $r > 0,70$ , а не просто корреляция высокого уровня значимости.

#### Алгоритм выбора коэффициента корреляции.

Типы шкал		Мера связи
Переменная X	Переменная Y	
Номинальная	Номинальная	Коэффициент ассоциации Пирсона, критерий $\chi^2$
Номинальная	Порядковая	Рангово-бисериальный коэффициент
Номинальная	Интервальная или отношений	Бисериальный коэффициент корреляции Пирсона
Порядковая	Порядковая, интервальная или отношений	Коэффициент корреляции Спирмена, коэффициент корреляции Кендалла
Интервальная или отношений	Интервальная или отношений	Коэффициент корреляции Пирсона

#### Тема 8. Регрессионный анализ данных Регрессия. Линия регрессии.

Один из часто используемых способов анализа данных — регрессионный анализ — основан на коэффициенте детерминации. Регрессионный анализ применяется, когда исследователь хочет ответить на вопрос: «Как я могу предсказать значения одной переменной, если мне известны значения другой?» Например, можно провести исследование изменения субъективной самооценки прооперированных пациентов больницы. Может потребоваться ответить на вопрос: «Как мы можем предсказать время выздоровления пациента, если известен его уровень воспринимаемой самооценки?» Для ответа на этот и подобные вопросы обычно используется регрессионный анализ. Но прежде чем познакомиться с основными компонентами регрессионного анализа в их общем виде, рассмотрим случай, когда одна из двух коррелирующих переменных может быть определена как предсказательная (переменная предиктор), а вторая — как зависимая. Далеко не все коррелирующие переменные могут быть описаны в терминах зависимости (как предиктор и зависимая переменная), а следовательно, не все корреляции годятся для регрессионного анализа.

Связь переменных позволяет предсказывать одну переменную по другой. Для того чтобы это предсказание было более точным, создается так называемая линия регрессии,

которая как бы обобщает все точки рассеяния наилучшим способом из возможных. Иными словами, абсолютные значения расстояний по вертикали между каждой точкой графика и линией регрессии минимальны.

Переменная, по которой предсказывают, называется предикторной. Обычно ее значения откладываются по оси X. Переменная, которую предсказывают, называется критериальной. Ее значения откладываются по оси Y.

Линия регрессии строится по трем точкам. Чтобы найти их координаты, нужно совершить несколько вспомогательных действий.

1. Вычислить среднее арифметическое значений X (предикторной переменной) и среднее арифметическое значений Y (критериальной переменной). Мы получим точку с координатами (xf; yf), ее нужно нанести на график. Это первая из трех необходимых точек.

2. Для получения второй точки нужно использовать не все значения переменных, а только «верхний массив» значений. «Верхний массив» означает точки (значения переменных), которые лежат по одну сторону от первой точки с координатами (xf; yf). Нужно вычислить среднее арифметическое для всех X со значениями большими, чем xf, и для всех Y со значениями большими, чем yf.

3. Для определения третьей точки нужно проделать ту же работу, что на шаге 2, только теперь для точек «нижнего массива», т.е. вычислить среднее арифметическое значений X, которые меньше xf, и всех Y, которые меньше yf.

Кроме графического способа предсказания, можно использовать (и это является основным способом регрессионного анализа) уравнение регрессии, которое более точно, по сравнению с графиком, позволяет оценивать значения критериальной переменной по предикторной. Линия регрессии высчитывается по формуле линейного уравнения:

$Y = \alpha + \beta X$ , где  $\alpha$  — точка, в которой прямая пересекает ось Y;  $\beta$  — угол наклона прямой или ее относительная крутизна; X — известная величина; Y — величина, которая предсказывается. Если известно значение переменной X, то с помощью регрессионного анализа можно предсказать значение переменной Y. Регрессионный анализ выполняется, как правило, с помощью специальных программ на компьютере, но, следуя правилу хотя бы один раз сделать подсчет вручную, чтобы понять, что происходит с данными в процессе вычисления.

Обратите внимание, что регрессия — это следующий шаг после корреляции: помимо установленной корреляции между переменными, мы делаем несколько допущений, которые и придают смысл дальнейшему регрессионному анализу. Рассмотреть их важно, так как если эти допущения будут делаться неправомочно, то и сам регрессионный анализ будет бессмыслен.

