Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова

Факультет Философии и психологии

Кафедра Психологии

Капбасова Гульзада Байырбалдыевна

Курс лекций
по дисциплине «Математические методы в психологии»

Образовательная программа: «6В03106 – Психология»»

Караганда 2023

ТЕМА 1. ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА: ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ

1.1. Признаки и переменные
1.2. Шкалы измерения
1.3. Генеральная совокупность и выборка

1.1. Признаки и переменные

В математических методах психологии существуют различные понятия, которые необходимо знать для того, чтобы овладеть этой дисциплиной. Методы математической статистики применяются в математической обработке эмпирических данных в психологии для того, чтобы выявить какие-либо закономерности или тенденции, с целью проверки экспериментальной гипотезы. Одним из таких понятий, которыми мы оперируем, являются признаки и переменные.

Признаки и переменные – это то, что мы в результате проведенного психологического исследования измеряем [1; с. 11]. Результатами измерения могут быть как количественные, например, за какой промежуток времени испытуемые решили задачу, так и качественные, например, какими чертами личности обладает лидер.

Признаки и переменные – это общие понятия, которые мы обозначаем, когда хотим сказать о каких-либо психологических явлениях, которые мы получили в результате исследования. Иногда в качестве признаков и переменных мы обозначаем такие понятия, как уровень тревожности, уровень интеллекта или высокие, средние и низкие показатели агрессивности. Все эти понятия входят в так называемые признаки и переменные, которые мы пытаемся измерить у испытуемых и подтвердить нашу экспериментальную гипотезу.

В математических методах в психологии существует еще одна особенность, которая заключается в том, что мы пытаемся измерить то, что не поддается измерению. Известно, что каждый человек является индивидуальностью и сопоставить его с другим человеком и сказать, что он отличается от другого человека тем, что у него уровень агрессивности в два раза больше или уровень тревожности в три раза меньше, по крайней мере, не корректно. Но, как раз применение математической статистики в психологии заключается в том, что мы выявляем подобного рода закономерности, «впихиваем» индивидуальность человека в статистические данные, то есть мы вычисляем среднестатистического человека или «усредняем» его индивидуальные значения. Другими словами, мы пытаемся «объективизировать» субъективное, при помощи методов математической статистики, хотя, конечно, это сделать достаточно трудно.

Еще одной особенностью психологических признаков является то, что исследователю заранее не известно, какое значение они примут, поэтому они являются случайными величинами. Из этих случайных величин мы пытаемся выявить какую-то закономерность, в этом заключается и весь парадокс психологических исследований.

Следующим понятием принятой в математических методах в психологии является математическая обработка, которая означает операцию с количественными данными, полученными в результате проведенного психологического исследования. Итак, математическая обработка – это оперирование с индивидуальными количественными показателями испытуемых для проверки гипотезы исследования. В качестве индивидуальных значений могут выступать и личностные характеристики, и типы темперамента, и интеллектуальные показатели, и уровни агрессии и др. Все эти индивидуальные значения, которые мы получаем в результате проведенного исследования, в психологии называются «наблюдениями», «наблюдаемыми значениями». В психологических исследованиях чаще всего оперируют следующими понятиями «наблюдение» или «наблюдаемое значение».

Количественные данные – это понятия, полученные в результате измерения, например в антропологии, это может быть объем мозга, размер черепа, в психологии – измеряются несколько другие параметры распределения: объем памяти, уровень агрессивного поведения, уровень тревожности и др.

В психологии существуют также качественные показатели, благодаря которому один объект отличается от другого объекта, например в физике объекты могут отличаться массой тела, скоростью, ускорением и другими параметрами; в психологии – приняты другие обозначения – маскулинность, фемининность, андрогинность, такими понятиями обозначается психологический пол человека.

Следующим этапом обработки индивидуальных значений является то, что мы их должны отнести к определенным шкалам измерения, которые помогают исследователю выбрать определенные методы математической обработки.

Поэтому, в следующем пункте рассмотрим шкалы измерения, применяющиеся в методах математической обработки в психологии. Шкалы измерения помогают исследователю классифицировать объекты распределения по определенным признакам, для более качественной интерпретации результатов исследования.

1.2. Шкалы измерения

В психологии существует такое понятие как шкала измерения, которым пользуются исследователи, когда хотят применить тот или иной метод математической статистики, использование шкал измерения необходимо при построении тестовых методов. Впервые в психологии шкалы измерения были применены американским исследователем С. Стивенсом в 1960 г. [1; с. 12]. Поэтому, необходимо дать определение шкалам измерения.

Шкалы измерения – это приписывание числовых значений объектам или явлениям, в соответствии с определенными правилами.

С. Стивенс предложил следующую классификацию шкал измерения:

1) номинативная шкала или шкала наименований, или номинальная шкала;

2) порядковая шкала или ординальная шкала;

3) интервальная шкала или шкала равных интервалов;

4) шкала равных отношений.

Номинативная шкала – это шкала, которая распределяет эмпирические признаки по названию (nomen – (лат.) переводится как имя или название). Имя нельзя измерить количественно, но при помощи называния можно отличить один объект от другого или один субъект от другого. Поэтому при помощи номинативной шкалы мы соотносим объекты или субъекты по различным классам по определенным признакам. Например, всех испытуемых можно разделить по гендерному признаку, по половому признаку, по этническому признаку, по возрастному признаку и т.д.

Простейший вид номинативной шкалы – это дихотомическая шкала. Дихотомическая шкала – это шкала, которая состоит из двух признаков или явлений. Очень часто исследователь работает именно в дихотомической шкале. Например, испытуемые юноши и испытуемые девушки, представители военной профессии и представители невоенной профессии, студенты первого курса и студенты второго курса и т.д.

Признаки, которые работают в дихотомической шкале, принимают всего лишь два значения, эти значения называются альтернативными. При этом исследователь бывает заинтересован в проявлении одного из признаков, тогда можно сказать, что признак «проявился», если заинтересованный признак не проявился, а принял противоположное значение, тогда говорят – признак «не проявился». Например, из 20 человек – 12 испытуемых оказались экстравертами, тогда говорят, из 20 испытуемых экстровертированными оказались 12 испытуемых. Следовательно, в дихотомической шкале, состоящей из двух ячеек, «признак проявляется – признак не проявляется» и других значений нет.

Более сложный вариант номинативной шкалы – это когда она состоит из 3-х и более ячеек, признаков распределения, например, отличники, хорошисты и троечники или представители различных национальностей, проживающих в Казахстане: русские, казахи, корейцы, украинцы и др.

Для того, чтобы из качественных показателей перейти в количественные показатели, в номинативной шкале, необходимо распределить все объекты в различные ячейки по определенным признакам, например из 30 учеников – 5 учеников являются отличниками, 19 учеников – хорошисты, 4 ученика – троечники, 2 учеников – двоечники. Здесь ячейками признаков являются: отличники, хорошисты, троечники, двоечники, а отсюда можно легко перейти к количественным показателям. Нам известно, что отличников – 5 учеников, хорошистов – 19 учеников, троечников – 4 ученика, двоечников – 2 ученика, а значит количественные показатели у нас уже есть. Вот с этими количественными значениями мы в дальнейшем будем оперировать, при применении методов математической статистики.

Следовательно, номинативная шкала помогает нам посчитать частоту встречаемости разных «наименований», которые получены в результате исследования и затем мы работаем с этими значениями признака.

Значения признака – это и есть единица измерения, которыми мы оперируем при проведении психологического исследования, в качестве единицы измерения могут выступать количество реакций испытуемых, количество выборов, в нашем же конкретном случае – успеваемость учеников. По-другому, единица измерения – это одно наблюдение, полученное в результате проведенного психологического исследования.

Итак, в номинативной шкале могут работать, в основном, все непараметрические методы, например, если мы хотим выявить различия успеваемости учеников в различных специализированных классах или в специализированных школах, где существуют продвинутые технологии обучения. Или мы хотим выявить взаимосвязь между двумя переменными, например между уровнем тревожности и психосоматическими заболеваниями. В любом случае мы можем работать в номинативной шкале, а от наименований можно перейти к количественным показателям, а затем работать с этими количественными значениями. Пример математических методов в психологии, который работает в шкале наименований, это χ^2 - критерий Пирсона.

Порядковая шкала – это шкала, которая классифицирует признаки по принципу «больше – меньше». В данной шкале важным является то, что один признак больше или меньше другого признака, при этом, в порядковой шкале не имеет значения, на каком расстоянии один признак отстоит от другого.

В порядковой шкале признаки образуют определенную последовательность, например, от наименьшего к наибольшему или от наибольшего к наименьшему. Таких последовательностей должно быть минимум три, например, высокий, средний, низкий или первый уровень, второй уровень, третий уровень и т.д. От уровней легко перейти к числам, если мы будем считать первый уровень – 1, второй уровень – 2, третий уровень – 3 или наоборот. В порядковой шкале, самое главное, это то, что значения признака образуют определенную последовательность, все эмпирические значения должны ранжироваться, поэтому все методы математической статистики, которые применяют метод ранжирования, работают в порядковой шкале.

Например, U – критерий Манна-Уитни, выявляющие различия между двумя признаками на одной и той же выборке испытуемых или между двумя выборками. В порядковой шкале, для выявления взаимосвязи, обычно применяют коэффициент ранговой корреляции rs – Спирмена.

В порядковой шкале имеет значения классификация признаков по различным классам, рангам или уровням, чем больше классов, рангов или уровней, тем больше вероятность, что значения признака достовернее. Поэтому, если есть возможность, то лучше всего разбить полученные значения в результате проведенного психологического исследования, на большее число классов или рангов. Это необходимо для учитывания тонких различий или нюансов между двумя сравниваемыми признаками и для того, чтобы у экспериментатора была возможность интерпретировать индивидуальные значения.

В психологии существуют методики, построенные в порядковой шкале, например тест «Ценностных ориентаций» М. Рокича, имеющие два класса ценностей: терминальные и инструментальные. Испытуемый в процессе проведения исследования должен проранжировать эти ценностей в порядке убывания: на 1-ом месте должна быть ценность, которая имеет большое значение, на 2-ом месте – ценность менее значимое и т.д., пока на последнем 18-ом месте не окажется ценность, не имеющая никакого значения. Применение теста Рокича означает, что можно использовать метод математической статистики, работающий в порядковой шкале.

Таким образом, главное особенностью порядковой шкалы является то, что измеренные значения признака образуют некую последовательность, при этом мы не знаем истинного расстояния между ними. Практически, все эмпирические данные, полученные в результате проведенного психологического исследования, могут вычисляться при помощи порядковой шкалы. Значение имеет количество испытуемых, так как непараметрические методы, работают даже в маленькой выборке испытуемых. Поэтому, непараметрические критерии можно применять, если вы проводите исследование, связанное с клинической психологией, социально-психологические исследования требуют большего количества испытуемых и здесь будет закономерным применить параметрические методы, которые работают только в интервальной шкале.

Интервальная шкала – это шкала, когда можно сказать о точном расстоянии между измеренными признаками, так как она работает по следующему принципу: «меньше на определенное значение признаков – больше на определенное значение признаков».

Интервальная шкала – это шкала, которая работает в единицах стандартного отклонения и в процентильных шкалах.

Стандартное отклонение – это разброс значений признака относительно среднего значения, который обозначается как величина σ или дисперсия. В нормальном распределении признака обычно принято считать среднеквадратичное стандартное отклонение, то есть σ^2.

При применении интервальной шкалы большое значение имеет разброс эмпирических данных или подсчет дисперсии.

Дисперсия показывает разброс эмпирических значений и чем больше показатель дисперсии, тем больше разброс результатов исследования.

Процентильный шкалы – это шкалы, балл в которых указывает, что из всех испытуемых выборки стандартизации, выполнивших задания получили равный или более низкий балл, чем балл данного испытуемого, подробнее о процентильных шкалах и стандартном отклонении, мы рассмотрим немного позднее.

Правила построения интервальных шкал – это принцип «трех сигм» или «3σ». При нормальном распределении все эмпирические значения находятся в диапазоне 97,7% и равняется значению «3σ». Если переведем нормальное распределение на язык математической статистики, то формула будет выглядеть следующим образом: М±3σ. Графическое представление нормального распределения представлено на рис.1.1.

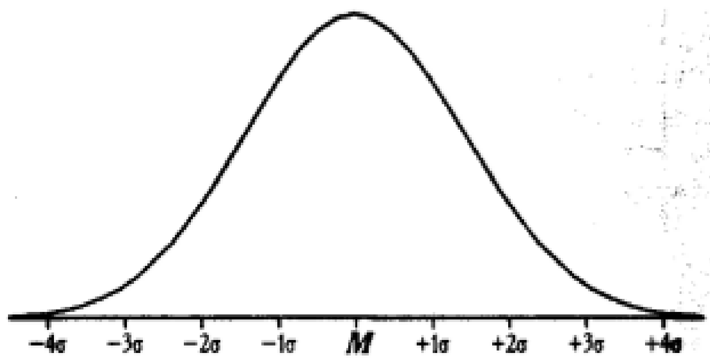

Рис. 1.1. График нормального распределения

На рис. 1.1 мы видим, что большинство эмпирических распределений стремятся к центру к точке М, а потом происходит постепенное снижение и уже за пределами «3σ» значения признака также встречаются, но уже достаточно редко, пока не «исчезнут» совсем.

Некоторые психодиагностические методики построены по принципу стандартного отклонения, например тест Р.Б. Кеттела, который предложил «шкалу стенов», где за точку отсчета принимаются средние арифметические значения в так называемых «сырых» баллах. По обе стороны от точки М отмеряются интервалы, равные ½ (0,5) значений стандартного отклонения. Необходимо отметить, что все интервальные шкалы работают примерно по этому принципу, различием является то, что для построения интервальной шкалы необходимо вычислить дисперсию.

В психологии в шкале равных интервалов построены следующие методики: 16 факторный тест Р.Б. Кеттела, тест Векслера, MMPI и другие, которые переводят «сырые» баллы в стандартные.

Методы математической статистики, которые работают в интервальной шкале, это все параметрические методы: t-критерий Стьюдента, r-коэффициент линейной корреляции Пирсона, однофакторный дисперсионный анализ, двухфакторный дисперсионный анализ и др. Самым основным критерием в выборе методов математической статистики, работающих в интервальной шкале, является то, что признак должен быть нормально распределенным.

Нормальное распределение – это распределение, при котором крайние значения признака появляются редко и чем чаще встречаются признаки, тем больше они тяготеют к центру. В рис. 1.1 мы видим график нормального распределения, большинство значений признака близки к точке М к среднему значению, чем дальше от центра, тем значения признака встречаются реже, пока совсем не закончатся. В дальнейшем, в следующих темах мы подробнее рассмотрим нормальное распределение.

Для подсчета нормального распределения большое значение имеет показатели асимметрии и эксцесса или показатели моды и медианы, которые мы рассмотрим в дальнейшем.

Шкала равных отношений – это шкала, которая классифицирует эмпирические признаки, полученные в результате психологического исследования, по степени выраженности измеряемого свойства.

Эту шкалу называют абсолютной шкалой или метрической, так как предполагается, что точкой отсчета является полное отсутствие измеряемого свойства или абсолютный ноль.

Обычно, когда исследователь работает в этой шкале, то примером могут являться измерения роста, веса, единица времени решения задачи и т.д. Если мы будем сравнивать испытуемых, которые решают задачи за определенное количество времени (секундах, минутах), то мы также можем сказать, что один испытуемый решает быстрее задачу, по сравнению с другим и во сколько раз быстрее, например в 2 раза или 1,5 раза, или на сколько процентов быстрее. Такие измерения и называют шкалой равных отношений или абсолютной (метрической) шкалой, так как предполагается, что испытуемые начали в одно и то же время, то есть точкой отсчета был абсолютный ноль, но кто-то решил быстрее задачу, а кто-то немного позднее.

В психологии, примером работы шкалы равных отношений является измерение абсолютных порогов чувствительности, которые у людей бывает различными. Необходимо отметить, что эмпирические подсчеты по данной шкале проводятся, не так часто, по сравнению с порядковой или интервальной шкалой.

Примером работы в шкале равных отношений может быть подсчет субъектов или испытуемых, участвующих в психологическом исследовании, а также в качестве объектов могут выступать личностные качества испытуемых. В любом случае, если мы работаем в шкале равных отношений, то обязательно должен быть подсчет, который показывает, что точкой отсчета был абсолютный ноль.

Например, мы избираем старосту в студенческой группе, где были выдвинуты три кандидатуры: кандидатура А, кандидатура В, кандидатура С. За кандидатуру А, проголосовали 4 человека, за кандидатуру В – 8 человек, за кандидатуру С – 16 человек. Здесь мы можем утверждать, что за кандидатуру В проголосовали в 2 раза больше людей, чем за кандидатуру А, за кандидатуру С в 2 раза больше, чем за кандидатуру В и в 4 раза больше, чем за кандидатуру А.

Таким образом, мы видим, что измерено не психологические качества личности, а соотношение выборов у 28 человек, которыми мы в дальнейшем оперируем, работая в шкале равных отношений. По отношению к этим соотношениям мы можем применить любые арифметические подсчеты:

сложение, вычитание, деление, умножение. Единицей измерения в этом примере будет 1 выбор, который и будет являться основным критерием в работе с методами математической статистики для подсчета достоверности значений. Итак, когда за единицу измерения был принят 1 выбор, 1 наблюдение, 1 реакция, то мы пришли к тому, с чего начали, то есть к универсальной шкале измерения, а уже отсюда мы можем работать в любой шкале, начиная с номинативной. Рассортировав значения признака по номинативной шкале, мы можем применить любую шкалу измерения, которые существуют в психологии.

1.3. Генеральная совокупность и выборка

В методах математической обработки существуют два достаточно широко применяемых понятия, на которых необходимо подробнее остановиться: генеральная совокупность и выборка [2; с. 106].

Генеральная совокупность – это всеобщее количество людей, объединенных по какому-либо общему признаку или совокупность потенциальных испытуемых, которые могут быть объектами исследования. Например, количество врачей по всему миру или количество определенного этноса, проживающего по всей Земле, может представлять генеральную совокупность.

Возникает следующая проблема, психолог всю генеральную совокупность не может исследовать, это продиктовано некоторыми объективными, а также субъективными причинами. Но, в качестве генеральной совокупности можно взять общее количество врачей, работающих в отдельной взятой стране или в каком-либо одном городе. Здесь, также могут возникнуть проблемы, связанные с недостатком ресурсов, таких как время, денег, нежеланием испытуемых проходить исследование и другими проблемами, связанными с этическим кодексом психолога. Поэтому, при проведении исследовании, психолог формирует выборку испытуемых, представляющую собой генеральную совокупность.

Выборкой называется часть людей, представляющая собой генеральную совокупность или то, что непосредственно изучается в процессе психологического исследования.

В процессе формирования выборки имеет большое значение: объем (количество), пол, социальный статус, возраст, образование и другие факторы, которые необходимо учитывать. Это связано, прежде всего, с тем, что, применяя метод математической статистики в психологии, исследователь должен выявить закономерность, который подтвердит или опровергнет экспериментальную гипотезу.

Очень трудно выявить психологическую закономерность, например, у людей разного возраста, если сравнивать объем памяти, интеллектуальную мобильность и т.д., если же исследователь выявляет психологическую характеристику, зависящую от возрастных особенностей, тогда такую выборку можно сформировать.

Естественно, при формировании выборки испытуемых, необходимо обратить внимание на возраст, в психологической литературе, существует немало классификации возрастной периодизации человека. В зависимости от периодизации, на которую опирается исследователь надо формировать возрастные границы испытуемых.

Следующий фактор, который исследователь должен учитывать в процессе проведения эксперимента, это репрезентативность выборки.

Репрезентативность – это выборка, которая отражает генеральную совокупность в качественном и в количественном соотношении, чем больше объем выборки или количество испытуемых, тем выборка репрезентативнее [2; с. 109]. Это определение опирается на теорию вероятности, который показывает, что чем больше экспериментов проводится, тем вероятнее получить закономерности.

На этот момент необходимо помнить, что этот закон работает, когда проводится социально-психологическое исследование, при клинических исследованиях, данного принципа невозможно придерживаться. При работе с больными, для изучения их психологических характеристик, невозможно найти большое количество испытуемых и часто психолог вынужден проводить исследование с малой выборкой испытуемых. В этих случаях, врачи не всегда охотно допускают психологов к своим пациентам: во-первых, у врачей срабатывает недоверие к ним, во-вторых, они боятся, что если пациенты находятся в стадии ремиссии, то психолог своими исследованиями может оказать негативное влияние и т.д.

Для того, чтобы выборка представляла собой генеральную совокупность, необходимо провести технику **рандомизации** [2; с. 95]. Данная техника представляет собой то, что потенциальным испытуемым присваивается индекс, а затем случайным образом производится отбор в ту или иную группу для проведения исследования.

Самый простой **экспериментальный план** – это когда формируются две выборки испытуемых: первая выборка – экспериментальная, вторая выборка – контрольная [2; с. 132-138]. Например, в экспериментальной выборке проводится какой-то формирующий эксперимент, а в контрольной группе ничего не проводится. Контрольную выборку формирует для того, чтобы сравнить данные двух групп и для проверки, оказания влияние формирующего эксперимента. Этот вариант построения экспериментального плана самый простой и чаще всего используемый.

Для сравнения результатов исследования в двух различных выборках существует множество способов количественной обработки данных, это критерий Манна-Уитни, критерий Стьюдента и т.д.

Следующий вариант экспериментального плана, это когда одну и ту же группу помещают в разные условия и делают поперечные срезы. Такой экспериментальный план очень актуален, когда нет возможности сформировать контрольную выборку. Для решения таких задач предусмотрены методы математической статистики: например, критерий G, критерий Вилкоксона и др., которые будут изложены в последующих темах.

Выборку можно разделить в зависимости от объема на малые и большие. К малым выборкам относятся те выборки, в которых количество испытуемых $n \leq 30$, понятие большой выборки испытуемых может быть от 30 и более, все зависит от критических значений, представленных в таблицах для каждого метода математической обработки. При этом, необходимо помнить, что деление на малые и большие группы, весьма условное.

Перед тем как начать проводить исследование, необходимо помнить, при помощи какого метода математической статистики, можно проверить гипотезу исследования, это зависит от задачи, стоящего перед исследователем и необходимо хорошо знать ограничения критерия, существующие в каждом методе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.

2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.

3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.

4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.

5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.

6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.

7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.

8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.

9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.

10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html

11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.

12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.

13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.

14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.

15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.

17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 2. ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА: МЕРЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

2.1. Распределение признака. Параметры распределения
2.2. Другие меры распределение: мода, медиана, квантиль, процентиль

2.1. Распределение признака. Параметры распределения

Распределением признака называется закономерность встречаемости разных его значений [3; с. 12].

В экспериментальной психологии, очень часто ссылаются на нормальное распределение. Нормальным такое распределение называется потому, что в естественнонаучных экспериментах, такие значения признака встречались достаточно часто и являлись «нормой» любого массового случайного явления.

В качестве примера можно привести, так называемый «Закон бутерброда». Всем, наверное, известны случаи, когда человек намазывает масло на хлеб и нечаянно роняет и, как всегда, бутерброд падает маслом вниз. Почему? Можно ответить по-разному, но одним из ответов будет: «Закон бутерброда» и надо сказать, что любые ответы будут неверны, кроме одного «Вероятность того, что бутерброд упадет маслом вниз или маслом вверх равняется $\frac{1}{2}$». Эту закономерность можно проверить только при больших числах или при проведении большого количества экспериментов. И для бутерброда эта закономерность будет нормой, так как у него только две стороны. Как и в любом проведенном исследовании так и в психологии, чем больше количество экспериментов, тем достовернее результаты.

Нормальным распределением называется такое распределение, где крайние значения признака встречаются достаточно редко, а значения близкие к середине – достаточно часто.

Например, в жизни большинство людей «нормальные», то есть соответствуют так называемому среднестатистическому человеку: учатся, работают, женятся и т.д. Крайние значения встречаются, но очень редко, например. «отклонение» в сторону гениальности, всем известно, что Моцарт был гениальным музыкантом и на самом деле – Моцарты в мире музыки или в какой-либо другой сфере встречаются, но очень редко.

Закон нормального распределения был открыт тремя учеными в разное время: Муавром в 1733 году в Англии, Гауссом в 1809 году в Германии, Лапласом в 1812 году во Франции [1; 25].

Как вам уже понятно, нормальное распределение или понятие нормы в психологии, можно подтвердить при помощи закона «больших чисел». Эти числа называются «большими» потому, что для подтверждения нормального распределения, необходимо проводить большое количество экспериментов. Итак, вы надеюсь, усвоили основной закон математической статистики, если хотите выявить какую-либо закономерность, свойственную для генеральной совокупности, то испытуемых должно быть достаточно большое количество.

Но, сразу хвататься за голову и бояться проводить исследование не стоит, так как можно провести исследование и выявить закономерность, свойственную только для данной выборки испытуемых.

Количество испытуемых может варьировать от одного человека до ста и более, все зависит от цели исследования и возможностей экспериментатора. Если же вы сравниваете две выборки испытуемых, например, контрольную и экспериментальную группы, то количество испытуемых, желательно, в каждой выборке, должно быть в среднем от 30 до 35 человек, для выявления статистической значимости [2; 112].

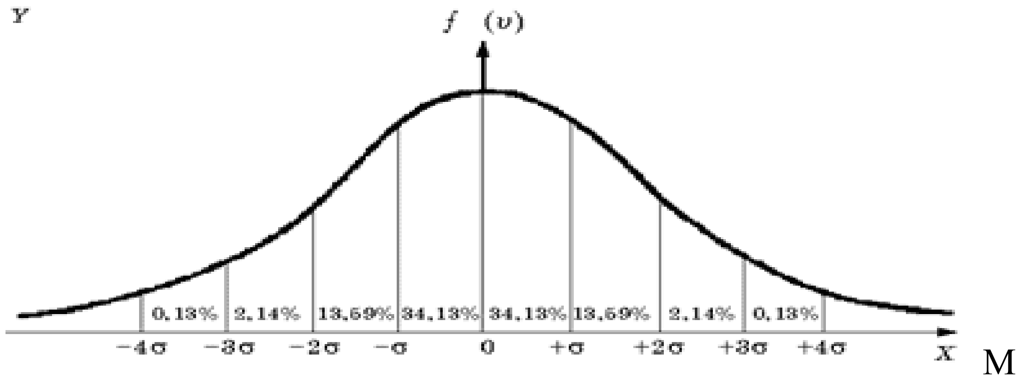

Рис. 2.1. Кривая нормального распределения

Рисунок нормального распределения выглядит как колоколообразная кривая, где центром является средне выборочное значение, которое соответствует математическому ожиданию, чаще всего в психологии средне выборочное значение обозначается как $\bar{x}$, а математическое ожидание обозначается как латинская буква М, хотя в некоторых случаях средне выборочное значение обозначается как М (рис. 2.1).

Как видно из рис. 2.1 от центра нормального распределение, находящийся в точке 0, в обе стороны от нее отходят отклонения, которые обозначаются как σ (сигма). Нормальным распределением, в психологии, принято считать до 2 σ.

Параметры распределения – это числовые характеристики нормального распределения, указывающие, где находятся значения признака и насколько они изменчивы, как они проявляются [1; 21].

Наиболее часто встречаемые параметры распределения в математической статистике – это, математическое ожидание, дисперсия, асимметрия, эксцесс.

В психологических исследованиях, мы оперируем не параметрами, а с их приближенными значениями, которые связаны с ограниченностью выборки испытуемых. Поэтому, несмотря на то что говорится про параметры исследования, на самом деле имеются их приближенные значения или оценки параметров. В психологии оперируются приближенные значения или оценки параметров, полученные в результате проведенного исследования. Большое значение имеет выборка испытуемых, чем больше выборка испытуемых, тем исследуемые параметры более приближены к истине или по-другому это следует закону «больших чисел», которые существуют в методах математической статистики. В дальнейшем мы будем оперировать приближенными значениями параметров распределения, так называемыми оценками параметров. Одним из таких оценок параметров является вычисление средне выборочного значения, при нормальном распределении, средне выборочное значения будет равняться математическому ожиданию.

Итак. формула средне выборочного значения (математического ожидания) будет выглядеть следующим образом:

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

где $\overline{x}$ - средне выборочное значение;

$\sum$ - знак суммы;

n – количество выборки испытуемых, количество наблюдений или количество измеряемых переменных;

i – индекс, указывающий на порядковый номер значения измеряемого признака;

x – каждое наблюдаемое значение признака.

Дисперсией называется показатель разброса данных, соответствующей среднеквадратичному отклонению от средне выборочного значения [1; 21].

Формула дисперсии, следующая:

$$s^2 = \frac{\sum d^2}{n-1}$$

где s^2 - среднеквадратичная дисперсия;

$\sum$ - знак суммы;

n – количество выборки испытуемых, количество наблюдений или количество измеряемых переменных;

d – разность между индивидуальными показателями и средне выборочным значением.

В психологии, когда вычисляют среднеквадратичное отклонение, чаще всего оно вычисляется через σ (сигма). Давайте разберемся, чем отличается S от σ.

S – это, стандартное отклонение или среднеквадратичное отклонение, а также несмещенная оценка параметра исследования в выборке испытуемых, тогда как σ – стандартное отклонение, вычисляемое в генеральной совокупности. Таким образом, S – это лучшая оценка σ, поэтому эту оценку стали называть не S, а σ и формула выглядит следующим образом:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}$$

где σ – дисперсия;

$\sum$ - знак суммы;

n – количество выборки испытуемых, количество наблюдений или количество измеряемых переменных;

d – разность между индивидуальными показателями и средне выборочным значением.

Асимметрией называется такое распределение признака, когда какие-либо значения признака встречаются намного чаще и находятся выше или ниже средне выборочного значения [1; 22].

Асимметрия бывает 2-х видов: правосторонняя асимметрия или левосторонняя асимметрия.

Показатель асимметрии вычисляется по формуле:

$$A = \frac{\sum(x_{i-}\overline{x})^3}{n \cdot \sigma^3}$$

где A – асимметрия;

σ – дисперсия;

$\sum$ - знак суммы;

n – количество выборки испытуемых, количество наблюдений или количество измеряемых переменных;

$\overline{x}$ - средне выборочное значение;

i – индекс, указывающий на порядковый номер значения измеряемого признака;

x – каждое наблюдаемое значение признака.

Графическое изображение асимметрии представлено в рис. 2.2.

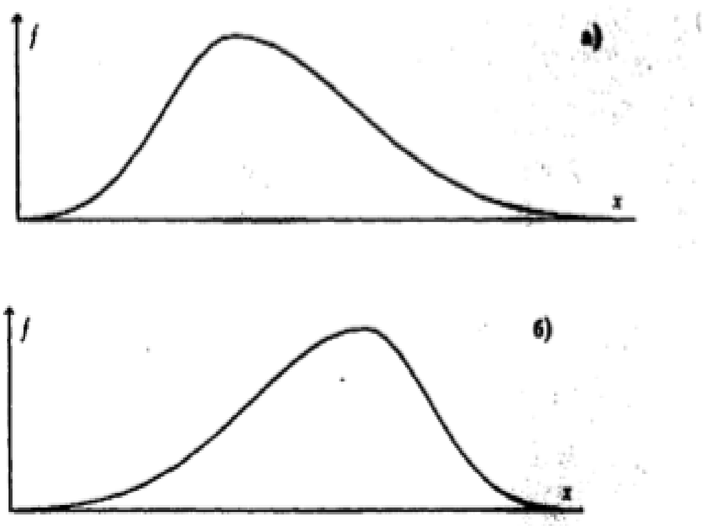

Рис.2.2. Графическое изображение асимметрии: а) левая, положительная асимметрия; б) правая, отрицательная асимметрия

Правосторонней или отрицательной асимметрией называются те распределения признака, в котором все значения признака принимают более высокие значения, чем средне выборочные значения (рис. 2.2. б).

Левосторонней или положительной асимметрией называются такие распределения, которые принимают значения ниже, чем средне выборочные (рис. 2.2. а).

При нормальном или симметричном распределении показатель асимметрии равняется нулю (А= 0).

Эксцессом называется такое распределение, когда распределения признака, близки к среднему показателю, но не совпадают со средне выборочным значением или в распределении признака преобладают крайние значения при этом как более низкие, так и более высокие [1; 23].

В первом случае преобладает распределение признака с положительным эксцессом, во втором случае преобладает значение с отрицательным эксцессом (рис. 2.3). В положительном эксцессе кривая распределения похож на одногорбого верблюда (рис. 2.3.а). В отрицательном эксцессе обычно образуется впадина и график похож на двухвершинную гору или двух горбового верблюда (рис. 2.3. б).

$$E = \frac{\sum x_{i-\bar{x}})^4}{n \cdot \sigma^4} - 3$$

где Е – эксцесс;

σ – дисперсия;

∑ - знак суммы;

n – количество выборки испытуемых, количество наблюдений или количество измеряемых переменных;

$\bar{x}$ - средне выборочное значение;

i – индекс, указывающий на порядковый номер значения измеряемого признака;

x – каждое наблюдаемое значение признака;

3 – константа.

В нормальном распределении Е=0.

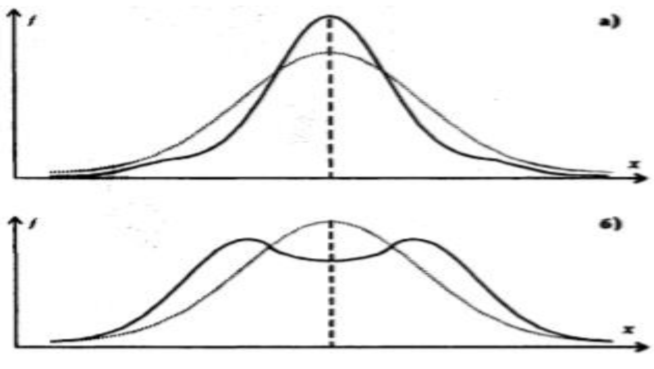

Рис. 2.3. Графическое изображение эксцесса:

а) положительный эксцесс; б) отрицательный эксцесс

Параметры распределения можно определить по данным, которые представлены в интервальной шкале, по крайней мере, с формальной точки зрения, так как все измерения, такие как физические параметры: длина, высота, секунды, минуты работают в интервальной шкале. Самым главным является то, что эти параметры признаются в том научном сообществе, где применяются эти шкалы.

2.2. Другие меры распределение: мода, медиана, квантиль, процентиль

Модой называется такое числовое значение, которая встречается в психологическом исследовании наиболее часто и не требует специального расчета [4; 58].

Для того, чтобы понять, что такое мода, необходимо рассмотреть следующий пример, в результате проведенного некоторого психологического исследования были получены следующие числовые характеристики: 3, 4, 2, 1, 5, 3, 7, 3, 3, 3, 6, 7, 3, 1, 3. Мы видим, что число 3 встречается 7 раз, по сравнению с другими числами, поэтому 3 в нашем случае будет модой или часто встречаемым показателем. В психологии мода обозначается, как Мо.

В психологии существуют следующие правила определения моды:

1) часто встречаемый показатель или параметр распределения, который часто встречается является модой;

2) если в параметре распределения показатели признака встречаются одинаково часто, то он не имеет моды;

3) когда два смежных значений признака имеют одинаковую встречаемость и их частота больше других значений признака, то мода вычисляется как среднее арифметическое этих двух значений;

4) если два значений признака, которые не являются смежными, но имеют одинаковую встречаемость, то в распределении признака выделяют две моды;

5) мода также может оцениваться по множеству сгруппированных значений признака, тогда для нахождения моды необходимо определить группу с наибольшей встречаемости признака, и эта группа признаков будет называться модальной или мультимодальным распределением, имеющим более двух мод.

Медианой называется среднее значение в распределении признака, упорядоченных по величине по возрастающей или по убывающей [4; 60].

Медиана является мерой центральной тенденции, как и средне выборочное значение, но как измерение центральной тенденции она используется реже, в основном ее используют для оценки сильно асимметричных распределений. Медиана в психологии обозначается, как Ме.

Существуют следующие правила при применении медианы:

1) необходимо построить распределения признака по возрастанию или по убыванию;

2) подсчитать четный или нечетный ряд;

3) если четный ряд, то необходимо распределение разделить пополам и взять две смежные числа и подсчитать среднее арифметическое значение и это среднее значение будет медианой;

4) если ряд нечетный, то необходимо провести точно посередине линию и на какую цифру попадет эта линия, эта цифра и будет медианой.

Квантилем [4; 36] обычно называется точка, которая делит результаты исследования на две части с пропорциями, находящимися в каждой из ее частей. Квантиль – это такое распределение признака, которое делит выборку в заданной пропорции, например, слева – 0,5%, справа – 99,5% или слева 3,5%, справа 96,5% и т.д. Показатель квантиля меняется от 0 до 1 и в зависимости от уровня может принимать значения от 0 до 1.

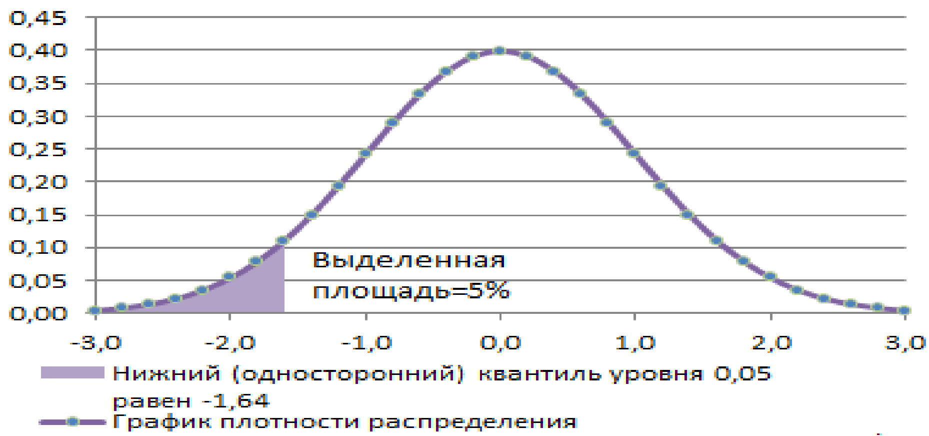

Рис.2.4. Нижний односторонний квантиль (квартиль), с выделенной площадью 5%.

Обычно в задачах математической статистики возникает необходимость отделения сверху, снизу или с обеих сторон области, в которую вероятность попадания достаточно мала, в связи с этим различают:

1) нижний (односторонний) квантиль уровня **α** — то же, что и обычный квантиль порядка α (рис. 2.4):

$$x_{\overline{\alpha}} = x_{\alpha}$$

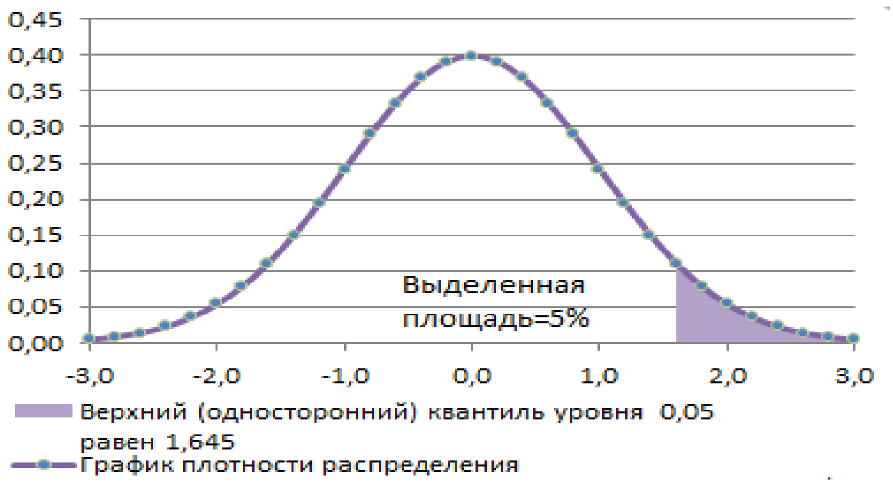

Рис. 2.5. Верхний (односторонний) квантиль (квартиль), с выделенной площадью 5%.

2) верхний (односторонний) квантиль уровня α — обычный квантиль порядка 1 - **α** (рис. 2.5):

$$x_\alpha^+ = x_{1-\alpha}$$

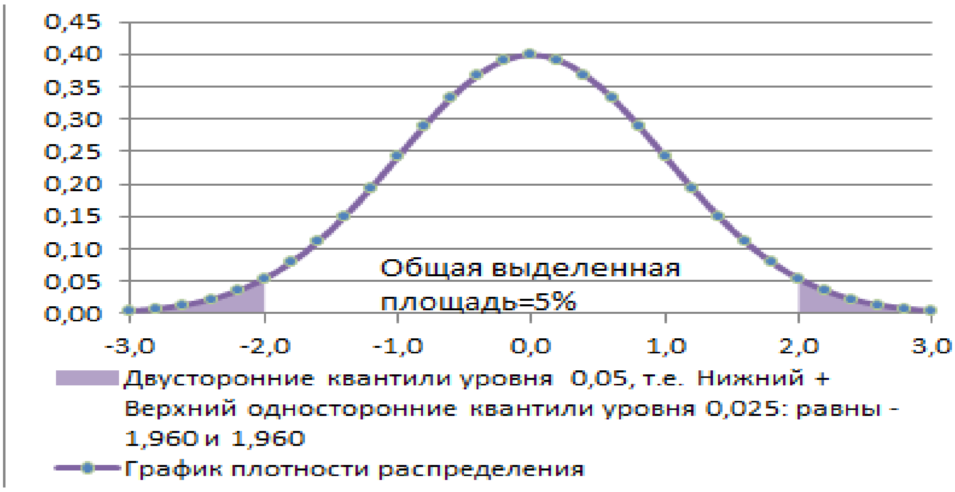

Рис. 2.6. Двусторонний квантиль (квартиль) или медиана, с общей выделенной площадью 5%.

