

2014

Наумова Т.А.

Мухачева Е.В.

**Наставления по обработке
результатов научного
эксперимента для студентов,
будущих педагогов**

Ижевск



УДК 372.851 ()

ББК 74.0.Я73

..Н ...

Печатается по решению учебно-методической комиссии
Института педагогики, психологии и социальных технологий УдГУ

Рецензенты: к.психол.н. Главатских Марианна Михайловна

Т.А. Наумова, Е.В. Мухачева

Н ... Наставления по обработке результатов научного эксперимента для студентов, будущих педагогов / методическое пособие /: - Ижевск, изд-во Удмуртский университет, 2014. – ... с.37

В настоящем методическом пособии представлено многообразие статистических методов, отражающих возможности практического применения математических методов в обработке результатов педагогического эксперимента.

Пособие рекомендовано студентам бакалавриата «Педагогическое образование» и «Профессиональное обучение» при изучении курса «Основы математической обработки информации», а так же студентам при подготовке квалификационных работ.

© Удмуртский государственный университет
© Т.А.Наумова, Е.В.Мухачева, 2014

Оглавление

Кратко о главном (основные понятия статистики)	2
Девять шагов к успеху	10
Приложение 1. Таблицы критических значений статистических функций	14
Приложение 2. Примеры расчетов статистических функций с использованием пакета STATISTICA 10.0	26
Приложение 3. Пример выполнения практического задания	31
Приложение 4. Тестовые задания для самопроверки	35
Литература	36

Уважаемые студенты! Разработанные нами «Наставления по обработке данных педагогического эксперимента» предназначены для тех, кто впервые столкнулся с выбором стратегии выбора метода обработки данных, полученных в ходе эксперимента. Пособие представляет собой краткие рекомендации, воспользовавшись которыми, вы получите результат, приложив минимум усилий и времени. Следуйте предложенному нами алгоритму и цель будет достигнута!

Кратко о главном (основные понятия статистики)

Статистика – это, прежде всего, способ мышления, и для ее применения нужно лишь иметь здравый смысл, логику и знать основы математики.

Нам постоянно приходится отбирать, классифицировать и упорядочивать информацию, связывать ее с другими данными так, чтобы можно было сделать выводы, позволяющие принять верное решение. в этом заключается цель статистики в науках вообще, особенно в гуманитарных.

Статистика содержит три главных раздела, к которым относятся: **описательная статистика, индуктивная статистика и корреляционный анализ.**

1) **Описательная статистика**, позволяет описывать, подытоживать и воспроизводить в виде таблиц или графиков данные того или иного распределения, вычислять среднее для данного распределения и его размах и дисперсию.

2) **Задача индуктивной статистики заключается в проверке того, можно ли распространить результаты, полученные на отдельной выборке, на всю популяцию, из которой взята эта выборка.** Иными словами, правила этого раздела статистики позволяют выяснить, до какой степени можно путем индукции обобщить на большее число объектов ту или иную закономерность, обнаруженную при изучении их ограниченной группы в ходе какого-либо наблюдения или эксперимента. Таким образом, при помощи индуктивной статистики делают какие-то выводы и обобщения, исходя из данных, полученных при изучении выборки.

3) **Корреляционный анализ** позволяет узнать, насколько связаны между собой две переменные, с тем чтобы можно было предсказывать возможные значения одной из них, если мы знаем другую.

Понятия, которыми мы оперируем при статистической обработке данных:

Данные в статистике – это основные элементы, подлежащие анализу. Данными могут быть какие-то количественные результаты, свойства, присущие определенным членам популяции, место в той или иной последовательности – любая информация, которая может быть классифицирована или разбита на категории с целью обработки.

Построение распределения ряда данных – это разделение первичных данных, полученных на выборке, на классы или категории с целью получить обобщенную упорядоченную картину, позволяющую их анализировать. Существуют три типа данных:

1. **Количественные данные**, получаемые при измерениях (например, данные о весе, размерах, температуре, времени, результатах тестирования и т.п.). Их можно распределить по шкале с равными интервалами.
2. **Порядковые данные**, соответствующие местам этих элементов в последовательности, полученной при их расположении в возрастающем порядке.
3. **Качественные данные**, представляющие собой какие-то свойства элементов выборки или популяции. Их нельзя измерить, и единственной их количественной оценкой служит частота встречаемости.

Из всех этих типов данных только количественные данные можно анализировать с помощью методов, в основе которых лежат параметры (такие, например, как средняя арифметическая, мода, дисперсия и т.д.). Но даже к количественным данным такие

методы можно применить лишь в том случае, если число этих данных достаточно, чтобы проявилось нормальное распределение.

Виды шкал

Номинативная шкала – это шкала, классифицирующая по названию. Название же не измеряется количественно, оно лишь позволяет отличить один объект от другого или одного субъекта от другого. Номинативная шкала – это способ классификации объектов или субъектов, распределения их по ячейкам классификации. Простейший случай номинативной шкалы – дихотомическая шкала, состоящая всего лишь из двух ячеек, например: «имеет братьев и сестер – единственный ребенок в семье»; «иностранец – соотечественник»; «проголосовал «за» – проголосовал «против»» и т.п. Самым сильным способом количественного анализа является установление взаимосвязи между рядами свойств, расположенных неупорядоченно. С этой целью составляют перекрестные таблицы. Помимо простой процентовки в таблицах перекрестной классификации можно подсчитать критерий сопряженности признаков по Пирсону.

Порядковая шкала – это шкала, классифицирующая по принципу «больше – меньше». Если в шкале наименований было безразлично, в каком порядке расположены классификационные ячейки, то в порядковой шкале они образуют последовательность от ячейки «самое малое значение» к ячейке «самое большое значение» (или наоборот). Это полностью упорядоченная шкала наименований, она устанавливает отношения равенства между явлениями в каждом классе и отношения последовательности в понятиях больше, меньше между всеми без исключения классами. Наиболее сильный показатель для таких шкал – корреляция рангов по Спирмену или по Кендаллу. Ранговые корреляции указывают на наличие или отсутствие функциональных связей в двух рядах признаков, измеренных упорядоченными шкалами.

Интервальная шкала – это шкала, классифицирующая по принципу «больше на определенное количество единиц – меньше на определенное количество единиц». Каждое из возможных значений признака отстоит от другого на равном расстоянии. Шкала интервалов представляет собой полностью упорядоченный ряд с измеренными интервалами между пунктами, причем отсчет начинается с произвольно от выбранной величины (нет абсолютного нуля). Действия с данными: возможности корреляционного и регрессионного анализа. Можно использовать коэффициент парной корреляции Пирсона и коэффициенты множественной корреляции, что может предсказать изменения в одной переменной в зависимости от изменений в другой или в целом ряде переменных.

Шкала равных отношений – это шкала, классифицирующая объекты или субъектов пропорционально степени выраженности измеряемого свойства. В шкалах отношений классы обозначаются числами, которые пропорциональны друг другу: 2 так относится к 4, как 4 к 8. Это предполагает наличие абсолютной нулевой точки отсчета.

Таблица 1

Статистическая шкала	Эмпирическая значимость	Примеры
Номинальная	Нет	Пол, семейное положение
Порядковая	Порядок чисел	Курение, месячный доход
Интервальная	Разность чисел	Коэффициент интеллекта (I.Q.)
Шкала отношений	Отношение чисел	Возраст (лет)

Понятие «генеральная совокупность и выборка»

В математической статистике выделяют два фундаментальных понятия: **генеральная совокупность и выборка.**

Совокупностью – называется практически счетное множество некоторых объектов или элементов, интересующих исследователя;

Свойством совокупности называется реальное или воображаемое качество, присущее некоторым всем ее элементам. Свойство может быть случайным или неслучайным.

Параметром совокупности называется свойство, которое можно квантифицировать в виде константы или переменной величины.

Простая совокупность характеризуется:

- *отдельным свойством (например: все ученики 6-х классов России);*
- *отдельным параметром в виде константы или переменной (Все ученицы 6-х классов);*
- *системой непересекающихся (несовместных) свойств.*

Сложная совокупность характеризуется:

- *системой, хотя бы частично пересекающихся свойств (Студенты психологического и математических факультетов ДВГУ, окончивших школу с золотой медалью);*
- *системой параметров независимых и зависимых в совокупности; при комплексном исследовании личности.*

Гомогенной или однородной называется совокупность, все характеристики которой присущи каждому ее элементу;

Гетерогенной или неоднородной называется совокупность, характеристики которой сосредоточены в отдельных подмножествах элементов.

Важным параметром является **объем совокупности** – количество образующих ее элементов. Величина объема зависит от того, как определена сама совокупность, и какие вопросы нас конкретно интересуют.

Выборкой называется некоторая часть генеральной совокупности, то, что непосредственно изучается. Выборки классифицируются по репрезентативности, объему, способу отбора и схеме испытаний.

Репрезентативная – выборка адекватно отображающая генеральную совокупность в качественном и количественном отношениях. Выборка должна адекватно отображать генеральную совокупность, иначе результаты не совпадут с целями исследования.

Репрезентативность зависит от объема, чем больше объем, тем выборка репрезентативней.

Выборки подразделяются на зависимые и независимые

Зависимые выборки возникают, когда измерение проводится для нескольких моментов времени. Зависимые выборки образуют значения параметров изучаемого процесса, соответствующие различным моментам времени. Например, данные для одних и тех же респондентов до и после терапии. В SPSS зависимые (также связанные, спаренные) выборки будут представляться разными переменными, которые сопоставляются друг с другом в соответствующем тесте на одной и той же совокупности наблюдений.

Если закономерное и однозначное соответствие между выборками невозможно, эти выборки являются **независимыми**. Независимые выборки содержат

разные наблюдения (например, относящиеся к различным респондентам), которые обычно различаются с помощью групповой переменной, относящейся к номинальной шкале, например, различия по полу респондентов, по возрастным группам, принадлежность к основной или контрольной группе, и др.

По способу отбора.

Случайная – если элементы отбираются случайным образом. Так как большинство методов математической статистики основывается на понятии случайной выборки, то естественно выборка должна быть случайной.

Неслучайная выборка:

- **механический отбор**, когда вся совокупность делится на столько частей, сколько единиц планируется в выборке и затем из каждой части отбирается один элемент;
- **типический отбор** – совокупность делится на гомогенные части, и из каждой осуществляется случайная выборка;
- **серийный отбор** – совокупность делят на большое число разновеликих серий, затем делают -выборку одной какой-либо серии;
- **комбинированный отбор** – сочетаются рассматриваемые виды отбора, на разных этапах.

По схеме испытаний – выборки могут быть независимые и зависимые.

По объему выборки делят на малые и большие. К малым относят выборки, в которых число элементов $n \leq 30$. Понятие большой выборки не определено, но большой считается выборка в которой число элементов > 200 и средняя выборка удовлетворяет условию $30 \leq n \leq 200$. Это деление условно.

Малые выборки используются при статистическом контроле известных свойств уже изученных совокупностей.

Большие выборки используются для установки неизвестных свойств и параметров совокупности.

Статистические гипотезы

Основной задачей статистической проверки гипотез в педагогических исследованиях является **репрезентативное выборочное описание свойств генеральных совокупностей**. Для описания значительных по объему совокупностей, состояний, процессов требуется накопление огромного выборочного материала или проведение исследований в национальном масштабе. Поэтому задача репрезентативного описания сводится к задаче проверки однородности выборочных описаний, полученных в разных исследованиях, и к объединению однородных данных.