#### **Допущения, связанные с регрессией.**

Первое допущение: полагается, что одна переменная есть функция другой, например, академические достижения — это функция умственных способностей. С помощью корреляционных исследований можно установить силу связи, но не причинно-следственный ее характер. Как же теперь, при обсуждении регрессии, мы вводим понятия зависимости и влияния? На каком основании? Получается, что регрессионный анализ строится на предположении, что между переменными существует причинная связь. Предположение это должно делаться очень осторожно. Причинность можно подозревать, только если по отношению к этому исследованию истинны три утверждения:

- 1) A связано с B;
- 2) A предшествует B (направление связи от A к B);
- 3) отношения между A и B не связаны с их отношениями с C (в деле не участвует «третья переменная»).

Истинность первого пункта должна быть обоснована наличием корреляции между A и B. Истинность второго — показана непосредственно в исследовании либо направление связи должно быть обосновано теоретическими аргументами. Третий пункт обычно составляет

серьезную проблему. В рамках корреляционных исследований нельзя утверждать, что на связь между А и В не влияют какие-либо неизвестные нам переменные.

Основанная на частичной корреляции процедура множественной регрессии позволяет оценить, насколько сильно детерминируют зависимую переменную другие. Но даже если вы не смогли обнаружить «третьих переменных», обладающих значимой связью с основными переменными, это еще не означает, что таковых нет. Если работа ведется в рамках корреляционного дизайна, нужно помнить, что все регрессионные процедуры основаны на допущениях о зависимости и невозможно корреляционными процедурами установить и проверить все переменные, которые могут влиять на зависимую.

Следующее допущение связано с линейным характером корреляции между исследуемыми переменными. До сих пор рассматривались случаи, когда на всем протяжении роста значений одной переменной растут значения другой. Такова, например, взаимосвязь между академическими достижениями и показателями по тесту умственных способностей, рассмотренная выше. Множество корреляционных связей, обнаруженных в психологии и других науках, носит линейный характер.

Следующее допущение хорошо заметно при построении линии регрессии на графике рассеяния. Нужно помнить, что эта линия проходит так, что расстояние между каждой точкой на графике и этой линией должно быть минимальным. Оценка будет точна, только если точки на графике рассеяния располагаются поблизости от линии регрессии, так как только в этом случае можно относиться к этой линии как к «модели» связи между переменными. Чем ближе лежат точки к линии регрессии, тем точнее эта линия как основа для предсказания; чем дальше лежат точки, тем больше погрешность прогноза. Если все точки на графике лежат на линии регрессии, получается абсолютная корреляция с коэффициентом, равным 1,0, и соответственно прогноз будет абсолютно точным. Последнее замечание относится, прежде всего, к тому, когда следует прибегать к регрессионному анализу: регрессионный анализ наиболее полезен в случаях сильной корреляции.

#### **Тема 9. Дисперсионный анализ**

##### **Понятие дисперсионного анализа. Подготовка данных к дисперсионному анализу.**

Дисперсионный анализ - это анализ изменчивости признака под влиянием каких-либо контролируемых переменных факторов. В зарубежной литературе дисперсионный анализ часто обозначается как ANOVA, что переводится как анализ вариативности (Analysis of Variance). Автором метода является Р. А. Фишер.

Задача дисперсионного анализа состоит в том, чтобы из общей вариативности признака вычленил вариативность тpоякого рода:

- а) вариативность, обусловленную действием каждой из исследуемых независимых переменных;
- б) вариативность, обусловленную взаимодействием исследуемых независимых переменных;
- в) случайную вариативность, обусловленную всеми другими неизвестными переменными.

Вариативность, обусловленная действием исследуемых переменных и их взаимодействием, соотносится со случайной вариативностью. Показателем этого соотношения является критерий F Фишера.

В формулу расчета критерия F входят оценки дисперсий, то есть параметров распределения признака, поэтому критерий F является параметрическим критерием.

Чем в большей степени вариативность признака обусловлена исследуемыми переменными (факторами) или их взаимодействием, тем выше эмпирические значения критерия F.