3) двусторонние квантили уровня **α** — пара (нижний+верхний) односторонних квантилей уровня **α**/2. Двусторонние квантили задают интервал, в который рассматриваемая случайная величина попадает с заданной вероятностью (рис. 2.6):

$$\mathbb{P}\{x_{\overline{\alpha}}/2 \leq \xi \leq x_{\alpha/2}^+\} \geq 1 - \boldsymbol{\alpha}$$

Обычно выделяют следующие виды квантилей [4; 36]:

1) квартили – они делят распределение на четыре части по 25% в каждой;

2) процентили – они делят распределение на сто частей по 1% в каждой.

Квантиль – это общее понятие, принятое в статистике, обычно в психологии чаще применяют понятие квартиль.

Квартиль – это величина, которая делит совокупность испытуемых на четыре частей, каждая из которых состоит из пропорциональных частей по 25%.

Квартили обозначаются при помощи значения – Q и называется уровнем или порядком, и делятся на Q1, Q2 и Q3.

0,25 квантиль называется первым или нижним квартилем (рис. 2.4) (quarto – в переводе с латинского слова обозначается как четверть).

0,5 квантиль называется медианой или двусторонним квартилем (рис. 2.6).

0,75 квантиль называется третьим или верхним квартилем (рис. 2.5).

В психологии, чаще всего применяется понятие процентиль, так как он показывает наиболее мелкое деление, поэтому квантили могут быть представлены через процентили, например 1 квартиль = 25 процентилю и т.д.

Процентилем [4; 37] называется процентная доля субъектов из выборки стандартизации, при этом процентиль показывает, что первичный результат должен быть ниже первичного показателя.

Процентили и процентные показатели – это не одно и то же, при этом процентные показатели, например, показывают процент правильно решенных задач, тогда как процентили – это производный показатель, который указывает долю от общего числа.

Расчет процентиля можно рассмотреть на следующем примере: при проведении некоего психологического исследования 28% испытуемых правильно решили 15 задач в тесте на интеллект, тогда первичному показателю 15 будет соответствовать 28 процентиль. Таким образом, процентили указывают на относительное положение индивида в выборке стандартизации.

Следующей особенностью расчета процентили является то, что их можно рассчитывать через ранговые градации, общее число которых мы принимаем за 100, отличием является то, что при ранжировании ранг 1 принято присваивать за лучший показатель и т.д. В расчете процентилей все происходит наоборот, то есть отсчет начинается с наихудшего результата, поэтому, чем ниже процентиль, тем ниже позиция индивида. Самое главное — это то, что 50-й процентиль соответствует медиане – одному из показателей центральной тенденции. Процентили свыше 50 представляют показатели выше среднего, а те, которые находятся ниже 50 - показывают результаты ниже среднего, 25-й и 75-й процентили известны также под названием 1-го и 3-го квартилей, поскольку они выделяют нижнюю и верхнюю четверти распределения. Как и медиана, они удобны для описания распределения показателей и сравнения с другими распределениями.

Процентильные показатели обладают рядом достоинств, особенно при построении психодиагностических тестов, так как их применение достаточно универсально и подходит к любому типу тестов. Недостатком процентилей является то, что мы не знаем точного расстояния между единицами отсчета особенно в том случае, когда анализируются крайние точки распределения.

Таким образом, при использовании процентилей определяется относительное положение индивидуальных значений признака, но мы не знаем точного расстояния между этими значениями, то есть все эти расстояния, весьма относительны.

В этой теме были рассмотрены такие показатели, существующие в описательной статистике, как средне выборочное значение, дисперсия, другие меры центральной тенденции, имеющие немаловажной значение, например при построении диагностических методик или их адаптации с одного языка на другой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.

2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.

3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.

4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.

5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.

6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.

7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.

8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.

9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.

10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html

11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.

12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.

13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.

14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.

15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.

17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 3. ОПИСАТЕЛЬНАЯ СТАТИСТИКА: ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1. Статистические гипотезы

Возникает вопрос: для чего необходимо формулировать статистические гипотезы? Во-первых, благодаря статистическим гипотезам мы систематизируем наше исследование и представляем их в четком и в лаконичном виде. Во-вторых, статистические гипотезы помогают нам корректировать экспериментальные гипотезы, которые мы ставим, прежде чем провести психологическое исследование.

Итак, давайте мы попытаемся выяснить про статистические гипотезы.

Статистические гипотезы – это предположения о том, что существуют закономерности в случайных величинах, полученные в результате проведенного психологического исследования [1; 24].

Обычно, закономерность любых случайных величин проявляется в массовом исследовании, которые когда-то были выявлены в различное время тремя математиками Муавром, Гауссом, Лапласом. Для того, чтобы понять, как из случайных величин можно вычислить закономерность, необходимо ответить на следующий вопрос: «Чаще всего бутерброд падает маслом вниз или маслом верх?» Если вы ответили, что чаще всего бутерброд падает маслом вниз или маслом верх, то вы будете не правы, ведь по закону случайных явлений бутерброд будет падать как маслом вниз, так и маслом верх и закономерность этого явления равняется ½ и эта закономерность не случайна, потому что у бутерброда всего 2 стороны. А если бы мы бросали кости, то закономерность выпадения 6 очков, по теории больших чисел, равняется ⅙. Поэтому, когда формулируются статистические гипотезы, то предполагается, что между двумя, тремя и т.д. случайными явлениями существуют достоверные связи или различия, хотя на самом деле их нет. Мы же пытаемся при помощи методов математической статистики все это доказать. Итак, именно в этом состоит своего рода противоречие, с одной стороны психология как наука утверждает, что каждый человек индивидуален, с другой стороны, мы между индивидуальностями пытаемся найти закономерности.

В любом случае, как уже было написано выше, формулирование статистических гипотез помогает, во-первых, систематизировать исследование, во-вторых, подобрать статистические методы для выявления различий или взаимосвязи, в-третьих, корректирует эмпирические гипотезы исследования. Поэтому иметь представление о статистических гипотезах, видах статистических гипотез, уметь формулировать статистические гипотезы для психолога, занимающегося исследовательской работы, имеет большое значение.

Виды статистических гипотез [1; 24]**:**

1) нулевые и альтернативные;

2) направленные и ненаправленные.

Нулевая гипотеза – это гипотеза об отсутствии различий или взаимосвязи. Нулевая гипотеза обозначается как Н0 и называется, как нулевая гипотеза в связи с тем, что в основе расчета получается число 0: Х1 – Х2 = 0, где Х1, Х2 – сопоставляемые значения признаков, полученные в результате проведенного исследования. При этом надо помнить, что сопоставляемых признаков может быть два и более, но, тем не менее, их разница дает все то же значение, а именно число 0.

Нулевая гипотеза – это гипотеза, которую мы пытаемся опровергнуть и доказать значимость различий или взаимосвязи. Нулевая гипотеза чаще всего называется основной, так как результаты, которые мы получили в эксперименте, являются случайными, и между ними нет никаких закономерностей.

Альтернативная гипотеза – это гипотеза, которая показывает значимость различий или корреляций между переменными. Альтернативная гипотеза обозначается как Н1 и это та гипотеза, которую мы хотим доказать. Альтернативная гипотеза формулируется терминами и понятиями экспериментальной гипотезы, поэтому в дальнейшем ее можно прописать в качестве основной гипотезы в научно-исследовательской работе. Альтернативной она называется, так как принимается автоматически в противовес основной гипотезе исследования.

Итак, классификация статистических гипотез, следующая, которые представлены в таблице 3.1 [1; 24]:

Таблица 3.1

Классификация статистических гипотез

Статистические гипотезы			
Направленные		Ненаправленные	
Нулевая	Альтернативная	Нулевая	Альтернативная

Направленные гипотезы – это те гипотезы, которые формулируются такими понятиями, как уровень одного признака превышает (не превышает) уровень другого признака.

Ненаправленные гипотезы формулируются такими понятиями, как уровень одного признака отличается (не отличается) от уровня другого признака.

Направленные и ненаправленные гипотезы бывают как нулевые, так и альтернативные.

Проверка статистических гипотез осуществляется при помощи методов математической статистики. Методы математической статистики бывают как критериальные методы, так и корреляционные методы.

Критериальные методы или по-другому статистические критерии – выявляют различия между уровнями исследуемого признака.

При этом мы четко должны представлять, что мы измеряем и как мы хотим измерить: мы просто хотим выявить различия или хотим показать, что один признак, количественно измеренный, выше или ниже другого признака. Например, мы измерили уровень ситуативной тревожности у студентов до и после сессии и прежде, чем провести исследование, мы предполагаем, что уровень ситуативной тревожности у студентов до сессии будет выше, чем после. Для того, чтобы подтвердить наше предположение мы применим критерий, который не просто будет выявлять различия между двумя исследуемыми признаками: до и после сессии, но и покажет, что один исследуемый признак находится выше, а другой – ниже. Благодаря правильно подобранному критерию мы может доказать нашу экспериментальную гипотезу, что является немаловажным при проведении исследования.

Корреляционные методы – выявляют взаимосвязь между исследуемыми признаками. Взаимосвязь необходимо выявить для того, чтобы объяснить, как влияет появление одного признака на появление другого или наоборот, появление одного признака способствует исчезновению или нивелированию другого признака. При этом, мы точно не можем сказать, влияет ли именно этот признак или они между собой взаимосвязаны именно таким образом. Например, с чем больше взаимосвязано проявление агрессивного поведения людей? Можно предположить, что агрессивное поведение человека взаимосвязано с социальной средой или наследственностью. При этом, точно нельзя сказать, какой из этих двух факторов имеет связь с агрессивным поведением человека. Для того, чтобы точно ответить на этот вопрос, необходимо провести исследование. Полученные результаты исследования нужно обработать при помощи методов математической статистики, который даст вероятностный ответ с уровнем значимости ($p \leq 0,05$ или $p \leq 0,01$), и ответить на вопрос: существует ли взаимосвязь между агрессивным поведением человека и наследственностью или социальной средой.

О статистических критериях и корреляционных методах будет написано немного ниже.

3.2. Статистические критерии

Различия в уровне исследуемого признака мы выявляем при помощи статистических критерий.

Статистические критерии – это методы математической статистики, выявляющие значимые различия, которые обеспечивают надежное поведение при принятии истинной и отклонении ложной гипотезы с высокой долей вероятности [5; 291].

Статистические критерии бывают двух видов: параметрические критерии, непараметрические критерии.

Параметрические критерии – это такие критерии, которые включают в формулу расчета средне выборочные значения и дисперсию, иногда, только средне выборочное значение. Параметрический критерий работает только в интервальной шкале, а значит, для него имеет большое значение распределение признака, то есть нормальное распределение признака. Мы знаем, что при нормальном распределении признака показатели асимметрии и эксцесса должны быть равны нулю. Методы математической статистики, которые работают только при нормальном распределении и для работы, с которыми необходимо вычислить средне выборочное значение и/или дисперсию, это критерий Стьюдента, однофакторный дисперсионный анализ, двухфакторный дисперсионный анализ и др.

В любом случае параметрические критерии достаточно сложны в расчетах и требуют немало затрат и вычислений. Об особенностях параметрических критериев будет изложено ниже.

Непараметрические критерии – это критерии, которые не включают в формулу расчета оперирование средними и дисперсионными значениями, а работают, в основном, с рангами и частотами [1; 27]. Непараметрические критерии работают в любой шкале и при этом не сложны в расчетах и эмпирические значения можно подсчитать достаточно быстро и вручную. Примерами непараметрических критериев являются: критерий Манна-Уитни, критерий Розенбаума, критерий Вилкоксона и т.д.

Итак, давайте выясним особенности, достоинства и недостатки параметрических и непараметрических критериев.

Параметрические критерии [1; 28]:

1) позволяют оценить различия в средних значениях, например, критерий Стьюдента;

2) позволяют оценить различия в дисперсиях, например, критерий Фишера;

3) позволяют оценить различия или тенденции изменения признака при переходе от одного условия к другому, но лишь при условии нормального распределения, например, однофакторный дисперсионный анализ;

4) позволяют оценить взаимодействие двух или более факторов и их влияние на изменение признака, например, двухфакторный дисперсионный анализ;

5) для применения параметрических критериев должны выполняться две иногда и три условия: значения признака должны быть измерены только в интервальной шкале, распределение признака должно быть нормальным и в некоторых случаях, обязательно должно соблюдаться правило равенства дисперсий;

6) расчеты достаточно сложны и трудоемки;

7) параметрические критерии более мощные, по сравнению с непараметрическими критериями.

Непараметрические критерии [1; 28]:

1) позволяют оценить лишь средние тенденции в измеряемом признаке, например, критерий Розенбаума, критерий Манна-Уитни;

2) позволяют оценить различия в диапазонах вариативности признака, например, критерий Фишера;

3) позволяют выявить тенденции изменения признака при переходе от одного условия к другому, например, критерий Пейджа и Джонкира;

4) непараметрические критерии могут работать в любой шкале;

5) математические расчеты достаточно просты и занимают мало времени, за исключением некоторых критериев, например, критерия Пирсона;

6) в некоторых ситуациях, если невозможно применить параметрический критерий, то непараметрические критерии являются более мощным и менее чувствительным.

Итак, из всего перечисленного выше можно отметить, что параметрические критерии очень удобно применять, если результативный признак измерен по интервальной шкале и нормально распределен. Интервальная шкала имеет свои ограничения, и эмпирические данные должны быть представлены в стандартизованных оценках. Помимо этого, «нормальность» распределения требует своих достаточно сложных расчетов, как мы помним, это расчеты на вычисления асимметрии и эксцесса. При нормальном распределении эти показатели должны быть равны нулю.

Если показатели асимметрии и эксцесса не равны нулю, то тогда придется обратиться к непараметрическим методам.

Непараметрические методы лишены всех тех ограничений, которые существуют в параметрических методах. При этом, непараметрические методы достаточно легки и не длительны в расчетах и работают во всех шкалах измерения.

В зависимости от тех или иных целей, к каждой психологической задаче можно подобрать свои методы математической статистики. Это может быть как параметрический, так и непараметрический методы, надо только помнить, подходит ли решение задачи к условиям математического метода, которые вы подобрали. Если подходят, то смело надо выбирать тот метод, который походит, вне зависимости от того – параметрический или непараметрический метод.

3.3. Корреляционные методы

Корреляционные методы – это методы математической статистики, которые выявляют взаимосвязь между двумя или более признаками.

Для того, чтобы понять, что такое корреляция, необходимо более подробно рассмотреть значение этого термина. Термин «корреляция» означает взаимную связь, но когда мы в психологии применяем данный термин, то имеется в виду не только корреляционная связь, но и корреляционная зависимость.

Корреляционная связь – это согласованное изменение двух или более признаков, когда изменяются более двух признаков, то это множественная корреляционная связь. Корреляционная связь показывает, что изменчивость оного признака находится в некоторой зависимости от изменчивости другого признака [1; 200, 3; 40, 6; 81].

Корреляционная зависимость показывает, что изменения одного признака способствуют появлению другого признака или наоборот.

При этом, не обязательно, если повышается один признак, то другой признак (признаки) тоже должны повышаться, или при понижении одного признака другой признак (признаки) понижаться. Может быть совершенно по-другому, появления одного признака, влечет исчезновению другого признака (признаков) или наоборот, исчезновение одного признака, способствует появления другого признака (признаков).

При этом сделать вывод, что один признак влияет на появления другого признака достаточно трудно, так как все-таки корреляция показывает на вариативность изменения двух или нескольких признаков, а может быть на изменение этих признаков, влияет другой фактор, который не рассматривается в исследовании. Поэтому, мы в психологии, очень осторожно пишем, о том, что между этими переменными существует взаимосвязь или корреляция, а что от чего зависит достаточно трудно определить.

Корреляционная связь и корреляционная зависимость чаще всего используются как синонимы [1, 3, 5, 7].

Хотя, если рассматривать эти термины в строгом соответствии с их обозначениями, то корреляционная связь показывает любые согласованные изменения, которые объясняются множеством причин; а корреляционная зависимость показывает влияние одного признака на другой, при этом мы не может ответить, какой признак на что влияет. Отсюда можно сделать следующий вывод, что корреляционные связи и зависимости нельзя рассматривать как причинно-следственные связи, это было бы слишком просто. Поэтому мы и применяем термины корреляционная связь или зависимость, так как мы можем констатировать тот факт, что эти признаки появляются вместе или изменяются вместе, а что на что влияет, или может быть, на них влияет какой-то неучтенный признак, это очень трудно определить.

Зависимость можно определить, когда мы проводим какое-то определенное контролируемое экспериментальное воздействие на испытуемых или так организовываем экспериментальное исследование, что мы имеем возможность точно определить или вычленить это экспериментальное воздействие. Воздействие, которое мы можем определить и количественно измерить, обычно в психологии рассматриваются как независимые переменные. А вот признаки, которые мы измеряем, и влияем на них при помощи независимых переменных, являются предметом нашего исследования, их можно назвать зависимыми переменными. Поэтому, согласованные изменения зависимых и независимых переменных рассматриваются как зависимости.

Только в этом случае можно предположить, что появление одного признака влияет на появление другого и как уже отмечалось выше, это должны быть строго контролируемые условия. Во многих ситуациях трудно определить, что в рассматриваемых случаях являются зависимой, а что – независимой переменной. Поэтому, психологи пользуются нейтральным термином «корреляционная связь».

Более подробно о корреляционной связи и видах корреляционной связи, мы рассмотрим немного позднее, а сейчас хотелось бы отметить, что методы математической статистики, изучающие корреляции, бывают, как непараметрические, так и параметрические. Непараметрические корреляционные связи работают практически в любой шкале, мы же с вами рассмотрим коэффициент ранговой корреляции Спирмена, которая работает в порядковой шкале. Параметрические корреляционные методы – это метод корреляции Пирсона, который включает в формулу расчета среднее значение и является достаточно сложным по вычислению.

Корреляционные связи различаются: по форме, направлению и силе.

Корреляционная связь по форме бывает прямолинейной или криволинейной. Прямолинейная корреляционная связь, когда видна прямая зависимость одной переменной от другой, например, между количеством повторений и запоминаний. Криволинейная связь – это, когда существует связь напрямую несвязанная между собой, например, между мотивацией и успешностью обучения.

По направлению, корреляционная связь может быть положительной или отрицательной. Положительная корреляционная связь называется прямой корреляционной связью, тогда как отрицательная – обратной корреляционной связью.

При положительной корреляционной связи высоким значениям одного признака, полученного в результате психологического исследования, соответствуют высокие значения другого признака и наоборот.

При отрицательной корреляционной связи более высоким признакам соответствуют более низкие признаки или более низким признакам соответствуют более высокие признаки.

При положительной корреляции коэффициент корреляции близок к значению +1 и имеет положительный знак, при отрицательной корреляции, коэффициент корреляции близок к значению – 1 и имеет отрицательный знак.

Если не существует корреляции, то значение корреляции равна или близка значению 0.

Значение корреляции меняется от +1 до – 1 включительно и при этом, если при расчете вы получили значение больше, чем +1 или меньше, чем – 1, значит, при расчете вы допустили грубую ошибку.

Следующей особенностью коэффициента корреляции является его сила.

Сила, степень или теснота коэффициента корреляции определяется по величине коэффициента корреляции, которая, как вы помните, меняется от +1 до – 1. Значит, максимальное абсолютное значение корреляции $r = 1$, а минимальное значение корреляции $r = 0$.

Классификация корреляционной связи по силе (таблица 3.2. и 3.3.) [1; 203 -:204]:

1) общая;

2) частная.

Таблица 3.2

Классификация общей корреляционной связи

Теснота или сила корреляции	Коэффициент корреляции
Сильная или тесная	r>0,70
Средняя	0.50<r<0,69
Умеренная	0,30<r<0,49
Слабая	0,20<r<0,29
Очень слабая	R<0,19

В таблице 3.2 показана теснота корреляционной связи, которая существует в общем, как мера корреляции, имеющая место в статистике, ориентирована только на величину коэффициента корреляции [8].

Таблица 3.3

Частная классификация корреляционной связи

Теснота или сила корреляции	Уровень значимости
Высокая значимая корреляция	p≤0,01
Значимая корреляция	p≤0,05
Тенденция достоверной связи	p≤0,10
Незначимая корреляция	не достигает уровня значимости

Таблица 3.3 определяет уровень значимости, которая принята в психологии [8].

Все эти меры связи необходимо учитывать, когда при проведении психологического исследования, экспериментатор получает количественные показатели и ему необходимо выявить достоверность корреляции между переменными.

При подсчете коэффициента корреляции исследователи обычно ориентируются именно на эту таблицу (таблица 3.3). При этом необходимо учитывать следующие особенности:

1) чем больше объем выборки, тем меньше величина коэффициента корреляции и этого вполне достаточно для того, чтобы уровень значимости оказался достоверным;

2) чем меньше объем выборки, тем должна быть больше величина коэффициента корреляции для того, чтобы уровень значимости оказался достоверным или этого иногда бывает недостаточно.

Отсюда можно сделать следующий вывод: для подтверждения корреляции между двумя переменными, необходимо увеличить объем выборки, тогда даже слабая корреляция окажется вполне достоверной. Данная закономерность опирается на законы теории вероятности, существующие в математике.

При этом необходимо знать, что сильная корреляция – эта корреляция с коэффициентом r>0,70, а не корреляция с высоким уровнем значимости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.

2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.

3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.

4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.

5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.

6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.

7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.

8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.

9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.

10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html

11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.

12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.

13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.

14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.

15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.

17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 4. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ГИПОТЕЗ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

4.1. Уровни статистической значимости
4.2. Мощность критериев
4.3. Классификация задач и методов их решения
4.4. Принятие решения о выборе метода математической статистики

4.1. Уровни статистической значимости

В математических методах в психологии существует следующий термин, который обозначается, как уровень значимости.

Уровень значимости – это вероятность того, что различия или взаимосвязь, которые мы исследуем, не случайны, а закономерны, хотя на самом деле они случайны [1; 29].

Вот такой парадокс!

Изучая личностные особенности или человека как личность, должны понимать, что нет двух абсолютно одинаковых людей, даже среди гомозиготных близнецов, каждый человек индивидуален, а мы пытаемся между индивидуальностями найти закономерности. В этом и состоит вся сложность науки психологии.

В психологии, уровень значимости бывает двух видов [1; 29]:

1) 5% уровень значимости;

2) 1% уровень значимости.

5% уровень значимости обозначается как $p \leq 0{,}05$, имеется в виду, что когда мы проводим психологическое исследование и получаем эмпирические данные, в результате применение методов математической статистики, то 5%, скорее всего мы ошибаемся и 95% мы правы.

1% уровень значимости обозначается как $p \leq 0{,}01$, который показывает вероятность того, что мы получили недостоверные результаты, составляющий 1% и 99%, скорее всего, результаты достоверны.

Итак, когда мы получаем уровень достоверности $p \leq 0{,}05$ или $p \leq 0{,}01$, это вероятность того, что нулевая гипотеза отклоняется, а подтверждается альтернативная гипотеза, хотя на самом деле, нулевая гипотеза – верна. По-другому, мы пытаемся получить закономерность, хотя этой закономерности нет. Это называется ошибкой 1-го рода.

Ошибка 1-го рода – эта ошибка, показывающая, что мы отклонили нулевую гипотезу, хотя она верна.

Вероятность ошибки 1-го рода обозначается как α, то есть мы должны были бы писать не $p \leq 0{,}05$ или $p \leq 0{,}01$, а $\alpha \leq 0{,}05$ или $\alpha \leq 0{,}01$, в некоторых книгах по математической статистике так и обозначается [1, 9].

Вероятность ошибки α означает, что правильное решение это: $1 - \alpha$ и чем меньше α, тем больше вероятность правильного решения.

В психологии принято считать следующие уровни психологической значимости:

1) 5% уровень значимости, который обозначается ($p \leq 0,05$) и в научной работе прописывается обязательно в скобках, считается низшим уровнем и достаточным для того, чтобы выявить достоверность различий или взаимосвязи;

2) 1% уровень значимости ($p \leq 0,01$) по сравнению с 5% уровнем значимости считается более достоверным;

3) 0,1% уровень значимости ($p \leq 0,001$) считается высшим уровнем, но не во всех таблицах приводится данная значимость;

4) для некоторых методов математической статистики указан более точный уровень значимости, например для критерия Колмогорова-Смирнова, Фишера и др.

Статистическая значимость, необходима для того, чтобы выявить достоверность различий или взаимосвязи, как минимум на 5% ($p \leq 0,05$) уровне.

Итак, благодаря методам математической статистики мы можем подтвердить или опровергнуть статистические гипотезы, для этого необходимо запомнить некоторые правила отклонения гипотезы Н0 и приятия гипотезы Н1.

Если при расчете мы получили эмпирический результат равный или больше критического значения на 5% ($p \leq 0,05$) уровне значимости, то мы можем сказать, что различия или взаимосвязь между признаками существует и они достоверны. Значит, мы принимает гипотезу Н1 и отклоняем Н0.

Если эмпирическое значение на 1% ($p \leq 0,01$) уровня значимости равно или больше критическому значению, принимается гипотеза Н1 и отклоняется Н0.

Исключения составляют лишь некоторые методы математической статистики: критерий знаков G, критерий Т. Вилкоксона, критерий U Манна-Уитни, для них установлены обратные соотношения, а именно эмпирическое значение должно быть равно или меньше критическому значению. Только при таком условии у них принимается гипотеза Н1 и отклоняется гипотеза Н0.

Следовательно, можно считать достоверными те различия или взаимосвязи, которые подтверждаются при 5% (($p \leq 0,05$) уровне значимости. Если подтверждаются при 1% ($p \leq 0,01$) уровне значимости, то вероятность ошибки еще меньше, а вероятность того, что мы правы увеличивается.

Если подтвердилась гипотеза Н0, то это подтверждение абсолютное, а если подтвердилась гипотеза Н1, то это подтверждение относительное.

4.2. Мощность критериев

Следующим немаловажным фактором в математических методах психологии, считается мощность критерия [1; 23].

Мощность критерия – это способность выявлять различия, если они есть, или то, что мы принимаем альтернативную гипотезу и отклоняем нулевую гипотезу, с большей долей вероятности.

Из этого определения мы приходим к следующему выводу, называющейся ошибкой II рода.

Ошибка II рода, состоит в том, мы принимаем альтернативную гипотезу и опровергаем нулевую гипотезу, в то время как она неверна.

Вероятность ошибка II рода обозначается, как β и мощность критерия вычисляется при помощи следующей формулы: Мощность = $\beta - 1$. В данном случае благодаря мощности мы стараемся не допустить ошибку II рода, то есть, если мы переформулируем про мощность критерия, то мощность – это способность критерия не допускать ошибки II рода.

Мощность критерия можно проверить только при помощи эмпирики. И важно знать, что одни и те же задачи можно решать при помощи разных методов математической статистики. Некоторые методы более мощные и способны выявлять различия или взаимосвязь, тогда как другие не могут или неспособны это сделать. Естественно, если существуют более мощные критерии или корреляционные методы, то, казалось бы, более разумным, другие методы математической статистики не использовать. Для использования других методов математической статистики, существуют следующие объяснения:

1) простота использования методов математической статистики в психологии;

2) более широкий диапазон использования, например сравнение 3- и более выборок;

3) применение полученных результатов не только в номинативной шкале, а в других шкалах;

4) применение методов математической статистики, которые сравнивают неравные объемы выборки;

5) некоторые методы дают большую информативность, по сравнению с более мощными критериями.

4.3. Классификация задач и методов их решения

Этот пункт необходим для того, чтобы любой, кто только начал заниматься методами математической статистики в психологии, мог прочитать и понять какой критерий нужно применить в данном конкретном случае, а какой метод, может быть, вообще не подходит.

Поэтому мы должны с вами решить несколько задач:

первое – что мы проверяем в качестве гипотезы нашего исследования;

второе, какие данные мы сравниваем и какова численность сравниваемых признаков;

третье – сопоставляем ли мы результаты «до» и «после» проведенного психологического воздействия или сравниваем ли мы два и более результативные признаки;

четвертое – измеряем ли воздействие контролируемых переменных на неконтролируемые переменные и т.д.

Как видно, постановка задач достаточно разнообразна и велика, неискушенному, а иногда даже более опытному исследователю очень легко запутаться, поэтому лучше всего систематизировать все методы математической статистики.

Для этого лучше всего воспользоваться классификацией задач и методов решения, которая уже существует в психологии [1; 33].

Классификация задач и методов их решения при помощи методов математической статистики была дополнена параметрическими методами, работающими в шкале равных интервалов, (например, критерий Стьюдента, коэффициент линейной корреляции Пирсона), а основа осталась та же (таблица 4.1). Данные методы были добавлены исходя из интересов исследователей так как эти методы наиболее чаще всего используются в расчетах, для сравнения количественных показателей и написания качественного анализа.

Таблица 4.1

Классификация задач и методов их решения

Задачи	Условия	Методы математической статистики
1. Выявление различий в уровне исследуемого признака	2 выборки испытуемых	Критерий Манна-Уитни Критерий Стьюдента
	3 и более выборок испытуемых	Критерий Крускалла-Уоллиса
2. Оценка сдвига значений исследуемого признака	2 замера на одной и той же выборке испытуемых	Критерий знаков Критерий Вилкоксона Критерий Фридмана Критерий Пейджа Критерий Фишера (углового преобразования Фишера)
	3 и более замеров на одной и той же выборке испытуемых	Критерий Фридмана Критерий тенденций Пейджа
3. Выявление различий в распределениях признака	При сопоставлении эмпирического распределения с теоретическим распределением	Критерий Пирсона
	При сопоставлении двух эмпирических распределений	Критерий Пирсона

Продолжение таблицы 4.1

4. Выявление степени согласованности изменений	Двух признаков	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена Коэффициент корреляции Пирсона
	Двух иерархий или признаков	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена Коэффициент корреляции Пирсона
5. Анализ изменений признака под влиянием контролируемых условий	Под влиянием одного фактора	Однофакторный дисперсионный анализ Фишера
6. Исследование документов	Продукты человеческой деятельности	Статистическая обработка данных контент-анализа

В таблице 4.1, в основном, даны непараметрические методы, так как они более легки и удобны в расчетах. Тем не менее, были включены параметрические методы, такие как критерий Стьюдента, однофакторный дисперсионный анализ и для выявления взаимосвязи коэффициент линейной корреляции Пирсона, которые являются более мощными и точными.

4.4. Принятие решения о выборе метода математической статистики

Обычно, на этапе планирования решения, исследователь уже обдумывает, какие методы математической статистики он может применить. Выбор статистической обработки эмпирических данных связан, прежде всего, с целью и гипотезой исследования, поэтому лучше заранее продумать какой метод математической статистики подходит для решения конкретной задачи. Все эти вопросы необходимо решить, в связи с тем, что необходимо ответить на вопрос: какую выборку испытуемых нужно формировать, для подтверждения вашего предположения, какие методики можно применить, чтобы решить поставленные задачи исследования и т.д. Для решения всех этих вопросов предполагается следующие алгоритмы [1; 35]:

- алгоритм 1. Принятие решения о выборе методов математической статистики на стадии планирования исследования;

- алгоритм 2. Принятие решения о выборе методов математической статистики на стадии¸ когда уже эмпирические данные уже получены.

Сейчас, мы подробнее рассмотрим оба алгоритма.

Алгоритм 1. Принятие решения о выборе методов математической статистики на стадии планирования исследования:

1) нужно четко сформулировать гипотезу исследования для того, чтобы понять, что необходимо проверить, например, различия между двумя признаками, оценку сдвига признака на одной и той же выборке испытуемых или что-то другое;

2) нужно внимательно прочитать описание метода математической статистики: ограничения, преимущества и решить подходит ли этот метод для проверки вашей гипотезы;

3) после того, как вы познакомились с описанием метода, необходимо решить какую выборку и в каком количестве вам нужно сформировать, может быть обратить внимание на возрастной состав или какой-то иной фактор;

4) затем, необходимо провести исследование, полученные эмпирические данные обработать по заранее выбранному методу, соблюдая все ограничения этого метода;

5) если все-таки ограничения соблюсти не удалось, то необходимо обратиться к алгоритму 2, который будет приведен ниже.

Алгоритм 2. Принятие решения о выборе методов математической статистики на стадии¸ когда уже эмпирические данные уже получены:

1) если эмпирические данные уже получены, то опираясь на таблицу 4.1, первый столбец, необходимо определить, какая задача стоит перед вами в вашем исследовании;

2) следующий шаг, по таблице 4.1 второго столбца, определить условия вашей задачи, например, какова выборка испытуемых, какое количество групп вы исследуете и т.д.;

3) только после этого в таблице 4.1 в третьем столбце, вы увидите при помощи какого метода математической статистики, вы можете решить задачу;

4) необходимо обратиться к соответствующей теме (разделу) и определить при помощи какого метода или критерия вы можете решить поставленную перед вами задачу.

В описании каждого метода математической обработки результатов исследования мы попытались сохранить следующие последовательности изложения:

- назначения метода;
- описание метода;
- статистические гипотезы, которые данный метод позволяет проверить;
- ограничения метода;
- задачи для самоконтроля (решенные задачи);
- задачи для самостоятельного решения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.

2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.

3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.

4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.

5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.

6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.

7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.

8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.

9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.

10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html

11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.

12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.

13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.

14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.

15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.

17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 5. ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗЛИЧИЙ В УРОВНЕ ИССЛЕДУЕМОГО ПРИЗНАКА (НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ): КРИТЕРИЙ МАННА-УИТНИ, КРУСКАЛА-УОЛЛИСА

5.1. Обоснование задачи

Психологические задачи, которые могут стоять перед исследователем бывают разных типов, среди них могут быть задачи на выявления различий между двумя или более выборками испытуемых или между двумя или более сравниваемыми признаками. Например, задача на выявление уровня ситуативной тревожности между женщинами, ожидающими ребенка и женщинами, не ожидающими ребенка, это сравнение между двумя выборками испытуемых. Иногда выборок испытуемых бывает больше, чем два или три, например, сравнение различий в детско-родительском поведении между различными этносами (национальностями), и такие кросс культурные исследования достаточно часто проводятся и, в последнее время, особенно популярны.

При выявлении различий между двумя или более выборками испытуемых, исследователь работает с так называемым «групповым профилем» или «усредненным портретом» группы. Выявление «группового профиля» необходимо для проверки гипотезы исследования, который выдвигает экспериментатор, но как уже становится понятно, «групповой профиль» не отражает индивидуальных особенностей человека. Выявление «усредненного портрета» или выражаясь языком математической статистики «средне выборочного значения», необходимо для сравнения индивидуального признака каждого испытуемого со средне групповым значением. В процессе сравнения мы показываем, насколько индивидуальные значения каждого испытуемого, отстоят или отличаются от средне группового значения. Другими словами, нам это помогает в интерпретации полученных результатов исследования, но ни в коем мере не отражают индивидуальные особенности личности.

В любом случае, при помощи методов математической статистики, мы пытаемся выявить какие-то закономерности, тенденции, тогда как их на самом деле может не быть. Такую вероятность мы не должны исключать и нам в этом помогает постановка и проверка гипотезы, которые мы ставим в начале проведения исследования. В любом случае, необходимо помнить, что выявление закономерностей является относительным и в любой момент может быть опровергнутым.

Следующими особенностями данных критериев является то, что они применяются для несвязанных выборок, то есть для независимых выборок испытуемых. Это должны быть две или более выборки, состоящие из разных выборок испытуемых, и один и тот же испытуемый не может входить в две или более выборки.

Итак, давайте определимся, когда мы можем применять метод математической статистики, связанный с выявлением различий в уровне исследуемого признака:

1) если мы сравниваем различия в двух независимых или несвязанных выборках испытуемых, то мы применяем критерий Манна-Уитни;

2) если мы сравниваем различия в трех и более выборках испытуемых и эти выборки независимые, то мы применяем критерий Крускала-Уоллиса;

3) надо помнить, что эти критерии непараметрические и имеют свои ограничения.

5.2. Критерий Манна-Уитни

Назначения критерия [1; 49]**:**

- критерий предназначен для оценки различий между двумя выборками испытуемых по уровню какого-либо признака, полученного в результате проведенного исследования, количественно измеренного;

- критерий позволяет выявлять различия между двумя выборками испытуемых, даже если в обеих выборках малое количество испытуемых или малое количество наблюдаемых значений, при этом нижние границы испытуемых или наблюдаемых признаков могут быть следующие: n_1, $n_2 \geq 3$ или $n_1=2$, $n_2=5$;

- критерий Манна-Уитни является достаточно мощным, по сравнения с другими непараметрическими критериями, которые сравнивают оценки различия между двумя выборками испытуемых;

- критерий работает в порядковой шкале, а это значит, что все количественные показатели, должны быть ранжированы по возрастанию, для этого существуют правила, которые мы обговорим немного ниже.

Описания критерия:

1) существуют несколько способов описания критерия и несколько вариантов таблиц критических значений, но мы будем придерживаться варианта, который дан в книге Е.В. Сидоренко [1; 49];

2) благодаря критерию Манна-Уитни, мы определяем, насколько мала область перекрещивающихся значений между двумя выборками испытуемых или между двумя сравниваемыми рядами;

3) при этом мы должны помнить, что первым рядом называются те значения, в которых значения, по предварительной оценке, выше, а вторым рядом, те значения, оценка, которых ниже.

4) при подсчете критерия мы должны знать, что чем меньше область перекрещивающихся значений, тем более вероятно, что различия достоверны;

5) эмпирическое значения критерия Манна-Уитни показывает то, насколько велика зона совпадений;

6) чем меньше $U_{эмп}$, тем более вероятнее, что различия достоверны.

Гипотезы:

H0: Уровень признака в выборке 2 не ниже уровня признака в выборке 1.

H_1: Уровень признака в выборке 2 ниже уровня признака в выборке 1.

Ограничения критерия:

1) в каждой выборке должно быть не менее 3 наблюдений (количество испытуемых) n_1, $n_2 \geq 3$; при этом допускается, что если в одной выборке $n_1=2$ наблюдения (количество испытуемых), то во второй выборке должно быть как минимум $n_2=5$ наблюдений (количество испытуемых);

2) максимальное количество наблюдений (испытуемых) в каждой выборке должно быть 60, то есть n_1, $n_2 \leq 60$, но уже при n_1, $n_2 \geq 20$ ранжирование становится достаточно трудоемким процессом, если вы ранжируете вручную;

3) если количество ранжируемых значений больше 20, то есть n_1, $n_2 \geq 20$, то лучше применить другой критерий.

Правила ранжирования:

1. Все числовые ряды выборки 1 и выборки 2 сложить вместе и ранжировать как, если бы это была бы одна большая выборка испытуемых.

2. Эмпирические значения, необходимо упорядочить от наименьшего к наибольшему значению или в порядке возрастания.

3. Наименьшему значению начисляется ранг 1. Наибольшему значению начисляется ранг, соответствующий количеству ранжируемых значений.

4. В случае, если два или несколько значений равны, то им начисляется одинаковый ранг, например, 1,2; 2,3; 3,7; 3,7; 6,2; 9,3.

Видно, что в данном примере, количество одинаковых значений два, это: 3, 7.

Им нужно присвоить одинаковый ранг. Одинаковые ранги присваиваются по порядку, от наименьшего значения к наибольшему. Соответственно, данный числовой ряд имел бы следующий ранг: 1, 2, 3, 4, 5, 6, так как эмпирических значений ровно 6.

В этом числовом ряде два одинаковых значений, они идут соответственно под рангами 3 и 4. Им должны присвоить одинаковый ранг.

Это делается следующим образом: (3+4)/2=3,5.

Этим числам присваивается ранг 3,5.

Они делятся на два, так как одинаковых значений два. А если бы одинаковых значений было бы три, то нужно было бы поделить на три.

Например, 1,2; 2,3; 3,7; 3,7; 3,7; 6,2; 9,3.

Мы видим, что одинаковых значений три, если идти по порядку, то были бы следующие ранги: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Видно, что одинаковых значений три, которые идет под рангами 3, 4, 5.

Для присвоения одинакового ранга нужно сложить их и разделить на три: (3+4+5)/3=4.

Таким образом, одинаковым числам присваивается один и тот же ранг 4.

5. Если эмпирические значения правильно ранжированы, то общая сумма рангов должна совпадать с расчетной, которая определяется по формуле:

$$\sum(R_i) = \frac{N \cdot (N+1)}{2}$$

R – общая сумма рангов;

N – общее количество ранжируемых значений (наблюдений).

6. Несовпадение реальной и расчетной сумм рангов показывает то, что мы где-то допустили ошибку, а значит эту ошибку необходимо устранить для того, чтобы в дальнейшем работать с U критерием Манна-Уитни.

Формула U критерия Манна-Уитни:

$$U = (n_1 \cdot n_2) + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x$$

n_1, – количество испытуемых в выборке 1;

n_2 – количество испытуемых в выборке 2;

T_x – большая из двух ранговых сумм;

n_x – количество испытуемых в группе с большей суммой рангов.

Подсчет U критерия Манна-Уитни:

1) количественные значения, полученные в результате исследования, необходимо ранжировать по правилам ранжирования;

2) затем взять количество испытуемых той группы, в которой сумма рангов наибольшая и поставить в формулу, где написаны буквенные значения n_x и в T_x – поставить наибольшую сумму рангов;

3) вместо n_1, n_2 поставить количество испытуемых выборки 1 и количество испытуемых выборки 2 и вычислить, все полученные значения подставить в формулу:

$$U = (n_1 \cdot n_2) + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x$$

n_1, – количество испытуемых в выборке 1;

n_2 – количество испытуемых в выборке 2;

T_x – большая из двух ранговых сумм;

n_x – количество испытуемых в группе с большей суммой рангов;

4) полученное значение будет эмпирическим значением, который мы обозначим как Uэмп. Затем, мы сравниваем эмпирическое значение с критическим значением по таблице критических значений критерия Манна-Уитни (таблица 5.1);

5) если Uэмп.> Uкр. на уровне значимости $p \leq 0{,}05$, то мы подтверждаем гипотезу H0. Если Uэмп≤Uкр на уровне значимости $p \leq 0{,}05$, то у нас подтверждается гипотеза H1. Значит, оценка различий между двумя измеренными существуют, и они достоверны;

6) чем меньше значение Uэмп, тем достоверность различий выше и наоборот: если эмпирическое значение Uэмп больше, то различия не существенны;

7) таблица критических значений дается в конце каждого пункта для удобства работы с ними.