Для проверки однородности, необходимы:

- **однообразность статистических описаний одних и тех же психических явлений разными авторами;**
- **указание на величину объектов выборок, из которых вычислялись статистические оценки параметров и функций.**

Начало любого исследования – это постановка проблемы. Самые простые вопросы являются прототипами проблемы.

Постановка проблемы влечет за собой формулировку гипотезы

Гипотеза – это научное предположение, вытекающее из теории, которое еще не подтверждено и не опровергнуто.

Научная гипотеза должна удовлетворять:

- принципам фальсифицируемости – быть опровергаемой в эксперименте; принцип фальсифицируемости абсолютен, так как опровержение теории всегда окончательно,
- принципам верифицируемости – быть подтверждаемой в эксперименте, этот принцип относителен, так как всегда есть вероятность опровержения гипотезы в следующем исследовании.

Статистическая гипотеза – утверждение в отношении неизвестного параметра, сформулированное на языке математической статистики. Любая научная гипотеза требует перевода на язык статистики.

Гипотезы различают простые и сложные:

- простая гипотеза полностью задает распределение вероятностей;
- сложная гипотеза указывает не одно распределение, а некоторое множество распределений.

При построении статистической модели приходится делать много различных допущений и предположений, и далеко не все из них мы собираемся или можем проверить.

После проведения конкретного эксперимента проверяются многочисленные статистические гипотезы, поскольку в каждом психологическом исследовании регистрируется не один, а множество поведенческих параметров.

Статистические гипотезы подразделяются на нулевые и альтернативные.

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

Альтернативная гипотеза – это гипотеза о значимости различий. Она обозначается H_1 . **Альтернативная гипотеза – это то, что мы хотим доказать, поэтому ее иногда называют экспериментальной гипотезой.**

Бывают задачи, когда мы хотим доказать **незначимость различий**, то есть подтвердить нулевую гипотезу. Например, если нам нужно убедиться, что разные испытуемые получают хотя и различные, но уравновешенные по трудности задания, или что экспериментальная и контрольная выборки не различаются между собой по каким-то значимым характеристикам.

Чаще всего требуется доказать **значимость различий**, ибо они более информативны для нас в поиске нового. Проверка гипотез осуществляется с помощью критериев статистической оценки различий.

Понятие «статистический критерий»

Статистический критерий – это решающее правило, обеспечивающее надежное поведение, то есть принятие истинной и отклонение ложной гипотезы с высокой вероятностью. Статистические критерии обозначают также метод расчета определенного числа и само это число.

В большинстве случаев для того, чтобы мы признали различия значимыми, необходимо, чтобы эмпирическое значение критерия превышало критическое, в некоторых критериях придерживаются противоположного правила. Эти правила оговариваются в описании каждого критерия.

В некоторых случаях расчетная формула критерия включает в себя количество наблюдений в исследуемой выборке, обозначаемое как n . В этом случае эмпирическое значение критерия одновременно является тестом для проверки статистических гипотез. По специальной таблице определяется, какому уровню статистической значимости различий соответствует данная эмпирическая величина (приложение 1).

В большинстве случаев, одно и то же эмпирическое значение критерия может оказаться значимым или незначимым в зависимости от количества наблюдений в выборке (n) или от так называемого количества степеней свободы, которое обозначается как ν .

Число степеней свободы. Число степеней свободы равно числу классов вариационного ряда минус число условий, при которых он был сформирован. К числу таких условий относятся: объем выборки, средние и дисперсии.

*Допустим у нас три класса: "Умеет работать на ПК – умеет выполнять лишь определенные операции – не умеет работать".
Выборка состоит из 50 человек. Если в первом классе – 20 человек, во втором классе – 20 человек, то в третьем должны оказаться 10 человек. Мы ограничены только одним условием – объемом выборки. Мы не свободны в определении количества испытуемых в третьем классе, "свобода" простирается только на первые два класса $\nu=c-1=3-1=2$*

Зная n и/или число степеней свободы, по специальным таблицам можно определить критические значения критерия и сопоставить с ними полученное эмпирическое значение (приложение 1).

Среди возможных статистических критериев выделяют: **параметрические и непараметрические, более и менее мощные.**

Параметрические критерии – это некоторые функции от параметров совокупности, они служат для проверки гипотез об этих параметрах или для их оценивания. Параметрические критерии включают в формулу расчета параметры распределения, т.е. средние и дисперсии. **е** критерии могут оказаться несколько более мощными, чем непараметрические, но только в том случае, если признак измерен по интервальной шкале и нормально распределен. Лишь с некоторой натяжкой мы можем считать данные, представленные в стандартизованных оценках, как интервальные. Кроме того, проверка распределения «на нормальность» требует достаточно сложных расчетов, результат которых заранее не известен. **Может оказаться, что распределение признака отличается от нормального, и нам так или иначе все равно придется обратиться к непараметрическим критериям.**

Непараметрические критерии – это некоторые функции от функций распределения или непосредственно от вариационного ряда наблюдавшихся значений изучаемого случайного явления. Они служат только для проверки гипотез о функциях распределения или рядах наблюдавшихся значений. Непараметрические критерии лишены ограничений и не требуют таких длительных и сложных расчетов. По сравнению с параметрическими критериями они ограничены лишь в одном – с их помощью невозможно оценить взаимодействие двух или более условий или факторов, влияющих на изменение признака.

Уровни статистической значимости

Уровень значимости – это вероятность того, что мы сочли различия существенными, а они на самом деле случайны.

Когда мы указываем, что различия достоверны на 5% уровне значимости, или при $p \leq 0,05$, то мы имеем в виду, что вероятность того, что они недостоверны, составляет 0,05.

Если же мы указываем, что различия достоверны на 1% уровне значимости, или при $p \leq 0,01$, то имеем в виду, что вероятность того, что они все-таки недостоверны равна 0,01.

Иначе, уровень значимости – это вероятность отклонения нулевой гипотезы, в то время как она верна.

Правило отклонения H_0 и принятия H_1

Если эмпирическое значение критерия равняется критическому значению, соответствующему $p \leq 0,05$ или превышает его, то H_0 отклоняется, но мы еще не можем определенно принять H_1 . Если эмпирическое значение критерия равняется критическому значению, соответствующему $p \leq 0,01$ или превышает его, то H_0 отклоняется и принимается H_1 .

Для облегчения принятия решения можно вычерчивать "ось значимости".

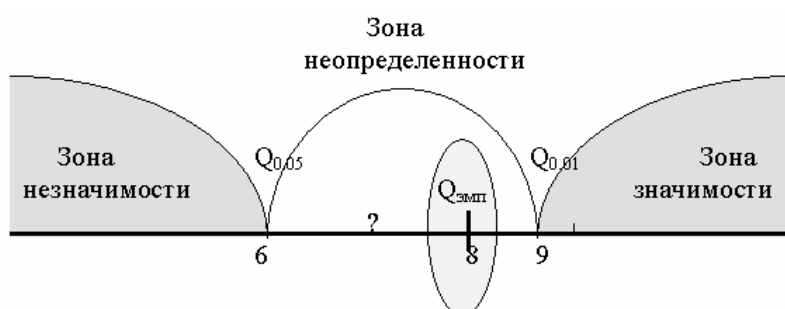


Рис.1 Пример построения шкалы критических значений

Критические значения критерия обозначены как $Q_{0,05}$ и $Q_{0,01}$, эмпирическое значение критерия как $Q_{эмп}$. Оно заключено в эллипс.

Вправо от критического значения $Q_{0,01}$ простирается "зона значимости" – сюда попадают эмпирические значения Q , которые ниже $Q_{0,01}$ и, следовательно, значимые.

Влево от критического значения $Q_{0,05}$ простирается "зона незначимости", – сюда попадают эмпирические значения Q , которые ниже $Q_{0,05}$ и, следовательно, незначимы.

В нашем примере, $Q_{0,05} = 6$; $Q_{0,01} = 9$; $Q_{эмп} = 8$.

Эмпирическое значение критерия попадает в область между $Q_{0,05}$ и $Q_{0,01}$. Это "зона неопределенности": мы уже можем отклонить гипотезу о недостоверности различий (H_0), но еще не можем принять гипотезы об их достоверности (H_1). Практически, можно считать достоверными уже те различия, которые не попадают в зону незначимости, сказав, что они достоверны при $p \leq 0,05$.

Мощность критерия

Важнейшей характеристикой любого статистического критерия является его мощность. **Мощность критерия** – это его способность выявлять различия, если они есть. Иначе, это его способность отклонить нулевую гипотезу об отсутствии различий, если она неверна. Мощность определяется эмпирическим путем. Одни и те же задачи могут быть решены с помощью разных критериев, при этом обнаруживается, что некоторые критерии позволяют выявить различия там, где другие оказываются неспособными это сделать.

Основанием для выбора критерия может быть не только его мощность, но и другие его характеристики, а именно:

- простота;
- более широкий диапазон исследования (по отношению к данным, определенным по номинативной шкале, или по отношению к большим n);
- применимость по отношению к неравным по объему выборкам;
- большая информативность результатов.

Описательные статистики

Числовые характеристики распределения данных

Мода (Mo) – это величина признака, которая встречается чаще всего в изучаемом ряду, в совокупности.

Медиана (Me) – это такое значение признака, которое делит ряд пополам. Иначе, медиана обладает тем свойством, что половина всех выборочных значений признака меньше её, половина больше.

Нормальный закон распределения случайной величины

Распределением признака называется закономерность встречаемости разных его значений.

В педагогических исследованиях чаще всего ссылаются на нормальное распределение. Нормальное распределение характеризуется тем, что крайние значения признака в нем встречаются достаточно редко, а значения, близкие к средней величине – достаточно часто.

Нормальным такое распределение называется потому, что оно очень часто встречалось в естественно-научных исследованиях и казалось "нормой" всякого массового случайного проявления признаков. Это распределение следует закону, открытому тремя учеными в разное время: Муавром в 1733 г. в Англии, Гауссом в 1809 г. в Германии и Лапласом в 1812 г. Во Франции (Плохинский Н.А., 1970, с.17). График нормального распределения представляет собой привычную глазу психолога-исследователя так называемую колоколообразную кривую, где σ - стандартного отклонения, \bar{X} – среднее .

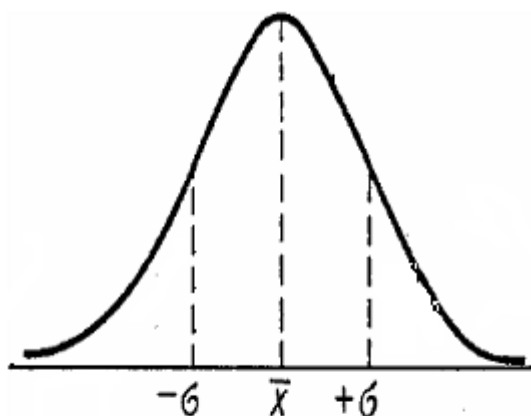


Рис. 2. Кривая нормального распределения

С чего начать?