В дисперсионном анализе исследователь исходит из предположения, что одни переменные могут рассматриваться как причины, а другие - как следствия. Переменные первого рода считаются факторами, а переменные второго рода - результативными

признаками. В этом отличие дисперсионного анализа от прямолинейного корреляционного анализа, в котором мы исходим из предположения, что изменения одного признака просто сопровождаются определенными изменениями другого.

В дисперсионном анализе возможны два принципиальных пути разделения всех исследуемых переменных на независимые переменные (факторы) и зависимые переменные (результативные признаки).

Первый путь состоит в том, что мы совершаем какие-либо воздействия на испытуемых или учитываем какие-либо не зависящие от нас воздействия на них, и именно эти воздействия считаем независимыми переменными, или факторами, а исследуемые признаки рассматриваем как зависимые переменные, или результативные признаки. Например, возраст испытуемых или способ предъявления им информации считаем факторами, а обучаемость или эффективность выполнения задания - результативными признаками.

Второй путь предполагает, что мы, не совершая никаких воздействий, считаем, что при разных уровнях развития одних психологических признаков другие проявляются тоже по-разному. По тем или иным причинам мы решаем, что одни признаки могут рассматриваться скорее, как факторы, а другие - как результат действия этих факторов. Например, уровень интеллекта или мотивации достижения начинаем считать факторами, а профессиональную компетентность или социометрический статус - результативными признаками.

Подготовка данных к дисперсионному анализу

#### 1) Создание комплексов

Лучше всего для каждого испытуемого создать отдельную карточку, куда были бы занесены данные по всем исследованным признакам. Дело в том, что в процессе анализа у исследователя могут измениться гипотезы. Потребуется создавать, быть может, не один, а множество дисперсионных комплексов, различающихся как по факторам, так и по результативным признакам. Карточки помогут быстро создавать новые дисперсионные комплексы. Благодаря карточкам сразу видно, равномерно ли распределяются данные по градациям в случае, если за фактор решили принять один из исследованных психологических признаков. С помощью карточек можно помочь выделить три, четыре или более градаций этого фактора.

#### 2) Уравновешивание комплексов

Комплекс, в котором каждая ячейка представлена одинаковым количеством наблюдений, называется равномерным. Равномерность комплекса позволяет обойти требование равенства дисперсий в каждой из ячеек комплекса.

Равномерные комплексы позволяют также избежать значительных трудностей, которые неизбежно возникают при обсчете неравномерных, или неортогональных, комплексов. В случае, если в разных градациях комплекса оказалось неравное количество наблюдений, необходимо отсеять некоторые из них. Если в комплексе со связанными выборками кто-либо из испытуемых не был подвергнут одному из условий действия переменной (градаций фактора), то его данные исключаются. Если же комплекс включает независимые выборки, каждая из которых была подвергнута определенному условию воздействия (градации фактора), то «лишние» испытуемые в какой-либо из ячеек комплекса отсеиваются путем случайного выбора необходимого количества карточек.

#### 3) Проверка нормальности распределения результативного признака.

Дисперсионный анализ относится к группе параметрических методов и поэтому его следует применять только тогда, когда известно или доказано, что распределение признака является нормальным. Строго говоря, перед тем, как применять дисперсионный анализ, должны убедиться в нормальности распределения результативного признака. Нормальность распределения результативного признака можно проверить путем расчета показателей асимметрии и эксцесса и сопоставления их с критическими значениями.

### **Однофакторный дисперсионный анализ для несвязанных выборок**

Метод однофакторного дисперсионного анализа применяется в тех случаях, когда исследуются изменения результативного признака под влиянием изменяющихся условий или градаций какого-либо фактора. В данном варианте метода влиянию каждой из градаций фактора подвергаются разные выборки испытуемых. Градаций фактора должно быть не менее трех четырех.

Непараметрическим вариантом этого вида анализа является критерий Н Крускала-Уоллиса.

Работу начинаем с того, что представляем полученные данные в виде столбцов индивидуальных значений. Каждый из столбцов соответствует тому или иному из изучаемых условий).

После этого нужно просуммировать индивидуальные значения по столбцам и суммы возвести в квадрат.