Итак, критерий Манна-Уитни выявляет различия между двумя выборками в зоне перекрещивающихся значений и чем меньше эта зона перекрещивающихся значений, тем больше вероятность того, что различия между ними достоверны.

Особенность этого метода состоит в том, что самая главная трудность, это ранжирование. Правила ранжирования, одинаковы для всех методов математической статистики, работающих в порядковой шкале. Конечно, существуют свои специфические особенности каждого метода, но они прописаны в каждом отдельном случае.

Если, выбрали данный метод, а именно U – критерий Манна-Уитни, то можно отметить, что это хорошо работающий, непараметрический метод, достаточно мощный и выявляющий различия между двумя выборками испытуемых. Главное, надо помнить ограничения, существующий в данном критерии.

Таблица 5.1

Критические значения критерия Манна-Уитни для уровней статистической значимости p≤0,05; p≤0,01

n_1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
n_2									ρ=0,05										
3	-	0																	
4	-	0	1																
5	0	1	2	4															
6	0	2	3	5	7														
7	0	2	4	6	8	11													
8	1	3	5	8	10	13	15												
9	1	4	6	9	12	15	18	21											
10	1	4	7	11	14	17	20	24	27										
11	1	5	8	12	16	19	23	27	31	34									
12	2	5	9	13	17	21	26	30	34	38	42								
13	2	6	10	15	19	24	28	33	37	42	47	51							
14	3	7	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61						
15	3	7	12	18	23	28	33	39	44	50	55	61	66	72					
16	3	8	14	19	25	30	36	42	48	54	60	65	71	77	83				
17	3	9	15	20	26	33	39	45	51	57	64	70	77	83	89	96			
18	4	9	16	22	28	35	41	48	55	61	68	75	82	88	95	102	109		
19	4	10	17	23	30	37	44	51	58	65	72	80	87	94	101	109	116	123	
20	4	11	18	25	32	39	47	54	62	69	77	84	92	100	107	115	123	130	138
									ρ=0,01										
5	-	-	0	1															
6	-	-	1	2	3														
7	-	0	1	3	4	6													
8	-	0	2	4	6	7	9												
9	-	1	3	5	7	9	11	14											
10	-	1	3	6	8	11	13	16	19										
11	-	1	4	7	9	12	15	18	22	25									
12	-	2	5	8	11	14	17	21	24	28	31								
13	0	2	5	9	12	16	20	23	27	31	35	39							
14	0	2	6	10	13	17	22	26	30	34	38	43	47						
15	0	3	7	11	15	19	24	28	33	37	42	47	51	56					
16	0	3	7	12	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66				
17	0	4	8	13	18	23	28	33	38	44	49	55	60	66	71	77			
18	0	4	9	14	19	24	30	36	41	47	53	59	65	70	76	82	88		
19	1	4	9	15	20	26	32	38	44	50	56	63	69	75	82	88	94	101	
20	1	5	10	16	22	28	34	40	47	53	60	67	73	80	87	93	100	107	114

Продолжение таблицы 5.1

n_1	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
n_2	p=0,05																	
21	19	26	34	41	49	57	65	73	81	89	97	105	113	121	130	138	146	154
22	20	28	36	44	52	60	69	77	85	94	102	111	119	128	136	145	154	162
23	21	29	37	46	55	63	72	81	90	99	107	116	125	134	143	152	161	170
24	22	31	39	48	57	66	75	85	94	103	113	122	131	141	150	160	169	179
25	23	32	41	50	60	69	79	89	98	108	118	128	137	147	157	167	177	187
26	24	33	43	53	62	72	82	93	103	113	123	133	143	154	164	174	185	195
27	25	35	45	55	65	75	86	96	107	118	128	139	150	160	171	182	193	203
28	26	36	47	57	68	79	89	100	111	122	133	144	156	167	178	189	200	212
29	27	38	48	59	70	82	93	104	116	127	139	150	162	173	185	196	208	220
30	28	39	50	62	73	85	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228
31	29	41	52	64	76	88	100	112	124	137	149	161	174	186	199	211	224	236
32	30	42	54	66	78	91	103	116	129	141	154	167	180	193	206	219	232	245
33	31	43	56	68	81	94	107	120	133	146	159	173	186	199	213	226	239	253
34	32	45	58	71	84	97	110	124	137	151	164	178	192	206	219	233	247	261
35	33	46	59	73	86	100	114	128	142	156	170	184	198	212	226	241	255	269
36	35	48	61	75	89	103	117	132	146	160	175	189	204	219	233	248	263	278
37	36	49	63	77	92	106	121	135	150	165	180	195	210	225	240	255	271	286
38	37	51	65	79	94	109	124	139	155	170	185	201	216	232	247	263	278	294
39	38	52	67	82	97	112	128	143	159	175	190	206	222	238	254	270	286	302
40	39	53	69	84	100	115	131	147	163	179	196	212	228	245	261	278	294	311
	p=0,01																	
21	10	16	22	29	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	113	120	127
22	10	17	23	30	37	45	52	59	66	74	81	89	96	104	111	119	127	134
23	11	18	25	32	39	47	55	62	70	78	86	94	102	109	117	125	133	141
24	12	19	26	34	42	49	57	66	74	82	90	98	107	115	123	132	140	149
25	12	20	27	35	44	52	60	69	77	86	95	103	112	121	130	138	147	156
26	13	21	29	37	46	54	63	72	81	90	99	108	117	126	136	145	154	163
27	14	22	30	39	48	57	66	75	85	94	103	113	122	132	142	151	161	171
28	14	23	32	41	50	59	69	78	88	98	108	118	128	138	148	158	168	178
29	15	24	33	42	52	62	72	82	92	102	112	123	133	143	154	164	175	185
30	15	25	34	44	54	64	75	85	95	106	117	127	138	149	160	171	182	192
31	16	26	36	46	56	67	77	88	99	110	121	132	143	155	166	177	188	200
32	17	27	37	47	58	69	80	91	103	114	126	137	149	160	172	184	195	207
33	17	28	38	49	60	72	83	95	106	118	130	142	154	166	178	190	202	214
34	18	29	40	51	62	74	86	98	110	122	134	147	159	172	184	197	209	222
35	19	30	41	53	64	77	89	101	114	126	139	152	164	177	190	203	216	229
36	19	31	42	54	67	79	92	104	117	130	143	156	170	183	196	210	223	236
37	20	32	44	56	69	81	95	108	121	134	148	161	175	189	202	216	230	244
38	21	33	45	58	71	84	97	111	125	138	152	166	180	194	208	223	237	251
39	21	34	46	59	73	86	100	114	128	142	157	171	185	200	214	229	244	258
40	22	35	48	61	75	89	103	117	132	146	161	176	191	206	221	236	251	266

Продолжение таблицы 5.1

n_1	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
n_2									$p=0.05$										
21																			
22	171																		
23	180	189																	
24	188	198	207																
25	197	207	217	227															
26	206	216	226	237	247														
27	214	225	236	247	258	268													
28	223	234	245	257	268	279	291												
29	232	243	255	267	278	290	302	314											
30	240	252	265	277	289	301	313	326	338										
31	249	261	274	287	299	312	325	337	350	363									
32	258	271	284	297	310	323	336	349	362	375	389								
33	266	280	293	307	320	334	347	361	374	388	402	415							
34	275	289	303	317	331	345	359	373	387	401	415	429	443						
35	284	298	312	327	341	356	370	385	399	413	428	442	457	471					
36	292	307	322	337	352	367	381	396	411	426	441	456	471	486	501				
37	301	316	332	347	362	378	393	408	424	439	454	470	485	501	516	531			
38	310	325	341	357	373	388	404	420	436	452	467	483	499	515	531	547	563		
39	318	335	351	367	383	399	416	432	448	464	481	497	513	530	546	562	579	595	
40	327	344	360	377	394	410	427	444	460	477	494	511	527	544	561	578	594	611	628
									$p=0.01$										
21																			
22	142																		
23	150	158																	
24	154	166	174																
25	165	174	183	192															
26	173	182	191	201	210														
27	180	190	200	209	219	229													
28	188	198	208	218	229	239	249												
29	196	206	217	227	238	249	259	270											
30	203	214	225	236	247	258	270	281	292										
31	211	223	234	245	257	268	280	291	303	314									
32	219	231	242	254	266	278	290	302	314	326	338								
33	227	239	251	263	276	288	300	313	325	337	350	362							
34	234	247	260	272	285	298	311	323	336	349	362	375	387						
35	242	255	268	281	294	308	321	334	347	360	374	387	400	413					
36	250	263	277	290	304	318	331	345	358	372	386	399	413	427	440				
37	258	271	285	299	313	327	341	355	370	384	398	412	426	440	454	468			
38	265	280	294	308	323	337	352	366	381	395	410	424	439	453	468	482	497		
39	273	288	303	317	332	347	362	377	392	407	422	437	452	467	482	497	512	527	
40	281	296	311	326	342	357	372	388	403	418	434	449	465	480	495	511	526	542	557

Продолжение таблицы 5.1

n_1	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
n_2	$p=0{,}05$																	
41	40	55	70	86	102	118	135	151	168	184	201	218	234	251	268	285	302	319
42	41	56	72	88	105	121	138	155	172	189	206	223	240	258	275	292	310	327
43	42	58	74	91	107	124	142	159	176	194	211	229	247	264	282	300	318	335
44	43	59	76	93	110	128	145	163	181	199	216	235	253	271	289	307	325	344
45	44	61	78	95	113	131	149	167	185	203	222	240	259	277	296	315	333	352
46	45	62	80	97	115	134	152	171	189	208	227	246	265	284	303	322	341	360
47	46	64	81	100	118	137	156	175	194	213	232	251	271	290	310	329	349	369
48	47	65	83	102	121	140	159	178	198	218	237	257	277	297	317	337	357	377
49	48	66	85	104	123	143	163	182	202	222	243	263	283	303	324	344	365	385
50	49	68	87	106	126	146	166	186	207	227	248	268	289	310	331	352	372	393
51	50	69	89	109	129	149	170	190	211	232	253	274	295	316	338	359	380	402
52	51	71	91	111	131	152	173	194	215	237	258	280	301	323	345	366	388	410
53	52	72	92	113	134	155	177	198	220	241	263	285	307	329	352	374	396	418
54	53	74	94	115	137	158	180	202	224	246	269	291	313	336	359	381	404	427
55	54	75	96	118	139	161	184	206	228	251	274	297	319	342	365	389	412	435
56	55	76	98	120	142	164	187	210	233	256	279	302	326	349	372	396	420	443
57	57	78	100	122	145	167	191	214	237	261	284	308	332	355	379	403	427	451
58	58	79	102	124	147	171	194	218	241	265	289	314	338	362	386	411	435	460
59	59	81	103	127	150	174	198	222	246	270	295	319	344	369	393	418	443	468
60	60	82	105	129	153	177	201	225	250	275	300	325	350	375	400	426	451	476
$p=0{,}01$																		
41	23	36	49	63	77	91	106	121	136	151	166	181	196	211	227	242	258	273
42	23	37	50	65	79	94	109	124	139	155	170	186	201	217	233	249	265	280
43	24	38	52	66	81	96	112	127	143	159	175	190	207	223	239	255	271	288
44	25	39	53	68	83	99	115	130	146	163	179	195	212	228	245	262	278	295
45	25	40	54	70	85	101	117	134	150	167	183	200	217	234	251	268	285	303
46	26	41	56	71	87	104	120	137	154	171	188	205	222	240	257	275	292	310
47	27	42	57	73	90	106	123	140	157	175	192	210	228	245	263	281	299	317
48	27	43	58	75	92	109	126	143	161	179	197	215	233	251	269	288	306	325
49	28	44	60	77	94	111	129	147	165	183	201	220	238	257	276	294	313	332
50	29	45	61	78	96	114	132	150	168	187	206	225	244	263	282	301	320	339
51	29	46	63	80	98	116	135	153	172	191	210	229	249	268	288	307	327	347
52	30	47	64	82	100	119	137	157	176	195	215	234	254	274	294	314	334	354
53	31	48	65	83	102	121	140	160	179	199	219	239	259	280	300	320	341	361
54	31	49	67	85	104	114	143	163	183	203	224	244	265	285	306	327	348	369
55	32	50	68	87	106	126	146	166	187	207	228	249	270	291	312	333	355	376
56	33	51	69	89	108	129	149	177	190	211	233	254	275	297	318	340	362	384
57	33	52	71	90	111	131	152	173	194	215	237	259	281	302	324	347	369	391
58	34	53	72	92	113	133	155	176	198	220	242	264	286	308	331	353	376	398
59	34	54	73	94	115	136	158	179	201	224	246	268	291	314	337	360	383	406
60	35	55	75	96	117	138	160	183	205	228	250	273	296	320	343	366	390	413

5.3. Н - критерий Крускала-Уоллиса

Назначение критерия [1; 56]

Критерий предназначен для оценки различий между тремя и более выборками испытуемых по какому-либо признаку, при этом вычисления между ними можно делать одновременно.

Критерий позволяет исследовать уровень изменчивости признака при переходе от одной группы к другой группе, но не указывает, возросло ли значение признака или понизилось.

Описание критерия

Критерий Крускалла-Уоллиса является непараметрическим критерием, работающим в порядковой шкале, является аналогом однофакторного дисперсионного анализа для несвязанных выборок [1;56].

Критерий Крускалла-Уоллиса является продолжением критерия Манна-Уитни, но только для большего количество выборок, например, 3 и более, то есть в этом критерии точно также, все индивидуальные значения ранжируются так как это была бы одна большая выборка.

Затем все индивидуальные значения возвращаются в свои ячейки или в свои первоначальные выборки, только после этого мы подсчитываем суммы рангов для каждой выборки отдельно.

В критерии Крускалла-Уоллиса необходимо знать, что если суммы рангов не особенно различаются, то различия между выборками испытуемых случайны и не существенны.

Если в одной выборке значения признака достаточно высокие, в другой выборке – средние и в третьей выборке – низкие, то критерий Н позволяет вычислить и определить эти различия.

Достоинством данного метода является то, что он позволяет выявить различия между 3-мя и более выборками испытуемых.

Гипотезы

H_0: Между выборками, 1, 2, 3 и т.д. существуют случайные различия по уровню исследуемого признака.

H_1: Между выборками, 1, 2, 3 и т.д. существуют неслучайные различия по уровню исследуемого признака.

Ограничения критерия:

1) минимальное количество выборок должно быть, если в выборке 1 – 3 человека, то в выборке 2 и 3 должны быть по 2 человека, но при таком количественном соотношении: 3:2:2 мы можем установить различия на 95% ($p \leq 0{,}05$) уровне значимости;

2) для того, чтобы установить различия на 99% ($p \leq 0{,}01$) уровне значимости, то количество испытуемых должно быть как минимум в выборке 1 – 4 человека, в выборке 2 и 3 могут быть по 2 человека, то есть принимается такое соотношение: 4:2:2;

3) критические значения Н – критерия Крускалла-Уоллиса приведены в Приложении 2, предусмотрены только для трех выборок; при большем количестве выборок и испытуемых, необходимо пользоваться таблицей χ^2, так

как критерий Н асимптоматически приближается к распределению χ^2 (таблица 5.2);

4) так как в критерии Н количество выборок, участвующих в сравнении, как минимум 3 и более, то, прежде чем определить критическое значение, необходимо вычислить количество степеней свободы, которая определяется по формуле ν=с-1, где с – количество сопоставляемых выборок;

5) при множественном сопоставлении выборок достоверные различия между какой-либо конкретной парой могут оказаться стертыми; это ограничение можно преодолеть, если провести всевозможные попарные сравнения, число которых будет равняться ½ [с(с-1)], где с – количество выборок; для такие попарных сопоставлений используется обычно критические значения, где даны результаты двух выборок, например U-критерий Манна-Уитни (таблица 5.1) или критерий φ (таблица 5.2.).

Формула критерия Н Крускалла-Уоллиса:

$$H = \left[\frac{12}{N(N+1)} \cdot \sum \frac{T_j^2}{n}\right] - 3(N + 1)$$

где N – общее количество испытуемых в объединенной выборке;

n – количество испытуемых в каждой выборке;

Т – суммы рангов по каждой группе.

Подсчет критерия Крускалла-Уоллиса:

1) количественные значения, полученные в результате исследования, необходимо ранжировать по правилам ранжирования, как в критерии Манна-Уитни, то есть ранжировать все выборки испытуемых, как если бы эта была одна большая выборка;

2) проранжировать значения признака, приписывая наименьшему значению – наименьший ранг, при встрече двух или более одинаковых значений, приписать им одинаковый ранг, по правилам ранжирования;

3) подсчитать суммы рангов отдельно по каждой выборке; проверить совпадение общей суммы рангов с расчетной формулой, как мы это делали при расчете критерия Манна-Уитни;

4) полученные показатели вставить в формулу Т – критерия Крускалла-Уоллиса и получить эмпирический показатель, который сравнивается с критическим показателем;

5) при сравнении эмпирического показателя с критическим показателем, необходимо обратить внимание на количество сравниваемых групп: если с=3, n_1, n_2, $n_3 \leq 5$, то критические значения нужно определить в таблице 5.2;

6) если эмпирический показатель, при сравнивании 3-х выборок испытуемых, равен критическому значению или будет превышать его, то мы можем сказать, что различия между ними достоверны, нулевая гипотеза отвергается и подтверждается альтернативная гипотеза;

7) при количестве групп с>3 или количество испытуемых n_1, n_2, n_3>5, то критические значения необходимо определить по критическим значениям χ^2 в

таблице 5.3, если эмпирический показатель равен или больше критического значения χ^2, то гипотеза H0 отвергается (χ^2эмп. $\geq \chi^2$кр).

Таблица 5.2

Критические значения H Крускала-Уоллиса, при c=3, n_1, n_2, $n_3 \leq 5$

c	N								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					ρ=0,05				
3	10	17	24	33	42	53	64	76	88
4	14	26	38	51	66	82	100	118	138
5	20	34	51	71	92	115	140	166	194
6	26	44	67	93	121	151	184	219	256
					ρ=0,01				
3	-	23	32	45	59	74	90	106	124
4	20	34	50	71	92	115	140	167	195
5	26	48	72	99	129	162	197	234	274
6	34	62	94	130	170	213	260	309	361

Таблица 5.3

Критические значения H Крускала-Уоллиса для разных сочетаний n_1, n_2, n_3

Объемы выборок				
n_1	n_2	n_3	H	p
2	1	1	2,7000	0,500
2	2	1	3,6000	0,200
2	2	2	4,5714	0,067
3	1	1	3,2000	0,300
3	2	1	4,2857	0,100
			3,8571	0,133
3	2	2	5,3572	0,029
			4,7143	0,048
			4,5000	0,067
			4,4643	0,105
3	3	1	5,1429	0,043
			4,5714	0,100
			4,0000	0,129
3	3	2	6,2500	0,011
			5,3611	0,032
			5,1389	0,061
			4,5556	0,100
			4,2500	0,121
3	3	3	7,2000	0,004
			6,4889	0,011
			5,6889	0,029
			5,6000	0,050
			5,0667	0,086
			4,6222	0,100
4	1	1	3,5714	0,200
4	2	1	4,8214	0,057
			4,5000	0,076
			4,0179	0,114
4	2	2	6,0000	0,014
			5,3333	0,033
			5,1250	0,052
			4,4583	0,100
			4,1667	0,105
4	3	1	5,8333	0,021
			5,2083	0,050
			5,0000	0,057
			4,0556	0,093
			3,8889	0,129
4	3	2	6,4444	0,008
			6,3000	0,011
			5,4444	0,046
			5,4000	0,051
			4,5111	0,098
			4,4444	0,102
4	3	3	6,7455	0,010
			6,7091	0,013
			5,7909	0,046
			5,7273	0,050
			4,7091	0,092
			4,7000	0,101

Объемы выборок				
n_1	n_2	n_3	H	p
4	4	1	6,6667	0,010
			6,1667	0,022
			4,9667	0,048
			4,8667	0,054
			4,1667	0,082
			4,0667	0,102
4	4	2	7,0364	0,006
			6,8727	0,011
			5,4545	0,046
			5,2364	0,052
			4,5545	0,098
			4,4455	0,103
4	4	3	7,1439	0,010
			7,1364	0,011
			5,5985	0,049
			5,5758	0,051
			4,5455	0,099
			4,4773	0,102
4	4	4	7,6538	0,008
			7,5385	0,011
			5,6923	0,049
			5,6538	0,054
			4,6539	0,097
			4,5001	0,104
5	1	1	3,8571	0,143
5	2	1	5,2500	0,036
			5,0000	0,048
			4,4500	0,071
			4,2000	0,095
			4,0500	0,119
5	2	2	6,5333	0,008
			6,1333	0,013
			5,1600	0,034
			5,0400	0,056
			4,3733	0,090
			4,2933	0,122
5	3	1	6,4000	0,012
			4,9600	0,048
			4,8711	0,052
			4,0178	0,095
			3,8400	0,123
5	3	2	6,9091	0,009
			6,8218	0,010
			5,2509	0,049
			5,1055	0,052
			4,6509	0,091
			4,4945	0,101
5	3	3	7,0788	0,009
			6,9818	0,011
			5,6485	0,049
			5,5152	0,051
			4,5333	0,097
			4,4121	0,109

Объемы выборок				
n_1	n_2	n_3	H	p
5	4	1	6,9545	0,008
			6,8400	0,011
			4,9855	0,044
			4,8600	0,056
			3,9873	0,098
			3,9600	0,102
5	4	2	7,2045	0,009
			7,1182	0,010
			5,2727	0,049
			5,2682	0,050
			4,5409	0,098
			4,5182	0,101
5	4	3	7,4449	0,010
			7,3949	0,011
			5,6364	0,049
			5,6308	0,050
			4,5487	0,099
			4,5231	0,103
5	4	4	7,7604	0,009
			7,7440	0,011
			5,6571	0,049
			5,6176	0,050
			4,6187	0,100
			4,5527	0,102
5	5	1	7,3091	0,009
			6,8364	0,011
			5,1273	0,046
			4,9091	0,053
			4,1091	0,086
			4,0364	0,105
5	5	2	7,3385	0,010
			7,2692	0,010
			5,3385	0,047
			5,2462	0,051
			4,6231	0,097
			4,5077	0,100
5	5	3	7,5780	0,010
			7,5429	0,010
			5,7055	0,046
			5,6264	0,051
			4,5451	0,100
			4,5363	0,102
5	5	4	7,8229	0,010
			7,7914	0,010
			5,6657	0,049
			5,6429	0,050
			4,5229	0,099
			4,5200	0,101
5	5	5	8,0000	0,009
			7,9800	0,010
			5,7800	0,049
			5,6600	0,051
			4,5600	0,100
			4,5000	0,102

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.

2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.

3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.

4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.

5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.

6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.

7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.

8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.

9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.

10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html

11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.

12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.

13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.

14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.

15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.

17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 6. ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗЛИЧИЙ В УРОВНЕ ИССЛЕДУЕМОГО ПРИЗНАКА. КРИТЕРИЙ СТЬЮДЕНТА

6.1. Обоснование задачи

Сравнение двух выборок испытуемых, измеренных в интервальной шкале, обычно предполагает подсчетов среднего значения, дисперсии и нормального распределения признака. Иногда достаточно подсчитать только среднее значение признака и дисперсию, одним из таких критериев является t – критерий Стьюдента. Критерий Стьюдента можно применять для одной выборки испытуемых, для двух независимых выборок и для двух зависимых выборок.

Критерий Стьюдента относится к параметрическим методам и поэтому подсчет данного критерия достаточно сложен и трудоемок. В некоторых случая необходимо применять этот критерий, так как у него существует масса преимуществ: более мощный критерий, по сравнению с другими непараметрическими; позволяет установить различия с вероятностью 99,9% ($p \leq 0,001$); можно применять при большом объеме выборки. Вероятность использования критерия Стьюдента достаточно широк, например можно использовать этот критерий для одной выборки испытуемых, для двух зависимых и независимых выборок испытуемых. Если ваша задача походит для применения критерия Стьюдента, то вперед, преимущества данного критерия вы уже знаете.

История создания критерия Стьюдента представляет большой интерес и существует несколько версий, почему английский математик Уильям Госсет опубликовал свою знаменитую статью под псевдонимом Стьюдент?

Прежде всего, после окончания университета работал на знаменитом пивоваренном заводе Guinness, на сегодняшний день ставший пивным брендом, занимался контролем качества в процессе пивоварения.

В процессе работы в компании Guinness, он обратил внимание на малый размер выборки или, проще говоря, почему процесс распределения готовой продукцией достаточно мала? Естественно, для него как математика, знающего законы теории вероятности, не составила труда рассчитать и создать формулу распределения, которая нам сейчас известна как критерий Стьюдента.

Уильям Госсет опубликовал свою статью в журнале «Biometrika» в 32 года, а именно в 1908 году, статья называлась «The probable error of a mean» в переводе на русский язык «Вероятная ошибка среднего».

Первая версия гласит, что он опубликовал статью под псевдонимом Стьюдент, так как хозяева завода не хотели конкуренции и разрешили ему опубликоваться не под своим именем, другая версия, связана с тем, что хозяева завода боясь утечки информации запрещали своим сотрудникам публиковаться [10].

В любом случае, нам этот критерий знаком как t-критерий Стьюдента и его можно применять для выявления различий.

Если в результате обработки результатов психологического исследования вы решили применить критерий Стьюдента, то в качестве достоинств этого метода, хочется отметить, во-первых, это достаточно мощный критерий, по сравнению с непараметрическими критериями; во-вторых, несмотря на сложность, позволяет обработать достаточно большой массив эмпирических данных.

6.2. Критерий Стьюдента для одной выборки

Назначение критерия

Критерий Стьюдента для одной выборки предназначен для проверки отличия среднего значения, который вы получили эмпирическим путем, от некоторого известного или существующего значения [5, 6, 11, 12].

Он позволяет выявить различия между этими признаками, но при этом не показывает, увеличивается ли значение признака или уменьшается, то есть не выявляет направленность изменений.

Как вы уже помните, критерий Стьюдента работает только в интервальной шкале и является параметрическим методом. Значит, вычисление данного критерия представляет трудоемкий процесс, если все-таки решились применить критерий Стьюдента, то он дает достоверные результаты.

Описание критерия Стьюдента

Этот метод сравнивает различия между средне выборочным эмпирическим распределением и некоторым известным распределением признака, который мы условно назовем распределением А.

Этот метод определяет, насколько большая зона неперекрещивающихся значений, при этом мы должны помнить, что сравнение происходит между средне выборочным эмпирическим показателем и неким известным распределением А, который уже существует.

Чем больше зона несовпадении, тем вероятнее, что различия достоверны и чем меньше зона совпадения, тем более вероятнее, что значение признака приближена к распределению А.

Эмпирическое значение t - критерия Стьюдента отражает то, насколько велика зона несовпадения между эмпирическим показателем и известным показателем А, с которым мы сравниваем нашу выборку испытуемых.

Поэтому чем больше наше искомое эмпирическое значения, тем больше вероятность различий между этими значениями и наоборот, чем ниже эмпирическое значение, тем больше оно соответствует нормальному, равномерному распределению, который мы условно обозначили при помощи значения А.

Гипотезы

H_0: Среднее значение изучаемого признака не отличается от нормального, равномерного распределения А.

H_1: Среднее значение изучаемого признака отличается от нормального, равномерного распределения А.

Ограничения критерия:

1) минимальное количество испытуемых для одной выборки должно быть 2 значения или 2 наблюдения, то есть N_1=2;

2) максимальное количество испытуемых должно быть N_1= 351;

3) минимальное и максимальное количество испытуемых зависит от критических значений, представленных в таблице 6.1.

Формула критерия

$$t_э = \frac{|M-A|}{\sigma/\sqrt{N}}$$

Где М – средне выборочное значение;

А – нормальное, равномерное распределение или некое распределение, с которым мы сравниваем наше эмпирическое средне выборочное значение;

σ – дисперсия;

N- количество выборки или наблюдаемых значений.

Подсчет критерия Стьюдента:

1) подсчитываем средне выборочное значение М.

2) подсчитываем σ;

3) подставляем полученное средне выборочное значение и дисперсию в формулу;

4) получаем tэмп., который сравниваем с критическим значением;

5) критическое значение подсчитываем при помощи формулы:

$$df = N - 1$$

где df – число степеней свободы;

N- количество выборки испытуемых или наблюдаемых значений;

5) если tэмп. ≥ tкр, хотя бы при уровне значимости p≤0,05, то принимается гипотеза H1, а гипотеза H0 – отвергается (таблица 6.1).

6.3. Критерий Стьюдента для независимых выборок

Назначение критерия

Критерий предназначен для выявления различий между двумя разными выборками испытуемых, так как он работает только в интервальной шкале, то сравниваются средние показатели, для расчета t – критерия Стьюдента также необходимо вычислить дисперсию.

Описание критерия

Критерий Стьюдента сравнивает две независимые выборки испытуемых, при этом независимые выборки не должны коррелировать друг с другом, например, если первая выборка — это мужья, а вторая выборка – жены, то они коррелируют между собой и уже их нельзя назвать независимыми выборками.

Для проведения расчета при помощи критерия Стьюдента первая выборка испытуемых должна быть из одной генеральной совокупности, вторая – из другой генеральной совокупности, то есть, одна выборка испытуемых не должна зависеть от другой выборки, это должны быть две независимые выборки испытуемых.

Распределение признака в обеих выборках испытуемых должны примерно соответствовать нормальному распределению, а это означает, что показатели асимметрии А = 0 и эксцесса Е = 0.

Дисперсия в обеих выборках испытуемых должна быть гомогенна, то есть примерно одинакова.

При применении критерия Стьюдента мы должны помнить, что подсчитывается область неперекрещивающийся значений, значит, чем больше эмпирический показатель, тем выше вероятность, что различия достовернее.

Гипотезы

H_0: Средне выборочные значения в двух независимых выборках испытуемых не отличаются друг от друга.

H_1: Средне выборочные значения в двух независимых выборках испытуемых отличаются друг от друга.

Ограничения критерия

1) минимальное количество испытуемых для одной выборки должно быть 2 значения или 2 наблюдения, то есть $N_1=2$, то для второй выборки может быть 1 значение или 1 наблюдение, то есть $N_2=1$;

2) максимальное количество испытуемых должно быть $N_1+N_2= 352$.

3) минимальное и максимальное количество испытуемых зависит от критических значений, представленных в таблице 6.1.

Формула критерия

Если численность в двух выборках испытуемых одинакова или наблюдаемые значения в двух независимых выборках одинаковы, то применяется следующая формула для подсчета t – критерия Стьюдента:

$$t_э = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

где N_1 - количество наблюдаемых значений в первой выборке испытуемых;

N_2 - количество наблюдаемых значений во второй выборке испытуемых;

M_1 - средне выборочное значение в первой выборке испытуемых;

M_2 - средне выборочное значения во второй выборке испытуемых;

σ_1 - показатель дисперсии в первой выборке испытуемых;

σ_2 - показатель дисперсии во второй выборке испытуемых.

Число степеней свободы df для двух независимых выборок испытуемых посчитывается при помощи следующей формулы:

$$df = N_1 + N_2 - 2$$

Следующая формула существует для двух неодинаковых выборок, то есть, если численность двух выборок испытуемых различна, то применяется следующая формула для подсчета t – критерия Стьюдента:

$$t_э = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{(N_1-1)\sigma_1^2+(N_2-1)\sigma_2^2}{N_1+N_2-2}\left(\frac{1}{N_1}+\frac{1}{N_2}\right)}}$$

где N_1 - количество испытуемых или наблюдаемых значений первой выборки;

N_2 - количество испытуемых или наблюдаемых значений второй выборки;

M_1 - средне выборочное значение первой выборки;

M_2 - средне выборочное значения второй выборки;

σ_1 - показатель дисперсии первой выборки;

σ_2 - показатель дисперсии второй выборки.

Число степеней свободы df для двух независимых выборок испытуемых посчитывается также, как и при двух независимых выборок испытуемых, когда количество испытуемых одинаково, при помощи следующей формулы:

$$df = N_1 + N_2 - 2$$

Подсчет критерия:

1. Подсчитываем средне выборочное значение M_1 и M_2.
2. Подсчитываем σ^2_1 и σ^2_2.
3. Подставляем полученные средне выборочные значения и дисперсию в формулу расчета.
4. Получаем tэмп., который сравниваем с критическим значением
5. Критическое значение подсчитываем при помощи формулы:

$$df = N_1 + N_2 - 2$$

где df – число степеней свободы;

N_1 - количество испытуемых или наблюдаемых значений первой выборки;

N_2 - количество испытуемых или наблюдаемых значений второй выборки.

5. Если tэмп.≥tкр, хотя бы при уровне значимости $p \leq 0,05$, то принимается гипотеза Н1, а гипотеза Н0 – отвергается (таблица 6.1).

6.4. Критерий Стьюдента для зависимых выборок

Назначение критерия

Критерий предназначен для выявлений различий на одной и той же выборке испытуемых, например, когда проводится исследование до психологического воздействия и после него.

Следующий вид зависимой выборки, это когда проводятся исследования на двух выборках, попарно объединенных между собой, например, первая выборка – это мужья, вторая выборка – жены или первая выборка дети, определенного возраста, а вторая выборка их близнецы и т.д.

Описание критерия

Критерий Стьюдента сравнивает две зависимые выборки испытуемых, при этом выборки должны коррелировать друг с другом, например, если первая выборка — это мужья, а вторая выборка – жены, то они коррелируют между собой и их можно назвать зависимыми выборками.

Критерий можно применить, если это одна и та же выборка испытуемых, только измеренное в разное время и в разных ситуациях, например, до проведенного психологического воздействия и после него для того, чтобы доказать, что психологическое воздействие повлияло на появление какого-либо признака.

Распределение признака в обеих выборках испытуемых должны примерно соответствовать нормальному распределению.

Нормальность распределения – это обязательное условие для применения критерия Стьюдента.

Подсчет дисперсии – обязательное условие применения данного метода.

Дисперсия в обеих выборках испытуемых должна быть гомогенна, то есть примерно одинакова.

При применении критерия Стьюдента мы должны помнить, что подсчитывается область несовпадений, который показывает, что эмпирическое значение должно быть больше или хотя бы равно критическому значению на уровне значимости $p \leq 0{,}05$, только тогда различия будут достоверны.

Гипотезы

В зависимости от выборки испытуемых критерий предполагает два варианта статистических гипотез.

1 вариант гипотез:

H_0: В выборке испытуемых до и после психологического воздействия нет достоверных различий.

H_1: В выборке испытуемых до и после психологического воздействия существуют достоверные различия.

2 вариант гипотез:

H_0: Сравниваемые зависимые выборки не отличаются друг от друга, то есть первая выборка испытуемых не отличается от второй выборки испытуемых.

H_1: Сравниваемые зависимые выборки отличаются друг от друга, то есть первая выборка испытуемых отличается от второй выборки испытуемых.

Ограничения критерия:

1) минимальное количество испытуемых может быть 1 значение или 1 наблюдение, то есть N_1, N_2=1;

2) максимальное количество испытуемых должно быть N_1+N_2= 352, при этом необходимо помнить, что выборка должна быть связанная или это может быть одна и та же выборка, количественные показателей которой измерены до и после какого-либо психологического воздействия;

3) в любом случае, минимальное и максимальное количество испытуемых зависит от критических значений, представленных в таблице 6.1.

Формула критерия

$$t_э = \frac{|M_d|}{\sigma_d / \sqrt{N}}$$

где M_d – средняя разность значений;

σ_d – стандартное отклонение разности;

N – количество выборки испытуемых или парных значений в связанной выборке;

d - разность, для каждой из N парных значений, которая вычисляется по формуле:

$$d_i = x_{1i} - x_{2i}$$

Число степеней свободы df для двух зависимых выборок испытуемых посчитывается при помощи следующей формулы:

$$df = N - 1$$

Подсчет критерия:

1) подсчитываем среднюю разность значений d по формуле;

2) подсчитываем стандартное отклонение для двух зависимых выборок;

3) затем подсчитываем разность стандартного отклонения σ;

4) подставляем количество испытуемых N, которое должно быть одинаковым, так как у нас выборка зависимая или связанная;

5) вычисляем tэмп, если tэмп≥tkp, хотя бы на уровне значимости p≤0,05, то принимается гипотеза H1, а гипотеза H0 – отвергается (таблица 6.1).

При подсчете необходимо помнить, что статистическая гипотеза в научную работу не записывается, а благодаря проверке статистической гипотезы при помощи методов математической статистики, в данном случае, при помощи критерия Стьюдента, мы корректируем эмпирическую гипотезу.

Таблица 6.1

Критические значения t- критерия Стьюдента для уровней статистической значимости p≤0,05, p≤0,01, p≤0,001, p≤0,0001

df	p				df	p			
	0,10	0,05	0,01	0,001		0,10	0,05	0,01	0,001
1	6,314	12,70	63,65	636,61	46	1,679	2,013	2,687	3,515
2	2,920	4,303	9,925	31,602	47	1,678	2,012	2,685	3,510
3	2,353	3,182	5,841	12,923	48	1,677	2,011	2,682	3,505
4	2,132	2,776	4,604	8,610	49	1,677	2,010	2,680	3,500
5	2,015	2,571	4,032	6,869	50	1,676	2,009	2,678	3,496
6	1,943	2,447	3,707	5,959	51	1,675	2,008	2,676	3,492
7	1,895	2,365	3,499	5,408	52	1,675	2,007	2,674	3,488
8	1,860	2,306	3,355	5,041	53	1,674	2,006	2,672	3,484
9	1,833	2,262	3,250	4,781	54	1,674	2,005	2,670	3,480
10	1,812	2,228	3,169	4,587	55	1,673	2,004	2,668	3,476
11	1,796	2,201	3,106	4,437	56	1,673	2,003	2,667	3,473
12	1,782	2,179	3,055	4,318	57	1,672	2,002	2,665	3,470
13	1,771	2,160	3,012	4,221	58	1,672	2,002	2,663	3,466
14	1,761	2,145	2,977	4,140	59	1,671	2,001	2,662	3,463
15	1,753	2,131	2,947	4,073	60	1,671	2,000	2,660	3,460
16	1,746	2,120	2,921	4,015	61	1,670	2,000	2,659	3,457
17	1,740	2,110	2,898	3,965	62	1,670	1,999	2,657	3,454
18	1,734	2,101	2,878	3,922	63	1,669	1,998	2,656	3,452
19	1,729	2,093	2,861	3,883	64	1,669	1,998	2,655	3,449
20	1,725	2,086	2,845	3,850	65	1,669	1,997	2,654	3,447
21	1,721	2,080	2,831	3,819	66	1,668	1,997	2,652	3,444
22	1,717	2,074	2,819	3,792	67	1,668	1,996	2,651	3,442
23	1,714	2,069	2,807	3,768	68	1,668	1,995	2,650	3,439
24	1,711	2,064	2,797	3,745	69	1,667	1,995	2,649	3,437
25	1,708	2,060	2,787	3,725	70	1,667	1,994	2,648	3,435
26	1,706	2,056	2,779	3,707	71	1,667	1,994	2,647	3,433
27	1,703	2,052	2,771	3,690	72	1,666	1,993	2,646	3,431
28	1,701	2,049	2,763	3,674	73	1,666	1,993	2,645	3,429

Продолжение таблицы 6.1

29	1,699	2,045	2,756	3,659	74	1,666	1,993	2,644	3,427
30	1,697	2,042	2,750	3,646	75	1,665	1,992	2,643	3,425
31	1,696	2,040	2,744	3,633	76	1,665	1,992	2,642	3,423
32	1,694	2,037	2,738	3,622	78	1,665	1,991	2,640	3,420
33	1,692	2,035	2,733	3,611	79	1,664	1,990	2,639	3,418
34	1,691	2,032	2,728	3,601	80	1,664	1,990	2,639	3,416
35	1,690	2,030	2,724	3,591	90	1,662	1,987	2,632	3,402
36	1,688	2,028	2,719	3,582	100	1,660	1,984	2,626	3.390
37	1,687	2,026	2,715	3,574	110	1,659	1,982	2,621	3.381
38	1,686	2,024	2,712	3,566	120	1,658	1,980	2,617	3,373
39	1,685	2,023	2,708	3,558	130	1,657	1,978	2,614	3,367
40	1,684	2,021	2,704	3,551	140	1,656	1,977	2,611	3,361
41	1,683	2,020	2,701	3,544	150	1,655	1,976	2,609	3,357
42	1,682	2,018	2,698	3,538	200	1,653	1,972	2,601	3,340
43	1,681	2,017	2,695	3,532	250	1,651	1,969	2,596	3,330
44	1,680	2,015	2,692	3,526	300	1,650	1,968	2,592	3,323
45	1,679	2,014	2,690	3,520	350	1,649	1,967	2,590	3,319

Эмпирическая гипотеза, выдвигается на этапе формулирования темы исследования, которая и записывается в основную научную работу.

В данной учебном пособии мы не преследуем цели формулирования эмпирической гипотезы, а всего лишь отмечаем, что эти виды гипотез – не одно и то же.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.

2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.

3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.

4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.

5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.

6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.

7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.

8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.

9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.

10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html

11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.