Вы выполняете лабораторные работы по дисциплине «Математическая обработка результатов эксперимента» или уже вышли на преддипломную практику. Ваши руководители пояснили вам как и с кем вы должны провести педагогический эксперимент, сколько классов (или учебных групп) будет участвовать в эксперименте, выбрали надежный и валидный инструментарий (тесты, анкеты), которые вы будете применять в ходе эксперимента, помогли интерпретировать результат.

Что же дальше?

Все полученные данные удобнее всего разместить для хранения и расчетов с использованием описательной статистики в электронную таблицу Excel. В Excel удобнее производить первичную обработку данные: исключить респондентов, не завершивших все испытания и т.д. То есть получить *выборку* из *генеральной совокупности* данных.

Девять шагов к успеху

Шаг 1. Формирование выборки

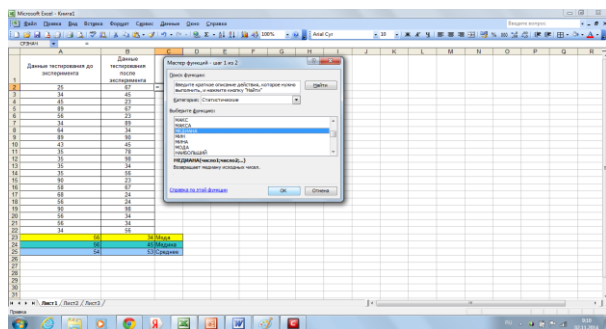
Так как педагогический эксперимент, как правило, проходит в учебном классе или студенческой группе, то и объем выборки ограничивается количеством респондентов,

участвовавших и **давших согласие** участвовать в эксперименте. Обычно это 25-30 человек. То есть мы имеем малую выборку ($n \leq 30$).

Если по схемы испытаний мы имеем дело с одной группой испытуемых – выборка будет **зависимой**. Если эксперимент проходит с участием экспериментальной и контрольных групп – **независимыми**.

Шаг 1. Оценка характера распределения данных выборки

Описательные статистики как *Мода*, *Медиана* и *Среднее* выборки помогут вам в оценке характера распределения данных. Если **$Mo \approx Me \approx X$ можно предположить, что закон распределения данных близок к нормальному.**



Формулы для расчета:

=МОДА(A2:A22)
 =МЕДИАНА(A2:A22)
 =СРЗНАЧ(A2:A22)

Результаты:

До эксперимента $Mo (56) \approx Me(56) \approx X(54)$
 После эксперимента $Me (34) \approx Me(45) \approx X(53)$

Закон распределения данных до эксперимента близок к нормальному, что нельзя сказать о даны после эксперимента

Рис. 3 Оценка характера распределения данных в Excel

Точнее закон распределения данных можно оценить критерием Колмогорова-Смирнова (приложение...).

Шаг 3. Определить параметрические или не параметрические критерии

Все зависит от характера распределения данных выборки. Если закон распределения весьма далек от нормального применяем не параметрические критерии, если близок к нормальному – параметрические.

Шаг 4. Что мы исследуем?

Проанализируем задачу нашего исследования

В таблице представлена классификация задач и методов их решения

Таблица 2

Задача	Условие задачи	Метод	Гипотезы
Выявление различий в уровне исследуемого признака	2 выборки испытуемых	U-критерий Манна-Уитни	H_0 : Уровень признака в группе 2 не ниже уровня признака в группе 1. H_1 : Уровень признака в группе 2 ниже уровня признака в группе 1.
Оценка сдвига исследуемого признака	2 замера на одной и той же выборке	T-критерий Вилкоксона	H_0 : Интенсивность сдвигов в типичном направлении не превосходит интенсивности сдвигов в нетипичном направлении. H_1 : Интенсивность сдвигов в типичном направлении превышает интенсивность сдвигов в нетипичном направлении.
Выявление степени согласованности изменений	Двух признаков или двух иерархий	r_s – коэффициент ранговой корреляции Спирмана	Первый вариант гипотез H_0 : Корреляция между переменными А и Б не отличается от нуля. H_1 : Корреляция между переменными А и Б достоверно отличается от нуля. Второй вариант гипотез

			H_0 : Корреляция между иерархиями А и Б не отличается от нуля. H_1 : Корреляция между иерархиями А и Б достоверно отличается от нуля.
	Двух признаков при нормальном характере распределения данных	r_p - коэффициент корреляции Пирсона	H_0 : Корреляция между переменными А и Б не отличается от нуля. H_1 : Корреляция между переменными А и Б достоверно отличается от нуля.
Выявление различий в распределении признака	Сопоставление эмпирического с теоретическим	λ – критерий Колмогорова Спирмана χ – критерий Пирсона	

Корреляция - связь между двумя переменными. Расчёты подобных двумерных критериев взаимосвязи основываются на формировании парных значений, которые образуются из рассматриваемых зависимых выборок. Статистика говорит о корреляции между двумя переменными и указывает силу связи при помощи некоторого критерия взаимосвязи, который получил название коэффициента корреляции. Этот коэффициент, всегда обозначаемый латинской буквой r , может принимать значения между -1 и +1, причём если значение находится ближе к 1, то это означает наличие сильной связи, а если ближе к 0, то слабой.

Если коэффициент корреляции отрицательный, это означает наличие противоположной связи: чем выше значение одной переменной, тем ниже значение другой. Сила связи характеризуется также и абсолютной величиной коэффициента корреляции. Для словесного описания величины коэффициента корреляции используются следующие градации (таблица 3):

Таблица 3

Значение	Интерпретация
до 0,2	Очень слабая корреляция
до 0,5	Слабая корреляция
до 0,7	Средняя корреляция
до 0,9	Высокая корреляция
свыше 0,9	Очень высокая корреляция

Метод вычисления коэффициента корреляции зависит от вида шкал которой относятся переменные (Таблица 4):

Таблица 4

Типы шкал		Мера связи
Переменная X	Переменная Y	
Интервальная (или отношений)	Интервальная (или отношений)	Коэффициент Пирсона
Ранговая, интервальная (или отношений)	Ранговая, интервальная (или отношений)	Коэффициент Спирмена
Ранговая	Ранговая	Коэффициент Кендалла
Дихотомическая	Дихотомическая	Коэффициент ϕ (фи),
Дихотомическая	Ранговая	Рангово-бисериальный коэффициент

- Переменные с *интервальной* или с *пропорциональной шкалой* – коэффициент корреляции Пирсона.
- По меньшей мере, одна из двух переменных имеет *порядковую шкалу*, либо с интервальной шкалой, но *ненормально распределённой* – ранговая корреляция по Спирману.

Метод ранговой корреляции Спирмена позволяет определить тесноту (силу) и направление корреляционной связи между *двумя признаками или двумя профилями (иерархиями)* признаков.

Для подсчета ранговой корреляции необходимо располагать двумя рядами значений, которые могут быть проранжированы. Такими рядами значений могут быть:

- 1) *два признака*, измеренные в одной и той же *группе* испытуемых;
- 2) *две индивидуальные иерархии признаков*, выявленные у двух испытуемых по одному и тому же набору признаков;
- 3) *две групповые иерархии признаков*,
- 4) *индивидуальная и групповая* иерархии признаков.

Гипотезы

Возможны два варианта гипотез. Первый относится к случаю 1, второй – к трем остальным случаям.

Ограничения коэффициента ранговой корреляции Спирмена

- 1) по каждой переменной должно быть представлено не менее 5 наблюдений;
- 2) коэффициент ранговой корреляции Спирмена при большом количестве одинаковых рангов по одной или обеим сопоставляемым переменным дает округленные значения. В идеале оба коррелируемых ряда должны представлять собой две последовательности несовпадающих значений.

Коэффициент корреляции Браве-Пирсона— это параметрический показатель, для вычисления которого сравнивают средние и стандартные отклонения результатов двух измерений.

Гипотезы

H₀: Корреляция между переменными А и Б не отличается от нуля.

H₁: Корреляция между переменными А и Б достоверно отличается от нуля.

Пример корреляционного анализа методом ранговой корреляции Спирмена с использованием пакета STATISTICA 10.0 представлен в приложении ... , пример корреляционного анализа Браве-Пирсона в приложении ...

Если задача вашего исследования состоит в оценке различия двух выборок, вам потребуются совсем другие статистики. И, конечно же, выбор зависит от шкал и законная распределения данных. Д

U-критерий Мана-Уитни

Непараметрический критерий, предназначенный для сравнения независимых выборок. В отличие от t-критерия Стьюдента, **U-критерий** не требует проверки на нормальность распределения, с его помощью можно сравнивать маленькие выборки объемом от 3-х наблюдений. Так же он подходит для сравнения выборок, данные в которых распределены ненормально.

Этот метод определяет, достаточно ли мала зона перекрещивающихся значений между двумя рядами (ранжированным рядом значений параметра в первой выборке и таким же во второй выборке). Чем меньше значение критерия, тем вероятнее, что различия между значениями параметра в выборках достоверны.

T-критерий Вилкоксона

Назначение критерия

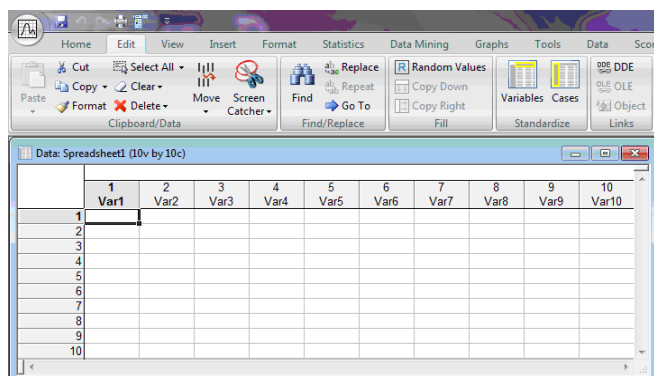
Критерий применяется для сопоставления показателей, измеренных в *двух* разных условиях на *одной* и той же выборке испытуемых. Он позволяет установить не только *направленность* изменений, но и их *выраженность*. С его помощью мы определяем, является ли сдвиг показателей в каком-то одном направлении более интенсивным, чем в другом (приложение ...).

Ограничения в применении критерия T Вилкоксона

1) Минимальное количество испытуемых, прошедших измерения в двух условиях – 5 человек.

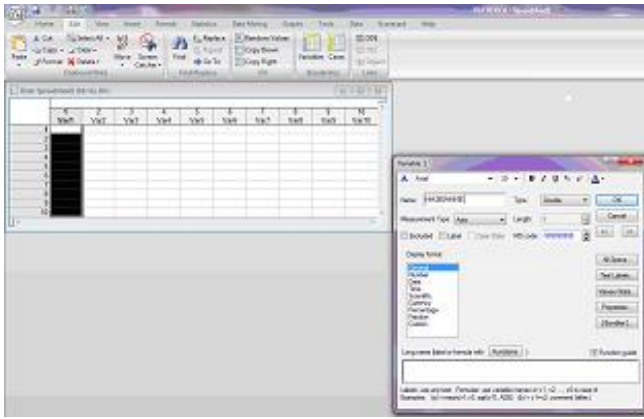
Максимальное количество испытуемых – 50 человек, что диктуется верхней границей имеющихся таблиц. 2) Нулевые сдвиги из рассмотрения исключаются, и количество наблюдений n уменьшается на количество этих нулевых сдвигов (McCall R., 1970, p. 36). Можно обойти это ограничение, сформулировав гипотезы, включающие отсутствие изменений, например: "Сдвиг в сторону увеличения значений превышает сдвиг в сторону уменьшения значений и тенденцию сохранения их на прежнем уровне" (приложение).

