МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт *гуманитарных и социальных наук*
Кафедра *«Психология»*

Утверждено на заседании кафедры
«Психология»
«30» января 2020 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой
_______________________*И.Л. Фельдман*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине (модулю)

«Математические методы и информационные технологии в психологии»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
37.03.01 Психология

с направленностью (профилем)
Психология

Форма(ы) обучения: *очная*

Идентификационный номер образовательной программы: 370301-01-20

Тула 2020 год

Разработчик(и) методических указаний

Перегудина В.А., доц. каф. психологии, канд. психолог. наук ____________

подпись

Содержание

Пояснительная записка

Дисциплина «Математические методы и информационные технологии в психологии» играет центральную роль в овладении теорией, методикой и техникой эмпирического психологического исследования. В общепрофессиональной подготовке курс относится к циклу обязательных дисциплин предметной подготовки специалиста-психолога и позволяет обеспечить формирование у студентов базовых знаний о возможностях применения математических методов в изучении психологических явлений.

Целью освоения дисциплины является: создать у студентов представление об основных математических понятиях и статистических методах, используемых в современных психологических исследованиях.

Задачами изучения дисциплины являются:

- сформировать целостное представление о необходимости и возможностях математико-статистического анализа результатов психологического исследования.
- сформировать у студентов положительную мотивацию на использование современных математических и компьютерных методов в фундаментальных прикладных психологических исследованиях;
- дать знания об основных математических понятиях статистики и их применении для представления и анализа результатов психологического исследования;
- сформировать и закрепить навыки описания результатов и проверки гипотез;
- познакомить с основными современными методами анализа экспериментальных данных;
- продемонстрировать возможность работы с различными пакетами прикладных программ, позволяющих анализировать данные экспериментальных исследований.

В методических указаниях представлена тематика и основное содержание лабораторных занятий, список рекомендуемой литературы.

Тематика и основное содержание лабораторных работ

№ ЛР	№№ разделов дисциплины	Наименование лабораторных работ	Кол-во академических часов
Очная форма обучения			
1 семестр			
1	2	Данные в психологическом исследовании. Виды, методы получения психологических данных.	2
2	2	Способы представления статистических данных.	2
3-4	2	Психологическое измерение. Измерительные шкалы.	4
5	3	Теория вероятностей. Статистические гипотезы и их проверка	2
6	4	Первичная обработка данных	2
7	5	Методы описательной статистики	2
8	6	Нормальный закон распределения признака	2
9	7	Нормирование данных	2
10-12	8	Методы статистической проверки гипотез о различии данных экспериментальных групп	6
13	9	Корреляционный анализ	2
14	10	Дисперсионный анализ (однофакторный)	2
15	10	Дисперсионный анализ (многофакторный)	2
16-17	11	Использование программы Microsoft Excel для обработки и представления данных.	6
		Итого	34

Лабораторная работа 1. Данные в психологическом исследовании. Виды, методы

получения психологических данных.

Данные можно классифицировать по различным основаниям (критериям), среди которых в науке наиболее популярны следующие:

1. **По научному обоснованию**
   1. Научные.
   2. Ненаучные.
2. **По вкладу в проверку гипотезы и решение проблемы**
   1. Решающие.
   2. Значительные.
   3. Незначительные.
3. **По области и характеру источников информации.**
   1. Социологические.
   2. Психологические.
   3. Педагогические.
   4. Физиологические и т. д.
4. **По методам исследования**
   1. Данные наблюдения.
   2. Данные опроса.
   3. Экспериментальные данные и т. д.
5. **По методам в сочетании с источниками (классификация Р. Б. Кетеллла)**
   1. L-данные.
   2. Q-данные.
   3. T-данные.
6. **По информативности**
   1. Неметрические.
   2. Метрические.