12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.

13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.

14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.

15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.

17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 7. ОЦЕНКА СДВИГА ЗНАЧЕНИЙ ИССЛЕДУЕМОГО ПРИЗНАКА. КРИТЕРИЙ ЗНАКОВ. КРИТЕРИЙ ВИЛКОКСОНА

7.1. Обоснование задачи
7.2. Критерий знаков
7.3. Критерий Вилкоксона

7.1. Обоснование задачи

Психологи достаточно часто проводят исследования, связанные с формированием, с развитием каких-либо навыков или знаний, необходимые для улучшения или преодоления психологических проблем, возникающих на жизненном пути человека. Часто изменения в личности происходят со временем, когда мировоззрение, ценности, смыслы, знания, опыт у человека меняются, это в психологии называется воздействием времени или временной сдвиг. В таких случаях исследователь для того, чтобы измерить личностные изменения проводит на протяжении некоторого времени поперечный срез, где констатируются результаты этого изменения. В психологии, такое исследование называется лонгитюдным или лонгитюдинальным.

Лонгитюдное исследование (англ. longitudinal study, longitudinal design) - продолжительное онтогенетическое исследование одного и того же человека или группы людей.

В некоторых случаях исследователь проводит сопоставление других показателей, измеряет состояние человека во время протекания «бурных» эмоций и в состоянии покоя, например, во время стресса и когда человек, полностью расслаблен и отдыхает. Сопоставление таких показателей в психологии называется ситуационным сдвигом, ведь изменение эмоционального состояния человека зависит от ситуаций.

В результате проведения психологического исследования, психолог, чаще всего, не ждет, когда с испытуемым произойдет ситуация «стресса» или какая-нибудь другая ситуация необходимая ему, а просит испытуемого «представить» подобную ситуацию. В психологии есть такие методики, которые направлены на изучение того или иного эмоционального состояния, когда испытуемый представляет себя на месте героя, например, тест рисуночной ассоциации С. Розенцвейга, который изучает фрустрационные реакции. Сопоставление таких показателей, измеренные в обычных и воображаемых условиях, называются умозрительным сдвигом.

Ученый, для проведения психологического исследования, может сам создавать специальные условия, которые называются экспериментальными. Создание экспериментальных условий, это контролируемые переменные, которые предположительно влияют на те, или иные показатели, в которых заинтересован психолог. В таких случаях экспериментатор должен сформировать две равноценные группы испытуемых: экспериментальную и контрольную, отобранные в случайном порядке. Это делается для того, чтобы в одну группу не попали люди, обладающие определенными навыками, а в другую группу – не обладающие этими навыками. В экспериментальной группе проводится экспериментальное воздействие, поэтому она называется экспериментальной, а в контрольной ничего не проводится, а только делаются замеры. Контрольная группа для того и нужна, чтобы мы могли с точностью утверждать, что именно экспериментальное воздействие повлияло на формирование или развитие тех навыков или переменных, в которых заинтересован экспериментатор, а не, например, фактор времени. Для этого необходимо сделать срезы до и после формирующего эксперимента. Затем, при помощи методов математической статистики вычислить результаты исследования и если эти изменения окажутся достоверными, то можно утверждать, что экспериментальное воздействие было эффективным.

Во всех этих случаях происходят сдвиг под влиянием контролируемых или неконтролируемых факторов. Контролируемые факторы, это те факторы, которые создаются специально экспериментатором, благодаря им развиваются, формируются психические новообразования или наоборот, нивелируются или уменьшаются негативные психические явления. В этих случаях исследование в экспериментальной выборке происходят следующим образом: тест – психологическое воздействия – ретест; в контрольной группе: тест – ретест.

Неконтролируемые факторы – это, например, фактор времени, ситуационный фактор или какой-то другой неучтенный фактор, влияющий на появление того изменения, который может произойти с испытуемыми. В любом случае, они не контролируются и точно ответить на вопрос, что именно повлияло на испытуемых, исследователь не может, поэтому необходимо формировать две группы испытуемых, одна – экспериментальная, другая – контрольная.

Для того, чтобы исключить возможность влияния на экспериментальную группу случайных факторов, необходимо проверить сдвиг, при помощи методов математической статистики, которые немного позже разберем. Если сдвиг в экспериментальной группе окажется достоверным, а в контрольной группе – случайным, то можно утверждать, что психологическое воздействие оказало эффективное влияние.

Исследования не всегда строятся таким образом, что формируются только экспериментальные и контрольные группы, а у нас в распоряжении могут находиться две или более выборок испытуемых, различающихся по различным характеристикам. Например, при проведении кросс-культурного исследования, можно рассматривать две или более этнические группы или группы школьников, у которых различные условия обучения. Следовательно, когда формируются выборки испытуемых, то необходимо обращать внимание на естественные условия, влияющие на образ жизни испытуемых. В любом случае, при проведении психологического воздействия, мы должны учитывать эти естественные условия, влияющие на результаты исследования. Конечно, самый идеальный вариант, это формирование классической схемы исследования, контрольной и экспериментальной группы, чтобы нивелировать случайные факторы, которые могут повлиять на результаты исследования. При этом отбор в экспериментальную и контрольную группы должен быть рандомизирован, для того чтобы исключить вероятность специального отбора с целью нивелировать эффект Хоторна.

Рандомизацией в психологическом исследовании называется процедура, когда в контрольную и экспериментальную группы отбираются участники эксперимента по специальной процедуре. Каждому участнику присваиваются порядковые номера, а выбор в группы производятся с помощью «случайных» чисел. При таком отборе невозможно сформировать выборку испытуемых, которая бы работала на гипотезу исследования и группа будет равноценная.

Для измерения сдвигов в одной и той же выборке испытуемых в разное время, например, до и после психологического воздействия существуют G – критерий знаков, T – критерий Вилкоксона. А если замеров 3 и более и одна и та же выборка испытуемых, то применяется L – критерий тенденций Пейджа.

При наличии двух выборок испытуемых, контрольной и экспериментальной, применяются G – критерий знаков, T – критерий Вилкоксона и φ – коэффициент Фишера, которые будут рассмотрены ниже [1; 72-94].

7.2. Критерий знаков

Назначение критерия [1; 77]

Целью использования G – критерия знаков является измерение сдвига после 1-го и 2-го замера в одной и той же выборке испытуемых. При этом критерий позволяет измерить сдвиг в сторону повышение или понижения, то есть, после проведения некоторого психологического воздействия, можно установить повысился ли или понизился измеряемый признак. G – критерий знаков непараметрический критерий, а значит очень удобный для вычисления.

Описание критерия

G – критерий знаков, применяется к тем сдвигам, которые можно описать качественно, например, положительное или отрицательное отношение к чему-либо; а также количественно, например, сокращение или увеличение времени работы над чем-либо.

G – критерий знаков, сразу же уже после 2-го замера позволяет установить, каких сдвигов больше, положительных или отрицательных.

Сдвиг, который, является преобладающим, называется типичным, а сдвиг, который не является преобладающим, называется нетипичным.

В критерии знаков есть также «нулевые» сдвиги, когда показатели обоих замеров не изменяются, остаются неизменными, то есть показатели не увеличиваются или уменьшаются, а остаются на прежнем уровне. В таких случаях, «нулевые» сдвиги не принимаются в расчет, а количество переменных уменьшается на количество «нулевых» сдвигов.

G – критерий знаков позволяет определить, является ли сдвиг в типичном направлении преобладающим, по сравнению с нетипичным направлением.

Для подсчета эмпирического значения G необходимо подсчитать количество сдвигов в нетипичном направлении.

По-другому, Gэмп – это количество нетипичных сдвигов и чем меньше показатель Gэмп, тем более вероятнее, что сдвиг в типичном направлении достоверен.

Гипотезы

H_0: Преобладание типичного направления сдвига является случайным.

H_1: Преобладание типичного направления сдвига не является случайным.

Ограничения критерия:

минимальное количество замеров должно быть не менее 5, а максимальное количество замеров – не более 300.

Формула критерия

$$G_{эмп} = G_{нетип}$$

Gнетип – количество нетипичных сдвигов.

Gэмп –эмпирическое значение критерия знаков, который равен Gнетип.

Подсчет критерия:

1) подсчитать количество нулевых реакций и исключить их из расчета;

2) подсчитать количество преобладающих направлений, которые будут считаться типичными;

3) подсчитать количество нетипичных сдвигов, которые и есть эмпирическое значение G;

4) сравнить эмпирическое значение с критическим значением в таблице 7.1;

5) сопоставить Gэмп с Gкр и если Gэмп $<$Gкр, или как минимум равен ему, хотя бы на уровне значимости (р $\leq$ 0,05), то сдвиг в сторону типичного направления является достоверным.

Таблица 7.1

Критические значения критерия знаков G для уровней статистической значимости р ≤ 0,05 и р ≤ 0,01

n	p		n	p		n	p		n	p	
	0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01
5	0	-	27	8	7	49	18	15	92	37	34
6	0	-	28	8	7	50	18	16	94	38	35
7	0	0	29	9	7	52	19	17	96	39	36
8	1	0	30	10	8	54	20	18	98	40	37
9	1	0	31	10	8	56	21	18	100	41	37
10	1	0	32	10	8	58	22	19	110	45	42
11	2	1	33	11	9	60	23	20	120	50	46
12	2	1	34	11	9	62	24	21	130	55	51
13	3	1	35	12	10	64	24	22	140	59	55
14	3	2	36	12	10	66	25	23	150	64	60
15	3	2	37	13	10	68	26	23	160	69	64
16	4	2	38	13	11	70	27	24	170	73	69
17	4	3	39	13	11	72	28	25	180	78	73
18	5	3	40	14	12	74	29	26	190	83	78
19	5	4	41	14	12	76	30	27	200	87	83
20	5	4	42	15	13	78	31	28	220	97	92
21	6	4	43	15	13	80	32	29	240	106	101
22	6	5	44	16	13	82	33	30	260	116	110
23	7	5	45	16	14	84	33	30	280	125	120
24	7	5	46	16	14	86	34	31	300	135	129
25	7	6	47	17	15	88	35	32			
26	8	6	48	17	15	90	36	33			

7.3. Критерий Вилкоксона

Назначение критерия [1; 87]

Критерий Вилкоксона применяется на одной и той же выборке испытуемых, измеренных в 2-х разных условиях, например до и после психологического воздействия.

Критерий Вилкоксона позволяет установить направленность и выраженность изменений в 2-х разных замерах. Позволяет определить, является ли сдвиг в каком-либо направлении более интенсивным, чем в другом направлении.

Критерий Вилкоксона – непараметрический критерий, работает в порядковой шкале, это показывает, что эмпирические показатели нужно проранжировать и в формулу вычислении будут применяться показатели рангов.

Описание критерия

Критерий Вилкоксона – непараметрический критерий, работает в шкале порядка или в порядковой шкале, поэтому сдвиги между 1-ым и 2-ым замерами должны быть упорядочены, сдвиги должны варьировать в достаточно широком диапазоне.

Критерий Вилкоксона можно применять даже в том случае, если он принимает только три значения, например -1; 0; +1 и при этом он будет давать те же результаты, как и в критерии знаков. Если сдвиги меняются в достаточно широком диапазоне, то лучше применить Т – критерий.

Особенность критерия Вилкоксона состоит в том, что сопоставляются выраженность сдвигов в том или ином направлении по абсолютной величине, а потом суммируются ранги. Если сдвиги в положительную или в отрицательную сторону произойдут случайно, то суммы рангов по абсолютной величине будут примерно равны.

Если интенсивность сдвигов в одном из направлений превышает, а сумма рангов по абсолютной величине в одном из направлений значительно меньше, то достоверность различий между двумя замерами не случайны.

В критерии Вилкоксона, точно также, как и в критерии знаков, типичным сдвигом будет сдвиг, который часто встречается, а нетипичным – сдвиг, который реже встречается.

Гипотезы

H0: Интенсивность сдвигов в типичном направлении не превосходит интенсивности сдвигов в нетипичном направлении.

H1: Интенсивность сдвигов в типичном направлении превосходит интенсивности сдвигов в нетипичном направлении.

Ограничения критерия:

1) минимальное количество испытуемых, прошедших 2 замера, должно быть 5 человек;

2) максимальное количество испытуемых – 50 человек;

3) нулевые сдвиги из рассмотрения исключаются и количество эмпирических значений уменьшается на количество нулевых сдвигов;

4) эти ограничения можно обойти, если сформулировать гипотезы, включающие нулевые сдвиги, например: «Увеличение сдвига превышает уменьшение сдвига и тенденцию сохранения сдвигов на прежнем уровне».

Формула критерия:

$$T = \sum R_r$$

где $\sum$ - знак суммы;

Rr- ранговые значения сдвигов с более редким знаком.

Подсчет критерия:

1) составить список испытуемых в любом порядке и занести срезы «до» и «после», напротив кода испытуемых;

2) вычислить разность между двумя замерами испытуемых и определить какой сдвиг является типичным, а какой сдвиг – нетипичным;

3) в зависимости от того, какой сдвиг является типичным, необходимо сформулировать статистические гипотезы;

Таблица 7.2

Критические значения критерия T Вилкоксона для уровней статистической значимости p≤0,05 и p≤0,01

n	p 0.05	p 0.01	n	p 0.05	p 0.01
5	0	—	28	130	101
6	2	—	29	140	110
7	3	0	30	151	120
8	5	1	31	163	130
9	8	3	32	175	140
10	10	5	33	187	151
11	13	7	34	200	162
12	17	9	35	213	173
13	21	12	36	227	185
14	25	15	37	241	198
15	30	19	38	256	211
16	35	23	39	271	224
17	41	27	40	286	238
18	47	32	41	302	252
19	53	37	42	319	266
20	60	43	43	336	281
21	67	49	44	353	296
22	75	55	45	371	312
23	83	62	46	389	328
24	91	69	47	407	345
25	100	76	48	426	362
26	110	84	49	446	379
27	119	92	50	466	397

4) перевести разности в абсолютные значения, так как с абсолютными значениями легче работать;

5) проранжировать абсолютные значения признака по правилам ранжирования, который существует в статистике, то есть наименьшему значению – меньший ранг, наибольшему значения – больший ранг, подсчитать сумму рангов, при помощи расчетной формулы рангов, все это было обсуждено, когда мы разбирали критерий Манна-Уитни;

6) выделим ранги в нетипичном направлении при помощи маркера или каким-то иным образом;

7) подсчитать сумму рангов по формуле:

$$T = \sum R_r$$

где Rr- ранговые значения сдвигов с более редким знаком.

8) сравнить эмпирическое значение Т с критическим значением при помощи таблицы 7.2., если $T_{эмп} \leq T_{кр}$., то сдвиг в «типичном» направлении по интенсивности достоверно преобладает.

Достоинством этого критерия является то, что его можно подсчитать вручную, имея под рукой лишь ручку и листок бумаги.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.

2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.

3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.

4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.

5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.

6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.

7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.

8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.

9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.

10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html

11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.

12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.

13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.

14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.

15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.

17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 8. ОЦЕНКА СДВИГА ЗНАЧЕНИЙ ИССЛЕДУЕМОГО ПРИЗНАКА. L – КРИТЕРИЙ ПЕЙДЖА. КРИТЕРИЙ ФРИДМАНА

8.1. Обоснование задачи

В психологии достаточно часто приходиться проводить исследование на одной и той же выборке испытуемых, помещенных в различные условия от 3-х и более. Такие ситуации бывают в связи с тем, что невозможно иногда сформировать контрольную выборку испытуемых и исследование приходится проводить с одной и той же выборкой.

Бывают исследования, когда психолог в зависимости от цели подвергают одну и ту же выборку в различные экспериментальные ситуации, чтобы выявить особенности поведения человека, например, между уровнем тревоги и состоянием покоя, между уровнем тревоги и стрессовой ситуацией, между уровнем тревоги и неопределенностью к ситуации и др.

Следующей особенностью применения данных методов является, когда в экспериментальной и контрольной выборке испытуемых делают 3 и более поперечных срезов, чтобы определить существуют ли изменения в изучаемом признаке. Экспериментатору это дает возможность откорректировать психологическое воздействие, если нет тенденции к изменению признака. Но, в любом случае, сравниваются показатели одной группы, затем показатели другой группы, а вот достоверность различий в 2-х выборках испытуемых можно сравнить при помощи критериев, которые были описаны для таких случаев, например, критерий Манна-Уитни, критерий Стьюдента и др.

Выбор критерия зависит от цели исследования и выборки испытуемых. Понятно, что все критерии имеют определенные ограничения, которые описаны в каждом конкретном случае. Большое значение также имеет и то, как представлены результаты исследования. В зависимости от представленности результатов исследования обычно выбирается метод математической статистики.

В следующем пункте будут рассмотрены критерии, которые определяют, произошел ли сдвиг в одной и той же выборке испытуемых или сдвига не было. Оба эти критерия работают в порядковой шкале и сравнивают 3 и более измерений. Несмотря на схожесть этих критериев, в них имеются различия, связанные с количеством выборок испытуемых и количеством условий.

Критерий Пейджа и критерий Фридмана – непараметрические критерии, а значит, вычисляются достаточно легко и их удобно применять, так как они не требуют сложных расчетов, при этом показывают достоверные результаты, позволяющие выявить закономерности, для проверки эмпирических гипотез [1; 101-109].

Отличительной особенностью всех критериев, работающих в порядковой шкале, является то, что эмпирические значения, необходимо проранжировать.

8.2. L – критерий Пейджа

Назначение критерия [1; 101]

Критерий L Пейджа применяется в тех случаях, когда необходимо сопоставить показатели, измеренные в 3-х и более условиях на одной и той выборке испытуемых.

Например, когда проводится исследование и делается поперечный срез «до» начала психологического воздействия, в середине и в конце, то есть, «после». Поперечных срезов может быть три, а может быть больше, это все зависит от цели проведения психологического исследования и от результатов, которого добивается экспериментатор.

Критерий Пейджа позволяет выявить тенденции при переходе от условия к условию, при этом он позволяет выявить не только различия между тремя и более условиями, но и показывает на направление этих изменений.

Если для экспериментатора имеет очень большое значение посмотреть не просто на выявление различий, но и увидеть направление изменений, то можно смело применять L – критерий Пейджа.

Критерий Пейджа – непараметрический критерий, работает в порядковой шкале, а значит, вычисление данного критерия не представляет особой трудности.

Описание критерия

Критерий позволяет сопоставить замеры более чем 3 раза, но не больше, чем 6 раз, при этом критерий позволяет выявить изменение признака на небольшом количестве испытуемых до 12 человек. Все это связано с имеющимися таблицами критических значений, не позволяющий увеличить выборку испытуемых и количество срезов.

Если бы не эти имеющиеся ограничения, то критерий Пейджа был бы незаменим, так как легко вычисляется и не трудоемкий, а также позволяет посмотреть тенденции изменений в сторону увеличения или уменьшения эмпирических показателей от среза к срезу.

Если по каким-то причинам нет возможностей применить критерий Пейджа, то нужно переходить к другому критерию, например к критерию Фридмана, описание критерия Фридмана будет ниже.

В критерии Пейджа применяется ранжирование эмпирических значений в 1-ом, 2-ом, 3-ем и т.д. замерах, в отличие от критерия Вилкоксона, необходимо ранжировать не абсолютные значения признаков, а сами индивидуальные показатели испытуемых, полученных в результате замеров.

Например, «до» психологического воздействия уровень невербальной агрессии был 98 баллов, после 2-го среза стал 74 балла, а после 3-го – 55 баллов, то мы ранжируем именно эти значения, то есть 55 баллов у нас приобретает ранг 1, 74 балла – ранг 2, 98 баллов – ранг 3. Каждые индивидуальные значения испытуемых ранжируются именно таким образом.

После того, как все индивидуальные значения испытуемых будут проранжированы, необходимо подсчитать суммы рангов по каждому из условий. Все условия должны располагаться в порядке возрастания ранговых сумм, то есть на 1-ом месте должны быть условия с меньшей ранговой суммой, на 2-ом месте со следующей по возрастанию ранговой суммой и т.д., пока, последней не окажется значение с самой большой ранговой суммой. Затем, с помощью формулы L Пейджа, действительно ли значение признака увеличивается при переходе от условия к условию.

На нашем примере, мы должны расположить значения признака следующим образом, самый низкий 55 баллов – на 1-ом месте, 74 баллов – на 2-ом месте, 98 баллов – на 3-ем месте. В формуле расчета L Пейджа, это имеет большое значение, так как эмпирический показатель данного критерия отражает степень различия между ранговыми суммами. Поэтому, чем выше значение Lэмп, тем достовернее различия и можно утверждать, что значение признака увеличивается или уменьшается при переходе от одного условия к другому.

Критические значения предусматривают три уровня статистической значимости: $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$; $p \leq 0,001$.

При этом, необходимо помнить, что различия будут значимы уже на уровне $p \leq 0,05$, это показывает, что на 95% мы правы и вероятность ошибки всего лишь 5%.

Гипотезы

H_0: Увеличение индивидуальных показателей от условий к условию: от 1-го замера ко второму, от 2-го замера к 3-ему и т.д., является случайным.

H_1: Увеличение индивидуальных показателей от условий к условию: от 1-го замера ко второму, от 2-го замера к 3-ему и т.д., является не случайным.

Ограничения критерия:

1) минимальное количество испытуемых 2 человека и 3 замера, то есть 3 различные условия (n=2, c=3);

2) максимальное количество испытуемых – 12 человек и 6 замеров (n=12, c=6).

Формула критерия:

$$L = \sum(T_j \cdot j)$$

где T_j – сумма рангов по каждому из условий;

j – порядковый номер, приписанный каждому условию в порядке возрастания.

Подсчет критерия:

1) проранжировать индивидуальные значения первого испытуемого, полученного во всех замерах, затем второго испытуемого и т.д. по порядку; порядок может быть любой, это на усмотрение исследователя;

2) просуммировать ранги по замерам и подсчитать общую сумму рангов с расчетной, если значения проранжированы правильно, то сумма рангов с расчетной, должны совпадать;

3) расположить суммы рангов в порядке возрастания;

4) определить эмпирическое значение L по формуле:

$$L = \sum(T_j \cdot j)$$

где T_j – сумма рангов по каждому из условий;

j – порядковый номер, приписанный каждому условию в порядке возрастания.

5) сравнить эмпирическое значение L, с критическим показателем в таблице 8.1, для количества испытуемых n и для определенного количества замеров c; если Lэмп≥Lкр, то тенденция на возрастание достоверна.

Таблица 8.1

Критические значения критерия тенденций L Пейджа для количества условий от трех до шести и количества испытуемых от 2 до 12.

	c (количество условий)				
n	3	4	5	6	p
2	–	–	109	178	0,001
	–	60	106	173	0,01
	28	58	103	166	0,05
3	–	89	160	260	0,001
	42	87	155	252	0,01
	41	84	150	244	0,05
4	56	117	210	341	0,001
	55	114	204	331	0,01
	54	111	197	321	0,05
5	70	145	259	420	0,001
	68	141	251	409	0,01
	66	137	244	397	0,05
6	83	172	307	499	0,001
	81	167	299	486	0,01
	79	163	291	474	0,05
7	96	198	355	577	0,001
	93	193	346	563	0,01
	91	189	338	550	0,05
8	109	225	403	655	0,001
	106	220	393	640	0,01
	104	214	384	625	0,05
9	121	252	451	733	0,001
	119	246	441	717	0,01
	116	240	431	701	0,05
10	134	278	499	811	0,001
	131	272	487	793	0,01
	128	266	477	777	0,05
11	147	305	546	888	0,001
	144	298	534	869	0,01
	141	292	523	852	0,05
12	160	331	593	965	0,001
	156	324	581	946	0,01
	153	317	570	928	0,05

8.3. Критерий Фридмана

Назначение критерия [1; 94]

Критерий χ_r^2 Фридмана применяется при сопоставлении эмпирических показателей, измеренных в трех и более условиях на одной и той же выборке испытуемых.

Критерий позволяет выявить различие у испытуемых от условия к условию, но при этом не показывает, в каком направлении происходят эти изменения. Этим критерий Фридмана отличается от критерия Пейджа, следующее отличие, это то, что верхняя граница испытуемых намного больше и максимальное количество замеров с=9.

Описание критерия

Данный критерий является как бы продолжением критерия Вилкоксона, но только больше, чем на два количество замеров.

В данном критерии мы ранжируем не абсолютные значения сдвигов, а индивидуальные показатели испытуемых, измеренных в 3-х и более замерах.

Ранжирование значений происходит точно также, как и в критерии Пейджа, например, если в результате проведенного некоторого исследования на одной и той же выборке испытуемых были получены у испытуемого следующие данные: 13 баллов, 19 баллов и 27 баллов, то 16 баллов – 1 ранг, 19 баллов – 2 ранг, 27 баллов – 3 ранг. Или количество рангов будет зависеть от количества замеров, если таких замеров будет 5, то рангов должно быть 5, если 6, то рангов – 6 и т.д. Ранжируются все индивидуальные значения от наименьшего к наибольшему значению. После того как индивидуальные значения признака испытуемых будут проранжированы, необходимо сложить значения рангов по столбцам (замерам).

Если получились приблизительные равные суммы рангов, то это показывает случайность различий. А если в одних замерах суммы рангов – высокие, а в других низкие, то это показывает не случайность различий.

Здесь необходимо помнить, что чем больше эмпирическое значение χ_r^2, тем достовернее различия, то есть для подтверждения различий χ_r^2 эмп≥ χ_r^2кр, при уровне значимости р≤0,05.

Гипотезы

H_0: Между эмпирическими показателями, измеренными в разных условиях, полученные различия случайны.

H_1: Между эмпирическими показателями, измеренными в разных условиях, полученные различия не случайны.

Ограничения критерия:

1) минимальное количество испытуемых 2 человека, каждый из которых был подвержен воздействию, как минимум 3 различным условиям (n≥2, с≥3);

2) если количество замеров с=3, а количество испытуемых 2≤n≤9, сравнение эмпирического значения χ_r^2 с критическим значением, определяется в таблице 8.2;

3) если с=4, 2≤n≤4, то для сравнения эмпирического и критического значений, необходимо обратиться в таблице 8.3;

4) при большом количестве испытуемых и условий, эмпирические показатели χ_r^2, необходимо сопоставить с критическим значением χ_r^2 в таблице 8.4; это связано с тем, что χ_r^2 критерий Фридмана имеет распределение схожее с χ_r^2 критерием Пирсона, но необходимо вычислить число степеней свободы ν, который определяется по формуле:

$$\nu=c-1,$$

где с – количество условий измерения или замеров.

Формула критерия:

$$\chi_r^2 = \left[\frac{12}{n \cdot c \cdot (c+1)} \cdot \sum(T_j^2)\right] - 3 \cdot n \cdot (c+1)$$

где c – количество условий;

n – количество испытуемых;

T_j – суммы рангов по каждому из условий.

Подсчет критерия:

1) проранжировать индивидуальные значения испытуемых¸ полученные в результате 1-го, 2-го, 3-го и т.д. замеров, при этом каждые индивидуальные значения в отдельности в любом порядке;

2) просуммировать ранги по условиям, по каждому из условий отдельно, при помощи правила ранжирования, то есть наименьший ранг – наименьшему значения, наибольший ранг – наибольшему значению, если встречаются одинаковые эмпирические значения, то им присваивается одинаковый ранг;

3) проверить совпадение общей суммы рангов с расчетной суммой по формуле (см. критерий Манна-Уитни);

4) вычислить эмпирическое значение χr^2 критерия Фридмана по формуле:

$$\chi_r^2 = \left[\frac{12}{n \cdot c \cdot (c+1)} \cdot \sum(T_j^2)\right] - 3 \cdot n \cdot (c+1)$$

где c – количество условий;

n – количество испытуемых;

T_j – суммы рангов по каждому из условий.

5) определить уровни статистической значимости для χr^2:

c=3, $2 \le n \le 9$ (таблица 8.2)

c=4, $2 \le n \le 4$ (таблица 8.3);

Таблица 8.2

Критические значения χr^2 Фридмана для количества условий c=3 и количества испытуемых от $2 \le n \le 9$

n=2		n=3		n=4		n=5	
χ_r^2	p	χ_r^2	p	χ_r^2	p	χ_r^2	p
0	1,000	0,000	1,000	0,0	1,000	0,0	1,000
1	0,833	0,667	0,944	0,5	0,931	0,4	0,954
3	0,500	2,000	0,528	1,5	0,653	1,2	0,691
4	0,167	2,667	0,361	2,0	0,431	1,6	0,522
		4,667	0,194	3,5	0,273	2,8	0,367
		6,000	0,028	4,5	0,125	3,6	0,182
				6,0	0,069	4,8	0,124
				6,5	0,042	5,2	0,093
				8,0	0,0046	6,4	0,039
						7,6	0,024
						8,4	0,0085
						10,0	0,00077

Продолжение таблицы 8.2

$n=6$		$n=7$		$n=8$		$n=9$	
χ^2_r	p	χ^2_r	p	χ^2_r	p	χ^2_r	p
0,00	1,000	0,000	1,000	0,00	1,000	0,000	1,000
0,33	0,956	0,286	0,964	0,25	0,967	0,222	0,971
1,00	0,740	0,857	0,768	0,75	0,794	0,667	0,814
1,33	0,570	1,143	0,620	1,00	0,654	0,889	0,865
2,33	0,430	2,000	0,486	1,75	0,531	1,556	0,569
3,00	0,252	2,571	0,305	2,25	0,355	2,000	0,398
4,00	0,184	3,429	0,237	3,00	0,285	2,667	0,328
4,33	0,142	3,714	0,192	3,25	0,236	2,889	0,278
5,33	0,072	4,571	0,112	4,00	0,149	3,556	0,187
6,33	0,052	5,429	0,085	4,75	0,120	4,222	0,154
7,00	0,029	6,000	0,052	5,25	0,079	4,667	0,107
8,33	0,012	7,143	0,027	6,25	0,047	5,556	0,069
9,00	0,0081	7,714	0,021	6,75	0,038	6,000	0,057
9,33	0,0055	8,000	0,016	7,00	0,030	6,222	0,048
10,33	0,0017	8,857	0,0084	7,75	0,018	6,889	0,031
12,00	0,00013	10,286	0,0036	9,00	0,0099	8,000	0,019
		10,571	0,0027	9,25	0,0080	8,222	0,016
		11,143	0,0012	9,75	0,0048	8,667	0,010
		12,286	0,00032	10,75	0,0024	9,556	0,0060
		14,000	0,000021	12,00	0,0011	10,667	0,0035
				12,25	0,00086	10,889	0,0029
				13,00	0,00026	11,556	0,0013
				14,25	0,000061	12,667	0,00066
				16,00	0,0000036	13,556	0,00035
						14,000	0,00020
						14,222	0,000097
						14,889	0,000054
						16,222	0,000011
						18,000	0,0000006

6) при большом количестве испытуемых и (или) условий, необходимо вычислить число степеней свободы ν по формуле:

$$\nu = c - 1,$$

где с – количество условий измерения или замеров.

Затем определить критическое значение при помощи таблицы 8.4;

7) если χr^2эмп$\geq \chi r^2$кр, то различия достоверны.

Достоинством критерия Фридмана, как и любых других непараметрических критериев является то, что его вычислять достаточно легко, главное помнить ограничения критерия. Ведь для разного количество испытуемых и количество замеров, существуют свои критические значения, представленные в разных таблицах.

Несмотря на то, что критерий Фридмана является непараметрическим критерием, условия критерия предполагают вариативность в достаточно широком диапазоне, вне зависимости от количества испытуемых или замеров.

Критерий Фридмана является непараметрическим аналогов дисперсионного метода, который работает только в интервальной шкале.

Если нет возможности подсчитать при помощи специальной программы STATISTIKA или SPSS и в результате психологического исследования оперируются множество переменных, то один из выходов в этой ситуации, это применение критерия Фридмана.

Таблица 8.3

Критические значения критерия χr² Фридмана для количества условий c=4, 2≤n≤4

$n=2$		$n=3$		$n=4$			
χ^2_r	p	χ^2_r	p	χ^2_r	p	χ^2_r	p
0,0	1,000	0,0	1,000	0,0	1,000	5,7	0,141
0,6	0,958	0,6	0,958	0,3	0,992	6,0	0,105
1,2	0,834	1,0	0,910	0,6	0,928	6,3	0,094
1,8	0,792	1,8	0,727	0,9	0,900	6,6	0,077
2,4	0,625	2,2	0,608	1,2	0,800	6,9	0,068
3,0	0,542	2,6	0,524	1,5	0,754	7,2	0,054
3,6	0,458	3,4	0,446	1,8	0,677	7,5	0,052
4,2	0,375	3,8	0,342	2,1	0,649	7,8	0,036
4,8	0,208	4,2	0,300	2,4	0,524	8,1	0,033
5,4	0,167	5,0	0,207	2,7	0,508	8,4	0,019
6,0	0,042	5,4	0,175	3,0	0,432	8,7	0,014
		5,8	0,148	3,3	0,389	9,3	0,012
		6,6	0,075	3,6	0,355	9,6	0,0069
		7,0	0,054	3,9	0,324	9,9	0,0062
		7,4	0,033	4,5	0,242	10,2	0,0027
		8,2	0,017	4,8	0,200	10,8	0,0016
		9,0	0,0017	5,1	0,190	11,1	0,00094
				5,4	0,158	12,0	0,000072

Таблица 8.4

Критические значения χr² при большом количестве испытуемых и условий, число степеней свободы ν вычисляется по формуле: ν=c–1, где c – количество условий измерения или замеров

	p			p			p	
ν	0,05	0,01	ν	0,05	0,01	ν	0,05	0,01
1	3,841	6,635	35	49,802	57,342	69	89,391	99,227
2	5,991	9,210	36	50,998	58,619	70	90,631	100,425
3	7,815	11,345	37	52,192	59,892	71	91,670	101,621
4	9,488	13,277	38	53,384	61,162	72	92,808	102,816
5	11,070	15,086	39	54,572	62,428	73	93,945	104,010
6	12,592	16,812	40	55,758	63,691	74	95,081	105,202
7	14,067	18,475	41	56,942	64,950	75	96,217	106,393
8	15,507	20,090	42	58,124	66,206	76	97,351	107,582
9	16,919	21,666	43	59,304	67,459	77	98,484	108,771
10	18,307	23,209	44	60,481	68,709	78	99,617	109,958
11	19,675	24,725	45	61,656	69,957	79	100,749	111,144
12	21,026	26,217	46	62,830	71,201	80	101,879	112,329
13	22,362	27,688	47	64,001	72,443	81	103,010	113,512
14	23,685	29,141	48	65,171	73,683	82	104,139	114,695
15	24,996	30,578	49	66,339	74,919	83	105,267	115,876
16	26,296	32,000	50	67,505	76,154	84	106,395	117,057
17	27,587	33,409	51	68,669	77,386	85	107,522	118,236
18	28,869	34,805	52	69,832	78,616	86	108,648	119,414
19	30,144	36,191	53	70,993	79,843	87	109,773	120,591
20	31,410	37,566	54	72,153	81,069	88	110,898	121,767
21	32,671	38,932	55	73,311	82,292	89	112,022	122,942
22	33,924	40,289	56	74,468	83,513	90	113,145	124,116
23	35,172	41,638	57	75,624	84,733	91	114,268	125,289
24	36,415	42,980	58	76,778	85,950	92	115,390	126,462
25	37,652	44,314	59	77,931	87,166	93	116,511	127,633
26	38,885	45,642	60	79,082	88,379	94	117,632	128,803
27	40,113	46,963	61	80,232	89,591	95	118,752	129,973
28	41,337	48,278	62	81,381	90,802	96	119,871	131,141
29	42,557	49,588	63	82,529	92,010	97	120,990	132,309
30	43,773	50,892	64	83,675	93,217	98	122,108	133,476
31	44,985	52,191	65	84,821	94,422	99	123,225	134,642
32	46,194	53,486	66	85,965	95,626	100	124,342	135,807
33	47,400	54,776	67	87,108	96,828			
34	48,602	56,061	68	88,250	98,028			

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.
2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.
3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.
4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.
5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.
6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.
7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.
8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.
9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.
10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html
11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.
12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.
13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.
14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.
15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.
16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.
17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 9. ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗЛИЧИЙ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПРИЗНАКА

9.1. Обоснование задачи сравнения распределений признака
9.2. χ^2 - критерий Пирсона
9.3. λ – критерий Колмогорова-Смирнова

9.1. Обоснование задачи сравнения распределений признака

В методах математической статистики существуют распределения по следующим параметрам, это среднее значение, дисперсия, асимметрия, эксцесс, которые применяются в результате вычисления.

В процессе проведения психологического исследования применения данных параметров недостаточно, а необходимо применить другие методы математической статистики. В психологии встречаются задачи, когда экспериментатор вынужден сравнивать результаты исследования с теоретическим (стандартным) показателем, существующий как некое среднее значение. Этим показателем может быть стандартное значение, существующее в психодиагностической методике или теоретическое значение, полученное в результате вычислений. В первом случае достаточно провести психологическое исследование и сравнить индивидуальный показатель или групповой показатель со стандартным значением, во втором случае, теоретический показатель мы должны получить при помощи методов математической статистики, существующий в психологии. Иногда, исследователю приходится решать и более сложные задачи, когда одни эмпирические значение сопоставляются с другими эмпирическими распределениями одного и того же признака. Таких значений могут быть не две, а три и более, например, когда проводится исследование при помощи методики теста юмористических фраз (ТЮФ), психолог должен обозначить ту проблему, которая существует у испытуемого. Целью применение методики является диагностика мотивационной сферы личности, в основе методики лежит прием свободной тематической классификации многозначных стимулов — юмористических фраз. Появление крупного класса в одной из тем является свидетельством наличия сверх значимой (доминирующей) мотивации, существующей у испытуемого. Обычно данную методику применяют в процессе психологического консультирования для того, чтобы обозначить проблему или класс проблем.

Процедура проведения исследования достаточно проста, в ТЮФе существует 10 тем, к которым испытуемый должен подобрать карточки с юмористическими фразами, при этом фразы нельзя истолковать однозначно, они имеют несколько смыслов.

Основные темы:

1) агрессия — самозащита;
2) взаимоотношения полов;
3) пагубные пристрастия (пьянство);

4) деньги;
5) мода;
6) карьера;
7) семейные неурядицы;
8) социальные неурядицы;
9) бездарность в искусстве;
10) человеческая глупость.

К каждой из этих тем испытуемый должен подобрать юмористическую фразу, которых в методике существует в количестве 100 штук. Пример некоторых фраз, существующих в ТЮФе: «чем дальше хочется прыгнуть, тем ниже нужно согнуться», «дурак, совершенствуясь, становится круглым», «скажи мне, чем ты богат, и я скажу, кем ты служишь» и т.д.

Считается, что испытуемый в зависимости от того, какая у него проблема, тем те или иные фразы он соотносит к тематике, которая связана с актуализацией его мотивационной сферы. Одно дело увидеть, что в одной тематике сгруппированы множество фраз, другое дело, когда все это подсчитано при помощи метода математической статистики. Естественно, для таких случаев существуют методы, например, χ^2 - критерий Пирсона, λ – критерий Колмогорова-Смирнова.

В книге Е.В. Сидоренко «Методы математической обработки в психологии» [1; 120 – 122] приведен шутливый пример из комедии Н.В. Гоголя «Женитьба», где купеческая дочь Агафья Тихоновна не может решить какого из четырех женихов ей выбрать. Конечно, ей на помощь приходит математическая статистика, и она сразу понимает, в кого влюблена. Когда при помощи методов математической статистики решаются подобные задачи, это показывает, что психолог применяет достоверные научные результаты, описывающие объективную реальность.

Сопоставление эмпирического распределения с теоретическим или равномерным играет большую роль, когда исследователь хочет выявить какое-то эталонное значение для определенной выборки испытуемых, представляющих собой генеральную совокупность. Такая постановка задачи может быть необходима, если мы сравниваем результаты исследования при помощи методики, исследующих разные выборки, принадлежащих к одной генеральной совокупности, чтобы в дальнейшем выявить некоторую закономерность. Для таких случаев существуют χ^2 - критерий Пирсона, λ – критерий Колмогорова-Смирнова, требующие достаточно сложные вычисления, при этом, достоинства данных критериев проявляются на большом количестве выборки, как минимум 30 испытуемых ($n \geq 30$).

Однако же, эти критерии обладают рядом достоинств, которые исследователь может применить в своих вычислениях или не может обойтись для того, чтобы решить, поставленную задачу, например, когда, необходимо доказать, что выбор или предпочтения испытуемого неслучайны или когда, требуется доказать, что различия признаков между двумя и более распределениями, существуют и они значимы.

В любом случае, если необходимо применить χ^2 - критерий Пирсона или λ – критерий Колмогорова-Смирнова, то они стоят затраченных усилий и времени.

9.2. χ^2 - критерий Пирсона

Назначение критерия [1; 113]

Критерий χ^2 - Пирсона применяется в следующих целях:

1) для сопоставления эмпирического распределения признака с теоретическим или равномерным, нормальным, или каким-либо иным распределением признака;

2) для сопоставления двух и более эмпирических распределений одного и того же признака.

Описание критерия

Критерий χ^2 - Пирсона предназначен для сопоставления эмпирического распределения признака с теоретическим или каким-нибудь иным распределением, равномерным, или нормальным. Критерий Пирсона отвечает на вопрос, равномерно ли распределены значения признака, которые встречаются в эмпирическом распределении, и отличается ли эмпирическое распределение от теоретического. При помощи χ^2 также можно также сопоставить два и более эмпирических распределении одного и того же признака.