Суть метода состоит в том, чтобы сопоставить сумму этих возведённых в квадрат сумм с суммой квадратов всех значений, полученных во всем эксперименте

Гипотезы

$H_0$ : Различия между градациями фактора (разными условиями) являются не более выраженными, чем случайные различия внутри каждой группы.

$H_1$ : Различия между градациями фактора (разными условиями) являются более выраженными, чем случайные различия внутри каждой группы.

1. Однофакторный дисперсионный анализ требует не менее трех градаций фактора и не менее двух испытуемых в каждой градации.

2. Должно соблюдаться правило равенства дисперсий в каждой ячейке дисперсионного комплекса. Условие равенства дисперсий выполняется при использовании предлагаемой схемы расчета за счет выравнивания количества наблюдений в каждом из условий (градаций).

3. Результативный признак должен быть нормально распределен в исследуемой выборке.

#### **Дисперсионный анализ для связанных выборок**

Метод дисперсионного анализа для связанных выборок применяется в тех случаях, когда исследуется влияние разных градаций фактора или разных условий на одну и ту же выборку испытуемых.

Градаций фактора должно быть не менее трех.

Непараметрический вариант этого вида анализа - критерий Фридмана  $\chi^2_r$ .

В данном случае различия между испытуемыми - возможный самостоятельный источник различий. В схеме однофакторного анализа для несвязанных выборок различия между условиями в то же время отражали различия между испытуемыми. Теперь различия между условиями могут проявиться только вопреки различиям между испытуемыми.

Фактор индивидуальных различий может оказаться более значимым, чем фактор изменения экспериментальных условий. Поэтому нам необходимо учитывать еще одну величину - сумму квадратов сумм индивидуальных значений испытуемых.

Ограничения метода дисперсионного анализа для связанных выборок

1. Дисперсионный анализ для связанных выборок требует не менее трех градаций фактора и не менее двух испытуемых, подвергшихся воздействию каждой из градаций фактора.

2. Должно соблюдаться правило равенства дисперсий в каждой ячейке комплекса. Это условие косвенно выполняется за счет одинакового количества наблюдений в каждой ячейке комплекса. Предлагаемая схема расчета ориентирована только на такие равномерные комплексы.

3. Результативный признак должен быть нормально распределен в исследуемой выборке.

Двухфакторный дисперсионный анализ позволяет оценить не только влияние каждого из факторов в отдельности, но и их взаимодействие. Может оказаться, что одна переменная значимо действует на исследуемый признак только при малых (или, напротив, больших) значениях другой переменной. Например, повышение вознаграждения может повышать скорость решения задач у высокоинтеллектуальных испытуемых и понижать ее у низкоинтеллектуальных. Усиление наказания может снижать количество агрессивных реакций у девочек и повышать его у мальчиков. Или, скажем, внушение может влиять на младших школьников, но не влиять на подростков. Один фактор может «заморозить» или, напротив, «катализировать» действие другого.

Двухфакторный дисперсионный анализ предъявляет особые требования к формированию комплексов. Комплекс должен представлять собой симметричную систему: каждой градации фактора А должно соответствовать одинаковое количество градаций фактора В.

#### **Двухфакторный дисперсионный анализ для несвязанных выборок**

Данный вариант двухфакторного дисперсионного анализа применяется в тех случаях, когда исследуется одновременное действие двух факторов на разные выборки испытуемых, т. е. когда разные выборки, испытуемых оказываются под воздействием разных сочетаний двух факторов. Количество выборок определяется количеством ячеек дисперсионного комплекса.

Суть метода остается прежней, но в двухфакторном дисперсионном анализе можем проверить большее количество гипотез. Расчеты гораздо сложнее, чем в однофакторных комплексах.

Ограничения двухфакторного дисперсионного анализа для несвязанных выборок

1. У каждого фактора должно быть не менее двух градаций.
2. В каждой ячейке комплекса должно быть не менее двух наблюдаемых значений для выявления взаимодействия градаций.
3. Количества значений во всех ячейках комплекса должны быть равны для обеспечения равенства дисперсий в ячейках комплекса и для использования, приведенного выше алгоритма расчетов; для неравномерных комплексов можно использовать алгоритмы Н.А. Плохинского.
4. Комплекс должен представлять собой симметричную систему: каждой градации фактора А должно соответствовать одинаковое количество градаций фактора В.
5. Результативный признак должен быть нормально распределен в исследуемой выборке, в противном случае значимые различия будет выявить гораздо труднее и применение метода будет не вполне корректным.
6. Факторы должны быть независимыми. В рассмотренном примере скорость предъявления слов и их длина - внешне независимые факторы. В других случаях независимость факторов может быть подтверждена отсутствием корреляционной связи между переменными, выступающими в качестве факторов.