Научные данные – это сведения, полученные в результате научных изысканий и характеризующиеся высокой степенью достоверности (доказанности и надежности), возможностью проверки, теоретической обоснованностью, включенностью в широкую систему научных знаний. Характерной особенностью научных данных, как и вообще научных знаний, является их относительная истинность, т. е. потенциальная возможность их опровержения в результате научной критики.

Ненаучные данные – сведения, полученные ненаучными путями. Например, из житейского опыта, из религиозных источников, из традиций, от авторитетов и т. д. Эти данные не доказываются, зачастую считаются самоочевидными. Не имеют теоретических обоснований. Многие из них претендуют на абсолютную истинность, их принятие субъектом познания базируется на некритическом усвоении, доверии (своему опыту, догматам, авторитетам).

Решающие данные – это сведения, позволяющие однозначно принять или отвергнуть выдвинутую гипотезу.

Значительные данные – это данные, вносящие весомый вклад в решение проблемы, но недостаточные для ее решения без привлечения других сведений.

Незначительные – данные малой информативности по решаемому вопросу.

Социологические, психологические и т. д. – данные, полученные в соответствующих сферах бытия, в первую очередь – общественного бытия. В узком смысле – это данные соответствующих наук.

Данные наблюдения, опроса и т. д. – сведения, полученные с помощью того или иного эмпирического метода.

Пятая группировка предложена американским психологом Р. Б. Кетелллом в середине XX столетия и обычно относится к данным по проблемам личности и социально-психологическим вопросам.

L-данные (life data) – сведения, получаемые путем регистрации фактов реальной жизни. Обычно это данные наблюдения за повседневной жизнью человека или группы. С них рекомендуется начинать предварительное исследование проблемы.

Q-данные (questionnaire data) – сведения, получаемые с помощью опросников, тестов интересов, самоотчетов и других методов самооценок, а также путем свободного обследования психиатров, учителей и т. п. Благодаря простоте инструментария и легкости получения информации Q-данные занимают ведущее место в исследованиях личности. Число методик огромно. Наиболее известные: опросники Айзенка (EP1, EPQ), Миннесотский многопрофильный личностный перечень (MMPI), Калифорнийский психологический тест (CPI), 16-факторный личностный опросник Кеттелла (16PF), тест Гилфорда – Циммермана для исследования темперамента (GZIS).

T-данные (test data) – сведения, получаемые с помощью объективных тестов, а также физиологических измерений. Эти данные «объективны», поскольку их получают в результате объективно го измерения реакций и поведения человека без обращения к самооценке или оценке экспертов. Количество методик для получения Т-данных также очень велико. Это тесты способностей, тесты интеллекта, тесты достижений. Кеттелл сюда же относит антропометрические и физиологические измерения, ситуативные и проективные тесты (всего более 400 методик, разбитых на 12 групп). Наиболее, известны: тест «пятна Роршаха», тест Ро-зенцвейга, тест тематической апперцепции (ТАТ), тесты интеллекта Стенфорд–Бине, Вгкслера, Амтхауэра.

Деление данных по информативности базируется на качественно-количественной нагрузке их содержания, позволяющей эти сведения соотносить друг с другом или с уже имеющимися сведениями в данной области на том или ином уровне точности. Эта группировка данных согласуется с классификацией измерительных шкал по С. Стивексу.

Метрические – количественные данные, имеющие единицы измерения.

Неметрические данные – это те, которые не имеют метрики, т. е. единиц измерения.

Качественные данные (классйфихаторные, номинативные) – сведения, на основании которых изучаемый объект (или его состояние) можно отнести к какому-либо множеству (классу) сходных объектов. В этих данных отражаются сугубо качественные характеристики объекта, не позволяющие выяснить степень выраженности признака объекта, а следовательно, и его соотношение с подобными объектами, входящими в тот же класс. Эти данные указывают только на наличие или отсутствие какого-либо признака, по которому объект можно отнести к тому или иному классу. Каждый класс сходных объектов имеет определенное наименование, поэтому система классов носит название *шкалы наименований (номинальной шкалы),* а сами данные называются *номинативными.* Психологическая основа получения таких данных и построения таких шкал – процессы опознания (идентификации), т. е. установление отношений равенства или неравенства. Примеры: 1) синий – красный – желтый и т. д.; 2) мужчина – женщина; 3) холерик – сангвиник – флегматик – меланхолик.