Критерий χ^2 - Пирсона является непараметрическим критерием и может работать в любой шкале, начиная от шкалы наименование, даже в самом простом дихотомическом вычислении, когда сравнивается признак по альтернативным свойствам, например, есть признак – нет признака. В интервальной шкале – эмпирические значения сравниваются с равномерным или нормальным распределением. При работе в порядковой шкале, необходимо упорядочить значения признака по возрастанию, например, решение задач у испытуемых варьируется от 10 минут до 60 минут, то значения признака можно объединить на так называемые разряды: 0 – 10 мин; 10 – 20 мин.; 20 – 30 мин.; 30 – 40 мин.; 40 – 50 мин.; 50 – 60 мин. Затем при помощи χ^2 - Пирсона можно подсчитать частоту встречаемости разрядов признака. В шкале равных отношений измеряется частота выбора или встречаемости того или иного признака, например, при выборе пятерых независимых кандидатов на одну и ту же должность. Обозначим этих кандидатов, при помощи букв русского алфавита: кандидат А, кандидат Б, кандидат В, кандидат Г, кандидат Д, представим, что за кандидата А проголосовала – 20 чел,, за кандидата Б – 15 чел., за кандидата В – 30 чел., за кандидата Г. – 40 чел., за кандидата Д – 25 чел. Видно, что за кандидата Г проголосовало больше избирателей, чем за других кандидатов, но для того, чтобы ответить на вопрос, было ли такое распределение голосов случайным или между таким распределением существуют значимые различия, для этого необходимо применить χ^2 - критерий Пирсона. К тому же ответив на данный вопрос психолог, занимаясь, в дальнейшем имиджмейкерством может построить программу, связанную с успешной избирательной работой, так как может знать, что ожидают избиратели от своего кандидата.

Самое основное, при применении **χ^2 -** критерия Пирсона является то, что исследователь должен узнать, является ли расхождение между эмпирическим и теоретическим, равномерным или нормальным распределением случайным? А при сопоставлении двух или более эмпирических распределений различия между ними являются ли достоверными или их нет?

И чем больше эмпирическое значение **χ^2,** тем больше расхождение между сопоставляемыми значениями, то есть χ^2эмп $\geq \chi^2$кр ($p \leq 0{,}05$) будет показывать, что расхождения между ними существуют и они значимы.

Достоинством данного критерия является то, что его можно применять при большом количестве наблюдаемых значений и чем больше количество наблюдаемых значений, тем более достоверные результаты он выдает.

Гипотезы

В χ^2 - критерий Пирсона существуют несколько вариантов гипотез, которые зависят от цели, поставленной перед исследователем, рассмотрим их.

Первый вариант:

H_0: Эмпирическое распределение признака, полученное в результате психологического исследования, не отличается от теоретического (равномерного или нормального) распределения.

H_1: Эмпирическое распределение признака, полученное в результате психологического исследования, отличается от теоретического (равномерного или нормального) распределения.

Второй вариант:

H_0: Эмпирическое распределение признака 1, полученное в результате психологического исследования не отличается от эмпирического распределения 2.

H_1: Эмпирическое распределение признака 1, полученное в результате психологического исследования отличается от эмпирического распределения 2.

Третий вариант:

H_0: Эмпирические распределения признаков 1, 2, 3 и более не различаются между собой.

H_1: Эмпирические распределения признаков 1, 2, 3 и более различаются между собой.

Ограничения критерия:

1) минимальное количество выборки должно быть 30 испытуемых ($n \geq 30$), при меньшем количестве испытуемых χ^2 показывает неточные значения, чем больше испытуемых, тем больше шансов получить достоверные результаты;

2) теоретическая частота для каждой ячейки признака не должна быть меньше 5 ($f \geq 5$), если их количество меньше 5, то нельзя применить χ^2;

3) выбранные разряды признака должны охватывать весь диапазон вариативности признака, при этом группировка этих признаков должна быть одинаковой во всех сопоставляемых распределениях;

4) если сопоставляемые признаки имеют всего лишь два значения, то необходимо вносить поправку на «непрерывность», при этом надо помнить, что при поправке значение χ^2 уменьшается;

5) одни и те же значения признаков не должны входить в разные разряды, то есть, если одно значение признака включен в один разряд, то есть не должны включать в другой разряд;

6) сумма наблюдений по разрядам признака должна быть равна общему количеству наблюдений, по-другому $\sum f = n$;

7) особенностью применения χ^2 является то, что необходимо считать числом наблюдение, количество испытуемых или количество реакций, которые исследователь регистрирует.

Все это зависит от поставленной цели, и экспериментатор должен вычерпывать все различные вариативности распределения признака, например, при применении ТЮФ, количество испытуемых может быть один человек, а количество реакций зависит от стимульного материала и равняется 100, то тогда исследователь регистрирует как соотносятся эти реакции к 10 тематикам.

Формула критерия:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{k} \frac{(f_{эj} - f_{т})^2}{f_{т}}$$

где $f_{эj}$ – эмпирическая частота по j-му разряду признака;

$f_{т}$ – теоретическая частота;

j – порядковый номер разряда;

k- количество разрядов признака.

Теоретическая частота вычисляется по формуле:

$$f_{теор} = {}^{n}/_{k}$$

где n – количество наблюдений;

k- количество разрядов признака.

После вычисления χ^2эмп, необходимо вычислить χ^2кр, который определяется при помощи числа степеней свободы $\nu = k - 1$, где k- количество разрядов признака.

При $\nu = 1$, необходимо внести поправку на «непрерывность».

Подсчет критерия:

1) подсчитать теоретическую частоту при помощи формулы теоретическая частота;

2) разделить эмпирические значения на разряды признаков;

3) подсчитать разность между разрядами признаков и теоретической частотой;

4) возвести разности в квадрат, и разделить каждую разность в квадрате на теоретическую частоту;

5) просуммировать полученные значения, который и будет являться эмпирическим показателем χ^2 - критерий Пирсона;

6) определить число степеней свободы по формуле: ν = k – 1, где k- количество разрядов признака, при ν = 1, необходимо внести поправку на «непрерывность»;

7) определить в таблице 9.1 критические значения для данного числа степеней свободы ν;

8) если χ^2эмп меньше критического значения (χ^2эмп <χ^2кр), при уровне значимости p≤0,05, то расхождения между признаками, не значимы, если же χ^2эмп≥χ^2кр, при уровне значимости p≤0,05, то расхождения между распределениями достоверны.

Критерий χ^2 Пирсона, является достаточно мощным, непараметрическим критерием, поэтому если условия задачи подходят, то при выборе метода математической статистики, можно использовать данный критерий.

Таблица 9.1

Критические значения χ^2 при уровнях значимости p ≤ 0,05, p ≤ 0,01

	p			p			p	
v	0,05	0,01	v	0,05	0,01	v	0,05	0,01
1	3,841	6,635	35	49,802	57,342	69	89,391	99,227
2	5,991	9,210	36	50,998	58,619	70	90,631	100,425
3	7.815	11,345	37	52,192	59,892	71	91,670	101,621
4	9,488	13,277	38	53,384	61,162	72	92,808	102,816
5	11.070	15,086	39	54,572	62,428	73	93,945	104,010
6	12,592	16,812	40	55,758	63,691	74	95,081	105,202
7	14.067	18,475	41	56,942	64,950	75	96,217	106,393
8	15,507	20,090	42	58,124	66,206	76	97,351	107,582
9	16,919	21,666	43	59,304	67,459	77	98,484	108,771
10	18,307	23,209	44	60,481	68,709	78	99,617	109,958
11	19,675	24,725	45	61,656	69,957	79	100,749	111,144
12	21,026	26,217	46	62,830	71,201	80	101,879	112,329
13	22,362	27,688	47	64,001	72,443	81	103,010	113,512
14	23,685	29,141	48	65,171	73,683	82	104,139	114,695
15	24,996	30,578	49	66,339	74,919	83	105,267	115,876
16	26,296	32,000	50	67,505	76,154	84	106,395	117,057
17	27,587	33,409	51	68,669	77,386	85	107,522	118,236
18	28,869	34,805	52	69,832	78,616	86	108,648	119,414
19	30,144	36,191	53	70,993	79,843	87	109,773	120,591
20	31,410	37,566	54	72,153	81,069	88	110,898	121,767
21	32,671	38,932	55	73,311	82,292	89	112,022	122,942
22	33,924	40,289	56	74,468	83,513	90	113,145	124,116
23	35,172	41,638	57	75,624	84,733	91	114,268	125,289
24	36,415	42,980	58	76,778	85,950	92	115,390	126,462
25	37,652	44,314	59	77,931	87,166	93	116,511	127,633
26	38,885	45,642	60	79,082	88,379	94	117,632	128,803
27	40,113	46,963	61	80,232	89,591	95	118,752	129,973
28	41,337	48,278	62	81,381	90,802	96	119,871	131,141
29	42,557	49,588	63	82,529	92,010	97	120,990	132,309
30	43,773	50,892	64	83,675	93,217	98	122,108	133,476
31	44,985	52,191	65	84,821	94,422	99	123,225	134,642
32	46,194	53,486	66	85,965	95,626	100	124,342	135,807
33	47,400	54,776	67	87,108	96,828			
34	48,602	56,061	68	88,250	98,028			

9.3. λ – критерий Колмогорова-Смирнова

Назначение критерия [1; 142]

Критерий λ предназначен для сопоставления двух распределений:

1) эмпирического и теоретического распределения, равномерного или нормального;

2) двух эмпирических распределений.

Благодаря применения критерия λ можно найти расхождение между двумя распределениями, где сума накоплений является наибольшей и подтвердить ее достоверность.

Описание критерия

В критерии Колмогорова-Смирнова при расчете эмпирического показателя необходимо сравнивать частоты первого разряда, потом сумму первого и второго разряда, затем сумму первого, второго и третьего разряда и т.д. Следовательно, в данном критерии происходит разность накопленных частот, пока они, не достигнут критического значения и различия, не станут достоверными. В формулу критерия λ включается эта разность и эмпирическое значение зависит разности, чем больше значение разности, тем вероятнее, что различия достовернее.

В этом отношении λ – критерий Колмогорова-Смирнова отличается от χ^2 - критерия Пирсона, в котором сопоставляются частоты двух распределений по каждому разряду.

Гипотезы

H_0: Различия между двумя распределения, эмпирическими и теоретическими, недостоверны.

H_1: Различия между двумя распределения, эмпирическими и теоретическими, достоверны.

Ограничения критерия:

1) для применения данного критерия необходимо большая выборка, минимум 50 испытуемых ($n_{1,2} \geq 50$);

2) при сопоставлении эмпирического распределения с теоретическим допускается, чтобы $n \geq 5$;

3) разряды должны быть упорядочены по нарастанию или убыванию какого-либо признака;

4) работает только в порядковой шкале;

5) если эмпирические данные нельзя представить в порядковой шкале, то необходимо применить χ^2 - критерий Пирсона.

Формула критерия:

$$\lambda = d_{max} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

где n_1 - количество наблюдений в первой выборке;

n_2 - количество наблюдений во второй выборке.

Данная формула предназначена для сопоставления двух эмпирических распределений, при сравнении эмпирического распределения с теоретическим, равномерным или нормальным, необходимо подсчитать эмпирические частоты для каждого разряда по формуле:

$$f*_{\text{эмп}} = {f_{\text{эмп}}}/{n}$$

где $f*_{\text{эмп}}$ – эмпирическая частота по данному разряду;

n – общее количество наблюдений.

Затем, необходимо подсчитать сумму накопленных теоретические частости по формуле:

$$\sum f*_j = \sum f*_{j-1} + f*_j$$

где $\sum f*_{j-1}$ – частость, накопленная на предыдущих разрядах;

j – порядковый номер разряда;

$f*_j$ – эмпирическая частость j-го разряда.

Подсчитать накопленные теоретические частости для каждого разряда по формуле:

$$\sum f*_{Tj} = \sum f*_{Tj-1} + f*_{Tj}$$

где $\sum f*_{Tj-1}$ – теоретическая частость, накопленная на предыдущих разрядах;

j – порядковый номер разряда;

$f*_{Tj}$ – теоретическая частость данного разряда.

Последним этапом подсчета эмпирического показателя является вычисление абсолютного значения разности d между эмпирическими и теоретическими накопленными частотами по каждому разряду. Наибольшее абсолютное значение d_{max} и будет искомым эмпирическим показателем.

Подсчет критерия:

Подсчет критерия при сравнении эмпирического и теоретического распределений:

1) подсчитать эмпирические частоты или частости для каждого разряда по формуле:

$$f*_{\text{эмп}} = {f_{\text{эмп}}}/{n}$$

где fэмп – эмпирическая частота по данному разряду;

n – общее количество наблюдений.

2) подсчитать накопленные эмпирические частости по формуле:

$$f*_{\text{эмп}} = {f_{\text{эмп}}}/{n}$$

где f*эмп – эмпирическая частота по данному разряду;

n – общее количество наблюдений.

3) подсчитать сумму накопленные теоретически частости по формуле:

$$\sum f*_j = \sum f*_{j-1} + f*_j$$

где ∑f*j-1 – частость, накопленная на предыдущих разрядах;

j – порядковый номер разряда;

f*j – эмпирическая частость j-го разряда.

4) подсчитать накопленные теоретические частости для каждого разряда по формуле:

$$\sum f*_{Tj} = \sum f*_{Tj-1} + f*_{Tj}$$

где $\sum f *_{Tj-1}$ – теоретическая частость, накопленная на предыдущих разрядах;

j – порядковый номер разряда;

$f *_{Tj}$ – теоретическая частость данного разряда.

5) вычислить разности между эмпирическими и теоретическими накопленными частотами по каждому разряду;

6) записать абсолютное значение разности и среди них определить наибольшую абсолютную величину d_{max}.

7) в таблице 9.2. определить или рассчитать критические значения d_{max} для данного количества наблюдений n.

8) если d_{max} равно критическому значению d или превышает его, различия между распределениями статистически значимы.

Подсчет критерия при сравнении двух эмпирических распределений:

1) подсчитать эмпирические частости по каждому разряду для первого распределения по формуле:

$$f *_{эмп} = f_{эмп} / n_1$$

где $f_{эмп}$ – эмпирическая частота в данном разряде;

n_1 - количество наблюдений в первой выборке.

2) подсчитать эмпирические частости по каждому разряду для второго распределения по формуле:

$$f *_{эмп} = f_{эмп} / n_2$$

где f$f_{эмп}$ – эмпирическая частота в данном разряде;

n_2 - количество наблюдений в первой выборке.

3) подсчитать накопленные эмпирические частости для первого распределения по формуле:

$$\sum f *_j = \sum f *_{j-1} + f *_j$$

где $\sum f *_{j-1}$ – частость, накопленная на предыдущих разрядах;

j – порядковый номер разряда;

$f *_j$ – частость данного разряда.

4) подсчитать накопленные эмпирические частости для второго распределения по такой же формуле;

5) подсчитать разности между накопленными частостями по каждому разряду и записать абсолютную величину разности и обозначить их как d.

6) определить наибольшую абсолютную величину разности d_{max}.

7) подсчитать значение критерия λ по формуле:

$$\lambda = d_{max} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

где n_1 - количество наблюдений в первой выборке;

n_2 - количество наблюдений во второй выборке.

8) в таблице 9.2 необходимо определить, какому уровню статистической значимости соответствует полученное эмпирическое значение λ.

9) если λ ≥ 1,36, различия между распределениями достоверны.

Таблица 9.2

Критические значения dmax, соответствующие уровням статистической значимости p ≤ 0,05 и p ≤ 0,01 при сопоставлении эмпирического распределения с теоретическим

n	Максимальный модуль разности накопленных частостей d_{max}		n	Максимальный модуль разности накопленных частостей d_{max}	
	p=0,05	p=0,01		p=0,05	p=0,01
5	0,6074	0,7279	50	0,1921	0,2302
10	0,4295	0,5147	60	0.1753	0,2101
15	0,3507	0,4202	70	0.1623	0,1945
20	0,3037	0,3639	80	0.1518	0,1820
25	0,2716	0,3255	90	0.1432	
30	0,2480	0,2972	100	0.1358	
40	0,2147	0,2574	>100	$1.36/\sqrt{n}$	$1,63/\sqrt{n}$

Критерий Колмогорова-Смирнова работает даже при сопоставлении большой выборки испытуемых, критические значения позволяют, который является его непременным достоинством.

Критерий λ Колмогорова-Смирнова для сопоставления эмпирического распределения с теоретическим (при n > 50) или двух эмпирических распределений между собой (при n > 50): уровни статистической значимости разных значений λэмп представлены в таблице 9.3.

Таблица 9.3

Критерий λ Колмогорова-Смирнова для сопоставления эмпирического распределения с теоретическим (при n>50) или двух эмпирических распределений между собой (при n>50)

λ	λ, последний десятичный знак									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	p - десятичные знаки ("0," опущен)									
0,3	99999	99998	99995	99991	99983	99970	99949	99917	99872	99807
0,4	99719	99603	99452	99262	99027	98741	98400	97998	97532	96998
0,5	96394	95719	94969	94147	93250	92282	91242	90134	88960	87724
0,6	86428	85077	83678	82225	80732	79201	77636	76042	74422	72781
0,7	71124	69453	67774	66089	64402	62717	61036	59363	57700	56050
0,8	54414	52796	51197	49619	48063	46532	45026	43545	42093	40668
0,9	39273	37907	36571	35266	33992	32748	31536	30356	29206	28087
1,0	27000	25943	24917	23922	22957	22021	21114	20236	19387	18566
1,1	17772	17005	16264	15550	14861	14196	13556	12939	12345	11774
1,2	11225	10697	10190	09703	09235	08787	08357	07944	07550	07171
1,3	06809	06463	06132	05815	05513	05224	04949	04686	04435	04196
1,4	03968	03751	03545	03348	03162	02984	02815	02655	02503	02359
1,5	02222	02092	01969	01852	01742	01638	01539	01446	01357	01274
1,6	01195	01121	01051	00985	00922	00864	00808	00756	00707	00661
1,7	00618	00577	00539	00503	00469	00438	00408	00380	00354	00330
1,8	00307	00285	00265	00247	00229	00213	00198	00186	00170	00158
1,9	00146	00136	00126	00116	00108	00100	00092	00085	00079	00073
2,0	00067	00062	00057	00053	00048	00045	00041	00038	00035	00032
2,1	00030	00027	00025	00023	00021	00019	00018	00016	00015	00014
2,2	00013	00011	00010	00010	00009	00008	00007	00007	00006	00006
2,3	00005	00005	00004	00004	00004	00003	00003	00003	00002	00002
2,4	00002	00002	00002	00001	00001	00001	00001	00001	00001	00001

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.

2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.

3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.

4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.

5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.

6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.

7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.

8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.

9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.

10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html

11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.

12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.

13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.

14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.

15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.

17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 10. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

10.1. Особенности многофункциональных статистических критериев
10.2. Критерий Фишера (углового преобразования Фишера)
10.3. Биноминальный критерий m

10.1. Особенности многофункциональных статистических критериев

Особенности многофункциональных статистических критериев заключается в том, что их можно использовать по отношению к самым разнообразным задачам, существующих в психологии.

В этих задачах, эмпирические данные, могут быть представлены в любой шкале, начиная от номинативного, и заканчивая шкалой отношений.

Универсальность данных критериев заключается в том, что можно измерять любую выборку или выборки испытуемых, как связанных, так и независимых друг от друга, а также можно измерять показатели одной и той же выборки в различных ситуациях эксперимента.

Следующими достоинствами этих критериев является то, что минимальное количество испытуемых может быть достаточно мала до 2 наблюдений, особенно это касается биномиального критерия m. И также в этом критерии существуют максимальное число испытуемых (наблюдений) до 50. В критерии Фишера – минимальное количество наблюдений может быть – 5, а максимальное количество – без ограничений, то есть сколько угодно большими.

Многофункциональные статистические критерии позволяют решать различные задачи, которые до этого были рассмотрены. Например, сравнение распределений, сопоставления в уровне исследуемого признака, выявление сдвигов в исследуемом признаке.

Поэтому эти критерии называются многофункциональными, особенно это относится к критерию φ* Фишера, который называется критерием углового преобразования Фишера, а также m – биноминальный критерий, решающий многие задачи, но у него есть некоторые ограничения.

Суть данных методов заключается в том, что они построены на сопоставлении долей, выраженных в долях единицы или в процентах. Исследователь, который применяет многофункциональные статистические критерии заинтересован в том, чтобы узнать какова доля реакций у испытуемых эффективна и какая доля этих реакций не эффективна.

При решении любых психологических задач, цель исследователя при применении многофункциональных критериев, состоит в том, что эмпирические данные сводятся к дихотомической шкале: «эффективно – не эффективно».

Такое сравнение, может быть, в следующих случаях:

1) измерение значения качественно определяемого признака, который работает в шкале наименований, то есть, если измеряется то, что можно

различить только по имени этого признака, например, гендерное исследование при помощи методики А. Бема, когда испытуемые делятся на три группы: маскулинные, фемининные, андрогинные;

2) количественное измерение признака, может работать в интервальной или в порядковой шкале, только надо помнить, что в интервальной шкале известно точное расстояние между признаками, тогда как в порядковой шкале, признаки выстроены определенным образом, от наименьшего в наибольшему или наоборот, то есть образуют определенный порядок. Например, время в секундах минутах и т.д., или расстояния в метрах, километрах и т.д., получение оценки в баллах по 5-ти балльной шкале, по 10-ти балльной шкале, по 100 балльной шкале и т.д., подобного рода задач может быть множество;

3) измерение соотношений признака или уровней исследуемого признака, измеренные значения могут работать в порядковой шкале или в шкале равных отношений, например, более частый выбор из нескольких альтернатив одного или двух, проявления крайних значений признака, которые могут быть как самыми минимальными, так и принимать максимальное значение, преобладание положительных сдвигов или отрицательных.

Область применения многофункциональных критериев достаточно обширна, а также необходимо учитывать еще следующие особенности при выборе того или иного критерия. Критерий Фишера или коэффициент углового преобразования Фишера, работает с двумя выборками испытуемых, а биноминальный критерий – при одной выборке испытуемых, при этом в каждой из этих двух критериев существуют свои ограничение и преимущество, которые будет рассмотрены немного ниже.

Критерий Фишера и биноминальный критерий решают достаточно большой ряд задач исследователя и несмотря на то, что их не так часто применяют, как, например, критерий Стьюдента, критерий Манна-Уитни или критерий Пирсона, поэтому они стоят того, чтобы их необходимо более подробно рассмотреть.

10.2. Критерий Фишера (углового преобразования Фишера)

Назначение критерия [1; 158)

Критерий Фишера предназначен для сравнения двух выборок по частоте встречаемости интересующего исследователя эффекта [1, 3, 13].

Описание критерия

Критерий оценивает достоверность различий между процентными долями двух выборок, в которых находится интересующий исследователя эффект.

Особенность применения критерия Фишера состоит в том, что процентные доли переводятся в величины центрального угла, которые измеряется в радианах.

Радиан – это угол, являющийся центральным для дуги, длина которой равна радиусу окружности (рис. 10.1).

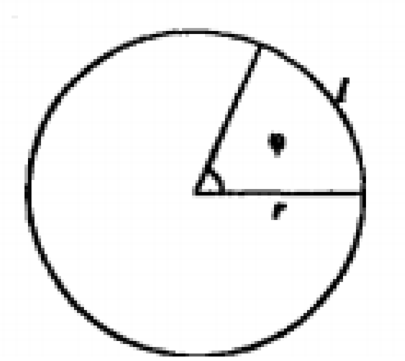

Рис. 10.1. Графическое представление центрального угла φ, величина которого измеряется отношением длины дуги, на которую этот угол опирается, к длине радиуса окружности

1 радиан = 57˙17˙44"

Величина φ определяется по формуле:

$$\varphi = 2 \cdot \arcsin \sqrt{P}$$

где P – доля, выраженная в долях единицы;

arcsin – обратная к синусу тригонометрическая функция.

Если эту формулу обозначить по-другому, то

$$\sin\varphi/2 = \sqrt{P}$$

Большой процентной доле будет соответствовать большой угол φ, а меньшей доле – меньший угол, но соотношения в критерии Фишера не линейные:

$$\varphi = 2 \cdot \arcsin (\sqrt{P})$$

где P – процентная доля, выраженная в долях единицы.

При увеличении расхождения между углами φ_1, φ_2 и увеличения численности выборок значения критерия возрастает. Чем больше величина φ*, тем более вероятно, что различия достоверны.

Гипотезы

H_0: Доля испытуемых выборки 1, у которых проявляется исследуемый эффект не больше, чем у выборки 2.

H_1: Доля испытуемых выборки 1, у которых проявляется исследуемый эффект больше, чем у выборки 2.

Ограничения критерия:

1) ни одна из сопоставляемых долей не должна иметь значение равное нулю;

2) верхний предел в критерии Фишера отсутствует – выборки могут принимать самое максимальное значение;

3) минимальные значения выборки:

- если в одной из выборок 2 значения, то во второй выборке должно быть 30 и более значения ($n_1 = 2$; $n_2 \geq 30$);

- если в одной из выборок 3 наблюдения, то во второй выборке должно быть как минимум 7 наблюдений ($n_1 = 3$; $n_2 \geq 7$);

- если в первой выборке всего 4 наблюдения, то во второй выборке должно быть не менее 5 ($n_1 = 4$; $n_2 \geq 5$);

- при n_1, $n_2 \geq 5$ возможны любые сопоставления.

Других ограничений у критерия Фишера нет.

Формула критерия:

$$\varphi^* = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

где φ_1 - угол, соответствующий большей процентной доле;

φ_2 - угол, соответствующий меньшей процентной доле;

n_1 - количество наблюдений в выборке 1;

n_2 - количество наблюдений в выборке 2.

Подсчет критерия:

1) определить те значения признака, которые будут критерием для разделения испытуемых на тех, у кого есть «эффект» и тех, у кого нет «эффекта»; если признак измерен количественно, то нужно использовать критерий λ для поиска оптимальной точки распределения»;

2) для оптимизации подсчета критерия Фишера, необходимо все данные записывать в таблицу, которая состоит из 2-х столбцов и 2-х строк; в первый столбец записывать все результаты, в которых есть «эффект», во второй столбец – у которых нет «эффекта»; в первую строку записать выборку 1, во вторую строку – выборку 2;

3) подсчитать количество испытуемых в первой группе, у которых есть «эффект» и занести это число в левую верхнюю ячейку таблицы;

4) подсчитать количество испытуемых в первой выборке, у которых нет «эффекта» и занести это число в правую верхнюю ячейку таблицы; подсчитать сумму по двум верхним ячейкам таблицы; они должна совпадать с количеством испытуемых в первой группе;

5) подсчитать количество испытуемых во второй группе, у которых есть «эффект» и занести это число в левую нижнюю ячейку таблицы;

6) подсчитать количество испытуемых во второй выборке, у которых нет «эффекта» и занести это число в правую нижнюю ячейку таблицы; подсчитать сумму по двум нижним ячейкам таблицы; они должна совпадать с количеством испытуемых во второй группе;

7) определить процентные доли испытуемых, у которых есть «эффект», путем отнесения их количества к общему количеству испытуемых в данной группе. Записать полученные процентные доли соответственно в левой верхней и левой нижней ячейках таблицы в скобках, чтобы не перепутать их с абсолютными значениями;

8) проверить, не равняется ли одна из сопоставляемых процентных долей нулю; если это так, попробовать изменить это, сдвинув точку распределения групп в ту или иную сторону; если это невозможно или нежелательно, то необходимо отказаться от применения данного критерия и лучше использовать критерий χ^2;

9) определить критические значения в таблице 10.1 величины углов φ для каждой из сопоставляемых процентных долей;

10) подсчитать эмпирическое значение φ* по формуле:

$$\varphi^* = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

где φ_1 - угол, соответствующий большей процентной доле;

φ_2 - угол, соответствующий меньшей процентной доле;

n_1 - количество наблюдений в выборке 1;

n_2 - количество наблюдений в выборке 2.

11) сопоставить полученное значение φ* с критическими значениями:

φ* ≤ 1,64 (p ≤ 0,05) и φ* ≤ 2,31 (p ≤ 0,01).

Если φ*эмп ≥ φ*кр, то H_0: – отвергается, а H_1: – принимается.

Для критерия Фишера имеет очень большое значение, полученный эмпирический показатель, чем выше эмпирическое значение, тем различия достовернее. И наоборот, если эмпирическое значение меньше критического значения, то достоверности различий не существует. Значит, гипотеза H_0: – принимается, а гипотеза H_1: – отвергается.

Критерий Фишера подсчитывает не область перекрещивающихся значений между двумя выборками испытуемых, а то, что не совпадает. Критерий Фишера – хорошо работающий непараметрический критерий.

При необходимости для того, чтобы определить точный уровень значимости полученного φ*эмп нужно сопоставить с критическими значениями в таблице 10.2.

Таблица 10.1

Величины угла φ (в радианах) для разных процентных долей φ = 2 ·arcsin (√P)

%доля	%, последний десятичный знак									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Значения φ=2·arcsin√P									
0.0	0,000	0,020	0,028	0,035	0,040	0,045	0,049	0,053	0,057	0,060
0.1	0,063	0,066	0,069	0,072	0,075	0,077	0,080	0,082	0,085	0,087
0.2	0,089	0,092	0,094	0,096	0,098	0,100	0,102	0,104	0,106	0,108
0.3	0,110	0,111	0,113	0,115	0,117	0,118	0,120	0,122	0,123	0,125
0.4	0,127	0,128	0,130	0,131	0,133	0,134	0,136	0,137	0,139	0,140
0.5	0,142	0,143	0,144	0,146	0,147	0,148	0,150	0,151	0,153	0,154
0.6	0,155	0,156	0,158	0,159	0,160	0,161	0,163	0,164	0,165	0,166
0.7	0,168	0,169	0,170	0,171	0,172	0,173	0,175	0,176	0,177	0,178
0,8	0,179	0,180	0,182	0,183	0,184	0,185	0,186	0,187	0,188	0,189
0,9	0,190	0,191	0,192	0,193	0,194	0,195	0,196	0,197	0,198	0,199
1	0,200	0,210	0,220	0,229	0,237	0,246	0,254	0,262	0,269	0,277
2	0,284	0,291	0,298	0,304	0,311	0,318	0,324	0,330	0,336	0,342
3	0,348	0,354	0,360	0,365	0,371	0,376	0,382	0,387	0,392	0,398
4	0,403	0,408	0,413	0,418	0,423	0,428	0,432	0,437	0,442	0,446
5	0,451	0,456	0,460	0,465	0,469	0,473	0,478	0,482	0,486	0,491
6	0,495	0,499	0,503	0,507	0,512	0,516	0,520	0,524	0,528	0,532
7	0,536	0,539	0,543	0,547	0,551	0,555	0,559	0,562	0,566	0,570
8	0,574	0,577	0,581	0,584	0,588	0,592	0,595	0,599	0,602	0,606
9	0,609	0,613	0,616	0,620	0,623	0,627	0,630	0,633	0,637	0,640
10	0,644	0,647	0,650	0,653	0,657	0,660	0,663	0,666	0,670	0,673
11	0,676	0,679	0,682	0,686	0,689	0,692	0,695	0,698	0,701	0,704
12	0,707	0,711	0,714	0,717	0,720	0,723	0,726	0,729	0,732	0,735
13	0,738	0,741	0,744	0,747	0,750	0,752	0,755	0,758	0,761	0,764
14	0,767	0,770	0,773	0,776	0,778	0,781	0,784	0,787	0,790	0,793
15	0,795	0,798	0,801	0,804	0,807	0,809	0,812	0,815	0,818	0,820
16	0,823	0,826	0,828	0,831	0,834	0,837	0,839	0,842	0,845	0,847
17	0,850	0,853	0,855	0,858	0,861	0,863	0,866	0,868	0,871	0,874
18	0,876	0,879	0,881	0,884	0,887	0,889	0,892	0,894	0,897	0,900
19	0,902	0,905	0,907	0,910	0,912	0,915	0,917	0,920	0,922	0,925
20	0,927	0,930	0,932	0,935	0,937	0,940	0,942	0,945	0,947	0,950
21	0,952	0,955	0,957	0,959	0,962	0,964	0,967	0,969	0,972	0,974
22	0,976	0,979	0,981	0,984	0,986	0,988	0,991	0,993	0,996	0,998
23	1,000	1,003	1,005	1,007	1,010	1,012	1,015	1,017	1,019	1,022
24	1,024	1,026	1,029	1,031	1,033	1,036	1,038	1,040	1,043	1,045
25	1,047	1,050	1,052	1,054	1,056	1,059	1,061	1,063	1,066	1,068
26	1,070	1,072	1,075	1,077	1,079	1,082	1,084	1,086	1,088	1,091
27	1,093	1,095	1,097	1,100	1,102	1,104	1,106	1,109	1,111	1,113
28	1,115	1,117	1,120	1,122	1,124	1,126	1,129	1,131	1,133	1,135
29	1,137	1,140	1,142	1,144	1,146	1,148	1,151	1,153	1,155	1,157
30	1,159	1,161	1,164	1,166	1,168	1,170	1,172	1,174	1,177	1,179

Продолжение таблицы 10.1

%доля	%, последний десятичный знак									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Значения $\varphi=2\arcsin\sqrt{P}$									
31	1,182	1,183	1,185	1,187	1,190	1,192	1,194	1,196	1,198	1,200
32	1,203	1,205	1,207	1,209	1,211	1,213	1,215	1,217	1,220	1,222
33	1,224	1,226	1,228	1,230	1,232	1,234	1,237	1,239	1,241	1,243
34	1,245	1,247	1,249	1,251	1,254	1,256	1,258	1,260	1,262	1,264
35	1,266	1,268	1,270	1,272	1,274	1,277	1,279	1,281	1,283	1,285
36	1,287	1,289	1,291	1,293	1,295	1,297	1,299	1,302	1,304	1,306
37	1,308	1,310	1,312	1,314	1,316	1,318	1,320	1,322	1,324	1,326
38	1,328	1,330	1,333	1,335	1,337	1,339	1,341	1,343	1,345	1,347
39	1,349	1,351	1,353	1,355	1,357	1,359	1,361	1,363	1,365	1,367
40	1,369	1,371	1,374	1,376	1,378	1,380	1,382	1,384	1,386	1,388
41	1,390	1,392	1,394	1,396	1,398	1,400	1,402	1,404	1,406	1,408
42	1,410	1,412	1,414	1,416	1,418	1,420	1,422	1,424	1,426	1,428
43	1,430	1,432	1,434	1,436	1,438	1,440	1,442	1,444	1,446	1,448
44	1,451	1,453	1,455	1,457	1,459	1,461	1,463	1,465	1,467	1,469
45	1,471	1,473	1,475	1,477	1,479	1,481	1,483	1,485	1,487	1,489
46	1,491	1,493	1,495	1,497	1,499	1,501	1,503	1,505	1,507	1,509
47	1,511	1,513	1,515	1,517	1,519	1,521	1,523	1,525	1,527	1,529
48	1,531	1,533	1,535	1,537	1,539	1,541	1,543	1,545	1,547	1,549
49	1,551	1,553	1,555	1,557	1,559	1,561	1,563	1,565	1,567	1,569
50	1,571	1,573	1,575	1,577	1,579	1,581	1,583	1,585	1,587	1,589
51	1,591	1,593	1,595	1,597	1,599	1,601	1,603	1,605	1,607	1,609
52	1,611	1,613	1,615	1,617	1,619	1,621	1,623	1,625	1,627	1,629
53	1,631	1,633	1,635	1,637	1,639	1,641	1,643	1,645	1,647	1,649
54	1,651	1,653	1,655	1,657	1,659	1,661	1,663	1,665	1,667	1,669
55	1,671	1,673	1,675	1,677	1,679	1,681	1,683	1,685	1,687	1,689
56	1,691	1,693	1,695	1,697	1,699	1,701	1,703	1,705	1,707	1,709
57	1,711	1,713	1,715	1,717	1,719	1,721	1,723	1,725	1,727	1,729
58	1,731	1,734	1,736	1,738	1,740	1,742	1,744	1,746	1,748	1,750
59	1,752	1,754	1,756	1,758	1,760	1,762	1,764	1,766	1,768	1,770
60	1,772	1,774	1,776	1,778	1,780	1,782	1,784	1,786	1,789	1,791
61	1,793	1,795	1,797	1,799	1,801	1,803	1,805	1,807	1,809	1,811
62	1,813	1,815	1,817	1,819	1,821	1,823	1,826	1,828	1,830	1,832
63	1,834	1,836	1,838	1,840	1,842	1,844	1,846	1,848	1,850	1,853
64	1,855	1,857	1,859	1,861	1,863	1,865	1,867	1,869	1,871	1,873
65	1,875	1,878	1,880	1,882	1,884	1,886	1,888	1,890	1,892	1,894
66	1,897	1,899	1,901	1,903	1,905	1,907	1,909	1,911	1,913	1,916
67	1,918	1,920	1,922	1,924	1,926	1,928	1,930	1,933	1,935	1,937
68	1,939	1,941	1,943	1,946	1,948	1,950	1,952	1,954	1,956	1,958
69	1,961	1,963	1,965	1,967	1,969	1,971	1,974	1,976	1,978	1,980
70	1,982	1,984	1,987	1,989	1,991	1,993	1,995	1,998	2,000	2,002
71	2,004	2,006	2,009	2,011	2,013	2,015	2,018	2,020	2,022	2,024
72	2,026	2,029	2,031	2,033	2,035	2,038	2,040	2,042	2,044	2,047
73	2,049	2,051	2,053	2,056	2,058	2,060	2,062	2,065	2,067	2,069
74	2,071	2,074	2,076	2,078	2,081	2,083	2,085	2,087	2,090	2,092
75	2,094	2,097	2,099	2,101	2,104	2,106	2,108	2,111	2,113	2,115
76	2,118	2,120	2,122	2,125	2,127	2,129	2,132	2,134	2,136	2,139
77	2,141	2,144	2,146	2,148	2,151	2,153	2,156	2,158	2,160	2,163
78	2,165	2,168	2,170	2,172	2,175	2,177	2,180	2,182	2,185	2,187
79	2,190	2,192	2,194	2,197	2,199	2,202	2,204	2,207	2,209	2,212
80	2,214	2,217	2,219	2,222	2,224	2,227	2,229	2,231	2,234	2,237

Продолжение таблицы 10.1

%доля	%, последний десятичный знак									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Значения $\varphi = 2 \cdot \arcsin\sqrt{P}$									
81	2,240	2,242	2,245	2,247	2,250	2,252	2,255	2,258	2,260	2,263
82	2,265	2,268	2,271	2,273	2,276	2,278	2,281	2,284	2,286	2,289
83	2,292	2,294	2,297	2,300	2,302	2,305	2,308	2,310	2,313	2,316
84	2,319	2,321	2,324	2,327	2,330	2,332	2,335	2,338	2,341	2,343
85	2,346	2,349	2,352	2,355	2,357	2,360	2,363	2,366	2,369	2,372
86	2,375	2,377	2,380	2,383	2,386	2,389	2,392	2,395	2,398	2,401
87	2,404	2,407	2,410	2,413	2,416	2,419	2,422	2,425	2,428	2,431
88	2,434	2,437	2,440	2,443	2,447	2,450	2,453	2,456	2,459	2,462
89	2,465	2,469	2,472	2,475	2,478	2,482	2,485	2,488	2,491	2,495
90	2,498	2,501	2,505	2,508	2,512	2,515	2,518	2,522	2,525	2,529
91	2,532	2,536	2,539	2,543	2,546	2,550	2,554	2,557	2,561	2,564
92	2,568	2,572	2,575	2,579	2,583	2,587	2,591	2,594	2,598	2,602
93	2,606	2,610	2,614	2,618	2,622	2,626	2,630	2,634	2,638	2,642
94	2,647	2,651	2,655	2,659	2,664	2,668	2,673	2,677	2,681	2,686
95	2,691	2,295	2,700	2,705	2,709	2,714	2,719	2,724	2,729	2,734
96	2,739	2,744	2,749	2,754	2,760	2,765	2,771	2,776	2,782	2,788
97	2,793	2,799	2,805	2,811	2,818	2,824	2,830	2,837	2,844	2,851
98	2,858	2,865	2,872	2,880	2,888	2,896	2,904	2,913	2,922	2,931
99,0	2,941	2,942	2,943	2,944	2,945	2,946	2,948	2,949	2,950	2,951
99,1	2,952	2,953	2,954	2,955	2,956	2,957	2,958	2,959	2,960	2,961
99,2	2,963	2,964	2,965	2,966	2,967	2,968	2,969	2,971	2,972	2,973
99,3	2,974	2,975	2,976	2,978	2,979	2,980	2,981	2,983	2,984	2,985
99,4	2,987	2,988	2,989	2,990	2,992	2,993	2,995	2,996	2,997	2,999
99,5	3,000	3,002	3,003	3,004	3,006	3,007	3,009	3,010	3,012	3,013
99,6	3,015	3,017	3,018	3,020	3,022	3,023	3,025	3,027	3,028	3,030
99,7	3,032	3,034	3,036	3,038	3,040	3,041	3,044	3,046	3,048	3,050
99,8	3,052	3,054	3,057	3,059	3,062	3,064	3,067	3,069	3,072	3,075
99,9	3,078	3,082	3,085	3,089	3,093	3,097	3,101	3,107	3,113	3,122
100	3,142									

Таблица 10.2

Уровни статистической значимости разных значений критерий φ* Фишера (по полученному значению φ*эмп определяется уровень значимости различий процентных долей)

ρ равно или меньше	ρ равно или меньше (последний десятичный знак)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	2,91	2,81	2,70	2,62	2,55	2,49	2,44	2,39	2,35	
0,01	2,31	2,28	2,25	2,22	2,19	2,16	2,14	2,11	2,09	2,07
0,02	2,05	2,03	2,01	1,99	1,97	1,96	1,94	1,92	1,91	1,89
0,03	1,88	1,86	1,85	1,84	1,82	1,81	1,80	1,79	1,77	1,76
0,04	1,75	1,74	1,73	1,72	1,71	1,70	1,68	1,67	1,66	1,65
0,05	1,64	1,64	1,63	1,62	1,61	1,60	1,59	1,58	1,57	1,56
0,06	1,56	1,55	1,54	1,53	1,52	1,52	1,51	1,50	1,49	1,48
0,07	1,48	1,47	1,46	1,46	1,45	1,44	1,43	1,43	1,42	1,41
0,08	1,41	1,40	1,39	1,39	1,38	1,37	1,37	1,36	1,36	1,35
0,09	1,34	1,34	1,33	1,32	1,32	1,31	1,31	1,30	1,30	1,29
0,10	1,29									

10.3. Биноминальный критерий m

Назначение критерия [1; 177]

Критерий предназначен для сопоставления частоты встречаемости какого-либо эффекта с теоретической или заданной частотой его встречаемости.