Шаг 5. Перенести данные из таблицы Excel в рабочее окно пакета STATISTICA 10.0



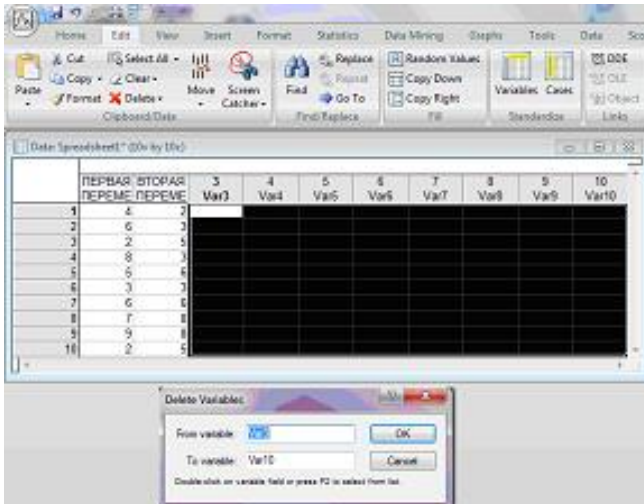
Перед вами рабочее окно пакет STATISTICA 10.0

По умолчанию размер рабочего поля 10x10 (10 наблюдений, 10 случаев)



Переименовать переменные (в соответствии с названием шкал в вашем эксперименте. Например, «Возраст», «Оценки до эксперимента» и т.п.)

Для этого дважды кликните по клеточке **VAR 1** – откроется окно как показано на рисунке.



Удалите «лишние» события и случаи (строки и столбцы). Если вы это не сделаете, то всем незаполненные данными строкам и столбцам будет присвоен «0»

Рис. 4 Подготовка таблицы STSTISTICA

Шаг 6. Вы определились с тем, что вы исследуете, приняли статистические гипотезы. Теперь вам надо произвести обработку данных в STATISTIKA 10.0. Примеры приведены в приложениях. Ориентируйтесь ссылками из таблицы 5/

Таблица 5

Статистика	Приложение
Коэффициент корреляции Спирмана	Приложение 2.1.
Коэффициент корреляции Пирсона	Приложение 2.2.
T-критерий Стьюдента	Приложение 2.3.
T-критерий Вилкоксона	Приложение 2.4.
U-критерий Манна-Уитни	Приложение 2.5.

Шаг 7. Определить критические значения выбранных вами статистических критериев (приложение 1). Не забудьте построить шкалу критических значений! Определите, в какую из областей попадает полученное вами эмпирическое значение.

Шаг 8. Определитесь, какую из статистических гипотез вы принимаете, а какую отвергаете. В этом вам поможет таблица 6.

Таблица 6

Коэффициент Пирсона	$\Gamma_{кр(0,05)} \leq \Gamma_{эмп} \leq \Gamma_{кр(0,01)}$	Н0: Корреляция между переменными А и Б не отличается от нуля. Н1: Корреляция между переменными А и Б достоверно отличается от нуля
	$\Gamma_{эмп} \geq \Gamma_{кр(0,01)}$	Н0: Корреляция между переменными А и Б не отличается от нуля. Н1: Корреляция между переменными А и Б достоверно отличается от нуля
	$\Gamma_{эмп} \leq \Gamma_{кр(0,05)}$	Н0: Корреляция между переменными А и Б не отличается от нуля. Н1: Корреляция между переменными А и Б достоверно отличается от нуля

Коэффициент Спирмена	$\Gamma_{кр(0,05)} \leq \Gamma_{эмп} \leq \Gamma_{кр(0,01)}$	Н0: Корреляция между переменными А и Б не отличается от нуля. Н1: Корреляция между переменными А и Б достоверно отличается от нуля.
	$\Gamma_{эмп} \geq \Gamma_{кр(0,01)}$	Н0: Корреляция между переменными А и Б не отличается от нуля. Н1: Корреляция между переменными А и Б достоверно отличается от нуля.
	$\Gamma_{эмп} \leq \Gamma_{кр(0,05)}$	Н0: Корреляция между переменными А и Б не отличается от нуля. Н1: Корреляция между переменными А и Б достоверно отличается от нуля.
U-критерий Манна-Уитни	$U_{кр(0,05)} \leq U_{эмп} \leq U_{кр(0,01)}$	Н0: Уровень признака в группе 2 не ниже уровня признака в группе 1. Н1: Уровень признака в группе 2 ниже уровня признака в группе 1
	$U_{эмп} \geq U_{кр(0,01)}$	Н0: Уровень признака в группе 2 не ниже уровня признака в группе 1 Н1: Уровень признака в группе 2 ниже уровня признака в группе 1
	$U_{эмп} \leq U_{кр(0,05)}$	Н0: Уровень признака в группе 2 не ниже уровня признака в группе 1. Н1: Уровень признака в группе 2 ниже уровня признака в группе 1
T-критерий Вилкоксона	$\Gamma_{кр(0,01)} \leq \Gamma_{эмп} \leq \Gamma_{кр(0,05)}$	Н0: Интенсивность сдвигов в типичном направлении не превосходит интенсивности сдвигов в нетипичном направлении. Н1: Интенсивность сдвигов в типичном направлении превышает интенсивность сдвигов в нетипичном направлении.
	$\Gamma_{кр(0,05)} \leq \Gamma_{эмп}$	Н0: Интенсивность сдвигов в типичном направлении не превосходит интенсивности сдвигов в нетипичном направлении Н1: Интенсивность сдвигов в типичном направлении превышает интенсивность сдвигов в нетипичном направлении.
	$\Gamma_{кр(0,01)} \leq \Gamma_{эмп}$	Н0: Интенсивность сдвигов в типичном направлении не превосходит интенсивности сдвигов в нетипичном направлении. Н1: Интенсивность сдвигов в типичном направлении превышает интенсивность сдвигов в нетипичном направлении

Шаг 9. Сделайте выводы по результатам анализа эмпирических данных.

При формулировке выводов по эксперименту учтите принятые вами статистические гипотезы, но не забывайте и вазу основную, научную, гипотезу.

Критические значения коэффициента корреляции рангов Спирмена

<i>n</i>	р		<i>n</i>	р	
	0,05	0,01		0,05	0,01
5	0,94	–	23	0,42	0,53
6	0,85	–	24	0,41	0,52
7	0,78	0,94	25	0,49	0,51
8	0,72	0,88	26	0,39	0,50
9	0,68	0,83	27	0,38	0,49
10	0,64	0,79	28	0,38	0,48
11	0,61	0,76	29	0,37	0,48
12	0,58	0,73	30	0,36	0,47
13	0,56	0,70	31	0,36	0,46
14	0,54	0,68	32	0,36	0,45
15	0,52	0,66	33	0,34	0,45
16	0,50	0,64	34	0,34	0,44
17	0,48	0,62	35	0,33	0,43
18	0,47	0,60	36	0,33	0,43
19	0,46	0,58	37	0,33	0,43
20	0,45	0,57	38	0,32	0,41
21	0,44	0,56	39	0,32	0,41
22	0,43	0,54	40	0,31	0,40

Критические значения коэффициента линейной корреляции r-Пирсона

<i>df = n-2</i>	<i>p</i>		<i>df = n-2</i>	<i>p</i>	
	0,05	0,01		0,05	0,01
5	0,75	0,87	37	0,32	0,41
6	0,71	0,83	38	0,31	0,40
7	0,67	0,80	39	0,31	0,40
8	0,63	0,77	40	0,30	0,39
9	0,60	0,74	41	0,30	0,39
10	0,58	0,71	42	0,30	0,38
11	0,55	0,68	43	0,29	0,38
12	0,53	0,66	44	0,29	0,37
13	0,51	0,64	45	0,29	0,37
14	0,50	0,62	46	0,29	0,37
15	0,48	0,61	47	0,28	0,27
16	0,47	0,59	48	0,28	0,36
17	0,46	0,58	49	0,28	0,35
18	0,44	0,56	50	0,27	0,35
19	0,43	0,55	55	0,26	0,34
20	0,42	0,54	60	0,25	0,33
21	0,41	0,53	65	0,24	0,31
22	0,40	0,52	70	0,23	0,30
23	0,40	0,51	80	0,22	0,28
24	0,39	0,50	90	0,21	0,27
25	0,38	0,49	100	0,20	0,25
26	0,37	0,48	125	0,17	0,23
27	0,37	0,47	150	0,16	0,21
28	0,36	0,46	200	0,14	0,18
29	0,36	0,46	300	0,11	0,15
30	0,35	0,45	400	0,10	0,13
31	0,34	0,44	500	0,09	0,12
32	0,34	0,44	700	0,07	0,10
33	0,33	0,43	900	0,06	0,09
34	0,33	0,42	1000	0,06	0,09
35	0,33	0,42	–	–	–
36	0,32	0,41	–	–	–

Критические значения критерия Т – Вилкоксона

<i>n</i>	<i>p</i>		<i>n</i>	<i>p</i>	
	0,05	0,01		0,05	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	92	69	47	407	345
25	100	76	48	426	362
26	110	84	49	446	379
27	119	92	50	466	397

**Критические значения критерия U – Манна-Уитни
для уровня статистической значимости $p \leq 0,05$ и $p \leq 0,01$**

$n_1 \backslash n_2$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	$p = 0,05$																													
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											
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	171									
23	-	-	21	29	37	46	55	63	72	81	90	99	107	116	125	134	143	152	161	170	180	189								
24	-	-	22	31	39	48	57	66	75	85	94	103	113	122	131	141	150	160	169	179	188	198	207							
25	-	-	23	32	41	50	60	69	79	89	98	108	118	128	137	147	157	167	177	187	197	207	217	227						
26	-	-	24	33	43	53	62	72	82	93	103	113	123	133	143	154	164	174	185	195	206	216	226	237	247					
27	-	-	25	35	45	55	65	75	86	96	107	118	128	139	150	160	171	182	193	203	213	225	236	247	258	268				
28	-	-	26	36	47	57	68	79	89	100	111	122	133	144	156	167	178	189	200	212	223	234	245	257	268	279	291			
29	-	-	27	38	48	59	70	82	93	104	116	127	139	150	162	173	185	196	208	220	232	243	255	267	278	290	302	314		
30	-	-	28	39	50	62	73	85	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240	252	265	277	289	301	313	326	338	