Порядковые *(лат.* comparativus – сравнительный) – это данные, на основании которых объекты можно сравнивать по степени выраженности их признаков в системе оценок «больше – меньше». Это дает возможность упорядочивать объекты по определенному изучаемому признаку в возрастающем (убывающем) порядке, т. е. *ранжировать.* Соответствующие шкалы называются *порядковыми или ранговыми.* Но далее субординации здесь не продвинуться. Указать, насколько различаются между собой объекты, невозможно. Психологическая основа выявления этих данных и построения порядковых шкал – процессы различения и предпочтения, т. е. установление отношений «равно – неравно» и «больше – меньше». Примеры: любые шкалы оценок, шкала твердости минералов Мооса, итоговая турнирная таблица без указания результатов, ранжирование популярных артистов, приятность звуков, запахов, цветов и т. п.

Задание: получение психологических данных.

На примере работы с методикой Айзенка.

Материалы: студентам раздаются ответные бланки для методики. Сами вопросы и ключ зачитываются преподавателем устно.

Инструкция

Вам предлагается ответить на 57 вопросов. Вопросы направлены на выявление вашего обычного способа поведения. Постарайтесь представить типичны ситуации и дайте первый «естественный» ответ, который придет вам в голову. Отвечайте быстро и точно. Помните, что нет «хороших» или «плохих» ответов. Если вы согласны с утверждением, поставьте рядом с его номером знак + (да), если нет — знак — (нет).

Айзенка личностный опросник (EPI)/Текст опросника (вариант А)

1. Часто ли вы испытываете тягу к новым впечатлениям, к тому, чтобы отвлечься, испытывать сильные ощущения?
2. Часто ли вы чувствуете, что нуждаетесь в друзьях, которые могут вас понять, ободрить или посочувствовать?
3. Считаете ли вы себя беззаботным человеком?
4. Очень ли трудно вам отказываться от своих намерений?
5. Обдумываете ли вы свои дела не спеша и предпочитаете ли подождать, прежде чем действовать?
6. Всегда ли вы сдерживаете свои обещания, даже если это вам невыгодно?
7. Часто ли у вас бывают спады и подъемы настроения?
8. Быстро ли вы обычно действуете и говорите, не тратите ли много времени на обдумывание?
9. Возникало ли у вас когда-нибудь чувство, что вы несчастны, хотя никакой серьезной причины для этого не было?
10. Верно ли, что на спор вы способны решиться на все?
11. Смущаетесь ли вы, когда хотите познакомиться с человеком противоположного пола, который вам симпатичен?
12. Бывает ли когда-нибудь, что, разозлившись, вы выходите из себя?
13. Часто ли бывает, что вы действуете необдуманно, под влиянием момента?
14. Часто ли вас беспокоят мысли о том, что вам не следовало чего-либо делать или говорить?
15. Предпочитаете ли вы чтение книг встречам с людьми?
16. Верно ли, что вас легко задеть?
17. Любите ли вы часто бывать в компании?
18. Бывают ли иногда у вас такие мысли, которыми вам не хотелось бы делиться с другими людьми?
19. Верно ли, что иногда вы настолько полны энергии, что все горит в руках, а иногда чувствуете сильную вялость?
20. Стараетесь ли вы ограничить круг своих знакомых небольшим числом самых близких друзей?
21. Много ли вы мечтаете?
22. Когда на вас кричат, отвечаете ли вы тем же?
23. Считаете ли вы все свои привычки хорошими?
24. Часто ли у вас появляется чувство, что вы в чем-то виноваты?
25. Способны ли вы иногда дать волю своим чувствам и беззаботно развлечься с веселой компанией?
26. Можно ли сказать, что нервы у вас часто бывают натянуты до предела?
27. Слывете ли вы за человека живого и веселого?
28. После того как дело сделано, часто ли вы мысленно возвращаетесь к нему и думаете, что могли бы сделать лучше?
29. Чувствуете ли вы себя неспокойно, находясь в большой компании?
30. Бывает ли, что вы передаете слухи?
31. Бывает ли, что вам не спится из-за того, что в голову лезут разные мысли?