Он применяется в тех случаях, когда в исследовании участвует одна выборка или экспериментатор в зависимости от цели хочет посчитать результаты только одной выборки. При этом надо помнить, что максимальный объем выборки может быть до 500 испытуемых или наблюдений ($n \leq 500$).

Описание критерия

Биноминальный критерий m применяется с целью выяснения, насколько эмпирическая частота превышает теоретическую, среднестатистическую или какую-то заданную частоту, соответствующую вероятности случайного угадывания, среднему проценту успешности в выполнении какого-либо задания и т.д. [14].

При применение биноминального критерия m, необходимо следовать некоторым принципам, и он будет незаменим, если выполнить следующие условия:

1) если обследована лишь одна выборка испытуемых и нет возможности делить эту выборку на две и в зависимости от цели исследования, необходимо подсчитать частоту встречаемости признака в выборке;

2) если в обследованной выборке менее 30 испытуемых (наблюдений), что не позволяет нам применить другой критерий, позволяющий работать с одной выборкой, например, χ^2 даже если в выборке $n \geq 30$ испытуемых (наблюдений), то все равно можно использовать биноминальный критерий m.

С одной стороны данные условия являются ограничениями, а с другой – достоинством. Бывают случаи, когда исследователь, по разным причинам не может сформировать две выборки и испытуемых в группе будет менее 30.

Если mэмп больше или равно mкр (mэмп ≥ mкр) на уровне значимости $p \leq 0{,}05$, то это будет показывать, что различия достоверны и чем больше значение mэмп, тем различия достовернее.

Гипотезы

H_0: Частота встречаемости данного эффекта в обследованной выборке не превышает теоретической (заданной, ожидаемой, предполагаемой).

H_1: Частота встречаемости данного эффекта в обследованной выборке превышает теоретической (заданной, ожидаемой, предполагаемой).

Ограничения критерия:

1) минимальное количество наблюдений должно быть 5 ($n \leq 5$), но возможно минимальное количество наблюдений от 2, то есть ($n \leq 2$) в отношении определенного типа задач (таблица 10.3);

2) максимальное количество наблюдений может быть как от 50, так и до 300, определяется имеющими критическими значениями (таблица 10.3, 10.4);

Таблица 10.3

Критические значения биноминального критерия m при P=0,50, n ≤ 300

n	p 0,05	p 0,01	n	p 0,05	p 0,01	n	p 0,05	p 0,01	n	p 0,05	p 0,01
5	5	-	27	19	20	49	31	34	90	54	57
6	6	-	28	20	21	50	32	34	92	55	58
7	7	7	29	20	22	52	33	35	94	56	59
8	7	8	30	20	22	54	34	36	96	57	60
9	8	9	31	21	23	56	35	38	98	58	61
10	9	10	32	22	24	58	36	39	100	59	63
11	9	10	33	22	24	60	37	40	110	65	68
12	10	11	34	23	25	62	38	41	120	70	74
13	10	12	35	23	25	64	40	42	130	75	79
14	11	12	36	24	26	66	41	43	140	81	85
15	12	13	37	24	27	68	42	45	150	86	90
16	12	14	38	25	27	70	43	46	160	91	96
17	13	14	39	26	28	72	44	47	170	97	101
18	13	15	40	26	28	74	45	48	180	102	107
19	14	15	41	27	29	76	46	49	190	107	112
20	15	16	42	27	29	78	47	50	200	113	117
21	15	17	43	28	30	80	48	51	220	123	128
22	16	17	44	28	31	82	49	52	240	134	139
23	16	18	45	29	31	84	51	54	260	144	150
24	17	19	46	30	32	86	52	55	280	155	160
25	18	19	47	30	32	88	53	56	300	165	171
26	18	20	48	31	38						

Таблица 10.4

Критические значения биноминального критерия m при P=0,50, n ≤ 50

N \ P Q	0,01 0,99	0,02 0,98	0,03 0,97	0,04 0,96	0,05 0,95	0,06 0,94	0,07 0,93	0,08 0,92	0,09 0,91	0,10 0,90	0,11 0,89	0,12 0,88	0,13 0,87	0,14 0,86	0,15 0,85	0,16 0,84	0,17 0,83
$p=0,05$																	
2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
4	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
7	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
8	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
9	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5
10	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5
11	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
12	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
13	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6
14	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6
15	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6
16	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
17	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7
18	2	2	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7
19	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7
20	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7
21	2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8
22	2	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8
23	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8	8
24	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8
25	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	8
$p=0,01$																	
2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.
3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
5	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
6	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
8	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
9	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
10	2	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
11	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6
12	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
13	2	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7
14	2	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7
15	2	3	3	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7
16	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8
17	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8
18	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8
19	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8
20	3	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8	9
21	3	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9
22	3	3	4	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9
23	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	9	9	9	9
24	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10
25	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	9	10	10

Продолжение таблицы 10.4

N \ P/Q	0,01/0,99	0,02/0,98	0,03/0,97	0,04/0,96	0,05/0,95	0,06/0,94	0,07/0,93	0,08/0,92	0,09/0,91	0,10/0,90	0,11/0,89	0,12/0,88	0,13/0,87	0,14/0,86	0,15/0,85	0,16/0,84	0,17/0,83
$\rho=0,05$																	
26	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9
27	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9
28	2	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9
29	2	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	9
30	2	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10
31	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	10
32	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10
33	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10
34	2	3	4	4	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11
35	2	3	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11
36	3	3	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11
37	3	3	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11
38	3	3	4	5	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11
39	3	3	4	5	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12
40	3	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12
41	3	3	4	5	6	6	7	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12
42	3	4	4	5	6	6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	12	12
43	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	13
44	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	13
45	3	4	4	5	6	7	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12	13
46	3	4	4	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	12	13	13
47	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11	12	12	13	13
48	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	13	14
49	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	13	13	14
50	3	4	5	5	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	13	13	14
$\rho=0,01$																	
26	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10	10
27	3	4	4	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11
28	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10	10	11
29	3	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	11
30	3	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11
31	3	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12
32	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11	12
33	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
34	3	4	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
35	3	4	5	6	6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13
36	3	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13
37	3	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	13	13
38	3	4	5	6	7	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12	13	13
39	3	4	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13
40	3	4	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11	12	12	13	13	14
41	3	4	5	6	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	13	13	14
42	3	4	5	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	13	13	14	14
43	3	5	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	13	13	14	14
44	3	5	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12	13	14	14	15
45	4	5	6	6	7	8	9	9	10	11	11	12	13	13	14	14	15
46	4	5	6	6	7	8	9	9	10	11	11	12	13	13	14	15	15
47	4	5	6	7	7	8	9	10	10	11	12	12	13	14	14	15	15
48	4	5	6	7	7	8	9	10	10	11	12	12	13	14	14	15	16
49	4	5	6	7	8	8	9	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16
50	4	5	6	7	8	8	9	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16

Продолжение таблицы 10.4

N	P / Q	0,18 / 0,82	0,19 / 0,81	0,20 / 0,80	0,21 / 0,79	0,22 / 0,78	0,23 / 0,77	0,24 / 0,76	0,25 / 0,75	0,26 / 0,74	0,27 / 0,73	0,28 / 0,72	0,29 / 0,71	0,30 / 0,70	0,31 / 0,69	0,32 / 0,68	0,33 / 0,67	0,34 / 0,66
									ρ=0,05									
2		2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4		3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5		3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6		4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7		4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8		4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
9		5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
10		5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
11		5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7
12		5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8
13		6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8
14		6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9
15		6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9
16		7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10
17		7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10
18		7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10
19		7	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11
20		8	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11
21		8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12
22		8	8	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12
23		8	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	13
24		9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	13	13	13
25		9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13
									ρ=0,01									
2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3		3	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-
5		4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
7		5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
8		5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
9		6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
10		6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8
11		6	6	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9
12		7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9
13		7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10
14		7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10
15		8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10
16		8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11
17		8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11
18		8	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12
19		9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20		9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13
21		9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13
22		10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	14	14
23		10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14
24		10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	15
25		10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	15	15	15

Продолжение таблицы 10.4

$p=0,05$																	
26	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	14	14
27	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	13	13	13	14	14	14
28	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	15
29	10	10	10	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	14	14	15	15
30	10	10	11	11	11	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	15	16
31	10	11	11	11	12	12	12	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16
32	10	11	11	12	12	12	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16
33	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	15	15	15	16	16	16	17
34	11	11	12	12	13	13	13	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17
35	11	12	12	12	13	13	14	14	14	15	15	16	16	16	17	17	18
36	11	12	12	13	13	14	14	14	15	15	16	16	16	17	17	18	18
37	12	12	13	13	13	14	14	15	15	16	16	16	17	17	18	18	18
38	12	12	13	13	14	14	15	15	15	16	16	17	17	18	18	18	19
39	12	13	13	14	14	14	15	15	16	16	17	17	17	18	18	19	19
40	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	17	17	18	18	19	19	20
41	13	13	14	14	15	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20
42	13	13	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	19	20	20
43	13	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	20	20	21
44	13	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21
45	13	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22
46	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	20	20	21	21	22	22
47	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22
48	14	15	15	16	16	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23
49	14	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	23
50	14	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	23
$p=0.01$																	
26	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	16
27	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	15	15	16	16
28	11	12	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	17
29	11	12	12	13	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17
30	12	12	12	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	17
31	12	12	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18
32	12	13	13	13	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	18	18	18
33	12	13	13	14	14	15	15	15	16	16	16	17	17	18	18	18	19
34	13	13	14	14	14	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	19	19
35	13	13	14	14	15	15	16	16	16	17	17	18	18	18	19	19	20
36	13	14	14	15	15	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	20	20
37	13	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	20	20	20
38	14	14	15	15	16	16	17	17	17	18	18	19	19	20	20	20	21
39	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	20	21	21
40	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	20	21	21	22
41	14	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22
42	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23
43	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
44	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	21	22	22	23	23
45	15	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24
46	16	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24
47	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25
48	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	24	24	25	25
49	16	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	26
50	16	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	26

Продолжение таблицы 10.4

N	P: 0,35 Q: 0,65	0,36 0,64	0,37 0,63	0,38 0,62	0,39 0,61	0,40 0,60	0,41 0,59	0,42 0,58	0,43 0,57	0,44 0,56	0,45 0,55	0,46 0,54	0,47 0,53	0,48 0,52	0,49 0,51	0,50 0,50
								$\rho=0{,}05$								
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-	-	-	-
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7
8	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8
10	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
11	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
12	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10
13	8	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10
14	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11
15	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12
16	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
17	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13	13
18	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13
19	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	14	14	14
20	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	15
21	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	14	15	15	15	15
22	12	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15	15	16	16
23	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	16
24	13	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17
25	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18
								$\rho=0{,}01$								
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	-	-	-	-
7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9
10	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10
11	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10
12	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11
13	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	12
14	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
15	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13
16	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13	13	14	14	14	14
17	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14
18	12	12	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	15	15
19	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15
20	13	13	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	16	16	16	16
21	14	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	16	17	17
22	14	14	15	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	17
23	15	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18
24	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	19
25	15	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19

Продолжение таблицы 10.4

N / P	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
Q	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50
$p=0,05$																
26	14	14	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18
27	15	15	15	15	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	19
28	15	15	16	16	16	16	17	17	17	13	18	18	18	19	19	19
29	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	20	20
30	16	16	17	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	20
31	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	20	21	21
32	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22
33	17	17	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22
34	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23
35	18	18	19	19	19	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23
36	18	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	24	24
37	19	19	20	20	20	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24
38	19	20	20	20	21	21	22	22	22	23	23	24	24	24	25	25
39	20	20	20	21	21	22	22	22	23	23	24	24	24	25	25	26
40	20	20	21	21	22	22	23	23	23	24	24	25	25	25	26	26
41	20	21	21	22	22	23	23	23	24	24	25	25	26	26	26	27
42	21	21	22	22	23	23	23	24	24	25	25	26	26	26	27	27
43	21	22	22	23	23	24	24	24	25	25	26	26	27	27	27	26
44	22	22	23	23	24	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	28
45	22	23	23	24	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29
46	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30
47	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30
48	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31
49	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31
50	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	32
$p=0,01$																
26	16	16	16	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19	20	20
27	16	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	20
28	17	17	17	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21
29	17	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22
30	18	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22
31	18	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23
32	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	22	23	23	24
33	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24
34	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25
35	20	20	21	21	21	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25
36	20	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	25	25	25	26	26
37	21	21	22	22	22	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	27
38	21	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	26	26	26	27	27
39	22	22	23	23	23	24	24	25	25	25	26	26	27	27	27	28
40	22	23	23	23	24	24	25	25	26	26	26	27	27	28	28	28
41	23	23	23	24	24	25	25	26	26	26	27	27	28	28	28	29
42	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	29
43	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	28	29	29	30	30
44	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31
45	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	29	30	30	31	31
46	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	30	31	31	32
47	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	32	32
48	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33
49	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33	34
50	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33	34

3) биноминальный критерий mпозволяет проверить гипотезу о том, что частота встречаемости интересующего исследователя эффекта в обследованной выборке превышает заданную вероятность Р, при этом она не должна быть Р $\leq$ 0,50;

4) если проверяется гипотеза о том, что частота встречаемости интересующего исследователя эффекта достоверно ниже заданной вероятности, то при Р = 0,50, то это можно сделать при помощи G – критерия знаков, Р <0,50, необходимо использовать χ^2, а при Р <0,50, то нужно преобразовать гипотезу в противоположные.

Следующей особенностью биноминального критерия m является то, что при сопоставлении эмпирической и теоретической частоты при разных вероятностях исследуемого эффекта Р и разных гипотез, зависит выбор критерия:

а) если заданная вероятность Р <0,50, а fэмп> fтеор, то биноминальный критерий применим для объема выборки 2 $\leq$ n $\leq$ 50;

б) если заданная вероятность Р <0,50, а fэмп <fтеор, то биноминальный критерий неприменим и следует применять критерий χ^2 - Пирсона;

в) если заданная вероятность Р = 0,50, а fэмп> fтеор, то биноминальный критерий применим для объема выборки 5 $\leq$ n $\leq$ 300;

г) если заданная вероятность Р = 0,50, а fэмп <fтеор, то вместо биноминального критерия применяется критерий знаков G, являющийся «зеркальным отражением» биноминального критерия при Р = 0,50, допустимый объем выборки 5 $\leq$ n $\leq$ 300;

д) если заданная вероятность Р> 0,50, fэмп> fтеор, то биноминальный критерий неприменим, а следует применять критерий χ^2 - Пирсона;

е) если заданная вероятность Р > 0,50, а fэмп < fтеор, то биноминальный критерий применим при условии, что в качестве «эффекта» будут рассматриваться более редкое событие, то есть Q = 1 – Р – 0,80 = 0,20 и процент встречаемости в данной выборке: 100% - 75% = 25%; эти преобразования фактически сведут данную задачу к задаче, с допустимым объемом выборки: 2 $\leq$ n $\leq$ 50, который был рассмотрен в предыдущих разделах;

Все результаты выбора критерия для сопоставления эмпирической частоты с теоретической при разных вероятностях исследуемого эффекта Р и разных гипотез представлены в таблице 10.5.

Таблица 10.5

Выбор критерия для сопоставления эмпирической частоты с теоретической при разных вероятностях исследуемого эффекта Р и разных гипотезах

Заданные вероятности	H1: fэмп достоверно выше fкр	H1: fэмп достоверно ниже fкр
Р < 0,50	а) m для 2 $\leq$ n $\leq$ 50	б) χ^2 для n $\geq$ 30
Р = 0,50	в) m 5 $\leq$ n $\leq$ 300;	г) G 5 $\leq$ n $\leq$ 300
Р> 0,50	д) χ^2 для n $\geq$ 30	е) m 2 $\leq$ n $\leq$ 50

Как видно, сверху описаны все результаты выбора критерия, для сопоставления эмпирической частоты с теоретической. Стоит обратить внимания на заданные вероятности, которые встречаются при решении задач подобного рода, их ровно три: Р <0,50; Р = 0,50; Р> 0,50. И уже, исходя из заданных вероятностей, подбирать критерии, которые наиболее всего подходят для решения задачи [1; 179, 15; 218].

Формула критерия:

Формула теоретической частоты встречаемости эффекта:

$$f_{теор} = n \cdot P,$$

где n – количество наблюдений в обследованной выборке;

Р – заданная вероятность исследуемого эффекта.

Формула биноминального критерия m:

$$m_{эмп} = f_{эмп}$$

Подсчет критерия:

1) определить теоретическую частоту встречаемости эффекта по формуле:

$$f_{теор} = n \cdot P,$$

где n – количество наблюдений в обследованной выборке;

Р – заданная вероятность исследуемого эффекта.

По соотношению эмпирической и теоретической частот и заданной вероятности Р определить, к какой ячейке (таблица 10.5.) относится данный случай сопоставлений.

Если биноминальный критерий оказывается неприменимым, использовать тот критерий, который указан в соответствующей ячейке таблицы 10.5;

2) если критерий m применим, то определить критические значения m по таблице 10.3. (при Р = 0,50) или по таблице 10.4. (при $P \leq 0,50$) для данных n и Р;

3) считать $m_{эмп}$ эмпирическую частоту встречаемости эффекта в обследованной выборке $m_{эмп} = f_{эмп}$;

4) если $m_{эмп}$ превышает критические значения, это означает, что эмпирическая частота достоверно превышает частоту, соответствующую заданной вероятности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.

2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.

3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.

4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.

5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.

6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.

7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.

8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.

9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.

10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html

11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.

12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.

13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.

14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.

15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.

17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.
24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.
25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 11. МЕТОДЫ КОРРЕЛЯЦИИ В ПСИХОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ

11.1. Обоснование задачи применения методов корреляции
11.2. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена
11.3. Коэффициент корреляции Пирсона

11.1. Обоснование задачи применения методов корреляции

Корреляционное исследование – это метод в психологии, предназначенный для выявления взаимосвязи между двумя и более факторами, которые исследуются экспериментатором, но не контролируется им. Например, исследователь хочет выяснить существует ли взаимосвязь между агрессивным поведением и интернет-зависимостью у испытуемых. В любом случае, измеряется агрессивное поведение личности и его взаимосвязь с интернет-зависимостью, которые не контролируется им. Между этими переменными может быть как прямая, так и обратная зависимость, а может зависимости и не быть [1, 3, 4, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

Как уже отмечалось выше, корреляционная зависимость меняется от – 1 до + 1, поэтому все эмпирические значения можно упорядочить по трем направлениям:

1) если эмпирическое значения близко к – 1, то между двумя переменными существует обратная взаимосвязь;

2) если эмпирическое значение близко к + 1, то существует прямая зависимость между двумя переменными;

3) если эмпирическое значение близко к значению 0, то взаимосвязи между переменными не достоверны.

Существование обратной взаимосвязи означает, что увеличение одной переменной влечет за собой уменьшение другой, тогда как при прямой зависимости, увеличение одной переменной способствует увеличению другой.

В психологических исследованиях чаще всего применяются rs – коэффициент ранговой корреляции Спирмена и r – коэффициент корреляции Пирсона.

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена относится к непараметрическим методам, работает в порядковой шкале, поэтому полученные эмпирические значения необходимо проранжировать. В формулу расчета входят именно проранжированные значения двух выборок испытуемых или двух переменных количественно измеренных.

Корреляционный метод Спирмена очень удобен в расчетах и легок в вычислениях, а ранжирование происходит по правилам ранжирования, о котором было написано выше.

Исследователь при выборе коэффициента корреляции Спирмена исходит из расчета, что он прост, универсален и возможности его применения достаточно широки, например, можно посмотреть взаимосвязь между двумя индивидуальными значениями, между индивидуальным и групповыми значениями и между двумя групповыми значениями.

Коэффициент корреляции Пирсона работает только в интервальной шкале и относится к параметрическим методам. Метод включает в формулу расчета показатели среднего значения и дисперсии в двух выборках испытуемых, расчеты сложны, но дают достоверные результаты.

11.2. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена

Назначение коэффициента ранговой корреляции Спирмена [1; 208]

Методы ранговой корреляции Спирмена позволяет определить тесноту и направление корреляционной связи между двумя признаками.

Описание метода ранговой корреляции Спирмена

Для того, чтобы применить метод ранговой корреляции Спирмена, необходимо соблюдать следующие условия:

1) количественные показатели, измеренные в одной и той же выборке испытуемых, примером может быть такая ситуация, когда в одной и той же выборке испытуемых сравниваются два разных переменных, при условиях, что количество наблюдаемых значений или переменных совпадают;

2) два индивидуальных значения, измеренные у двух разных испытуемых по одной и той же методике, например, тест Кеттелла, методика ценностных ориентаций Рокича и др.;

3) две групповые значения признаков, например взаимосвязь между двумя выборками испытуемых, чтобы изучить совпадение терминальных и инструментальных ценностей, смысложизненных ориентаций и т.д.;

4) индивидуальное и групповые значения признаков, примером может быть случай, когда индивидуальный показатель сравнивается с групповым показателем для выявления корреляционной связи между личностью и группой.

Во всех этих случаях достоверность коэффициента ранговой корреляции Спирмена будет определятся количеством ранжированных значений. В первом и четвертом случаях количество ранжированных значений будет совпадать с количеством испытуемых.

Во остальных случаях количество ранжированных значений будет совпадать с количеством переменных, составляющих иерархию.

Для выявления достоверности взаимосвязи необходимо сравнить эмпирическое значение rэмп с критическим значение rкр, если эмпирическое значение совпадает или больше критического значения, хотя бы на уровне значимости $p \leq 0{,}05$, то это означает, что взаимосвязь достоверна.

Гипотезы:

Гипотезы, которые проверяет коэффициент ранговой корреляции Спирмена, можно подразделить на два варианта. Первый вариант гипотезы относится к первому случаю, второй вариант гипотезы – ко всем остальным случаям.

Первый вариант гипотез:

H_0: Корреляция между двумя переменными А и В не отличается от нуля.

H_1: Корреляция между двумя переменными А и В отличается от нуля.

Второй вариант гипотез:

H_0: Корреляция между двумя иерархиями признаков А и В не отличается от нуля.

H_1: Корреляция между двумя иерархиями признаков А и В отличается от нуля.

Ограничение метода ранговой корреляции Спирмена:

1) по каждой переменной минимальное значение должно быть равно пяти и более, то есть количество наблюдаемых значений должно быть как минимум равно 5 ($n \geq 5$);

2) максимальное значение не должно превышать сорока ($n \leq 40$);

3) сравниваемые значения по обоим признаками или обеим выборкам должны совпадать;

4) при большом количестве одинаковых рангов, коэффициент ранговой корреляции Спирмена, не дает точных и достоверных результатов; в идеале две последовательности ранжируемых значений не должны совпадать;

5) в случае, если невозможно соблюсти это условие, то необходимо внести поправку на одинаковые ранги, формула поправки на одинаковые ранги будут приведены ниже.

Формула метода ранговой корреляции Спирмена:

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum(d^2)}{N \cdot (N^2 - 1)}$$

где d- разность между двумя рангами;

N – количество ранжируемых значений или количество испытуемых.

Подсчет метода ранговой корреляции Спирмена:

1) определить какие два значения или переменные, необходимо сопоставить;

2) Проранжировать значения признаков по первой и по второй переменными, при помощи правила ранжирования, то есть меньшему значения начисляя ранг 1, наибольшему значению – наибольший ранг, одинаковым значения – одинаковый ранг, при этом каждую переменную необходимо ранжировать отдельно;

3) подсчитать разности d между двумя рангами по каждой переменной и записать их отдельно;

4) возвести разность в квадрат: d^2;

5) подсчитать сумму квадратов: $\sum d^2$;

6) при наличии одинаковых рангов, необходимо при помощи формулы поправки внести коррективы:

$$Ta = \sum (a^3 - a)/12$$
$$Tb = \sum (b^3 - b)/12$$

где, a – объем каждой группы одинаковых рангов в ранговом ряду А;

b – объем каждой группы одинаковых рангов в ранговом ряду В;

7) рассчитать коэффициент ранговой корреляции r по формуле:

а) при отсутствии одинаковых рангов:

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum(d^2)}{N \cdot (N^2 - 1)}$$

б) при наличии одинаковых рангов:

$$r_s = 1 - 6 \cdot \frac{\sum d^2 + T_a + T_b}{N \cdot (N^2 - 1)}$$

где d- разность между двумя рангами;

Ta и Tb – поправки на одинаковые ранги;

N – количество ранжируемых значений или количество испытуемых;

8) определить при помощи таблицы 11.1 критическое значение rs и сравнить с эмпирическим значением r, если rэмп ≥ rs кр, на уровне значимости (p ≥ 0,05), то взаимосвязь существует или корреляция отличается от 0, то есть гипотеза H1 – принимается, а гипотеза H0 – отклоняется.

Таблица 11.1

Критические значения выборочного коэффициента корреляции рангов

n	p		n	p		n	p	
	0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01
5	0,94	–	17	0,48	0,62	29	0,37	0,48
6	0,85	–	18	0,47	0,60	30	0,36	0,47
7	0,78	0,94	19	0,46	0,58	31	0,36	0,46
8	0,72	0,88	20	0,45	0,57	32	0,36	0,45
9	0,68	0,83	21	0,44	0,56	33	0,34	0,45
10	0,64	0,79	22	0,43	0,54	34	0,34	0,44
11	0,61	0,76	23	0,42	0,53	35	0,33	0,43
12	0,58	0,73	24	0,41	0,52	36	0,33	0,43
13	0,56	0,70	25	0,49	0,51	37	0,33	0,43
14	0,54	0,68	26	0,39	0,50	38	0,32	0,41
15	0,52	0,66	27	0,38	0,49	39	0,32	0,41
16	0,50	0,64	28	0,38	0,48	40	0,31	0,40

11.3. Коэффициент корреляции Пирсона

Назначение коэффициента корреляции Пирсона [4, 5, 7, 11, 12, 14, 15, 15]

Коэффициент корреляции Пирсона применяется для исследования взаимосвязи двух эмпирических показателей, измеренных в одной и той же выборке испытуемых или в двух разных выборках испытуемых, измеренные при помощи одной и той же методики. Он позволяет определить, насколько изменчивость одного признака взаимосвязана с изменчивостью другого признака.

Коэффициент корреляции Пирсона был разработан тремя исследователями Карлом Пирсоном, Фрэнсисом Эдуортом и Рафаэлем Уэлдоном в конце позапрошлого, то есть XIX века [10, 18, 19]. Коэффициент корреляции Пирсона, точно также, как и любые корреляционные методы, изменяется в пределах от – 1 до + 1.

Описание коэффициента корреляции Пирсона

Коэффициент корреляции Пирсона часто называют линейным коэффициентом корреляции. Линейность корреляции связана с тем, что все эмпирические показатели расположены вдоль прямой линии, а положительность или отрицательность взаимосвязи определяется, прежде всего, направлением этой связи, или в какую сторону меняется эта связь.

Коэффициент корреляции Пирсона является параметрическим методом и поэтому работает только в интервальной шкале, а значит, формула расчета сложна и содержит вычисление среднего значения и дисперсии. Но, как и всякие параметрические методы, полученные эмпирические значения показывают высокую степень достоверности.

При применении коэффициента корреляции Пирсона, необходимо помнить, что должно быть одинаковое количество, измеренных эмпирических показателей, если исследование проводится на одной и той же выборке испытуемых. При подсчете корреляции в двух выборках испытуемых должно быть также одинаковое количество, это связано с тем, что в формулу расчета входит попарное сравнение исследуемых переменных.

Коэффициент корреляции Пирсона очень трудно подсчитать вручную, так как формула достаточно громоздка и требует сложных вычислений. Сейчас существует множество автоматизированных способов вычислений, это и подсчет при помощи Excel, SPSS, STATISTIKA, также можно в интернете найти онлайн вычисление, где можно подставить эмпирические данные, и программа сразу выдаст готовый результат. Для понимания и выработки умений и навыков, обязательно будет решена задача вручную и будет задача для самостоятельного решения при помощи данного метода.

Из-за трудности применения коэффициента корреляции Пирсона, исследователи предпочитают чаще применять коэффициент ранговой корреляции Спирмена, так как он очень удобен и легок в вычислениях. С развитием компьютерных технологий можно применить и более сложный метод для подсчета взаимосвязи, поэтому остановимся подробно на коэффициенте линейной корреляции Пирсона.

Гипотезы

H_0: Корреляция между двумя эмпирическими показателями равна нулю.

H_1: Корреляция между двумя эмпирическими показателями не равна нулю.

Ограничение коэффициента корреляции Пирсона

1) минимальное количество значений должно быть $n \geq 5$, а максимальное количество значений зависит от табличных показателей (таблица 11.2);

2) эмпирические значения признаков должны быть измерены в интервальной шкале, а значит, распределение признака должно быть нормальным;

3) для применения данного метода корреляции необходимы вычисления средне выборочного значения и дисперсии;

4) количество эмпирических значений в исследуемых признаках должно быть одинаковым, то есть, если эмпирические значения измерены на одной и той же выборки, то их количество должно совпадать; если две разные выборки, то количество испытуемых должно быть одинаковое. Количество измеряемых

значений обязательно должно совпадать, это является непременным условием применения коэффициента корреляции Пирсона.

Формула метода:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - M_x)(y_j - M_y)}{\sqrt{\sum(x_j - M_x)^2 \cdot \sum(y_j - M_y)^2}}$$

или

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - M_x)(y_i - M_y)}{(N-1)\sigma_x \sigma_y}$$

где M_x – средне выборочные показатели 1 выборки испытуемых;

M_y – средне выборочные показатели 2 выборки испытуемых;

x_i – эмпирические показатели 1 выборки испытуемых, i – меняется в зависимости от количества выборки, то есть от 1 до N;

y_ij – эмпирические показатели 2 выборки испытуемых, j – меняется в зависимости от количества выборки, то есть от 1 до N;

σ_x – показатель дисперсии в 1 выборке испытуемых;

σ_y – показатель дисперсии во 2 выборке испытуемых;

$\sum$ – знак суммы.

Подсчет коэффициента корреляции Пирсона:

1) прежде чем приступить к подсчету корреляции при помощи метода Пирсона, необходимо посмотреть ограничения, если эмпирические показатели подходят для применения данного метода, полученные показатели работают в интервальной шкале, эмпирическое распределение нормальное, то можно смело приступать к расчету;

2) подсчитываем средне выборочное значение 1 выборки испытуемых;

3) подсчитываем средне выборочное значение 2 выборки испытуемых;

4) подсчитываем средне выборочную дисперсию σх по 1 выборке;

5) подсчитываем средне выборочную дисперсию σу по 2 выборке.

6) Подставляем полученные значения по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - M_x)(y_j - M_y)}{\sqrt{\sum(x_j - M_x)^2 \cdot \sum(y_j - M_y)^2}}$$

или

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - M_x)(y_i - M_y)}{(N-1)\sigma_x \sigma_y}$$

где M_x – средне выборочные показатели 1 выборки испытуемых;

M_y – средне выборочные показатели 2 выборки испытуемых;

x_i – эмпирические показатели 1 выборки испытуемых, i – меняется в зависимости от количества выборки, то есть от 1 до N;

y_ij – эмпирические показатели 2 выборки испытуемых, j – меняется в зависимости от количества выборки, то есть от 1 до N;

σ_x – показатель дисперсии в 1 выборке испытуемых;

σ_y – показатель дисперсии во 2 выборке испытуемых;

$\sum$ – знак суммы,

получаем rэмп, и сравниваем с rкр, эмпирический показатель меняется от – 1 до +1, необходимо помнить, если эмпирический показатель близко к значению 0, то корреляции между двумя переменными нет, а если показатель близко к значению – 1, то существует обратная корреляция, если показатель близко к значению + 1, то существует прямая зависимость.

7) сравниваем эмпирический показатель с критическим (таблица 11.2), если rэмп ≥ rкр при уровне значимости p ≤ 0,05, то между двумя переменными существует взаимосвязь.

Таблица 11.2

Критические значения коэффициента корреляции Пирсона

n	*p*				*n*	*p*			
	0,10	0,05	0,01	0,001		0,10	0,05	0,01	0,001
5	0,805	0,878	0,959	0,991	46	0,246	0,291	0,376	0,469
6	0,729	0,811	0,917	0,974	47	0,243	0,288	0,372	0,465
7	0,669	0,754	0,875	0,951	48	0,240	0,285	0,368	0,460
8	0,621	0,707	0,834	0,925	49	0,238	0,282	0,365	0,456
9	0,582	0,666	0,798	0,898	50	0,235	0,279	0,361	0,451
10	0,549	0,632	0,765	0,872	51	0,233	0,276	0,358	0,447
11	0,521	0,602	0,735	0,847	52	0,231	0,273	0,354	0,443
12	0,497	0,576	0,708	0,823	53	0,228	0,271	0,351	0,439
13	0,476	0,553	0,684	0,801	54	0,226	0,268	0,348	0,435
14	0,458	0,532	0,661	0,780	55	0,224	0,266	0,345	0,432
15	0,441	0,514	0,641	0,760	56	0,222	0,263	0,341	0,428
16	0,426	0,497	0,623	0,742	57	0,220	0,261	0,339	0,424
17	0,412	0,482	0,606	0,725	58	0,218	0,259	0,336	0,421
18	0,400	0,468	0,590	0,708	59	0,216	0,256	0,333	0,418
19	0,389	0,456	0,575	0,693	60	0,214	0,254	0,330	0,414
20	0,378	0,444	0,561	0,679	61	0,213	0,252	0,327	0,411
21	0,369	0,433	0,549	0,665	62	0,211	0,250	0,325	0,408
22	0,360	0,423	0,537	0,652	63	0,209	0,248	0,322	0,405
23	0,352	0,413	0,526	0,640	64	0,207	0,246	0,320	0,402
24	0,344	0,404	0,515	0,629	65	0,206	0,244	0,317	0,399
25	0,337	0,396	0,505	0,618	66	0,204	0,242	0,315	0,396
26	0,330	0,388	0,496	0,607	67	0,203	0,240	0,313	0,393
27	0,323	0,381	0,487	0,597	68	0,201	0,239	0,310	0,390
28	0,317	0,374	0,479	0,588	69	0,200	0,237	0,308	0,388
29	0,311	0,367	0,471	0,579	70	0,198	0,235	0,306	0,385
30	0,306	0,361	0,463	0,570	80	0,185	0,220	0,286	0,361
31	0,301	0,355	0,456	0,562	90	0,174	0,207	0,270	0,341

Продолжение таблицы 11.2

n	p				n	p			
	0,10	0,05	0,01	0,001		0,10	0,05	0,01	0,001
32	0,296	0,349	0,449	0,554	100	0,165	0,197	0,256	0,324
33	0,291	0,344	0,442	0,547	110	0,158	0,187	0,245	0,310
34	0,287	0,339	0,436	0,539	120	0,151	0,179	0,234	0,297
35	0,283	0,334	0,430	0,532	130	0,145	0,172	0,225	0,285
36	0,279	0,329	0,424	0,525	140	0,140	0,166	0,217	0,275
37	0,275	0,325	0,418	0,519	150	0,135	0,160	0,210	0,266
38	0,271	0,320	0,413	0,513	200	0,117	0,139	0,182	0,231
39	0,267	0,316	0,408	0,507	250	0,104	0,124	0,163	0,207
40	0,264	0,312	0,403	0,501	300	0,095	0,113	0,149	0,189
41	0,260	0,308	0,398	0,495	350	0,088	0,105	0,138	0,175
42	0,257	0,304	0,393	0,490	400	0,082	0,098	0,129	0,164
43	0,254	0,301	0,389	0,484	450	0,078	0,092	0,121	0,155
44	0,251	0,297	0,384	0,479	500	0,074	0,088	0,115	0,147
45	0,248	0,294	0,380	0,474	600	0,067	0,080	0,105	0,134

Алгоритм работы с коэффициентом корреляции Пирсона достаточно прост, но как всякий параметрический критерий, требует вычисления средне выборочного значения и дисперсии. Следующей особенностью данного коэффициента корреляции является то, что он позволяет выявлять взаимосвязь даже с большой выборкой испытуемых, в отличие от коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

Подсчет коэффициента корреляции Пирсона, несмотря на всю сложность, дает исследователю больше возможности для интерпретации и считается более надежным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.

2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.

3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.

4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.

5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.

6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.

7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.

8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.

9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.

10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html

11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.

12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.

13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.

14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.

15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.

17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 12. ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗЛИЧИЙ В УРОВНЕ ИССЛЕДУЕМОГО ПРИЗНАКА

12.1. Обоснование задачи

В психологических исследованиях существуют задачи, когда необходимо выявить различия в уровне исследуемого признака. В предыдущей теме (лекция 5) были рассмотрены задачи, которые выявляют различия в уровне исследуемого признака, это критерий, это критерий Манна-Уитни и критерий Крускалла-Уоллиса. Следующие критерии, которые будут рассмотрены, это критерий Розенбаума и критерий тенденций Джонкира. Данные критерии также выявляют различия между двумя выборками испытуемых по уровню какого-либо признака, количественно измеренного. Они отличаются простотой использования, относятся к непараметрическим критериям, позволяют быстро оценить различия между двумя распределениями и отличаются достоверностью.

Для того, чтобы оценить различия между двумя выборками по уровню количественно измеренного признака, при помощи критерия Розенбаума, достаточно, чтобы испытуемых было не менее 11 человек в обеих группах. Особенность Q – критерия заключается в том, что он позволяет показать, находится ли выше или ниже (больше или меньше) исследуемый признак.

S – критерий тенденций Джонкира позволяет выявить тенденции, связанные с изменением признака при переходе от выборки к выборке. Особенностью данного критерия является то, что он позволяет сопоставить данные 3-х и более выборок испытуемых.

Бывают ситуации, когда результаты исследования не показывают достоверные различия, но можно выявить, что существуют тенденции, связанные с изменением признака, для этого и можно использовать данный критерий.

Такие задачи в психологическом исследовании встречаются, когда исследователь формирует у испытуемых нечто психическое, которое ранее у них не существовало или было недостаточно сформировано. В процессе формирования этого психического новообразования, исследователь делает несколько замеров, например, до проведения психологического воздействия и на каком-то этапе. Для того, чтобы понять в правильном ли направлении идет исследователь, ему необходимо сравнить эти результаты. Не всегда на первоначальном этапе бывают достоверные различия, а вот тенденции, связанные с изменением результативного признака возможно выявить при помощи критерия Джонкира. Проведение статистического расчета на данном этапе бывает необходимо, например, для корректировки программы психологического воздействия, если нет изменений. Потом, снова провести поперечный срез и сравнить с первоначальным результатом и посмотреть, существуют ли тенденции изменения данного признака и т.д. пока не произойдут изменения, в которых заинтересован исследователь.

В любом случае, у исследователя должен быть выбор методов математической статистики для того, чтобы выявить различия в уровне исследуемого признака, которые будут рассмотрены в это теме лекции.

12.2 Q – критерий Розенбаума

Назначение критерия [1; 42]

Критерий предназначен для оценки различий между двумя выборками по уровню какого-либо признака, количественно измеренного. В каждой выборке должно быть не менее 11 испытуемых.

Описание критерия

Критерий Розенбаума является непараметрическим методом, поэтому он достаточно прост и удобен в использовании.

Критерий применяется в тех случаях, когда результаты исследования представлены как минимум в порядковой шкале. Исследуемый признак должен варьироваться в каком-то диапазоне значений, иначе сопоставление при помощи данного критерия невозможно.

Применение критерия начинается с того, что все значения признака упорядочиваются по возрастанию или по убыванию в обеих выборках.

Можно условно обозначить первую выборку, где эмпирические показатели выше или больше, а вторую выборку, где эмпирические показатели ниже или меньше.

Для сопоставления эмпирических показатели первой выборки со второй, необходимо, чтобы в первой выборке значения признака были больше, а во второй выборке значения признака были меньше. Если в первой выборке нет более высоких показателей, чем во второй выборке, а во второй выборке нет, более минимальных показателей, чем в первой выборке, то критерий Розенбаума неприменим. В критерии Розенбаума максимальные показатели одной из выборок и также минимальные показатели другой выборки должны быть явно выражены и отличаться друг от друга.

Гипотезы

H_0: Уровень признака в выборке 1 не превышает уровня признака в выборке 2.

H_1: Уровень признака в выборке 1 превышает уровня признака в выборке 2.

Ограничения критерия:

1) минимальное количество наблюдений в каждой из выборок должно быть не менее 11. Выборки должны примерно быть одинаковыми, то есть больших расхождений между двумя выборками не должно быть, например, в одной из выборок n_1 = 14, а в другой выборке n_2 = 50. Если в результате исследования были получены такие значения, то необходимо применить

другой критерий, который позволяет работать с такими неравномерными выборками;

2) при применении критерия Розенбаума, необходимо учитывать следующие правила:

- если в обеих выборках меньше 50 наблюдений, то абсолютная величина разности между двумя выборка не должна превышать 10 наблюдения, то есть $|n_1 - n_2| \leq 10$;

- если в $51 \leq n_1 \leq 100$ и $51 \leq n_2 \leq 100$, то абсолютная величина разности между n_1 и n_2 не должна быть больше 20 наблюдений ($|n_1 - n_2| \leq 20$);

- если в каждой из выборок $n_1 > 100$ и $n_2 > 100$ наблюдений, то допускается, чтобы одна из выборок было больше другой не более чем в 1,5 – 2 раза, то есть n_1 <1,5 (или 2 раза) n_2;

3) диапазоны разброса значений в двух выборках не должны совпадать между собой, если они совпадают, то не стоит применять критерий Розенбаума, а стоит применить другой критерий, который подходит к данной задача, например, критерий Манна-Уитни.