$n_1 \backslash n_2$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
	$p = 0,05$																													
31	29	41	52	64	76	88	100	112	124	137	149	161	174	186	199	211	224	263	249	261	274	287	299	312	325	337	350	363		
32	30	42	54	66	78	91	103	116	129	141	154	167	180	193	206	219	232	245	258	271	284	297	310	323	336	349	362	375		
33	31	43	56	68	81	94	107	120	133	146	159	173	186	199	213	226	239	253	266	280	293	307	320	334	347	361	374	388		
34	32	45	58	71	84	97	110	124	137	151	164	178	192	206	219	233	247	261	275	289	303	317	331	345	359	373	387	401		
35	33	46	59	73	86	100	114	128	142	156	170	184	198	212	226	241	255	269	284	298	312	327	341	356	370	385	399	413		
36	35	48	61	75	89	103	117	132	146	160	175	189	204	219	233	248	263	278	292	307	322	337	352	367	381	396	411	426		
37	36	49	63	77	92	106	121	135	150	165	180	195	210	225	240	255	271	286	301	316	332	347	362	378	393	408	424	439		
38	37	51	65	79	94	109	124	139	155	170	185	201	216	232	247	263	278	294	310	325	341	357	373	388	404	420	436	452		
39	38	52	67	82	97	112	128	143	159	175	190	206	222	238	254	270	286	302	318	335	351	367	383	399	416	432	448	464		
40	39	53	69	84	100	115	131	147	163	179	196	212	228	245	261	278	294	331	327	344	360	377	394	410	427	444	460	477		
41	40	55	70	86	102	118	135	151	168	184	201	218	234	251	268	285	302	319	336	353	370	387	404	421	438	456	473	490		
42	41	56	72	88	105	121	138	155	172	189	206	223	240	258	275	292	310	327	345	362	380	397	415	432	450	467	485	503		
43	42	58	74	91	107	124	142	159	176	194	211	229	247	264	282	300	318	335	353	371	389	407	425	443	461	479	497	515		
44	43	59	76	93	110	128	145	163	181	199	216	235	253	271	289	307	325	344	362	380	399	417	436	454	473	491	510	528		
45	44	61	78	95	113	131	149	167	185	203	222	240	259	277	296	315	333	352	371	390	408	427	446	465	484	503	522	541		
46	45	62	80	97	115	134	152	171	189	208	227	246	265	284	303	322	341	360	380	399	418	437	457	476	495	515	534	554		
47	46	64	81	100	118	137	156	175	194	213	232	251	271	290	310	329	349	369	388	408	428	447	467	487	507	527	547	566		
48	47	65	83	102	121	140	159	178	198	218	237	257	277	297	317	337	357	377	397	417	437	458	478	498	518	539	559	579		
49	48	66	85	104	123	143	163	182	202	222	243	263	283	303	324	344	365	385	406	426	447	468	488	509	530	550	571	592		
50	49	68	87	106	126	146	166	186	207	227	248	268	289	310	331	352	372	393	414	435	457	478	499	520	541	562	583	605		
51	50	69	89	109	129	149	170	190	211	232	253	274	295	316	338	359	380	402	423	445	466	488	509	531	553	574	596	618		
52	51	71	91	111	131	152	173	194	215	237	258	280	301	323	345	366	388	410	432	454	476	498	520	542	564	586	608	630		
53	52	72	92	113	134	155	177	198	220	241	263	285	307	329	352	374	396	418	441	463	485	508	530	553	575	598	620	643		
54	53	74	94	115	137	158	180	202	224	246	269	291	313	336	359	381	404	427	449	472	495	518	541	564	587	610	633	656		
55	54	75	96	118	139	161	184	206	228	251	274	297	319	342	365	389	412	435	458	481	505	528	551	575	598	622	645	669		
56	55	76	98	120	142	164	187	210	233	256	279	302	326	349	372	396	420	443	467	491	514	538	562	586	610	634	657	681		
57	57	78	100	122	145	167	191	214	237	261	284	308	332	355	379	403	427	451	476	500	524	548	572	597	621	645	670	694		
58	58	79	102	124	147	171	194	218	241	265	289	314	338	362	386	411	435	460	484	509	534	558	583	608	633	657	682	707		
59	59	81	103	127	150	174	198	222	246	270	295	319	344	369	393	418	443	468	493	518	543	568	594	619	644	669	694	720		
60	60	82	105	129	153	177	201	225	250	275	300	325	350	375	400	426	451	476	502	527	553	578	604	630	655	681	707	733		

n_1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	$p = 0,05$																												
32	389																												
33	402	415																											
34	415	429	443																										
35	428	442	457	471																									
36	441	456	471	486	501																								
37	454	470	485	501	516	531																							
38	467	483	499	515	531	547	563																						
39	481	497	513	530	546	562	579	595																					
40	494	511	527	544	561	578	594	611	628																				
41	507	524	541	559	576	593	610	628	645	662																			
42	520	538	556	573	591	609	626	644	662	679	697																		
43	533	552	570	588	606	624	642	660	679	697	715	733																	
44	547	565	584	602	621	640	658	677	695	714	733	751	770																
45	560	579	598	617	636	655	674	693	712	731	750	769	789	808															
46	573	593	612	631	651	670	690	709	729	749	768	788	807	827	846														
47	586	606	626	646	666	686	706	726	746	766	786	806	826	846	866	886													
48	600	620	640	661	681	701	722	742	763	783	804	824	845	865	886	906	927												
49	613	634	654	675	696	717	738	759	780	800	821	842	863	884	905	926	947	968											
50	626	647	669	690	711	732	754	775	796	818	839	861	882	903	925	946	968	989	1010										
51	639	661	683	704	726	748	770	791	813	835	857	879	901	922	944	966	988	1010	1032	1054									
52	652	675	697	719	741	763	786	808	830	852	875	897	919	942	964	986	1009	1031	1053	1076	1098								
53	666	688	711	734	756	779	802	824	847	870	893	915	938	961	984	1006	1029	1052	1075	1098	1120	1143							
54	679	702	725	748	771	794	818	841	864	887	910	934	957	980	1003	1026	1050	1073	2096	1119	1143	1166	1189						
55	692	716	739	763	786	810	834	857	881	904	928	952	975	999	1023	1046	1070	1094	1113	1141	1165	1189	1213	1236					
56	705	729	753	777	801	825	850	874	898	922	946	970	944	1018	1042	1067	1091	1115	1139	1163	1187	1212	1236	1260	1284				
57	719	743	768	792	816	841	865	890	915	939	964	988	1013	1037	1062	1087	1111	1136	1161	1185	1210	1235	1259	1284	1309	1333			
58	732	757	782	807	832	856	881	906	931	956	981	1007	1032	1057	1082	1107	1132	1157	1182	1207	1232	1257	1282	1308	1333	1358	1383		
59	745	770	796	821	847	872	897	923	948	974	999	1025	1050	1076	1101	1127	1152	1178	1201	1229	1255	1280	1306	1331	1357	1383	1408	1434	
60	758	784	810	836	862	888	913	939	965	991	1017	1043	1069	1095	1121	1147	1173	1199	1225	1251	1277	1303	1329	1355	1381	1407	1433	1460	1486

$n_1 \backslash n_2$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	$p = 0,01$																													
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											
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	142									
23	-	-	11	18	25	32	39	47	55	62	70	78	86	94	102	109	117	125	133	141	150	158								
24	-	-	12	19	26	34	42	49	57	66	74	82	90	98	107	115	123	132	140	149	154	166	174							
25	-	-	12	20	27	35	44	52	60	69	77	86	95	103	112	121	130	138	147	156	165	174	183	192						
26	-	-	13	21	29	37	46	54	63	72	81	90	99	108	117	126	136	145	154	163	173	182	191	201	210					
27	-	-	14	22	30	39	48	57	66	75	85	94	103	113	122	132	142	151	161	171	180	190	200	209	219	229				
28	-	-	14	23	32	41	50	59	69	78	88	98	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198	208	218	229	239	249			
29	-	-	15	24	33	42	52	62	72	82	92	102	112	123	133	143	154	164	175	185	196	206	217	227	238	249	259	270		
30	-	-	15	25	34	44	54	64	75	85	95	106	117	127	138	169	160	171	182	192	203	214	225	236	247	258	270	281	292	

$n_1 \backslash n_2$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
	$p = 0,01$																												
31	16	26	36	46	56	67	77	88	99	110	121	132	143	155	166	177	188	200	211	223	234	245	257	268	280	291	303	314	
32	17	27	37	47	58	69	80	91	103	114	126	137	149	160	172	184	195	207	219	231	242	254	266	278	290	302	314	326	
33	17	28	38	49	60	72	83	95	106	118	130	142	154	166	178	190	202	214	227	239	251	263	276	288	300	313	325	337	
34	18	29	40	51	62	74	86	98	110	122	134	147	159	172	184	197	209	222	234	247	260	272	285	298	311	323	336	349	
35	19	30	41	53	64	77	89	101	114	126	139	152	164	177	190	203	216	229	242	255	268	281	294	308	321	334	347	360	
36	19	31	42	54	67	79	92	104	117	130	143	156	170	183	196	210	223	236	250	263	277	290	304	318	331	345	358	372	
37	20	32	44	56	69	81	95	108	121	134	148	161	175	189	202	216	230	244	258	271	285	299	313	327	341	355	370	384	
38	21	33	45	58	71	84	97	111	125	138	152	166	180	194	208	223	237	251	265	280	294	308	323	337	352	366	381	395	
39	21	34	46	59	73	86	100	114	128	142	157	171	185	200	214	229	244	258	273	288	303	317	332	347	362	377	392	407	
40	22	35	48	61	75	89	103	117	132	146	161	176	191	206	221	236	251	266	281	296	311	326	342	357	372	388	403	418	
41	23	36	49	63	77	91	106	121	136	151	166	181	196	211	227	242	258	273	289	304	320	336	351	367	383	398	414	430	
42	23	37	50	65	79	94	109	124	139	155	170	186	201	217	233	249	265	280	296	312	328	345	361	377	393	409	425	442	
43	24	38	52	66	81	96	112	127	143	159	175	190	207	223	239	255	271	288	304	321	337	354	370	387	403	420	437	453	
44	25	39	53	68	83	99	115	130	146	163	179	195	212	228	245	262	278	295	312	329	346	363	380	397	414	431	448	465	
45	25	40	54	70	85	101	117	134	150	167	183	200	217	234	251	268	285	303	320	337	354	372	389	407	424	441	459	476	
46	26	41	56	71	87	104	120	137	154	171	188	205	222	240	257	275	292	310	328	345	363	381	399	416	434	452	470	488	
47	27	42	57	73	90	106	123	140	157	175	192	210	228	245	263	281	299	317	335	353	372	390	408	426	445	463	481	500	
48	27	43	58	75	92	109	126	143	161	179	197	215	233	251	269	288	306	325	343	362	380	399	418	436	455	474	492	511	
49	28	44	60	77	94	111	129	147	165	183	201	220	238	257	276	294	313	332	351	370	389	408	427	446	465	484	504	523	
50	29	45	61	78	96	114	132	150	168	187	206	225	244	263	282	301	320	339	359	378	398	417	437	456	476	495	515	535	
51	29	46	63	80	98	116	135	153	172	191	210	229	249	268	288	307	327	347	366	386	406	526	446	466	486	506	526	546	
52	30	47	64	82	100	119	137	157	176	195	215	234	254	274	294	314	334	354	374	395	415	435	456	476	496	517	537	558	
53	31	48	65	83	102	121	140	160	179	199	219	239	259	280	300	320	341	361	382	403	423	444	465	486	507	528	549	570	
54	31	49	67	85	104	114	143	163	183	203	224	244	265	285	306	327	348	369	390	411	432	453	475	496	517	538	560	581	
55	32	50	68	87	106	126	146	166	187	207	228	249	270	291	312	333	355	376	398	419	441	462	484	506	527	549	571	593	
56	33	51	69	89	108	129	149	177	190	211	233	254	275	297	318	340	362	384	405	427	449	471	494	516	538	560	582	605	
57	33	52	71	90	111	131	152	173	194	215	237	259	281	302	324	347	369	391	413	436	458	481	503	526	548	571	593	616	
58	34	53	72	92	113	133	155	176	198	220	242	264	286	308	331	353	376	398	421	444	467	490	513	536	559	582	605	628	
59	34	54	73	94	115	136	158	179	201	224	246	268	291	314	337	360	383	406	429	452	475	499	522	545	569	592	616	640	
60	35	55	75	96	117	138	160	183	205	228	250	273	296	320	343	366	390	413	437	460	484	508	532	555	579	603	627	651	