#### **Двухфакторный дисперсионный анализ для связанных выборок**

Данный вариант двухфакторного дисперсионного анализа применяется в тех случаях, когда исследуется действие двух факторов на одну и ту же выборку испытуемых.

Допустим, измерили одни и те же показатели у одних и тех же испытуемых несколько раз - в разное время, в разных условиях, с помощью параллельных форм методики и т. п., и необходимо провести множественное сравнение показателей, изменяющихся при переходе от условия к условию. Критерий L Пейджа для анализа тенденций изменения признака и критерий  $\chi^2$  Фридмана неприменимы, так как необходимо определить тенденцию изменения признака под влиянием двух факторов одновременно. Это позволяет сделать только дисперсионный анализ.

Фактически в данной модели дисперсионного двухфакторного анализа проверяются 4 гипотезы: о влиянии фактора А, о влиянии фактора В, о влиянии взаимодействия факторов А и В и о влиянии фактора индивидуальных различий.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

Основная цель проведения практического занятия заключается в закреплении знаний, полученных в ходе прослушивания лекционного материала.

*Практические занятия проводятся в форме устного опроса студентов по плану практических занятий, предполагающего проверку знаний усвоенного лекционного материала.*

В ходе подготовки к практическому занятию студенту следует просмотреть материалы лекции, а затем начать изучение учебной литературы. Следует знать, что освещение того или иного вопроса в литературе часто является неполным, ориентированным в большей степени на одни разделы дисциплины, и в меньшей – на другие. Поэтому не следует ограничиваться одним учебником, научной статьей или монографией, а рассмотреть, как можно больше материала по интересующей теме, представленного в системе ЭБС.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. Проработать конспект лекций;
2. Прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемому разделу;
3. Ответить на вопросы плана практического занятия;
4. Выполнить домашнее задание;
5. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

При подготовке к практическим занятиям следует руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя, использовать основную литературу из представленного им списка. Для наиболее глубокого освоения дисциплины рекомендуется изучать литературу, обозначенную как «дополнительная» в представленном в рабочей программе дисциплины списке.

Если при изучении отдельных вопросов возникнут трудности, студент может обратиться к преподавателю за консультацией (устной или письменной).

Таим образом, значительную роль в изучении предмета выполняют практические занятия, которые призваны, прежде всего, закреплять теоретические знания, полученные в ходе прослушивания и запоминания лекционного материала, ознакомления с учебной и научной литературой, а также выполнения самостоятельных заданий. Тем самым практические занятия способствуют получению наиболее качественных знаний, помогают приобрести навыки самостоятельной работы.

### **Практические занятия**

#### **Тема 3. Распределение переменных**

План:

1. Понятие нормального распределения. Сравнение эмпирического распределения с теоретическим.
2. Условия, влияющие на форму графика распределения: выборка, измерительные инструменты, особые факторы.
3. Относительная позиция индивида в выборке.
4. Стандартные показатели. Пронцентили.
5. Нормализация распределения.
6. Понятие параметрических и непараметрических методов обработки данных. Достоинства и недостатки параметрических и непараметрических критериев. Рекомендации к выбору критериев.

#### **Тема 4. Описательная статистика**

План:

1. Меры центральной тенденции: мода, медиана, среднее. Преимущества и ограничения мер центральной тенденции. Отношения между мерами центральной тенденции в разных видах распределения.

2. Меры изменчивости. Среднее отклонение. Стандартное отклонение или дисперсия.

3. Расчет различных описательных статистик.

4. Формы учета результатов измерений: группировка данных, таблицы исходных данных, таблицы сопряженности, гистограммы.

5. Построение гистограмм.