Если полученные эмпирические результаты подходят для решения при помощи критерия Розенбаума, то этот критерий очень удобен и прост в применении, а также сложных исчислений не требует.

Другой вопрос, эмпирические значения в первой выборке испытуемых, превосходят ли эмпирических значений во второй выборке испытуемых? Если этого же нет, как уже отмечалось выше, стоит применить другой метод математической обработки, наиболее подходящий для решения поставленной задачи.

Формула критерия:

$$Q = S_1 + S_2$$

где S_1 – максимальные значения выборки 1;

S_2 – минимальные значения выборки 2.

Подсчет критерия:

1) необходимо проверить выполняются ли ограничения, что минимальное количество испытуемых должно быть: $n_1 \geq 11$, $n_2 \geq 11$ и $n_1 \approx n_2$;

2) упорядочить значения признака в обеих выборках по возрастанию или по убыванию;

3) если в одной выборке значения признака выше, то ее считать выборкой 1, а если в другой выборке значения – ниже, то ее считать выборкой 2;

4) определить самое максимальное значение в выборке 2;

5) подсчитать количество значений в выборке 1, которые выше самого максимального значения в выборке 2 и обозначить количество полученных значений как S_1;

6) определить самое минимальное значение в выборке 1;

7) подсчитать количество значений в выборке 2, которые ниже самого минимального значения в выборке 1 и обозначить как S_2;

8) Подсчитать эмпирическое значение Q по формуле:

$$Q = S_1 + S_2$$

где S_1 – максимальные значения выборки 1;

S_2 – минимальные значения выборки 2.

9) в таблице 12.1. определить критические значения Q для данных n_1, n_2,; если $Q_{эмп}$ равно $Q_{0,05}$ или превышает его, H_0 отклоняется.

Таблица 12.1

Критические значения критерия *Q* Розенрбаума для уровней статистической значимости p ≤ 0,05 и p ≤ 0,01

n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
								p=0,05								
11	6															
12	6	6														
13	6	6	6													
14	7	7	6	6												
15	7	7	6	6	6											
16	8	7	7	7	6	6										
17	7	7	7	7	7	7	7									
18	7	7	7	7	7	7	7	7								
19	7	7	7	7	7	7	7	7	7							
20	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7						
21	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7					
22	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7				
23	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			
24	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7		
25	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	
26	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7
								p=0,01								
11	9															
12	9	9														
13	9	9	9													
14	9	9	9	9												
15	9	9	9	9	9											
16	9	9	9	9	9	9										
17	10	9	9	9	9	9	9									
18	10	10	9	9	9	9	9	9								
19	10	10	10	9	9	9	9	9	9							
20	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9						
21	11	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9					
22	11	11	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9				
23	11	11	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9			
24	12	11	11	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9		
25	12	11	11	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9	
26	12	12	11	11	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	9	9

12.3 S- критерий тенденций Джонкира

Назначение критерия [1; 61]

Критерий Джонкира предназначен для выявлений тенденций изменения признака при переходе от одной выборки к другой выборке, когда сопоставляются 3 и более выборок. При этом при помощи критерия можно узнать, существует ли тенденция к повышению или она случайна.

Описание критерия

Для применения критерия Джонкира необходимо упорядочивать эмпирические данные по какому-либо признаку, в котором заинтересован исследователь. Например, эмпирические показатели могут быть упорядочены по возрастанию по следующим признакам, по уровню самоактуализации, по уровню агрессии, по уровню тревожности и т.д.

В таких ситуациях можно сказать, что по уровню выраженности одна из выборок испытуемых стоит на первом месте, другая выборка стоит на втором месте, следующая выборка – на третьем месте и т.д. Во многом интерпретация полученных результатов исследования будет зависеть от критериев сформированности испытуемых, поэтому здесь возможны два варианта:

1) различие обследуемой выборки происходит по качественным признакам, например, профессии, образования, национальности и т.д.;

2) различия выборки происходит по количественным критериям, например, тревожности, агрессивности, креативности и т.д.

Благодаря критерию Джонкира можно устанавливать тенденции изменения признака между тремя и более признаками количественно измеренными. В этом отношении критерий Джонкира достаточно прост в расчете и даже применим в тех случаях, когда один из признаков варьирует в достаточно узком диапазоне, например, принимает меньшее значение, чем в другом признаке.

Для подсчета результатов исследования при помощи критерия Джонкира необходимо, чтобы все результаты исследуемого признака выборки были распределены в порядке возрастания. В связи с этим, подсчитываются индивидуальные значения 1 распределения, имеющие минимальные значения, затем индивидуальные значения 2-ого распределения, превышающих 1-ое распределение, также 3-е распределение, превышающих 1-ое и 2-ое распределения и т.д. Суть критерия Джонкира состоит в том, что он отражает степень этого превышения.

Критерий Джонкира по способу расчета очень похож на критерий Розенбаума. Все результаты, полученные в исследования, располагаются в порядке возрастания, при этом выборку, значения которых ниже необходимо располагать слева, следующую выборку, значения, которых превышают 1-ую выборку располагают справа, 3-ую выборку, значения которых превышает значения двух предыдущих выборок, еще правее и т.д. Следовательно, все выборки должны быть расположены в порядке возрастания.

При упорядочивании выборок, исследователю необходимо опираться на средние значения в каждой выборке испытуемых, то есть подсчитать средне выборочное значение или на суммы всех значений в каждой выборке. Если результаты исследования расположены правильно, слева направо в порядке возрастания, то средние показатели или сумма всех значений также будет располагаться в порядке возрастания. Следующая особенность критерия Джонкира состоит в том, что в каждой выборке должно быть одинаковое количество значений, иначе нельзя его применить.

В дальнейшем, для подсчета критерия Джонкира, необходимо подсчитать для каждого индивидуального значения количество значений справа, которые превышают его по величине. Если тенденция возрастания признака от группы к группе существенна, то большая часть значений признака справа должна быть выше, то есть критерий позволяет определить, преобладают ли справа более высокие значения, по сравнению с теми выборками, которые отстоят слева.

Получается, что чем выше эмпирическое значение критерия, тем выше тенденция возрастания признака и если $S_{эмп} \geq S_{кр}$, то различия, между выборками существуют, принимается гипотеза H_1, а гипотеза H_0 – отвергается.

Гипотезы:

H_0: Тенденция возрастания значений признака при переходе от 1-ой выборки ко 2-ой выборке и т.д. является случайной;

H_1**:** Тенденция возрастания значений признака при переходе от 1-ой выборки ко 2-ой выборке и т.д. не является случайной.

Ограничения критерия:

1) в каждой выборке должно быть одинаковое количество эмпирических значений, которые необходимо сопоставить, если по какой-то причине количество наблюдений неодинаковое, то нужно искусственно уравнять их количество;

2) минимальное количество выборки испытуемых должно быть 3, а максимальное количество – 6, то есть $3 \leq c \leq 6$, минимальное количество наблюдений должно равняться 2, максимальное количество наблюдений должно равняться 10, то есть $2 \leq n \leq 10$, при большом количестве выборок или наблюдений, необходимо использовать другой критерий, например, критерий Крускалла-Уоллиса.

Формула критерия:

$S = 2 \cdot A - B$

где A – сумма всех «превышений» по всем направлениям выборки;

B – максимальное количество всех возможных «превышений».

Максимальное количество всех возможных «превышений» определяется по формуле:

$B = \frac{c \cdot (c-1)}{2} \cdot n^2$

где c – количество групп:

n – количество испытуемых в каждой группе.

Сумма всех чисел, когда подсчитывается «превышение» количества индивидуальных значений, которые отстоят от данного числа справа, то есть обозначенный как S_i, в зависимости от количества групп, при подсчете критерия Джонкира обозначается как латинская буква А, поэтому А = $\sum S_i$.

Подсчет критерия:

1) подсчитать количество индивидуальных значений в каждой выборке и сравнить, совпадают ли они, если не совпадают, то уравнять, путем уменьшения количество наблюдений до минимального количества, которое существует в меньшей из групп;

2) записать индивидуальные значения 1-ой выборки в порядке возрастания, при этом необходимо помнить, что 1-ой выборкой называется та группа, в которой индивидуальные значения имеют минимальное число, а 2-ой выборкой та группа, в которой индивидуальные значения выше, чем в первой, но ниже, чем во второй и т.д.;

3) затем записать индивидуальные значения 2-ой выборки, потом 3-ей выборки и т.д., максимальное количество выборки не должно превышать 6, а минимальное количество выборки должно быть 3;

4) подсчитать, начиная с крайнего левого столбца, количество превышающих значений, полученные значения записать рядом с индивидуальным значением;

5) подсчитать суммы превышающих значений по столбцам;

6) подсчитать общую сумму, превышающих значений, которая обозначается при помощи латинского алфавита А;

Таблица 12.2

Критические значения критерия тенденций S Джонкира для количества групп (с) от трех до шести (3≤с≤6) и количества испытуемых в каждой группе от двух до десяти (2≤n≤10)

c	N								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ρ=0,05								
3	10	17	24	33	42	53	64	76	88
4	14	26	38	51	66	82	100	118	138
5	20	34	51	71	92	115	140	166	194
6	26	44	67	93	121	151	184	219	256
	ρ=0,01								
3	-	23	32	45	59	74	90	106	124
4	20	34	50	71	92	115	140	167	195
5	26	48	72	99	129	162	197	234	274
6	34	62	94	130	170	213	260	309	361

7) подсчитать максимальное количество всех возможных «превышений» по формуле:

$B=\frac{c\cdot(c-1)}{2}\cdot n^2$

где с – количество групп:

n – количество испытуемых в каждой группе.

8) определить $S_{эмп}$ по формуле:

S=2·A – B

где А – сумма всех «превышений» по всем направлениям выборки;

В – максимальное количество всех возможных «превышений».

9) определить $S_{кр}$ по таблице 12.2 для данного количества групп (с) и количества испытуемых в каждой группе (n), если $S_{эмп} \geq S_{кр}$, то различия, между выборками существуют, принимается гипотеза H_1, а гипотеза H_0 – отвергается.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.
2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.
3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.
4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.
5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.
6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.
7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.
8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.
9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.
10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html
11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.
12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.
13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.
14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.
15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.

17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 13. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

13.1. Понятие дисперсионного анализа

13.2. Подготовка результатов исследования к дисперсионному анализу

13.1. Понятие дисперсионного анализа

Дисперсионный анализ – это анализ изменчивости признака под влиянием каких-либо контролируемых переменных факторов. В зарубежной литературе дисперсионный анализ понимается как анализ вариативности или ANOVA, автором этого метода является Р. Фишер [1; с.224, 4; с. 305, 21; с, 341].

Цель применения дисперсионного анализа состоит в том, чтобы рассчитать изменчивость признака по следующим видам:

- изменчивость, обусловленную действием каждой из исследуемых независимых переменных;
- изменчивость, обусловленную взаимодействием исследуемых независимых переменных;
- случайную изменчивость, обусловленную всеми другими неизвестными переменными.

Критерий Фишера вычисляет показатели вариативности, обусловленные взаимодействием исследуемых переменных, а также соотношением со случайной вариативностью.

$$F_{\text{эмпА}} = \frac{\text{Вариативность,обусловленная переменной А}}{\text{Случайная вариативность}}$$

$$F_{\text{эмпБ}} = \frac{\text{Вариативность,обусловленная переменной Б}}{\text{Случайная вариативность}}$$

$$F_{\text{эмпАБ}} = \frac{\text{Вариативность,обусловленная взаимодействием переменных А и Б}}{\text{Случайная вариативность}}$$

Критерий F Фишера является параметрическим критерием, в формулу расчета входит оценка дисперсий, поэтому его относят к дисперсионному анализу.

Особенностью критерия F является то, что эмпирическое значение и его достоверность зависят от степени вариативности исследуемых переменных или их взаимодействием, чем выше $F_{\text{эмп}}$, тем в большей степени выражена вариативность признака.

Следующей особенностью дисперсионного анализа является то, что одни переменные являются причинами, а другие их следствиями, то есть причины порождают следствия. По-другому исследователь оперирует причинно-следственной взаимосвязью, но при этом он заинтересован в результативном признаке, который рассматривается как следствие. При этом, на первый признак психолог никак не может повлиять, а всего лишь принять как данность, а на второй признак влияет при помощи психологического исследования. В первом случае, переменные называются независимыми или факторами, а во втором случае – результативными признаками или зависимыми переменными. В этом и состоит отличие дисперсионного анализа от прямолинейного корреляционного анализа, например от линейной корреляции Пирсона.

В линейное корреляции обычно исследователь исходит из предположения о том, что изменение одного признака вызывает изменение другого признака, при этом корреляция бывает как прямая, так и обратная.

В дисперсионном анализе существуют два варианта разделения всех исследуемых переменных на независимые переменные (факторы) и зависимые переменные (результативные признаки).

Суть первого варианта состоит в том, что исследователь при психологическом воздействии учитывает какие-либо не зависящие от него обстоятельства или так называемые факторы, которые он принимает во внимание, например это может быть возраст, пол, образование, национальность и т.д. С ними ничего нельзя сделать, их необходимо учитывать – это не зависящие от нас переменные, поэтому в каждом исследовании, когда формируется выборка испытуемых, экспериментатор пишет, например, возраст, профессию, при необходимости, пол и др. факторы. Следующий фактор, который называется зависимыми переменными, это то, на что исследователь влияет, это тот самый результативный признак, который он изучает, например, мотивация достижения, агрессивное поведение, интеллектуальные способности и др.

Во втором варианте, обычно исследователь не совершает никаких психологических воздействий, но предполагает, что один фактор является – независимой переменной, другой – зависимой переменной. Например, умение бегло говорить и интеллектуальные способности, в данном случае к независимой переменной можно отнести умение красноречиво выражаться, а к зависимой переменной – интеллектуальные способности.

В данном примере можно сразу отметить слабые места, может быть, наоборот, интеллектуальные способности влияют на умение красиво говорить, и на самом ли деле, эти две переменные между собой взаимосвязаны? Может быть, интеллектуальные способности вообще не влияют на красноречие, всем известен пример, когда великий физик Л.Д. Ландау – лауреат Нобелевской премии, несмотря на свои выдающие интеллектуальные способности, отнюдь не обладал красноречием. И совсем необязательно, что те люди, которые красноречиво говорят, обладают незаурядными умственными способностями.

В проблемах подобного рода всегда возникает вопрос причинно-следственной взаимосвязи, и исследователь сам должен ответить на этот вопрос, а именно, что является причиной, а что следствием. Но, решение проблемы таким образом вызывает массу критики и их выводы могут быть оспорены другими специалистами, которые видят решение данной проблемы под другим углом зрения. Если неоднозначность решения данной проблемы вызывает множество вопросов, то это показывает, что тема не только актуальна, но и обладает определенной долей новизны, что является немаловажной, когда исследователь формулирует проблему. Следующий момент, на котором можно было бы остановиться, это то, что на какую методологическую основу ученый, занимающийся этой проблемой, опирается. В зависимости от методологических основ необходимо строить свое научное исследование и интерпретировать, а также делать свой количественный и качественный анализ. Хотя, в современных исследованиях подобного рода правил редко кто придерживается, а в исследованиях американских психологов, теоретические основы практически отсутствуют. В последнее время, у казахстанских ученых, в том числе и по психологии, наметились тенденции опираться, в плане исследования, конечно, полностью на Запад. Это связано с тем, что казахстанские психологи стали более активно публиковать свои исследования за рубежом, построение, проведение исследований, статистическая обработка, связаны со структурой написания научной работы, которая в корне отличается от принятых методологических и методических основ в нашей стране.

В любом случае, верность предположения причинно-следственной взаимосвязи, можно судить после вычисления результатов исследования, при помощи методов математической статистики, в данном случае подходит критерий Фишера, который выявляет изменения результативного признака под воздействием фактора.

Если сформулировать гипотезы, которые проверяется при помощи дисперсионного анализа, то они будут звучать следующим образом:

H_0: Средние величины исследуемого результативного признака во всех градациях одинаковы.

H_1: Средние величины исследуемого результативного признака во всех градациях различны.

Или гипотезы исследования можно сформулировать следующим образом:

H_0: Средние величины исследуемого результативного признака во всех переменных, в зависимости от разных условий, не отличаются друг от друга.

H_1: Средние величины исследуемого результативного признака во всех переменных, в зависимости от разных условий, отличаются друг от друга.

В первом случае, когда статистические гипотезы сформулированы таким образом, это показывает, что исследователь подразумевает, градации имеют обыкновение меняться, при этом имеют тенденцию к возрастанию, повышению, развитию и т.д.

В втором случае статистических гипотез показываются, что условия различны, а значит, нельзя сказать о повышении или увеличении изучаемого признака, а исследователь всего лишь констатирует полученные факты.

Дисперсионный анализ применим и в первом, и во втором случаях, даже тогда, когда результаты исследования представлены в номинативной шкале. Например, в качестве градаций или переменных могут быть разные признаки, отличающиеся друг от друга по имени. Ведь отличаем же мы девочек от мальчиков, представителей одного этноса от других, представителей одной профессии от другой профессии и т.д. А из номинативной шкалы можно легко перейти к любой другой шкале в зависимости от цели исследования.

В дисперсионном анализе существуют и другие обозначения, которые являются немаловажными при их применении.

Дисперсионный комплекс – это экспериментальные данные или результаты исследования, представленные по градациям факторов или в зависимости от разных условий.

Ячейками комплекса называются факторы или экспериментальные данные, относящиеся к отдельным градациям или разным условиям.

Целью применения дисперсионного анализа является то, что он позволяет констатировать изменение признака, но при этом не показывает направление этих изменений, для этого необходимо графически представлять полученные результаты по градациям фактора, чтобы можно было бы наглядно увидеть направление этих изменений.

Если необходимо при помощи методов математической статистики доказать, что не только произошли изменения, но и направление этих изменений, то можно применить ряд непараметрических методов, которые существуют в психологии. Например, критерий Крускалла-Уоллиса, критерий x_r^2 Фридмана.

При действии только одного фактора или одной переменной, легко заменить однофакторный дисперсионный анализ на не параметрические критерии. Если же психолог исследует воздействие одновременно двух и более факторов, то дисперсионный анализ становится необходим. Более подробно о двухфакторном дисперсионном анализе можно рассмотреть в книге Е.В. Сидоренко [1], в данном источнике подробно рассмотрен только однофакторный дисперсионный анализ.

Преимущество однофакторного дисперсионного анализа, по сравнению с критерием Крускалла-Уоллиса, критерием x_r^2 Фридмана, состоит в том, что объем выборки здесь может быть сколько угодно большим. Однофакторный дисперсионный анализ относится к параметрическому критерию, если данные представлены в номинативной шкале, то их надо упорядочить таким образом, чтобы результативные признаки могли работать в интервальной шкале.

Особенностью параметрических методов является то, что они включают в формулу расчета параметры распределения: средне выборочные значения, дисперсию. Результативный признак, полученный в процессе проведенного исследования, должен быть нормально распределен, значит необходимо вычислить показатели асимметрии (А) и эксцесса (Е), которые должны равняться нулю.

Если по каким-то причинам, требование нормальности распределения не соблюдается, то это можно обойти двумя способами.

Первый способ, при скошенном, островершинном или плосковершинном распределении можно нормализовать данные. Существует второй способ, игнорировать невозможность привидения данных в нормальное распределение и начать вычисления при помощи дисперсионного анализа, как советуют A.K Kurtz, S.T. Mayo [20; 417].

13.2. Подготовка результатов исследования к дисперсионному анализу

Создание комплексов [1; 229]

Для каждого испытуемого необходимо создать отдельные карточки, куда могут быть занесены все его данные в результате проведенного психологического исследования. Это необходимо по разным причинам:

1) могут гипотезы исследования подвергнуться коррекции в результате полученных эмпирических данных, этого ни в коем случае не стоит бояться, так как подобная процедура вполне естественна;

2) в результате обработки экспериментальных данных может создаваться ни один дисперсионный комплекс, а множество, которые будут различаться по факторам и по результативным признакам, в этом отношении карточки, в которых записаны данные отдельного испытуемого, могут помочь исследователю достаточно быстро создавать другие комплексы;

3) благодаря тому, что все данные испытуемых записаны в отдельные карточки, можно увидеть равномерность распределения эмпирических данных по градациям, если за фактор принимается один из исследованных психологических признаков;

4) все результативные признаки, которые подвергаются расчету, можно выделить в три и более градаций одного и того же фактора, в котором заинтересован исследователь, например, исследование агрессивного поведения испытуемого, когда изучаются уровни вербальной, физической, косвенной и др. виды агрессии, выделенные в свое время А. Бассом и А. Дарки в опроснике на исследования уровня агрессивности.

Уравновешивание комплексов

Для применения дисперсионного анализа необходимо, чтобы распределение было равномерным, чтобы добиться равномерности распределения, нужно сразу формировать выборку испытуемых таким образом, чтобы количество наблюдений было одинаковое. Есть и другой вариант – необходимое количество наблюдений выровнять искусственным образом, чтобы обойти требования равенства дисперсий.

Равномерные комплексы позволяют избежать трудности, связанные с расчетом неравномерных комплексов, поэтому, в дальнейшем будут рассматриваться только равномерные комплексы [1, 3, 5, 11, 21].

Равномерности комплекса можно достигнуть следующими способами:

1) в несвязанных выборках, необходимо уравновесить количество испытуемых так, чтобы в обеих группах было одинаково число наблюдаемых значений;

2) в связанных выборках, количество комплекса может оказаться неравномерным, в таком случае, необходимо отсеять некоторые из них,

например, если кто-то из испытуемых не подвергся какому-либо испытанию, то все его данные стоит удалить из комплекса.

В первом случае, так называемых «лишних» испытуемых необходимо отсеять путем случайного выбора, который в психологии называется методом рандомизации.

Суть метода рандомизации заключается в том, что всем испытуемым, в данном случае – карточкам, присваивается номер, а потом в случайном порядке, методом выбора отбираются карточки, которые будут подвергнуты дисперсионному анализу.

Проверка нормальности распределения результативного признака

Дисперсионный анализ является параметрическим методом и его можно применить при нормальном распределении результативного признака. Нормальность распределения можно доказать двумя путями:

1) показатели средне выборочного значения, моды и медианы должны примерно совпадать, но этот путь не всегда возможен и не всегда оправдан в расчетах с применением дисперсионного анализа;

2) показатели асимметрии (А) и эксцесса (Е) должны быть равны нулю, то есть $A = 0$ и $E = 0$ или при сопоставлении их с критическими значениями, предложенными Е.И. Пустыльником (1968) и Н.А. Плохинским (1970) должны оказаться ниже критического, то есть тогда можно сделать вывод о то, что распределение признака не отличается от нормального распределения [1].

Для расчета показателей асимметрии (А) и эксцесса (Е) существует алгоритм, который необходимо придерживаться.

Алгоритм расчета показателей асимметрии (А) и эксцесса (Е) [1]**:**

1) рассчитать показатели асимметрии и эксцесса по формуле Н.А. Плохинского и сопоставить их с критическими значениями, указанными Н.А. Плохинским;

2) рассчитать критические значения показателей асимметрии и эксцесса по формулам Е.И. Пустыльника и сопоставить с ними эмпирические значения;

3) если эмпирические показатели асимметрии и эксцесса окажутся ниже критических значений, то можно сделать вывод о том, что распределение признака не отличается от равномерного (нормального).

Преобразование эмпирических данных с целью упрощения расчетов

Возможны следующие преобразования по Н.А. Плохинскому [1]:

1) все результативные признаки можно разделить на одно и то же число k, это делается, например, с целью укрупнения эмпирических показателей с миллиграмма на граммы, с секунды в минуты и т.д.;

2) все эмпирические значения можно умножить на одно и то же число k, это делается, например, с целью избавления от дробных значений;

3) от всех эмпирических показателей можно отнять одно и то же число А, например наименьшее значение;

4) можно провести двойное преобразование: можно из каждого эмпирического значения отнять одно и то же число А, а полученные значения разделить на одно и то же число k.

Естественно, средне выборочное значение $\overline{x}$ отменяется, но его можно восстановить, произведя противоположную операцию, например, если для укрупнения показателей эмпирические результаты были разделены на число k, то при вычислении среднего значения $\overline{x}$, надо его умножить на это число k.

Стандартное отклонение σ изменяется только при умножении или делении эмпирических показателей на число k для того, чтобы не было изменений, в стандартном отклонении σ, необходимо также произвести противоположную операцию, если разделили, то нужно умножить, а если умножили, то нужно разделить σ на одно и то же число k.

В дальнейшем будет рассмотрен однофакторный дисперсионный анализ в двух вариантах:

1) экспериментальные данные, собранные в дисперсионные комплексы, для одной и той же выборки испытуемых, которые были подвергнуты влиянию разных факторов или разных условий;

2) экспериментальные данные, собранные в дисперсионные комплексы, для разных выборок, которые были подвергнуты влиянию разных факторов или разных условий.

Первый вариант – это связанные выборки или по-другому, одна и та же выборка испытуемых. Второй вариант – это несвязанная выборка или разные выборки испытуемых.

В последующем будут рассмотрены задачи с одинаковым количеством выборок, представленных как в связанной, так и не связанной выборке испытуемых.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.
2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.
3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.
4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.
5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.
6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.
7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.
8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.

9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.

10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html

11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.

12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.

13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.

14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.

15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.

16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.

17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с

18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.

19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.

20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 14. ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

14.1. Однофакторный дисперсионный анализ для несвязанных выборок

Назначение метода [1; 235, 4; .305]

В психологических исследованиях бывают случаи, когда изучается результативный признак под влиянием разных условий, тогда применяется метод однофакторного дисперсионного анализа. Ведь именно дисперсионный анализ позволяет установить влияние фактора (факторов) на результативный признак, а именно ответить на вопрос, что является причиной, а что следствием.

Для применения однофакторного дисперсионного анализа должно быть как минимум один фактор, который влияет на результативный признак и минимум три условия, которому этот результативный признак подвергается. Например, можно рассматривать агрессивное поведение испытуемых в разных ситуациях: состояние покоя, состояние стресса, состояние экстрима.

Несвязанные выборки – это две разные выборки испытуемых, несвязанных между собой, такими испытуемыми могут быть, мужчины и женщины, представители разных национальностей, профессии и т.д.

Однофакторный дисперсионный анализ относится к параметрическим методам, работает только в интервальной шкале и для того, чтобы его применить, необходимо рассчитать на нормальность распределения результативного признака. Однофакторный дисперсионный анализ достаточно сложен уже в предварительных вычислениях, но существует аналог непараметрического метода, который достаточно удобен и легок в вычислениях, это, например, критерий Крускала-Уоллиса. Критерий Крускала-Уоллиса был подробно описан и разобран в данном учебном пособии, выше.

Описание метода

Для того, чтобы начать работу, а подсчитывать придется вручную, может быть, имея под рукой только калькулятор, лучше всего все данные записывать в таблицу, которую необходимо составить. Все эмпирические данные лучше всего записать отдельно по группам, подсчитать средне выборочное значение в каждой группе, затем подсчитать сумму всех групп, участвующих в психологическом исследовании [1; 235].

В дальнейшем, все эти значения будут участвовать при подсчете однофакторного дисперсионного анализа, и чтобы не запутаться легче эмпирические показатели представить наглядно.

Коротко, суть метода состоит в том, чтобы сопоставить сумму возведенных в квадрат сумм с суммой квадратов всех значений, полученных во время исследований.

Гипотезы

H_0: Различия между разными условиями являются случайными, чем случайные различия внутри каждой из групп.

H_1: Различия между разными условиями являются не случайными, чем случайные различия внутри каждой из групп.

Ограничения метода:

1) однофакторный дисперсионный анализ требует не менее 3-х условий и не менее 2- испытуемых, например, 3 несвязанные выборки, в каждой из которых 2 испытуемых, подвергшихся разным психологическим воздействиям;

2) должно соблюдаться равенство дисперсий в каждой ячейке дисперсионного анализа, для этого необходимо уже заранее продумать, какой метод математической статистики нужен, для доказательства гипотезы. Если это дисперсионный анализ, то необходимо сформировать выборку испытуемых, чтобы в каждой из них было одинаковое количество наблюдений и одинаковое количество эмпирических показателей в каждой ячейке. Правомерность этого методического приема был описан выше в предыдущей теме (лекция 13) и обоснована Г. Шеффе [21];

3) результативный признак должен быть нормально распределен в исследуемых выборках, хотя не указывается о нормальности распределения признака во всей обследованной выборке или в ее части, которая составляет дисперсионный комплекс.

Расчет на нормальность распределения необходимо сделать, опираясь на предыдущую тему (тема 13).

Формула метода:

$$F_{эмп} = \frac{MS_{факт}}{MS_{сл}}$$

формула $MS_{факт}$ следующая:

$$MS_{факт} = \frac{SS_{факт}}{df_{факт}}$$

формула $MS_{сл}$ следующая:

$$MS_{сл} = \frac{SS_{сл}}{df_{сл}}$$

формула $SS_{сл}$ вычисляется следующим образом:

$$SS_{сл} = SS_{общ} - SS_{фак}$$

формула $SS_{общ}$:

$$SS_{общ} = \sum x_i^2 - \frac{1}{N} \cdot (\sum x_i)^2$$

формула $SS_{факт}$:

$$SS_{факт} = \frac{1}{n} \cdot \sum T_c^2 - \frac{1}{N} \cdot (\sum x_i)^2$$

где T_i – сумма индивидуальных значений по каждому из условий;
$\sum(T_i^2)$ – сумма квадратов суммарных значений по каждому из условий;
c – количество условий или градаций фактора;
n – количество испытуемых или наблюдений в каждой группе;
N – общее количество индивидуальных значений;
$(\sum x_i)^2$ -квадрат общей суммы индивидуальных значений;
$\frac{(\sum x_i)^2}{N}$ - константа, которую нужно вычесть из каждой суммы квадратов;
x_i – каждое индивидуальное значение;
$\sum(x_i^2)$ – сумма квадратов индивидуальных значений.

Подсчет метода:

1) для удобства подсчета однофакторного дисперсионного анализа необходимо составить таблицу, где будет показан алгоритм вычисления;

2) в таблице, в каждом из столбцов будут предлагаться порядок действий: операции, формула расчета [1; 239], всего 2 столбца, но при решении задачи необходимо добавить 3 столбец, где будут записываться эмпирические показатели, по каждой из вычисленной формулы расчета;

3) строки будут зависеть от количества операций, которые необходимо сделать, чтобы подсчитать $F_{эмп}$;

4) $F_{эмп}$. – это, тот показатель, который исследователь получает при помощи расчета однофакторного дисперсионного анализа Фишера;

5) алгоритм исследования необходимо составить для того, чтобы решения задачи были последовательны.

Алгоритм однофакторного дисперсионного анализа или последовательность выполнения операция для несвязанных выборок, для лучшего понимания, представлены в таблице 14.1:

Таблица 14.1

Алгоритм однофакторного дисперсионного анализа для несвязанных выборок

Операции	Формула расчета
1. Подсчитать $SS_{факт}$	$SS_{факт} = \frac{1}{n} \cdot \sum T_c^2 - \frac{1}{N} \cdot (\sum x_i)^2$
2. Подсчитать $SS_{общ}$	$SS_{общ} = \sum x_i^2 - \frac{1}{N} \cdot (\sum x_i)^2$
3. Подсчитать случайную (остаточную) величину $SS_{сл}$	$SS_{сл} = SS_{общ} - SS_{фак}$
4. Определить число степеней свободы	$df_{факт} = c - 1$ $df_{общ} = N - 1$ $df_{сл} = df_{общ} - df_{факт}$
5. Разделить каждую SS на соответствующее число степеней свободы	$MS_{факт} = \frac{SS_{факт}}{df_{факт}}$ $MS_{сл} = \frac{SS_{сл}}{df_{сл}}$
6. Подсчитать значение $F_{эмп}$	$F_{эмп} = \frac{MS_{факт}}{MS_{сл}}$

7. Определить критические значение F в таблице 14.2.	Для df_1 и df_2
8. Сопоставить эмпирическое и критические значения F	При $F_{эмп} \geq F_{кр}$ H_0 - отклоняется, а принимается гипотеза H_1

Итак, в таблице 14.1 видна последовательность выполнений операции, если необходимо было применить однофакторный дисперсионный анализ для несвязанной выборки.

Как вы уже помните, несвязанная выборка – это выборка, никак не связанная между собой, то есть две независимые выборки испытуемых, которые исследователь формирует в зависимости от цели и задачи исследования.

Формирование двух независимых выборок необходимо проводить при помощи техники рандомизации.

Таблица 14.2

Критические значения критерия F Фишера для уровней статистической значимости р ≤ 0,05 и р ≤ 0,01: df_1 - число степеней свободы в числителей, df_2 - число степеней свободы в знаменателе

df_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
df_2	$p \leq 0,05$											
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39	19,40	19,41
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78	8,76	8,74
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,93	5,91
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,70	4,68
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,60	3,57
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,31	3,28
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	3,10	3,07
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,94	2,91
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86	2,82	2,79
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76	2,72	2,69
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67	2,63	2,60
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,77	2,70	2,65	2,60	2,56	2,53
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55	2,51	2,48
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,45	2,42
	$p \leq 0,01$											
1	4052	4999	5403	5625	5764	5859	5928	5981	6022	6056	6082	6106
2	98,49	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,36	99,37	99,39	99,40	99,41	99,42
3	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,13	27,05
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,54	14,45	14,37
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,45	10,29	10,15	10,05	9,96	9,89
6	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,79	7,72
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	7,00	6,84	6,71	6,62	6,54	6,47
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,19	6,03	5,91	5,82	5,74	5,67
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,62	5,47	5,35	5,26	5,18	5,11
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,21	5,06	4,95	4,85	4,78	4,71
11	9,65	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,88	4,74	4,63	4,54	4,46	4,40
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,65	4,50	4,39	4,30	4,22	4,16
13	9,07	6,70	5,74	5,20	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	4,02	3,96
14	8,86	6,51	5,56	5,03	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,86	3,80-
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,73	3,67
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,61	3,55

Продолжение таблицы 14.2

df_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
df_2	$p \le 0{,}05$											
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45	2,41	2,38
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	3,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,37	2,34
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,55	2,48	2,43	2,38	2,34	2,31
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,52	2,45	2,40	2,35	2,31	2,28
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,28	2,25
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,47	2,40	2,35	2,30	2,26	2,23
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,45	2,38	2,32	2,28	2,24	2,20
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,43	2,36	2,30	2,26	2,22	2,18
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,41	2,34	2,28	2,24	2,20	2,16
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,18	2,15
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,30	2,25	2,20	2,16	2,13
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,36	2,29	2,24	2,19	2,15	2,12
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,14	2,10
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,34	2,27	2,21	2,16	2,12	2,09
32	4,15	3,30	2,90	2,67	2,51	2,40	2,32	2,25	2,19	2,14	2,10	2,07
34	4,13	3,28	2,88	2,65	2,49	2,38	2,30	2,23	2,17	2,12	2,08	2,05
	$p \le 0{,}01$											
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,52	3,45
18	8,28	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,85	3,71	3,60	3,51	3,44	3,37
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,36	3,30
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,71	3,56	3,45	3,37	3,30	3,23
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,65	3,51	3,40	3,31	3,24	3,17
22	7,94	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,18	3,12
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,14	3,07
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,25	3,17	3,09	3,03
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,86	3,63	3,46	3,32	3,21	3,13	3,05	2,99
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,17	3,09	3,02	2,96
27	7,68	5,49	4,60	4,11	3,79	3,56	3,39	3,26	3,14	3,06	2,98	2,93
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,76	3,53	3,36	3,23	3,11	3,03	2,95	2,90
29	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,08	3,00	2,92	2,87
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,06	2,98	2,90	2,84
32	7,50	5,34	4,46	3,97	3,66	3,42	3,25	3,12	3,01	2,94	2,86	2,80
34	7,44	5,29	4,42	3,93	3,61	3,38	3,21	3,08	2,97	2,89	2,82	2,76

Продолжение таблицы 14.2

df_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
df_2	$p \leq 0,05$											
36	4,11	3,26	2,86	2,63	2,48	2,36	2,28	2,21	2,15	2,10	2,06	2,03
38	4,10	3,25	2,85	2,62	2,46	2,35	2,26	2,19	2,14	2,09	2,05	2,02
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,07	2,04	2,00
42	4,07	3,22	2,83	2,59	2,44	2,32	2,24	2,17	2,11	2,06	2,02	1,99
44	4,06	3,21	2,82	2,58	2,43	2,31	2,23	2,16	2,10	2,05	2,01	1,98
46	4,05	3,20	2,81	2,57	2,42	2,30	2,22	2,14	2,09	2,04	2,00	1,97
48	4,04	3,19	2,80	2,56	2,41	2,30	2,21	2,14	2,08	2,03	1,99	1,96
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,02	1,98	1,95
55	4,02	3,17	2,78	2,54	2,38	2,27	2,18	2,11	2,05	2,00	1,97	1,93
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,95	1,92
65	3,99	3,14	2,75	2,51	2,36	2,24	2,15	2,08	2,02	1,98	1,94	1,90
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,14	2,07	2,01	1,97	1,93	1,89
80	3,96	3,11	2,72	2,48	2,33	2,21	2,12	2,05	1,99	1,95	1,91	1,88
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,10	2,03	1,97	1,92	1,88	1,85
125	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,08	2,01	1,95	1,90	1,86	1,83
150	3,91	3,06	2,67	2,43	2,27	2,16	2,07	2,00	1,94	1,89	1,85	1,82
200	3,89	3,04	2,65	2,41	2,26	2,14	2,05	1,98	1,92	1,87	1,83	1,80
400	3,86	3,02	2,62	2,39	2,23	2,12	2,03	1,96	1,90	1,85	1,81	1,78
1000	3,85	3,00	2,61	2,38	2,22	2,10	2,02	1,95	1,89	1,84	1,80	1,76
∞	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	2,01	1,94	1,88	1,83	1,79	1,75
	$p \leq 0,01$											
36	7,39	5,25	4,38	3,89	3,58	3,35	3,18	3,04	2,94	2,86	2,78	2,72
38	7,35	5,21	4,34	3,86	3,54	3,32	3,15	3,02	2,91	2,82	2,75	2,69
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,88	2,80	2,73	2,66
42	7,27	5,15	4,29	3,80	3,49	3,26	3,10	2,96	2,86	2,77	2,70	2,64
44	7,24	5,12	4,26	3,78	3,46	3,24	3,07	2,94	2,84	2,75	2,68	2,62
46	7,21	5,10	4,24	3,76	3,44	3,22	3,05	2,92	2,82	2,73	2,66	2,60
48	7,19	5,08	4,22	3,74	3,42	3,20	3,04	2,90	2,80	2,71	2,64	2,58
50	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,18	3,02	2,88	2,78	2,70	2,62	2,56
55	7,12	5,01	4,16	3,68	3,37	3,15	2,98	2,85	2,75	2,66	2,59	2,53
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,56	2,50
65	7,04	4,95	4,10	3,62	3,31	3,09	2,93	2,79	2,70	2,61	2,54	2,47
70	7,01	4,92	4,08	3,60	3,29	3,07	2,91	2,77	2,67	2,59	2,51	2,45
80	6,96	4,88	4,04	3,56	3,25	3,04	2,87	2,74	2,64	2,55	2,48	2,41
100	6,90	4,82	3,98	3,51	3,20	2,99	2,82	2,69	2,59	2,51	2,43	2,36
125	6,84	4,78	3,94	3,47	3,17	2,95	2,79	2,65	2,56	2,47	2,40	2,33
150	6,81	4,75	3,91	3,44	3,14	2,92	2,76	2,62	2,53	2,44	2,37	2,30
200	6,76	4,71	3,88	3,41	3,11	2,90	2,73	2,60	2,50	2,41	2,34	2,28
400	6,70	4,66	3,83	3,36	3,06	2,85	2,69	2,55	2,46	2,37	2,29	2,23
1000	6,66	4,62	3,80	3,34	3,04	2,82	2,66	2,53	2,43	2,34	2,26	2,20
∞	6,64	4,60	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,24	2,18