n_1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
	$p = 0,01$																													
32	338																													
33	350	362																												
34	362	375	387																											
35	374	387	400	413																										
36	386	399	413	427	440																									
37	398	412	426	440	454	468																								
38	410	424	439	453	468	482	497																							
39	422	437	452	467	482	497	512	527																						
40	434	449	465	480	495	511	526	542	557																					
41	446	462	477	493	509	525	541	557	573	589																				
42	458	474	490	507	523	539	556	572	588	605	621																			
43	470	487	503	520	537	553	570	587	604	621	637	654																		
44	482	499	516	533	550	568	585	602	619	636	654	671	688																	
45	494	511	529	547	564	582	599	617	635	652	670	688	706	723																
46	506	524	542	560	578	596	614	632	650	668	687	705	723	741	759															
47	518	536	555	573	592	610	629	647	666	684	703	722	740	759	777	796														
48	530	549	568	587	606	625	643	662	681	700	719	738	757	776	795	814	834													
49	542	561	581	600	619	639	658	678	697	716	736	755	775	794	814	835	853	872												
50	554	574	594	613	633	653	673	693	713	732	752	772	792	812	832	852	872	892	912											
51	566	587	607	627	647	667	688	708	728	748	769	789	809	830	850	870	891	911	932	952										
52	578	599	620	640	661	682	702	723	744	764	785	806	827	847	868	889	910	931	951	972	993									
53	591	612	633	654	675	696	717	738	759	780	802	823	844	865	886	908	929	950	971	993	1014	1035								
54	603	624	646	667	689	710	732	753	775	796	818	840	861	883	905	926	948	970	991	1013	1035	1057	1078							
55	615	637	659	680	702	724	746	768	790	812	834	857	879	901	923	945	967	989	1011	1034	1056	1078	1100	1122						
56	627	649	671	694	716	738	761	784	806	828	851	873	896	919	941	964	986	1009	1031	1054	1077	1099	1122	1145	1167					
57	639	662	684	707	730	753	776	799	822	844	867	890	913	936	959	985	1005	1028	1051	1074	1098	1121	1141	1167	1191	1213				
58	651	674	697	721	744	767	790	814	837	861	884	907	931	954	978	1001	1024	1048	1071	1095	1118	1142	1165	1189	1213	1236	1260			
59	663	687	710	734	758	781	805	829	853	877	900	924	948	972	996	1020	1044	1068	1091	1115	1139	1163	1187	1211	1235	1254	1283	1307		
60	675	699	723	747	772	796	820	844	868	893	917	941	965	990	1014	1038	1063	1087	1111	1136	1160	1185	1209	1234	1258	1282	1307	1331	1356	

Критические значения критерия t – Стьюдента

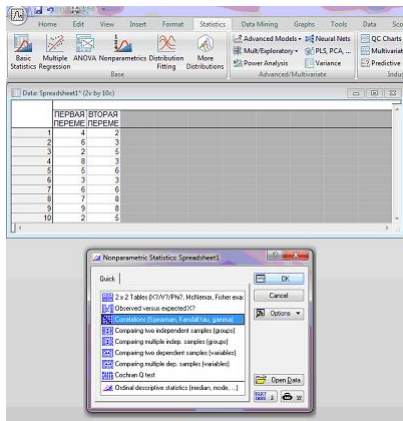
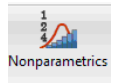
df	вероятность												
	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,158	0,325	0,510	0,727	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,142	0,289	0,445	0,617	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,137	0,277	0,424	0,584	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,941
4	0,134	0,271	0,414	0,569	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,132	0,267	0,408	0,559	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,859
6	0,131	0,265	0,404	0,553	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,130	0,263	0,402	0,549	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,405
8	0,130	0,262	0,399	0,546	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,129	0,261	0,398	0,543	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,129	0,260	0,327	0,542	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,583
11	0,129	0,260	0,396	0,540	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,128	0,259	0,395	0,539	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,128	0,259	0,394	0,538	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,128	0,258	0,393	0,537	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,128	0,258	0,393	0,536	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,128	0,258	0,392	0,535	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,128	0,257	0,392	0,534	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,127	0,257	0,392	0,534	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,127	0,257	0,391	0,533	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,833
20	0,127	0,257	0,391	0,533	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,127	0,257	0,391	0,532	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,127	0,256	0,390	0,532	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,127	0,256	0,390	0,532	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767
24	0,127	0,256	0,390	0,531	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,402	2,797	3,745
25	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,127	0,256	0,390	0,531	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,127	0,256	0,389	0,531	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	0,127	0,256	0,389	0,530	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,126	0,255	0,388	0,529	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,126	0,254	0,387	0,527	0,679	0,848	1,046	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,126	0,254	0,386	0,526	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,126	0,253	0,385	0,524	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Приложение 2

Приложение 2.1. Корреляционный анализ по Спирману

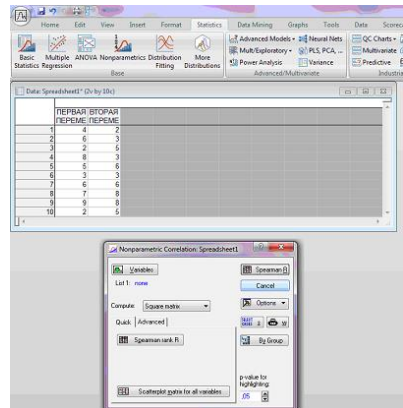
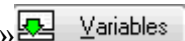
После того, как вы подготовили таблицу, выполните следующие действия:

1. В строке командного меню
2. В меню выберите строку

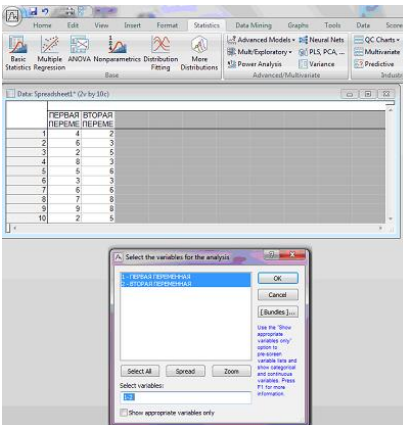


Correlations (Spearman, Kendall tau, gamma)

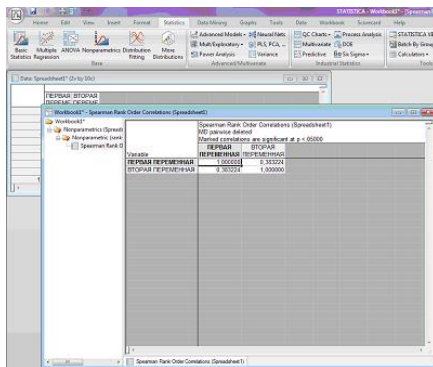
4. В окне «Переменные»



5. Укажите переменные, взаимосвязь которых вы хотите доказать
6. Нажмите ОК



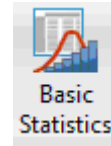
7. Вы получили таблицу результата корреляционного анализа. Она симметрична относительно главной диагонали. Поэтому, для сопоставления с критическими значениями вас будет интересовать либо верхний, либо нижний треугольник матрицы (как вы поняли они зеркально отражаются).
8. Полученные эмпирические значения сравним с критическими значениями из приложения 1.



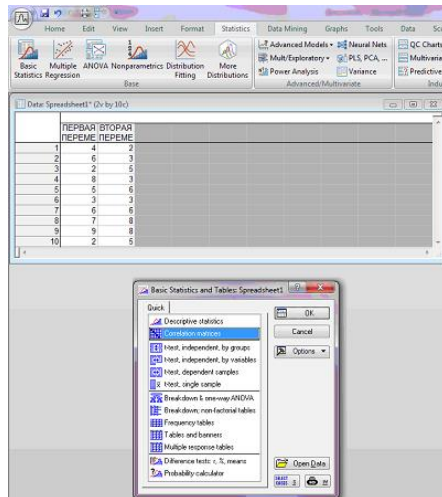
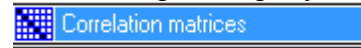
Приложение 2.2. Корреляционный анализ по Пирсону (Браве - Пирсону)

После того, как вы подготовили таблицу выполните следующие действия:

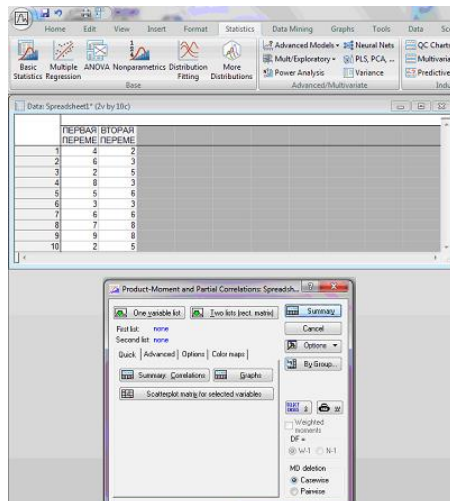
3. В строке командного меню



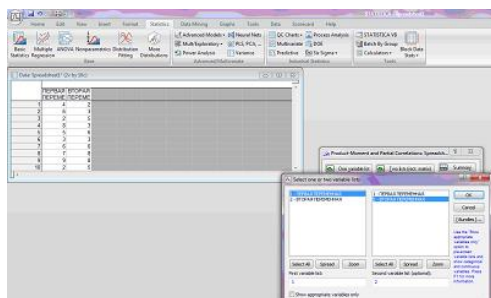
4. В меню выберите строку



5. В открывшемся окне выбираем (в соответствии) с нашим примером

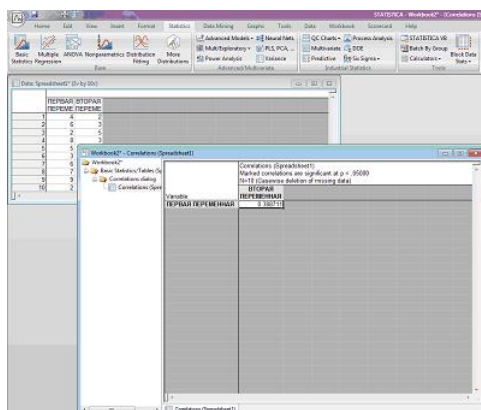


5. Выберите переменные в соответствии с примером



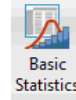
7. Вы получили корреляционную связь двух переменных.

8. Полученные эмпирические значения сравним с критическими значениями из приложения 1.