### **Тема 5. Параметрические и непараметрические критерии различий.**

План:

1. Обоснование задачи сопоставления и сравнения

2. t-критерий Стьюдента: оценка различий средних величин двух выборок, распределенных по нормальному закону. Случай несвязных выборок. Условия применения t- критерия Стьюдента.

3. F - критерий Фишера

4. Непараметрические критерии: особенности и ограничения.

5. Критерий Q Розенбаума: оценка различий между двумя выборками по уровню какого-либо признака, измеренного количественно.

6. Критерий U Манна-Уитни: оценка различий по уровню выраженности какого-либо признака для двух независимых (несвязных) выборок. Условия применения.

7. H критерий Крускала - Уоллиса

8 S - Критерий тенденций Джонкира.

### **Тема 6. Параметрические и непараметрические критерии оценки сдвига**

План:

1. Обоснование задачи исследования изменений признака

2. t-критерий Стьюдента: оценка различий средних величин двух выборок, распределенных по нормальному закону. Случай связанных выборок. Условия применения t- критерия Стьюдента.

3. G - критерий знаков

4. T - критерий Вилкоксона

5. Критерий Фридмана

6. L - критерий тенденций Пейджа

### **Тема 7. Корреляционный анализ.**

План:

1. Понятие корреляционного анализа, графическое представление корреляционных связей.

2. Виды корреляционных связей.

3. Алгоритм выбора коэффициентов корреляции.

4. Корреляция в номинальной шкале. Общая характеристика коэффициентов и алгоритмы их расчета.

5. Корреляция в порядковой шкале. Общая характеристика коэффициентов и алгоритмы их расчета.

6. Корреляция в интервальной шкале и шкале отношений. Общая характеристика коэффициентов и алгоритмы их расчета.

### **Тема 8. Регрессионный анализ.**

План:

1. Понятие регрессии.

2. Линия регрессии как графическое выражение регрессионного уравнения.

3. Условия применения метода линейного регрессионного анализа.

4. Множественная линейная регрессия.

5. Нелинейная регрессия.

## **Тема 9. Дисперсионный анализ**

План:

1. Понятие дисперсионного анализа, подготовка данных к дисперсионному анализу.
2. Однофакторный дисперсионный анализ для связанных и несвязанных выборок.
3. Дисперсионный двухфакторный анализ для связанных и несвязанных выборок.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ**

Основная цель проведения лабораторного занятия заключается в приобретении навыков использования методов статистической обработки данных в психологических исследованиях.

*Лабораторные занятия проводятся в фронтальной форме, когда все студенты одновременно выполняют одно и то же задание.*

В ходе подготовки к лабораторному занятию студенту следует просмотреть материалы лекции, а затем просмотреть материал, который был пройден на практическом занятии. Следует знать, что освещение того или иного вопроса в литературе часто является неполным, ориентированным в большей степени на одни разделы дисциплины, и в меньшей – на другие. Поэтому не следует ограничиваться одним учебником, научной статьей или монографией, а рассмотреть, как можно больше материала по интересующей теме, представленного в системе ЭБС.

Проведение лабораторных работ включает в себя следующие этапы:

- постановку темы занятий и определение задач лабораторной работы;
- определение порядка лабораторной работы или отдельных ее этапов;
- непосредственное выполнение лабораторной работы студентами и контроль за ходом занятий и соблюдением техники безопасности;
- подведение итогов лабораторной работы и формулирование основных выводов.

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо заранее изучить методические рекомендации по его проведению. Обратит внимание на цель занятия, на основные вопросы для подготовки к занятию, на содержание темы занятия.

Если при изучении отдельных вопросов возникнут трудности, студент может обратиться к преподавателю за консультацией (устной или письменной).

Каждый студент ведет рабочую тетрадь, оформление которой должно отвечать требованиям, основные из которых следующие:

- на титульном листе указывают предмет, курс, группу, подгруппу, фамилию, имя, отчество студента;
- каждую работу нумеруют в соответствии с методическими указаниями, указывают дату выполнения работы;
- полностью записывают название работы, цель, кратко характеризуют ход работы;
- результаты расчетов, необходимые графики и гистограммы фиксируют в виде рисунков с обязательными подписями к ним, а также таблицы;
- в конце каждой работы делают вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия.

Все первичные записи необходимо делать в тетради по ходу работы.