Продолжение таблицы 14.2

df_1	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
df_2	$p \le 0{,}05$											
1	245	246	248	249	250	251	252	253	253	254	254	254
2	19,42	19,43	19,44	19,45	19,46	19,47	19,47	19,48	19,49	19,49	19,50	19,50
3	8,71	8,69	8,66	8,64	8,62	8,60	8,58	8,57	8,56	8,54	8,54	8,53
4	5,87	5,84	5,80	5,77	5,74	5,71	5,70	5,68	5,66	5,65	5,64	5,63
5	4,64	4,60	4,56	4,53	4,50	4,46	5,44	4,42	4,40	4,38	4,37	4,36
6	3,96	3,92	3,87	3,84	3,81	3,77	3,75	3,72	3,71	3,69	3,68	3,67
7	3,52	3,49	3,44	3,41	3,38	3,34	3,32	3,29	3,28	3,25	3,24	3,23
8	3,23	3,20	3,15	3,12	3,08	3,05	3,03	3,00	2,98	2,96	2,94	2,93
9	3,02	2,98	2,93	2,90	2,86	2,82	2,89	2,77	2,76	2,73	2,72	2,71
10	2,86	2,82	2,77	2,74	2,70	2,67	2,64	2,61	2,59	2,56	2,55	2,54
11	2,74	2,70	2,65	2,61	2,57	2,53	2,50	2,47	2,45	2,42	2,41	2,40
12	2,64	2,60	2,54	2,50	2,46	2,42	2,40	2,36	2,35	2,32	2,31	2,30
13	2,55	2,51	2,46	2,42	2,38	2,34	2,32	2,28	2,26	2,24	2,22	2,21
14	2,48	2,44	2,39	2,35	2,31	2,27	2,24	2,21	2,19	2,16	2,14	2,13
15	2,43	2,39	2,33	2,29	2,25	2,21	2,18	2,15	2,12	2,10	2,08	2,07
16	2,37	2,33	2,28	2,24	2,20	2,16	2,13	2,09	2,07	2,04	2,02	2,01
	$p \le 0{,}01$											
1	6142	6169	6208	6234	6261	6286	6302	6323	6334	6352	6361	6366
2	99,43	99,44	99,45	99,46	99,47	99,48	99,48	99,49	99,49	99,49	99,50	99,50
3	26,92	26,83	26,69	26,60	26,50	26,41	26,35	26,27	26,23	26,18	26,14	26,12
4	14,24	14,15	14,02	13,93	13,83	13,74	13,69	13,61	13,57	13,52	13,48	13,46
5	9,77	9,68	9,55	9,47	9,38	9,29	9,24	9,17	9,13	9,07	9,04	9,02
6	7,60	7,52	7,39	7,31	7,23	7,14	7,09	7,02	6,99	6,94	6,90	6,88
7	6,35	6,27	6,15	6,07	5,98	5,90	5,85	5,78	5,75	5,70	5,67	5,65
8	5,56	5,48	5,36	5,28	5,20	5,11	5,06	5,00	4,96	4,91	4,88	4,86
9	5,00	4,92	4,80	4,73	4,64	4,56	4,51	4,45	4,41	4,36	4,33	4,31
10	4,60	4,52	4,41	4,33	4,25	4,17	4,12	4,05	4,01	3,96	3,93	3,91
11	4,29	4,21	4,10	4,02	3,94	3,86	3,80	3,74	3,70	3,66	3,62	3,60
12	4,05	3,98	3,86	3,78	3,70	3,61	3,56	3,49	3,46	3,41	3,38	3,36
13	3,85	3,78	3,67	3,59	3,51	3,42	3,37	3,30	3,27	3,21	3,18	3,16
14	3,70	3,62	3,51	3,43	3,34	3,26	3,21	3,14	3,11	3,06	3,02	3,00
15	3,56	3,48	3,36	3,29	3,20	3,12	3,07	3,00	2,97	2,92	2,89	2,87
16	3,45	3,37	3,25	3,18	3,10	3,01	2,96	2,98	2,86	2,80	2,77	2,75

Продолжение таблицы 14.2

df_1 / df_2	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
	$p \le 0{,}05$											
17	2,33	2,29	2,23	2,19	2,15	2,11	2,08	2,04	2,02	1,99	1,97	1,96
18	2,29	2,25	2,19	2,15	2,11	2,07	2,04	2,00	1,98	1,95	1,93	1,92
19	2,26	2,21	2,15	2,11	2,07	2,02	2,00	1,96	1,94	1,91	1,90	1,88
20	2,23	2,18	2,12	2,08	2,04	1,99	1,96	1,92	1,90	1,87	1,85	1,84
21	2,20	2,15	2,09	2,05	2,00	1,96	1,93	1,89	1,87	1,84	1,82	1,81
22	2,18	2,13	2,07	2,03	1,98	1,93	1,91	1,87	1,84	1,81	1,80	1,78
23	2,14	2,10	2,04	2,00	1,96	1,91	1,88	1,84	1,82	1,79	1,77	1,76
24	2,13	2,09	2,02	1798	1,94	1,89	1,86	1,82	1,80	1,76	1,74	1,73
25	2,11	2,06	2,00	1,96	1,92	1,87	1,84	1,80	1,77	1,74	1,72	1,71
26	2,10	2,05	1,99	1,95	1,90	1,85	1,82	1,78	1,76	1,72	1,70	1,69
27	2,08	2,03	1,97	1,93	1,88	1,84	1,80	1,76	1,74	1,71	1,68	1,67
28	2,06	2,02	1,96	1,91	1,87	1,81	1,78	1,75	1,72	1,69	1,67	1,65
29	2,05	2,00	1,94	1,90	1,85	1,80	1,77	1,73	1,71	1,68	1,65	1,64
30	2,04	1,99	1,93	1,89	1,84	1,79	1,76	1,72	1,69	1,66	1,64	1,62
32	2,02	1,97	1,91	1,86	1,82	1,76	1,74	1,69	1,67	1,64	1,61	1,59
34	2,00	1,95	1,89	1,84	1,80	1,74	1,71	1,67	1,64	1,61	1,59	1,57
	$p \le 0{,}01$											
17	3,35	3,27	3,16	3,08	3,00	2,92	2,86	2,79	2,76	2,70	2,67	2,65
18	3,27	3,19	3,07	3,00	2,91	2,83	2,78	2,71	2,68	2,62	2,59	2,57
19	3,19	3,12	3,00	2,92	2,84	2,76	2,70	2,63	2,60	2,54	2,51	2,49
20	3,13	3,05	2,94	2,86	2,77	2,69	2,63	2,56	2,53	2,47	2,44	2,42
21	3,07	2,99	2,88	2,80	2,72	2,63	2,58	2,51	2,47	2,42	2,38	2,36
22	3,02	2,94	2,83	2,75	2,67	2,58	2,53	2,46	2,42	2,37	2,33	2,31
23	2,97	2,89	2,78	2,70	2,62	2,53	2,48	2,41	2,37	2,32	2,28	2,26
24	2,93	2,85	2,74	2,66	2,58	2,49	2,44	2,36	2,33	2,27	2,23	2,21
25	2,89	2,81	2,70	2,62	2,54	2,45	2,40	2,32	2,29	2,23	2,19	2,17
26	2,86	2,77	2,66	2,58	2,50	2,41	2,36	2,28	2,25	2,19	2,15	2,13
27	2,83	2,74	2,63	2,55	2,47	2,38	2,33	2,25	2,21	2,16	2,12	2,10
28	2,80	2,71	2,60	2,52	2,44	2,35	2,30	2,22	2,18	2,13	2,09	2,06
29	2,77	2,68	2,57	2,49	2,41	2,32	2,27	2,19	2,15	2,10	2,06	2,03
30	2,74	2,66	2,55	2,47	2,38	2,29	2,24	2,16	2,13	2,07	2,03	2,01
32	2,70	2,62	2,51	2,42	2,34	2,25	2,20	2,12	2,08	2,02	1,98	1,96
34	2,66	2,58	2,47	2,38	2,30	2,21	2,15	2,08	2,04	1,98	1,94	1,91

Продолжение таблицы 14.2

df_1	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
df_2	$p \leq 0{,}05$											
36	1,98	1,93	1,87	1,82	1,78	1,72	1,69	1,65	1,62	1,59	1,56	1,55
38	1,96	1,92	1,85	1,80	1,76	1,71	1,67	1,63	1,60	1,57	1,54	1,53
40	1,95	1,90	1,84	1,79	1,74	1,69	1,66	1,61	1,59	1,55	1,53	1,51
42	1,94	1,89	1,82	1,78	1,73	1,68	1,64	1,60	1,57	1,54	1,51	1,49
44	1,92	1,88	1,81	1,76	1,72	1,66	1,63	1,58	1,56	1,52	1,50	1,48
46	1,91	1,87	1,80	1,75	1,71	1,65	1,62	1,57	1,54	1,51	1,48	1,46
48	1,90	1,86	1,79	1,74	1,70	1,64	1,61	1,56	1,53	1,50	1,47	1,45
50	1,90	1,85	1,78	1,74	1,69	1,63	1,60	1,55	1,52	1,48	1,46	1,44
55	1,88	1,83	1,76	1,72	1,67	1,61	1,58	1,52	1,50	1,46	1,43	1,41
60	1,86	1,81	1,75	1,70	1,65	1,59	1,56	1,50	1,48	1,44	1,41	1,39
65	1,85	1,80	1,73	1,68	1,63	1,57	1,54	1,49	1,46	1,42	1,39	1,37
70	1,84	1,79	1,72	1,67	1,62	1,56	1,53	1,47	1,45	1,40	1,37	1,35
80	1,82	1,77	1,70	1,65	1,60	1,54	1,51	1,45	1,42	1,38	1,35	1,32
100	1,79	1,75	1,68	1,63	1,57	1,51	1,48	1,42	1,39	1,34	1,30	1,28
125	1,77	1,72	1,65	1,60	1,55	1,49	1,45	1,39	1,36	1,31	1,27	1,25
150	1,76	1,71	1,64	1,59	1,54	1,47	1,44	1,37	1,34	1,29	1,25	1,22
200	1,74	1,69	1,62	1,57	1,52	1,45	1,42	1,35	1,32	1,26	1,22	1,19
400	1,72	1,67	1,60	1,54	1,49	1,42	1,38	1,32	1,28	1,22	1,16	1,13
1000	1,70	1,65	1,58	1,53	1,47	1,41	1,36	1,30	1,26	1,19	1,13	1,08
∞	1,69	1,64	1,57	1,52	1,46	1,40	1,35	1,28	1,24	1,17	1,11	1,00
	$p \leq 0{,}01$											
36	2,62	2,54	2,43	2,35	2,26	2,17	2,12	2,04	2,00	1,94	1,90	1,87
38	2,59	2,51	2,40	2,32	2,22	2,14	2,08	2,00	1,97	1,90	1,86	1,84
40	2,56	2,49	2,37	2,29	2,20	2,11	2,05	1,97	1,94	1,88	1,84	1,81
42	2,54	2,46	2,35	2,26	2,17	2,08	2,02	1,94	1,91	1,85	1,80	1,78
44	2,52	2,44	2,32	2,24	2,15	2,06	2,00	1,92	1,88	1,82	1,78	1,75
46	2,50	2,42	2,30	2,22	2,13	2,04	1,98	1,90	1,86	1,80	1,76	1,72
48	2,48	2,40	2,28	2,20	2,11	2,02	1,96	1,88	1,84	1,78	1,73	1,70
50	2,46	2,39	2,26	2,18	2,10	2,00	1,94	1,86	1,82	1,76	1,71	1,68
55	2,43	2,35	2,23	2,15	2,06	1,96	1,90	1,82	1,78	1,71	1,66	1,64
60	2,40	2,32	2,20	2,12	2,03	1,93	1,87	1,79	1,74	1,68	1,63	1,60
65	2,37	2,30	2,18	2,09	2,00	1,90	1,84	1,76	1,71	1,64	1,60	1,56
70	2,35	2,28	2,15	2,07	1,98	1,88	1,82	1,74	1,69	1,62	1,56	1,53
80	2,32	2,24	2,11	2,03	1,94	1,84	1,78	1,70	1,65	1,57	1,52	1,49
100	2,26	2,19	2,06	1,98	1,89	1,79	1,73	1,64	1,59	1,51	1,46	1,43
125	2,23	2,15	2,03	1,94	1,85	1,75	1,68	1,59	1,54	1,46	1,40	1,37
150	2,20	2,12	2,00	1,91	1,83	1,72	1,66	1,56	1,51	1,43	1,37	1,33
200	2,17	2,09	1,97	1,88	1,79	1,69	1,62	1,53	1,48	1,39	1,33	1,28
400	2,12	2,04	1,92	1,84	1,74	1,64	1,57	1,47	1,42	1,32	1,24	1,19
1000	2,09	2,01	1,89	1,81	1,71	1,61	1,54	1,44	1,38	1,28	1,19	1,11
∞	2,07	1,99	1,87	1,79	1,69	1,59	1,52	1,41	1,36	1,25	1,15	1,00

Если различия между разными условиями являются не случайными, чем случайные различия внутри каждой из групп, то принимается гипотеза H_1, а гипотеза H_0 – отклоняется, хотя бы на уровне значимости $p \leq 0{,}05$ эти различия являются статистически значимыми.

14.2. Дисперсионный анализ для связанных выборок

Назначение метода [1; 240, 4; 30]

Данный метод применяется в тех случаях, когда изучается влияние разных условий на одну и ту же выборку испытуемых. Для применения дисперсионного анализа необходимо, чтобы условий было как минимум три.

Непараметрическим вариантом данного метода является критерий Фридмана x_r^2, который уже был рассмотрен в теме 8.

Описание метода

В однофакторном дисперсионном анализе для связанных выборок различия между условиями не связаны с индивидуальными различиями внутри группы. Этим и отличается однофакторный анализ для связанных и несвязанных выборок. В несвязанных выборках различия между группами также отражали индивидуальные различия внутри каждой выборке испытуемых. Поэтому при подсчете однофакторного дисперсионного анализа для связанных выборок, необходимо учитывать еще одну величину, который не принимался в расчет при предыдущем подсчете, а именно – сумма квадратов сумм индивидуальных значений испытуемых. Расчет критерия Фишера для связанных выборок усложняется, но ненамного.

Гипотезы

Вариант гипотез для связанных выборок два, так как учитываются не только различия, связанные с разными условиями, но индивидуальные различия внутри группы.

Вариант А:

$\mathrm{H_{0A}}$: Различия в условиях являются не более выраженными, чем различия, обусловленные случайными причинами.

$\mathrm{H_{1A}}$: Различия в условиях являются более выраженными, чем различия, обусловленные случайными причинами.

Вариант Б:

$\mathrm{H_{0Б}}$: Индивидуальные различия между испытуемыми являются не более выраженными, чем различия, обусловленные случайными причинами.

$\mathrm{H_{1Б}}$: Индивидуальные различия между испытуемыми являются более выраженными, чем различия, обусловленные случайными причинами.

Ограничения метода

1) для применения однофакторного дисперсионного анализа для связанных выборок, необходимо соблюдение следующих условия, а именно, чтобы результаты группы были измерены в 3-х различных условиях и в группе были бы 2 испытуемых;

2) правило равенство дисперсий должна соблюдаться, если по каким-то причинам не соблюдается, то стоит искусственно выровнять количество наблюдений в каждом из условий;

3) результативный признак должен быть нормально распределен в выборке испытуемых, то есть необходимо вычислить показатели асимметрии и эксцесса, которые не должны превышать по абсолютной величине свою ошибку репрезентативности в 3 и более раза.

Формула метода:

Формула однофакторного дисперсионного анализа для связанных выборок отличается от формулы однофакторного дисперсионного анализа для несвязанных выборок тем, что здесь учитываются индивидуальные различия между испытуемыми, подвергшимся воздействию различных условий.

$$F_{\text{факт}} = \frac{MS_{\text{факт}}}{MS_{\text{сл}}}$$

$$F_{\text{исп}} = \frac{MS_{\text{исп}}}{MS_{\text{сл}}}$$

формула $MS_{\text{факт}}$, ничем не отличается от формулы для несвязанных выборок:

$$MS_{\text{факт}} = \frac{SS_{\text{факт}}}{df_{\text{факт}}}$$

формула $MS_{\text{сл}}$ точно такая же, как и в несвязанной выборке:

$$MS_{\text{сл}} = \frac{SS_{\text{сл}}}{df_{\text{сл}}}$$

следующая формула $MS_{\text{исп}}$, которая есть только в дисперсионном анализе для связанных выборок:

$$MS_{\text{исп}} = \frac{\boldsymbol{SS}_{\text{исп}}}{\boldsymbol{df}_{\text{исп}}}$$

Теперь надо найти три показателя, это $SS_{\text{факт}}$, $SS_{\text{общ}}$ и $SS_{\text{исп}}$:

$$SS_{\text{факт}} = \frac{1}{n} \cdot \sum T_c^2 - \frac{1}{N} \cdot (\sum x_i)^2$$

$$SS_{\text{общ}} = \sum x_i^2 - \frac{1}{N} \cdot (\sum x_i)^2 \text{ и}$$

$$SS_{\text{исп}} = \frac{1}{c} \cdot \sum T_{\text{исп}}^2 - \frac{1}{N} \cdot (\sum x_i)^2$$

где T_i – сумма индивидуальных значений по каждому из условий;

$\sum(T_i^2)$ – сумма квадратов суммарных значений по каждому из условий;

c – количество условий или градаций фактора;

n – количество испытуемых или наблюдений в каждой группе;

N – общее количество индивидуальных значений;

$(\sum x_i)^2$ -квадрат общей суммы индивидуальных значений;

$\frac{(\sum x_i)^2}{N}$ - константа, которую нужно вычесть из каждой суммы квадратов;

x_i – каждое индивидуальное значение;

$\sum(x_i^2)$ – сумма квадратов индивидуальных значений.

Подсчет метода

В критерий Фишера для связанных выборок в таблице 14.3 приведен алгоритм подсчета, точно в таком же порядке, как и для несвязанных выборок, только еще добавляется $SS_{исп}$. В данном критерии необходимо подсчитать различия в индивидуальных значениях испытуемых.

Таблица 14.3

Алгоритм однофакторного дисперсионного анализа для связанных выборок

Операции	Формула расчета
1. Подсчитать $SS_{факт}$	$SS_{факт} = \frac{1}{n} \cdot \sum T_c^2 - \frac{1}{N} \cdot (\sum x_i)^2$
2. Подсчитать $SS_{общ}$	$SS_{общ} = \sum x_i^2 - \frac{1}{N} \cdot (\sum x_i)^2$
3. Подсчитать $SS_{исп}$	$SS_{исп} = \frac{1}{c} \cdot \sum T_{исп}^2 - \frac{1}{N} \cdot (\sum x_i)^2$
4. Подсчитать случайную (остаточную) величину $SS_{сл}$	$SS_{сл} = SS_{общ} - SS_{фак} - SS_{исп}$
5. Определить число степеней свободы	$df_{факт} = c - 1$ $df_{общ} = N – 1$ $df_{исп} = n – 1$ $df_{сл} = df_{общ} - df_{факт} - df_{исп}$
5. Разделить каждую SS на соответствующее число степеней свободы	$MS_{факт} = \frac{SS_{факт}}{df_{факт}}$ $MS_{сл} = \frac{SS_{сл}}{df_{сл}}$ $MS_{исп} = \frac{SS_{исп}}{df_{исп}}$
6. Подсчитать значение F и определить им df_1 по числителю и df_2 по знаменателю	$F_{факт} = \frac{MS_{факт}}{MS_{сл}}$ $F_{исп} = \frac{MS_{исп}}{MS_{сл}}$
7. Определить критические значение F в таблице 14.2.	Для df_1 и df_2 фактическое и df_1 и df_2 испытуемых
8. Сопоставить эмпирические и критические значения F	При $F_{эмп} \geq F_{кр}$ H_0 - отклоняется, а принимается гипотеза H_1

Гипотеза H_0 - отклоняется, а принимается гипотеза H_1 только в том случае, если по уровню значимости $p \leq 0,05$.

Самое главное при подсчете критерия Фишера, как для связанных, так и для несвязанных выборок, стоит придерживаться данного алгоритма, который взят из книги Е.В. Сидоренко. Методы математической обработки в психологии [1; с. 240].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.

2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.

3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.

4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.

5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.
6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.
7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.
8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.
9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.
10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html
11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.
12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.
13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.
14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.
15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.
16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.
17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с
18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.
19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.
20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.
21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer

ТЕМА 15. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ КОНТЕНТ-АНАЛИЗА

15.1. Метод изучения документа
15.2. Краткая схема этапов контент-анализа, характеристика и статистическая обработка

15.1. Метод изучения документа

В этом пункте будут рассмотрены основные понятия контент-аналитического исследования, которые необходимы в применении данного метода.

Контент-анализ – это метод изучения документов, используемый в социологии и в социально-психологических исследованиях [22, 23].

Контент-анализ является одним из разновидностей так называемого анализа продуктов деятельности. В американской научной литературе обычно применяют термин «архивный метод» [2; 45].

Итак, как бы не назывался данный метод, необходимо разобраться, что он из себя представляет. Прежде всего, когда говорят контент-анализ, то имеется в виду, что это один из техник, приемов или методов работы с документами. При этом, он представляет собой один из строго формализованных техник, при работе с которым необходимо строго соблюдать все этапы проведения исследования.

Основные источники, которые используются в контент-анализе, это работа с документами, которые могут быть разных видов: дневниковые записи, архивные материалы, продукты деятельности человека, как документальные или художественные фильмы прошлых лет, художественные полотна, музыкальные записи и т.д., все что угодно, которые могут быть подвергнуты анализу.

В качестве предмета-исследования контент-анализа может быть то, что на сегодняшний день мы можем изучить при помощи источников, которые оставили люди, жившие на земле в прошлые годы и оставившие след, при помощи разных продуктов деятельности, в том числе и творческих продуктов деятельности.

Следовательно, предметом контент-аналитического исследования могут быть документы прошлых лет, такие как дневниковые записи, кинохроники, газеты, журналы, музыкальные произведения, впрочем, определение предмета исследования зависит от поставленной цели.

Специфика проведения контент-анализа предполагает, что исследователь подсчитывает частоту или объем смысловых единиц в тексте. При подсчете количественных показателей исследователь подсчитывает сколько раз упоминается в тексте та категория, которую он изучает. Происходит количественный подсчет документов, который характеризует качественные показатели или количество смысловых упоминаний в тексте. Поэтому контент-анализ иногда называют количественно-качественным анализом документов.

Категориями в контент-анализе называются понятия, которые определяются целью исследования, таких категорий могут несколько, они всесторонне должны охватывать предмет исследования. Например, исследователь изучает образ политиков прошлых лет, здесь необходимо определиться, что входит в понятие образ. Это может быть не только физические характеристики, такие как пол, возраст, рост, внешность и т.д., но и личностные характеристики: целеустремленность, ответственность, порядочность и т.д., а также к нему можно отнести социальные характеристики: семейное положение, социальный статус (место занимаемое в обществе) и др., также к понятию образ можно включить внешний вид: ухоженность, одежду, опрятность и т.д. Примерно категории с которыми будет оперировать исследователь при применении контент-анализа можно определить исходя из этих понятий: физические характеристики, личностные характеристики и т.д.

Определение категорий в процессе проведения контент-аналитического исследования являются наиболее сложной процедурой, они также являются основными ключевыми понятиями или индикаторами в данном методе.

Метод контент-анализа применяется в тех случаях, когда невозможно изучить то или иное психологическое явление, например, при изучении творчества поэтов, писателей, ученых, живших в прошлые года и оставившие нам большое наследие, которое требует в том числе и социально-психологического анализа.

В Карагандинском университете имени академика Е.А. Букетова были проведены множество исследований в рамках написания научной работы студентами при помощи контент-анализа, когда изучались творчество великих деятелей искусства, политики, науки, таких как М. Цветаева, С. Цвейг, С. Балаубаев, политических деятелей разных эпох и др. под руководством преподавателей кафедры психологии О.Г. Блок, Р.Ш. Сабировой, С.А. Амировой, Р.Т. Алимбаевой и др.

Единицами анализа текста или документа являются: слово, термин или символ; определение, суждение или предложение; тема; персонаж; сообщение. Каждая единица текста должна рассматриваться в общей структуре в зависимости от подтекста документа.

Единицы контент-анализа зависят от цели и теоретической основы, который ставит перед собой исследователь. В каждом конкретном случае основные понятия, являющиеся единицами контент-анализа, одновременно являются категориями, которые необходимо выделить для качественного и количественного подсчета. В дальнейшем, для интерпретации и анализа требуется статистическая обработка выделенных категорий.

Пример, исследователь хочет выяснить через СМИ взаимосвязаны ли понятия преступность и политическая нестабильность в начале XX столетия, то есть существуют ли психологические факторы, влияющие на корреляцию, между этими событиями. Тогда исследователь при помощи материалов того времени, которые хранятся в архивах, библиотеках, берет любую информацию начала XX столетия, это могут быть газеты, журналы, кинохроники, дневниковые записи и т.д. В качестве основных категорий, в зависимости от цели исследования, могут выделяться преступные деяния людей тех лет, политическая нестабильность, экономическая ситуация и т.д., в качестве подкатегорий могут быть такие понятия, как детская преступность, преступления, совершенные мужчинами (женщинами) и т.д. Подсчитывая таким образом все категории, необходимые для анализа, исследователь получает количественные показатели, их нужно перевести в количественные показатели, затем необходимо выяснить насколько появления одного понятия влияют на появления другого понятия, то есть, существует ли между этими понятиями взаимосвязь? Для выявления взаимосвязи необходимо применить методы корреляции, существующие в психологии. Или, наоборот, в зависимости от цели, может быть, необходимо выявить различия между категориями, тогда применяются критические методы.

Итак, целью контент-аналитического исследования является изучение внетекстовой реальности, на основе анализа текста документа и на его основе делаются выводы о реальных людях или социально-психологических явлениях [22].

Метод контент-анализа достаточно сложен и требует больших и громоздких вычислений, но обработка документов или продуктов деятельности человека иногда необходимо, чтобы выявить некоторые социально-психологические аспекты, существовавшие в прошлом.

История развития и разработки контент-анализа связана с такими именами, как Г. Лассуэл, Ч. Осгуд, Б. Берельсон и Ф. Стоун [22].

Зародился контент-анализ в США в конце XIX в начале XX столетия, как один из методов социологии, затем он активно начал применяться в социально-психологических исследованиях [22].

В настоящее время для применения контент-аналитического исследования все чаще используются компьютерные технологии, которые помогают подсчитывать большой объем материала. Но, в применении компьютерных технологий есть некоторые трудности:

1) ограниченные возможности компьютера в идентификации текста, понятий, категорий, хотя в последнее время разрабатываются программы, которые лучше считывают слово, понятие;

2) компьютер может считывать необходимое понятие в любом тексте, информации, но для исследователя иногда является важным не просто слово, а из какого контекста это слово взято;

3) можно применить компьютерную технологию при подсчете статистических данных, а массив текста обработать вручную, с привлечением экспертов или соблюдением процедуры обработки контент-аналитического исследования, о правилах и этапах проведения которых будет изложено ниже.

Основная сложность в проведении контент-аналитического исследования состоит в том, что необходимы процедуры для обнаружения в тексте категории, замерить их и затем объективно интерпретировать.

Для решения данной задачи необходимо сделать следующие действия:

1) выявить основные категории контент-анализа, связанные с целью исследования;

2) зафиксировать частоту (объем) встречаемости категорий, которые затем подвергаются статистической обработке;

3) количественные показатели перевести в качественные, в этом и состоит суть контент-аналитического исследования.

Контент-анализ применяют не только при работе с документами, но еще в ряде случаев, которые встречаются в социально-психологических исследованиях, например, при работе с открытыми вопросами интервью, анкеты, в некоторых проективных методиках. Примером использования контент-анализа является методика «Исследование личности биографическим методом», предложенной Ш. Бюллер, в дальнейшем разработанные Н.А. Рыбниковым, Б.Г. Ананьевым, Н.А. Логиновой и др. [24].

Контент-анализ можно применить в следующих социально-психологических исследованиях:

1) коммуникатора, который сообщает информацию, в качестве отдельного объекта наблюдения или в качестве социальной общности (групп);

2) реципиентов, при анализе открытых опросников нарративных методик;

3) в качестве объектов исследования могут выступать отдельные люди или группы, жизнедеятельность которых освещается в СМИ;

4) в качестве предмета могут быть любые социально-психологические исследования, которые можно подвергнуть процедуре контент-анализа.

Контент-аналитическое исследование можно применить практически везде при изучении социально-психологических явлениях, не только при изучении письменных документов, но и при исследовании звуко- и видеорядов, существующих в СМИ. К современных источникам СМИ относятся: газеты, журналы, радио, телевидение, интернет и др.

Процедура проведения контент-анализа состоит из 6-ти этапов, которые будут рассмотрены в следующем параграфе.

15.2. Краткая схема этапов контент-анализа, характеристика и статистическая обработка

1 этап – определение программы исследования;

2 этап – составление кодировочной инструкции;

3 этап – пилотажный этап;

4 этап – кодирование всего текста;

5 этап – статистическая обработка;

6 этап – интерпретация и формулировка выводов.

Теперь более подробнее необходимо рассмотреть этапы проведения контент-аналитического исследования.

1 этап – определение программы исследования: определение задач, методологии, определение объекта и предмета исследования, выборки, разработка категориального аппарата, качественная и количественная характеристика единиц контент-анализа.

Первый этап характеризуется тем, что экспериментатор составляет программу исследования, куда входят определение цели и задачи исследования, объекта и предмета, формирование выборки (в качестве выборки в контент-аналитическом исследовании выступают документы), которые необходимо заранее подобрать в соответствии с целью, задачами, объектом и предметом исследования.

Данный этап контент-анализа является качественной характеристикой, так как подготавливает смысловое содержание текста в цифровое значение для количественного подсчета.

В качестве выборки исследования могут быть различные СМИ, вначале выбирается орган печати, затем номера за определенный период издания или это может быть любые видео- или звуковые документы, продукт человеческой деятельности, который можно проанализировать при помощи контент-анализа, все это зависит от цели исследования.

Единицы контент-анализа бывают качественные и количественные, которые отличаются тем, что первые отвечают на вопрос: что надо считать, вторые, как надо считать.

Категориями контент-анализа являются смысловые характеристики текста, которые являются ключевыми понятиями, составляющую концептуальную основу исследования. Категории зависят от цели исследования, в качестве категории могут выступать любые социально-психологические явления, например, результаты деятельности отдельного взятого человека или группы людей, характеристика или образ личности и т.д.

Категории, выделенные в тексте, должны обладать следующими особенностями:

1) должны быть четко и однозначно сформулированы;

2) должны быть исчерпывающими, то есть охватывать все содержания текста;

3) должны быть взаимоисключающими, то есть одни и те же понятия не должны входить в различные категории.

Категории подразделяются на более мелкие смысловые единицы – подкатегории. В качестве смысловых характеристик текста выступают индикаторы категории, которые являются качественными признаками категории и подкатегории. Индикаторы бывают в виде отдельных слов, словосочетаний, суждений, определений и т.д.

Количественными единицами контент-аналитического исследования являются единицы счета, в качестве единиц счета могут быть единицы контекста. Единицами контекста являются статья, предложение, открытые вопросы анкеты и др., то есть то, что можно подвергнуть подсчету. Подсчитывать единицы контекста необходимо для дальнейшей обработки количественных показателей текста, при помощи методов математической статистики.

Подсчет единиц контекста называется квантификацией текста, который сводится к количеству или частоты упоминаний категорий и подкатегорий. Подсчет категорий и подкатегорий делятся на два типа:

1) сплошные и терминологические;

2) сегментарные и тематические.

Сплошной или терминологический подсчет отличается от сегментарного или тематического подсчета, тем, что в сплошном подсчете регистрируется любое слово, понятие или суждение, в котором заинтересован исследователь. Например, если понятие агрессия в тексте встречается 10 раз, то именно эта частота и упоминается.

В сегментарном или тематическом подсчете регистрируется лишь первое упоминание понятия или суждения, а вся публикация засчитывается как одно упоминание, так, например, если в документе встречается несколько раз слово агрессия, все равно, данное слово засчитывается один раз.

В сегментарном или тематическом подсчете единицы счета является объем, то есть измеряется площадь текста, в котором есть смысловая единица. В таком случае объем упоминаний измеряется различными способами, например, подсчетом числа строк, печатных знаков, подсчетом площади текста и т.д. Для видео- или звукового ряда смысловые единицы могут измеряться подсчетом времени, в котором есть упоминание в заинтересованной информации.

При подсчете категорий необходимо также оценивать отношение коммуникатора к информации, которые можно разделить на положительное, нейтральное и отрицательное, иногда можно выделить элементы как положительного, так и отрицательного отношения.

Отношение коммуникатора к информации можно выявить при помощи следующих оснований:

1) когда коммуникатор открыто высказывает свое отношение к информации, например, это хорошо, это не очень хорошо;

2) когда коммуникатор неявно высказывает свое отношение к информации, например, в цивилизованных странах так не поступают, воспитанные люди именно так себя не ведут и др.

2 этап – составление кодировочной инструкции. На этом этапе происходит соотнесение категорий и подкатегорий контент-анализа с содержательными элементами текста, то есть происходит подсчет индикаторов категорий исследования. На этом этапе составляется словарь категорий исследования, которые кодируются при помощи цифровых или буквенных обозначений и сюда же входит отношение коммуникатора к сообщению, их можно обозначить при помощи знаков «+» - положительное отношение, «-» - отрицательное отношение, «0» - нейтральное отношение; «+/-» - сбалансированное отношение.

Составление кодировочной инструкции является кодированием всего текста исследования и имеет очень большое значение, с точки зрения правила кодирования. При составлении правил кодирования всегда надо предусматривать категорию и подкатегорию «другие», связанный с тем, что существуют некоторые спорные моменты, не вошедшие в кодировочную инструкцию, но, тем не менее, являются важным для интерпретации. В кодировочной инструкции не всегда возможно предусмотреть все категорий и это необязательно, поэтому в категорию «другие» могут войти не обозначенные индикаторы.

3 этап – пилотажный этап, целью которого является апробация методики, а при необходимости корректировка кодировочной инструкции.

Кодировка документа является переводом смысловых единиц в количественные показатели, благодаря которым кодируется текст.

Пилотажная кодировка нужна для проверки надежности (обоснованности) и устойчивости (воспроизводимости) методики.

Для проверки надежности и устойчивости методики существуют следующие критерии:

1) надежность методики проверяется при помощи выделения всех смысловых единиц из 1-го документа, затем выделяются все смысловые единицы из 2-го документа и т.д., пока перестанут встречаться новые смысловые единицы, после чего можно заключить, что все категории и подкатегории для проведения контент-аналитического исследования выделены;

2) надежность кодировки смысловых единиц текста проверяется с помощью эксперта или экспертов, которые являются специалистами по данной проблеме;

3) проверка на обоснованность методики выявляется при помощи независимого критерия, который осуществляется аналогичными методами, например, наблюдения, опроса, теста;

4) устойчивость методики проверяется при помощи повторной кодировочной инструкции через определенный промежуток времени, например, через неделю или месяц, которая называется устойчивостью во времени;

5) устойчивость методики проверяется при помощи дополнительной экспертизы привлечением других экспериментаторов по единой инструкции, которая называется устойчивостью среди аналитиков;

6) если проверка результатов на надежность и устойчивость не выше 5% уровня ($p \leq 0,05$), то можно считать, что кодировочная инструкция проведена правильно и методика позволяет получить надежные результаты.

Необходимо помнить, что чем проще кодировочная инструкция, тем надежнее результаты исследования, а чем сложнее кодировочная инструкция, тем больше можно получить информацию об объекте исследования, но это может произойти за счет снижения надежности.

Причинами снижения надежных результатов могут быть:

1) сложная кодировочная инструкция;

2) недостаток кодировочной инструкции;

3) низкий профессионализм кодировщика и др.

4 этап – кодирование всего текста. На этом этапе осуществляется перевод смыслового значения текста в цифровые показатели, данный процесс на языке контент-анализа называется процессом квантификации. Здесь происходит подсчет и регистрация частоты и объема упоминаний категорий и подкатегорий, выделенных исследователем. Запись частоты и объема упоминаний производится в специальной таблице, заранее подготовленной, где в отдельном столбце записаны категории и подкатегории контент-анализа.

5 этап – статистическая обработка эмпирических показателей, полученных при помощи подсчета смысловых индикаторов. Статистическая обработка результатов исследования проводится при помощи методов математической статистики, которые приняты в психологической науке при обработке результатов исследования.

Обычно при статистической обработке используют процентные или частотные распределения, коэффициенты корреляции, критерии и т.д. Статистическую обработку можно подсчитать при помощи специальных компьютерных программ SPSS, STATISTICA или при помощи Excel.

В контент-анализе существует подсчет «удельного веса» смысловых категорий, который в свое время был предложен А.Н. Алексеевым. Формула подсчета удельного веса выглядит следующим образом:

$$У_{кс} = \frac{К_{гл}+К_{вт}}{\sum(2К_{гл}+К_{вт})} \cdot 100\%$$

где $У_{кс}$ – «удельный вес» данной смысловой единицы;

$К_{гл}$ – число случаев, когда смысловая единица оказалась главной;

$К_{вт}$ – число случаев, когда смысловая единица оказалась второстепенной;

$\sum$ - сумма анализируемых документов.

Подсчет удельного веса необходим для выявления уровня интенсивности представления в тексте определенной темы или какой-либо иной смысловой аргументации, который можно выявить при помощи контент-анализа.

В контент-анализе также подсчитывается совместная встречаемость различных категорий в тексте, который в свое время был предложен Ч. Осгудом. Для этого необходимо составить квадратную матрицу возможных и совместных появлений категорий в тексте.

Пример расчета квадратной матрицы возможных и совместных встречаемости категорий в тексте представлен в таблице 15.1.

Таблица 15.1

Квадратная матрица совместных встречаемости категорий в контент-аналитическом исследовании

	A	B	C	…	n
A	-	0,15	0,2		

B	0,1	-	0,13		
C	0,3	0,16	-		
…				-	
n					-

Для того, чтобы подсчитать совместную встречаемость категорий А и В в тексте, необходимо подсчитать встречаемость категории А и встречаемость категории В, допустим категорий А встречается в анализируемом тексте в 30%, тогда P_A=0,3, а единица В встречается в 50%, P_B=0,5, можно ожидать, что по теории вероятности частота встречаемости появиться с вероятностью 0,15, то есть $P_{AB}=P_A \cdot P_B = 0{,}3 \cdot 0{,}5 = 0{,}15$. Записываем это значение в соответствующую клетку таблицы 15.1. При реальном подсчете категории А и В должны встречаться как минимум в 15% случаев, для выявления закономерности появления этих двух категорий вместе, но если при подсчете оказывается, что количество совместных встречаемости меньше, чем 15%, например 10%, то совместные встречаемости категорий А и В, являются случайными. Ниже в таблице 15.1, необходимо записать фактическую встречаемость категорий А и В, который равняется 0,1.

В дальнейшем, подобным образом можно подсчитать совместные встречаемости других категорий и вычислить случайность или неслучайность их появления вместе, а значит рассчитать уровень значимости неслучайных появлений категорий, выделять взаимосвязанные смысловые единицы.

6 этап – интерпретация и формулировка выводов. При проведении интерпретации необходимо обратить на следующие факторы:

- учет теоретического и социального контекста документа;
- исходить от цели и задач, преследуемых коммуникатором при передаче информации;
- брать во внимание ожидание аудитории и ее восприятие соответствующей информации, полученных при помощи других методов, например при помощи метода опроса;
- соотнести результаты контент-анализа с методом опроса или другими методами, которые были применены в результате проведенного исследования;
- для формулирования выводов, необходимо опираться на методы математической обработки в психологии.

На основании учета данных факторов, перечисленных выше, необходимо сделать выводы.

При проведении любого контент-аналитического исследования, для получения надежных эмпирических результатов нужно соблюдать все этапы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Социально-психологический центр, 1996. – 349 с.

2. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология – СПб: Издательство «Питер», 2000. – 320 с.

3. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: МГУ, 1970. – 368 с.
4. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: Прогресс. - 1976 г. - 496 с.
5. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. Л.: ЛГУ, 1972. – 428 с.
6. Паповян С.С. Математические методы в социальной психологии. – М.: Наука, 1983. – 343 с. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: МГУ, 1978. – 265.
7. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. М.: МГУ, 1985. – 206 с.
8. Ивантер Э.В., Коросов А.В. основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Учебное пособие. Петрозаводск: ПГК, 1992. 163 с.
9. Захаров В.П. Применение математических методов в социально-психологических исследованиях Учебное пособие. Л.: ЛГУ, 1985. – 64 с.
10. Мошкова Д.С., Харитонова И.В. Коварный Т - критерий Стьюдента. https://docplayer.ru/35735617-Kovarnyy-t-kriteriy-styudenta-zagadochnaya-istoriya-vozniknoveniya-kriteriya-styudenta.html
11. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. – 185 с.
12. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования, Аналтиз и интерпретация данных. Учебное пособие. – СПб.: Речь, 2004 - 392 с.
13. Борисова Е.В. Формирование и математическая обработка данных в социологии: Учебное пособие. - Тверь: ТГТУ, 2006. - 120 с.
14. Ермолаев-Томин, О. Ю. Математические методы в психологии. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / О. Ю. Ермолаев-Томин. – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2016. — 280 с.
15. Леньков С.Л. Статистические методы в психологии: учебник и практикум для бакалавриата, специалистета и магистратуры / Н.Г. Рубцова, С.Л. Леньков. – 3-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 311 с.
16. Комиссаров В.В., Комиссарова Н.В. Математические методы в психологии. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 130 с.
17. Лупандин В. И. Математические методы в психологии: учеб. пособие. 4-е изд., перераб. / В. И. Лупандин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2009. — 196 с
18. Середенко, П. В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.
19. Титкова Л.С. Математические методы в психологии. Владивосток: Издательство Дальневосточного университета, 2002. – 140 с.
20. Kurtz A.K., Mayo ST. Statistical Methods in Education and Psychology. N.Y., etc.: Springer-Verlag, 1979. 538 p.

21. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. М.: Наука, 1980. – 512.

22. Богомолова Н.Н., Стефаненко Т.Г. Контент-анализ: спецпрактикум по социальной психологии: Учебное пособие. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992. – 62 с.

23. Богданова Е.Н. Контент-анализ в практике преподавания иностранных языков на неязыковых факультетах // Научные исследования: теория, методика и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 29 янв. 2018 г.) / ред. О.Н. Широков и др. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2018. – С. 260-261.

24. Крылов А.А., Маничев С.А. Практикум по общей экспериментальной и прикладной психологии. - 2-е изд. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

25. Сергеев Р.В. Молодежь и студенчество как социальные группы и объект социологического анализа. // https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-studenchestvo-kak-sotsialnye-gruppy-i-obekt-sotsiologicheskogo-analiza/viewer