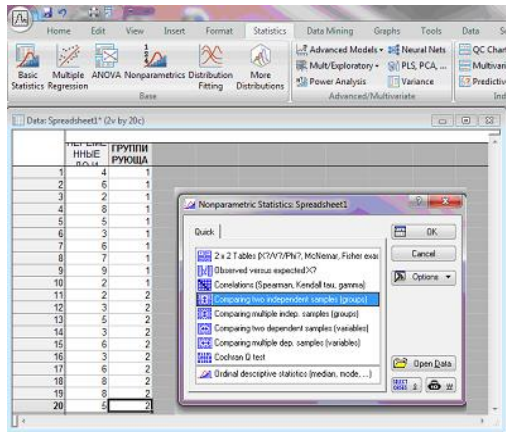
Приложение 2.3. Т-критерия Стьюдента

(Пример расчета для двух зависимых переменных до и после эксперимента)
 После того, как вы подготовили таблицу выполните следующие действия:
 6. В строке командного меню

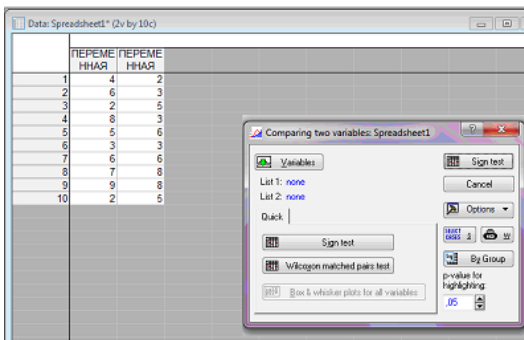
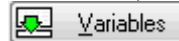


7. В меню выберите строку

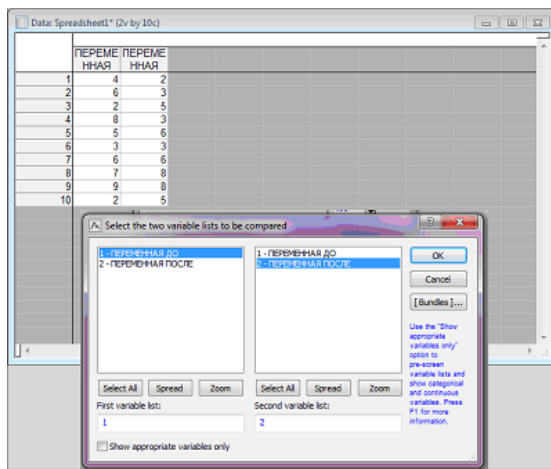
Comparing two independent samples (groups)



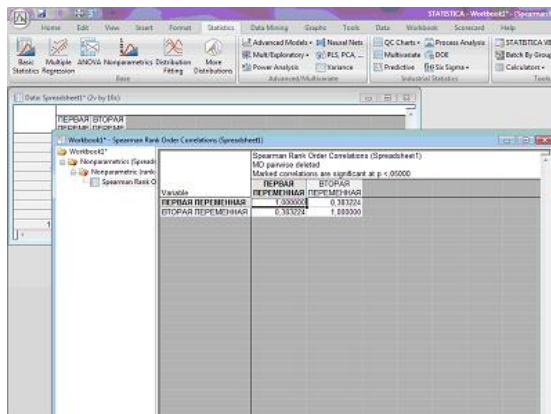
8. В открывшемся окне выбираем (в соответствии) с нашим примером



4. Выберите переменные в соответствии с примером



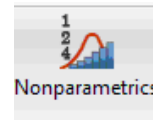
6. Полученные эмпирические значения сравним с критическими значениями из приложения 1.



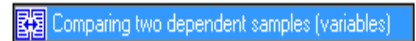
Приложение 2.4. U-критерия Манна-Уитни

(Пример расчета для двух зависимых переменных, одной группы, по данным замера переменных)
 При заполнении таблицы следует учесть, что исследуемые значения переменных до и после эксперимента вводятся в один столбец, в другой – группирующая переменная (цифрой 1 обозначаем переменную до эксперимента, цифрой 2 - после)

1. В строке командного меню



2. В меню выберите строку

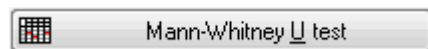


3. В открывшемся окне выбираем (в соответствии) с нашим примером



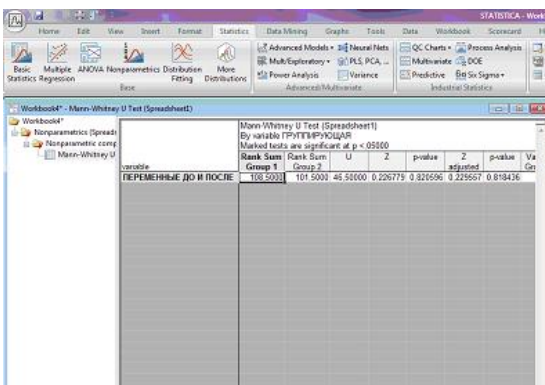
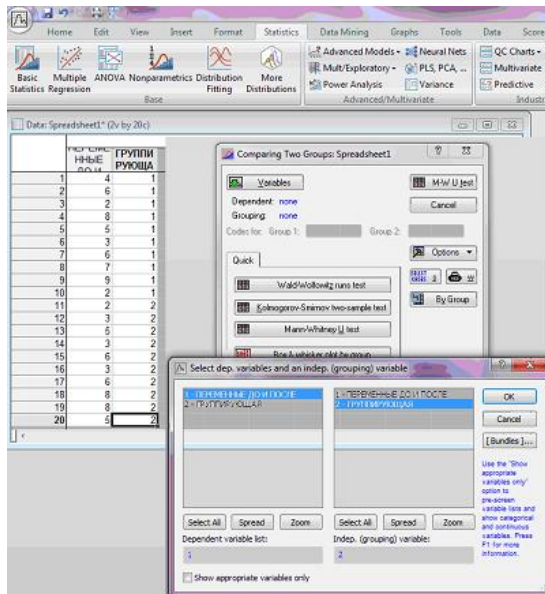
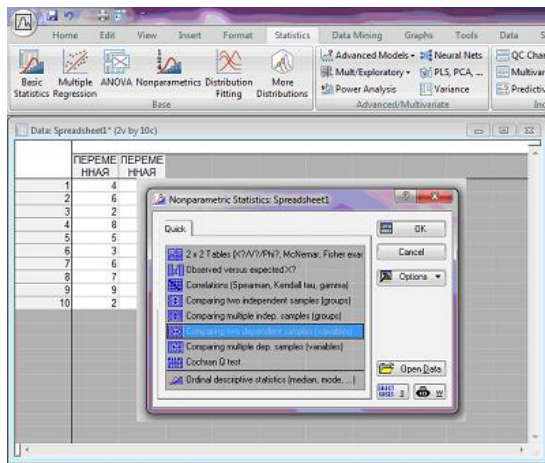
4. Выберите переменные в соответствии с примером – в первом окне собственно исследуемые переменные, во втором – группирующая переменная.

5. Для проведения обработки данных кликнем по кнопке



6. Полученные эмпирические значения сравним с критическими значениями из приложения 1.

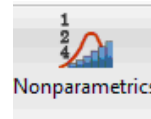
ВНИМАНИЕ. При построении шкалы критических значений учтите, что она рисуется в зеркальном отражении (зона значимости слева) !!!



Приложение 2.5. Т-критерия Вилкоксона

(Пример расчета для двух зависимых переменных, одной группы, по данным замера переменных)

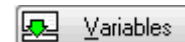
1. В строке командного меню



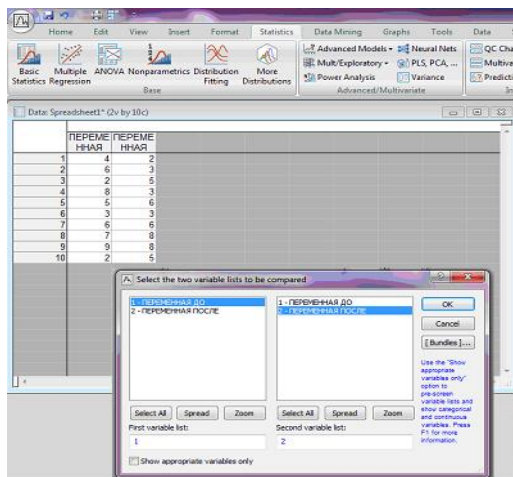
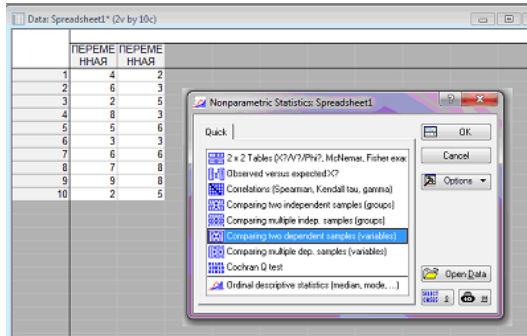
2. В меню выберите строку



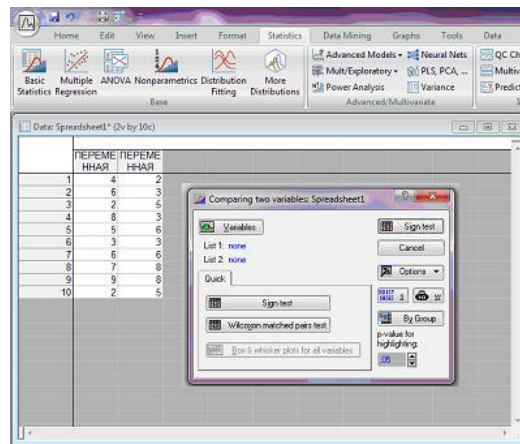
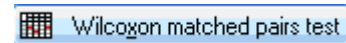
3. В открывшемся окне выбираем (в соответствии) с нашим примером



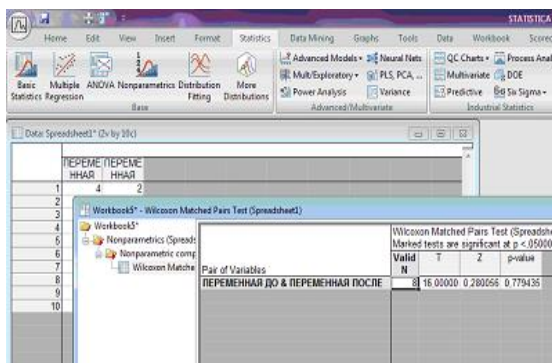
4. Выбираем переменные в соответствии с примером



4. Кликнуть кнопку



6. Полученные эмпирические значения сравним с критическими значениями из приложения 1.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВПО «УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИКИ, ПСИХОЛОГИИ И СОЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ТМТПО

Отчет по практической работе
по курсу: Основы математической обработки информации
на тему: «Определение уровня решительности»

Выполнил:
Студент группы ОБ-050100-25
Ивановой А.В.

Проверил: преподаватель Перов Г.Д.

Ижевск 2014

Методика проведения опытно-экспериментальной работы по выяснению решительности у студентов профессионального обучения четвёртого курса и студентов педагогического образования второго курса

Цель исследования - выявить уровень решительности у студентов второго курса направления педагогическое образование (технология и информатика) и студентов четвёртого курса направления профессиональное обучение Удмуртского Государственного Университета Института Педагогики, психологии и социальных технологий.

Гипотеза исследования – нет различий в формировании решительности у второго и четвёртого курсов.

Инструмент исследования – тест «Насколько вы решительны?». Взят для исследования с электронного ресурса сайта www.subscribe.ru

Для проверки гипотезы был проведён педагогический эксперимент с двумя группами: студентами второго курса направления педагогическое образование (технология и информатика) и студентами четвёртого курса направления профессиональное обучение (информатика и ВТ) Института педагогики, психологии и социальных технологий.