### **Тема 4. Описательная статистика**

Цель: отработать навыки первичной статистической обработки психологических данных и их графического представления

Ход работы:

1. студентам выдается задача, в которой представлены результаты проведенного исследования. По полученным данным необходимо:

- определить шкалу измерения;
- рассчитать возможные меры центральной тенденции;
- рассчитать подходящие для данной шкалы измерения меры изменчивости;
- составить таблицы сопряженности;
- построить гистограммы.

2. По выполненным расчетам сделать статистический и содержательный вывод

### **Тема 5. Параметрические и непараметрические критерии различий.**

Цель: отработать навыки расчета параметрических и непараметрических критериев различий

Ход работы:

1. студентам выдается задача, в которой представлены результаты проведенного исследования. По полученным данным необходимо:

- определить шкалу измерения;
- определить наиболее подходящий критерий различий (свой выбор обосновать);
- рассчитать выбранный критерий;

2. По выполненным расчетам сделать статистический и содержательный вывод

#### **Тема 6. Параметрические и непараметрические критерии оценки сдвига**

Цель: отработать навыки расчета параметрических и непараметрических критериев оценки сдвига

Ход работы:

1. студентам выдается задача, в которой представлены результаты проведенного исследования. По полученным данным необходимо:

- определить шкалу измерения;
- определить наиболее подходящий критерий оценки сдвига (свой выбор обосновать);
- рассчитать выбранный критерий;

2. По выполненным расчетам сделать статистический и содержательный вывод

#### **Тема 7. Корреляционный анализ.**

Цель: отработать навыки расчета параметрических и непараметрических коэффициентов корреляции

Ход работы:

1. студентам выдается задача, в которой представлены результаты проведенного исследования. По полученным данным необходимо:

- определить шкалу измерения;
- определить наиболее подходящий коэффициент корреляции (свой выбор обосновать);
- рассчитать выбранный критерий;

2. По выполненным расчетам сделать статистический и содержательный вывод

#### **Тема 8. Регрессионный анализ.**

Цель: отработать навыки проведения регрессионного анализа данных психологических исследований

Ход работы:

1. студентам выдается задача, в которой представлены результаты проведенного исследования. По полученным данным необходимо провести регрессионный анализ.

2. По выполненным расчетам сделать статистический и содержательный вывод

#### **Тема 9. Дисперсионный анализ**

Цель: отработать навыки дисперсионного анализа данных психологических исследований

Ход работы:

1. студентам выдается задача, в которой представлены результаты проведенного исследования. По полученным данным необходимо провести дисперсионный анализ.

2. По выполненным расчетам сделать статистический и содержательный вывод

#### **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа проводится с целью: систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся; углубления и расширения теоретических знаний; формирования умений использовать специальную литературу; развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности; формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развития исследовательских умений.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося. Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка обучающегося; контроль и оценка со стороны преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит консультацию с определением цели задания, его содержания, сроков выполнения, ориентировочного объема работы, основных требований к результатам работы, критериев оценки, форм контроля и перечня литературы. В процессе консультации преподаватель предупреждает о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

Преподаватель осуществляет управление самостоятельной работой, регулирует ее объем на одно учебное занятие и осуществляет контроль выполнения всеми обучающимися группы. Для удобства преподаватель может вести ведомость учета выполнения самостоятельной работы, что позволяет отслеживать выполнение минимума заданий, необходимых для допуска к итоговой аттестации по дисциплине. В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности. Обучающийся самостоятельно определяет режим своей внеаудиторной работы и меру труда, затрачиваемого на овладение знаниями и умениями по каждой дисциплине, выполняет внеаудиторную работу по индивидуальному плану, в зависимости от собственной подготовки, бюджета времени и других условий. Ежедневно обучающийся должен уделять выполнению внеаудиторной самостоятельной работы в среднем не менее 3 часов. При выполнении внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся имеет право обращаться к преподавателю за консультацией с целью уточнения задания, формы контроля выполненного задания.

Самостоятельная работа студентов является обязательной для каждого студента, а её объём определяется учебным планом. Формы самостоятельной работы студентов определяются содержанием учебной дисциплины, степенью подготовленности студентов.