В соответствии с поставленной целью эмпирическое исследование включало следующие этапы:

I этап – определение цели, инструмента исследования, выдвижение гипотезы.

II этап – проведение теста на решительность. В исследовании приняли участие 13 человек в возрасте от 19 до 23 лет с незаконченным высшим образованием.

Респондентам предлагалось пройти тест «Насколько вы решительны?», который включает в себя перечень, состоящий из двенадцати вопросов, на которые нужно отвечать «да» или «нет».

III этап – математическая обработка и интерпретация полученных данных с помощью программы Statistica 10.0

Описание полученных результатов

Для подтверждения выдвинутой нами гипотезы мы провели тестирование респондентов. Полученные результаты были обработаны с помощью программы Statistica 10.0.

С целью сопоставления показателей, измеренных в двух разных группах испытуемых (студентов четвёртого курса и студентов второго курса), осуществлен анализ

результатов исследования с помощью U-критерий Манна - Уитни для выявления различий в значении параметра между малыми выборками.

Метод U-критерий Манна - Уитни определяет, достаточно ли мала зона перекрещивающихся значений между двумя рядами (ранжированным рядом значений параметра в первой выборке и таким же во второй выборке). Чем меньше значение критерия, тем вероятнее, что различия между значениями параметра в выборках достоверны.

Этот критерий применим в тех случаях, когда в каждой из выборок не менее 3-х значений признака. Допускается, чтобы в одной выборке было два значения, но во второй тогда не менее пяти. Так же в выборочных данных не должно быть совпадающих значений (все числа — разные) или таких совпадений должно быть очень мало.

Таблица ответов студентов второго и четвёртого (выделено жёлтым) курсов с итоговой суммой баллов.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		Вопрос 1	Вопрос 2	Вопрос 3	Вопрос 4	Вопрос 5	Вопрос 6	Вопрос 7	Вопрос 8	Вопрос 9	Вопрос 10	Вопрос 11	Вопрос 12	Сумма
2	Козлова	3	1	0	3	3	3	3	4	2	0	0	2	24
3	Оглезнева	3	1	0	0	0	3	0	4	2	2	0	2	17
4	Поздеева	3	1	4	3	0	3	3	4	0	2	0	0	23
5	Боброва	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	2	2	13
6	Вышиваная	3	0	4	0	3	3	3	0	2	2	2	0	22
7	Агеева	3	1	4	0	0	3	3	4	2	0	2	2	24
8	Бызакова	3	1	0	0	0	3	0	4	2	0	0	2	15
9	первый	3	1	0	0	0	3	3	0	2	2	2	0	16
10	второй	3	1	4	3	3	3	0	4	0	2	0	2	25
11	третий	3	1	4	0	3	0	0	4	2	2	2	0	21
12	четвёртый	3	1	4	0	0	3	3	4	2	2	2	2	26
13	пятый	0	1	4	0	0	3	0	0	2	0	0	2	12
14	шестой	3	1	4	0	3	3	0	4	0	0	0	2	20

Таблица, в соответствии с которой проводилась интерпретация ответов студентов «да» или «нет» в баллы.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Да	3	1	4	0	3	3	0	0	2	2	2	0
Нет	0	0	0	3	0	0	3	4	0	0	0	2

Результаты теста.

29 баллов и больше. Вы человек, которому по силам совершить решительный шаг. Но бывает, ваша уверенность переходит в самоуверенность, и вы отвергаете разумные чужие предложения. Ошибки обычно переживаете тяжело и раздражаетесь критическим замечаниям в свой адрес. Вам стоит попробовать быть чуть гибче. Компромисс нередко эффективней лобового напора.

19–28 баллов. Вы готовы отстаивать свое мнение и в принципе

способны оперативно принимать даже важные решения. При этом в случае своей неправоты умеете признать ошибку. И все-таки в некоторых сложных ситуациях не стоит полагаться только на свои знания, а правильнее сразу обратиться за консультацией к специалистам, ведь, согласитесь, – нельзя быть компетентным во всех без исключения вопросах.

10–18 баллов. Вы логично мыслите и, когда нужно действовать быстро, умеете делать это. Но если времени достаточно, вас начинают одолевать сомнения, вы пытаетесь проверить правильность различных решений и иногда сами себя запутываете. Будьте увереннее и больше доверяйте себе.

Менее 10 баллов. Вам порой не хватает решительности. Долго можете обдумывать все «за» и «против». Постарайтесь чаще брать на себя ответственность и не бояться проявлять инициативу. Непременнo отстаивая свои решения, ведь какими бы ни были знания и опыт – их необходимо подкреплять действием.

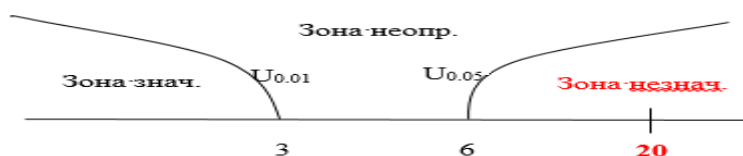
Обработанные результаты, полученные с помощью программы Statistica 10.0

Mann-Whitney U Test (Spreadsheet3)										
By variable Var1										
Marked tests are significant at p <.05000										
variable	Rank Sum Group 1	Rank Sum Group 2	U	Z	p-value	Z adjusted	p-value	Valid N Group 1	Valid N Group 2	2*1sided exact p
Var2	48.00000	43.00000	20.00000	-0,071429	0,943057	-0,071527	0,942978	7	6	0,945221

$$U_{\text{эмп.}} = 20$$

Критические значения:

$p \leq 0,01$	$p \leq 0,05$
3	6



Полученное эмпирическое значение $U_{\text{эмп.}} = 20$ находится в зоне незначимости.

Выводы:

У студентов второго курса направления педагогическое образование (технология и информатика) и студентов четвёртого курса направления профессиональное обучение (информатика и ВТ) Института педагогики, психологии и социальных технологий нет существенных различий в формировании решительности не выявлено. Гипотеза подтверждена.

Проверить свои знания по основам статистической обработки информации вы сможете в Системе электронного обучения УдГУ по адресу <http://e-learning.udsu.ru/mod/quiz/view.php?id=23962>

Литература:

1. Александров, Г.Н. Математические методы в психологии и педагогике: учеб. пособие / Г.Н. Александров, А.Ю.Белогуров. – Владикавказ: Изд-во Сев.-Осет. Гос. уни-та, 1997. – 302 с.
2. Аникина, В.Г. Математические методы в психологии: учеб. пособие для вузов / В.Г.Аникина, Федеральное агенство по образованию. – Орел: ОГУ, 2006. – 154 с.
3. Берднева, Е.В. Математические методы в педагогике/ Е.В. Берднева, Под ред. В.П.Корсунова. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2003. – 92 с.
4. Берестнева О.Г. Математические методы в психологии: Учеб. пособие / О.Г.Берестнева, А.М.Уразаев, Е.А. Муратова [и др.]. – Томск: Из-во ТГПУ, 2001. – 301 с.
5. Глас Дж. Статистические методы в педагогике и психологии / Дж.Гасс, Дж. Стенли. Пер. с англ. Л.И.Хайрусовой. – М.: Прогресс, 1976. – 494 с.
6. Горохова, Р.И. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб.-метод. Пособие/ Р.И.Горохова, Т.В.Чеснокова. – Йошкар-Ола: ИГПИ, 2004. – 66 с.
7. Граничина, О.А. Статистические методы психолого-педагогических исследований: учеб. пособие / О.А.Граничина. – СПб.: Изд-во РГПУ им А.И.Герцена, 2002. – 52 с.
8. Гмурман, В.Е. Теория вероятности и математическая статистика: учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1999. – 479 с.
9. Ермолаев, О.Ю. Математическая статистика для психологов / О.Ю.Ермолаев. – М.: МПСИ, 2006. – 336 с.
10. Климова, Т.Е. Методы корреляционного анализа в педагогике: учеб.-метод. Пособие / Т.Е.Климова. – Магнитогорск: Магнитог. Гос. Ун-т, 2000. – 91 с.
11. Лебедева, И.П. Математическое моделирование в педагогическом исследовании / И.П. Лебедева. – СПб., Пермь: ПГПУ, 2003. – 122 с.
12. Лупандин, В.И. Математические методы в психологии: учеб. пособие для студентов вузов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2002. – 206 с.
13. Марков, В.Н. Математические методы в психологии: учеб. пособие / В.Н.Марков. – М: Изд-во РАГС. 2003. – 93 с.
14. Михеев, В.И. Моделирование и методы теории измерений в педагогике: науч.-метод. пособие для педагогов-исследователей, математиков, аспирантов и науч. работников, занимающихся вопросами методики пед. исследований. – М.: Высш. Шк., 1987. – 200 с.
15. Наследов, А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпритация данных: учебное пособие. – СПб: Речь, 2006. – 392 с.
16. Ососков, Г.А. Математические методы, применяемые в психологии: учеб.-метод. пособие. – Дубна: Международный ун-т природы, общества и человека «Дубна», 2003. – 34 с.
17. Романко, В.К. Статистический анализ данных в психологии: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальностям психологии / В.К.Романенко. – М.:Ред.-издат. Центр психологической и пед. лит.: МГППУ, 2006. – 207 с.
18. Рубцова, Н.Е. Статистические методы в психологии: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальностям психологии / Н.Е.Рубцова, С.Л.Леньков. – М.: УМК «Психология», 2005 . – 381 с.
19. Сидоренко, Е.В. Методы математической обработки в психологии / Е.В.Сидоренко. – СПб: Речь, 2007. – 349 с.
20. Созонова, М.С. Математические методы в психологии: учеб. пособие / М.С.Созонова. –Тобольск: ТГПИ, 2006. – 172 с.

21. Тарасова, С.Г. Математические методы в психологии: учеб.-метод. указания. – СПб: Изд-во С-Петербур. Гос ун-та, 1998. – 54 с.
22. Тимошенко, А.И. Математические методы исследования в психологии: учеб. пособие / А.И.Тимошенко. – Иркутск: Иркут. гос. ун-т., 2006. – 207 с.
23. Эксперимент и квазиэксперимент в психологии: Учеб. пособие / Под ред. Т.В. Корниловой – СПб.: Питер, 2004. – 254 с.
24. Куликов Л. В. Психологическое исследование: методические рекомендаций по проведению. - СПб., 1995.
25. Немов Р.С. Психология: Экспериментальная педагогическая психология и психодиагностика. - М., 1999.- Т. 3.
26. Практикум по общей экспериментальной психологии / Под ред. А.А. Крылова. - Л. ЛГУ, 1987.
27. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. –СПб.: ООО «Речь», 2000. -350 с.
28. Шевандрин Н.И. Психодиагностика, коррекция и развитие личности. - М.: Владос, 1998.-С.123.
29. Суходольский Г.В. Математические методы в психологии. – Харьков: Изд-во Гуманитарный Центр, 2004. – 284 с. Голев С.В. «Математичні методи в психології». – Херсон, ВМУРоЛ «Україна» ХФ, 2004. – 40 с.
30. Электронный учебник по SPSS <http://www.datuapstrade.lv/>
31. Статистический калькулятор <http://www.psychol-ok.ru/>