Самостоятельная работа – одна из важнейших форм овладения знаниями. Самостоятельная работа включает многие виды активной умственной деятельности студента: слушание лекций и осмысленное их конспектирование, глубокое изучение источников и литературы, консультации у преподавателя, написание реферата, подготовка к практическим занятиям, экзаменам, самоконтроль приобретаемых знаний и т.д.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Тематика заданий для самостоятельной работы включает в себя задания для самостоятельной работы.

*Задания для самостоятельной работы:*

1. Подготовка к практическому занятию – включает повторение материала лекции, чтение дополнительной литературы, конспектирование материала.

2. Выполнение письменных домашних работ. Данные работы направлены на углубленное изучение отдельных вопросов темы, анализ отдельных аспектов изучаемого явления. Формой выполнения задания является составление отчета о выполненной работе. Необходимость выполнения практической самостоятельной работы позволяет закрепить теоретический материал.

В процессе изучения дисциплины студентам предлагается ряд практических заданий.

**Задание к теме 2.** Определить шкалу измерения для следующих примеров:

- a) оценка на экзамене
- b) баллы по тесту
- c) внешняя привлекательность человека
- d) температурная шкала
- e) количество проданных товаров
- f) национальность
- g) рост
- h) автомобильный номер
- i) военный ранг.

**Задание к теме 4.**

1. Определите шкалу измерения и рассчитайте меры центральной тенденции и меры изменчивости на основе результатов реальных психологических исследований. Построить гистограммы.

Результаты тестирования испытуемых по методике диагностики самооотношения (В.В. Столин)

№ п/п	Общее самооотношение	Дифференцированное самооотношение				Готовность к конкретным действиям в отношении к своему «Я»						
		Самоуважение	Аутосимпатия	Самоинтерес	Ожидание отношения от других	Самоуважение	Отношение других	Самопринятие	Саморукводство	Самообвинение	Самоинтерес	Самоопимание
1	15	3	12	2	3	6	1	5	2	5	5	3
2	12	7	7	6	6	2	7	5	6	4	6	7
3	4	0	10	5	8	8	6	5	3	7	5	4
4	14	15	2	1	6	1	3	3	4	7	6	2
5	12	10	13	1	7	0	2	4	3	7	6	2
6	21	13	1	1	2	4	4	4	3	7	6	2
7	17	0	4	9	8	3	0	6	3	7	6	2
8	24	3	10	7	5	6	6	2	2	7	6	2
9	15	2	5	3	4	4	8	3	2	7	6	0
10	26	8	3	2	7	4	4	7	3	4	7	1
11	10	13	9	8	8	3	3	5	4	6	7	2
12	21	9	4	8	3	7	3	6	5	6	7	2
13	16	11	5	5	7	2	3	6	7	6	7	2
14	18	5	2	3	8	2	6	6	3	5	7	5
15	23	4	13	1	8	0	8	6	2	8	4	0
16	22	7	7	9	5	6	8	6	2	7	6	0

2. Рассчитать описательные статистики для представленных данных, отражающих центральные тенденции и меры изменчивости с учетом шкалы, в которой проведено измерение. Графически представить полученные данные.

Результаты исследования по методике «Опросник волевых качеств личности»

(М.В. Чумаков)

№ респондента	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Название шкалы															
Ответственность	7	3	5	7	7	6	3	5	6	4	5	7	5	4	4
Инициативность	4	9	5	8	5	3	5	5	4	7	1	5	6	4	4
Решительность	8	6	6	5	6	3	4	5	2	2	5	9	6	5	6
Самостоятельность	8	7	8	8	4	5	5	5	5	5	3	7	8	5	4
Выдержка	8	5	3	9	5	5	7	6	6	4	4	6	6	3	3
Настойчивость	7	5	6	6	3	2	7	5	2	3	1	7	8	3	6
Энергичность	5	5	6	5	1	1	2	3	4	2	1	6	5	3	2
Внимательность	7	4	3	8	4	3	4	4	4	6	2	5	4	2	5
Целеустремленность	7	8	6	6	5	4	5	3	5	4	1	6	8	5	3
Итоговый балл опросника ВЛК	7	6	5	4	7	2	4	4	4	3	1	7	6	3	3