32. Если Вы хотите узнать что-либо, то предпочитаете найти это самостоятельно (в книге и пр.) нежели спросить у друзей?
33. Бывают ли у вас сильные сердцебиения?
34. Нравится ли вам работа, требующая сосредоточения?
35. Бывают ли у вас приступы дрожи?
36. Всегда ли вы говорите только правду?
37. Бывает ли вам неприятно находиться в компании, где все подшучивают друг над другом?
38. Раздражительны ли вы?
39. Нравится ли вам работа, требующая быстрого действия?
40. Верно ли, что вам часто не дают покоя мысли о разных неприятностях и «ужасах», которые могли бы произойти, хотя все кончилось благополучно?
41. Верно ли, что вы неторопливы в движениях и несколько медлительны?
42. Опаздывали ли вы когда-нибудь на работу или на встречу с кем-либо?
43. Часто ли вам снятся кошмары?
44. Верно ли, что вы так любите поговорить, что не упускаете любого удобного случая побеседовать с новым человеком?
45. Беспокоят ли вас какие-нибудь боли?
46. Огорчились бы вы, если бы долго не могли видеться со своими друзьями?
47. Можете ли вы назвать себя нервным человеком?
48. Есть ли среди ваших знакомых такие, которые вам явно не нравятся?
49. Могли бы вы сказать, что вы уверенный в себе человек?
50. Легко ли вас задевает критика ваших недостатков или вашей работы?
51. Трудно ли вам получить настоящее удовольствие от мероприятий, в которых участвует много народа?
52. Беспокоит ли вас чувство, что вы чем-то хуже других?
53. Сумели бы вы внести оживление в скучную компанию?
54. Бывает ли, что вы говорите о вещах, в которых совсем не разбираетесь?
55. Беспокоитесь ли вы о своем здоровье?
56. Любите ли вы подшутить над другими?
57. Страдаете ли вы бессонницей?

Обработка результатов

Ключ

Экстраверсия - интроверсия:

«да» (+): 1, 3, 8, 10, 13, 17, 22, 25, 27, 39, 44, 46, 49, 53, 56;

«нет» (-): 5, 15, 20, 29, 32, 34, 37, 41, 51.

Нейротизм (эмоциональная стабильность - эмоциональная нестабильность):

«да» (+): 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 19, 21, 23, 26, 28, 31, 33, 35, 38, 40, 43, 45, 47, 50, 52, 55, 57.

«Шкала лжи»:

«да» (+): 6, 24, 36;

«нет» (-): 12, 18, 30, 42, 48, 54.

Ответы, совпадающие с ключом, оцениваются в 1 балл.

Бланк ответов

Фамилия, имя, отчество ____

Возраст_________Образование________________________

Номер	Ответы		Номер	Ответы		Номер	Ответы	
№ п/п	да	нет	№ п/п	да	нет	№ п/п	да	нет
1			20			39		
2			21			40		
3			22			41		
4			23			42		
5			24			43		
6			25			44		
7			26			45		
8			27			46		
9			28			47		
10			29			48		
11			30			49		
12			31			50		
13			32			51		
14			33			52		
15			34			53		
16			35			54		
17			36			55		
18			37			56		
19			38			57		
∑:		Э=			Н=			Л=

Лабораторная работа 2. Способы представления статистических данных.

1. Протоколирование данных

Если психолог имеет под рукой персональный компьютер, задача протоколирования значительно упрощается. Любой программист может составить соответствующую базу данных, и все необходимые сведения о каждом испытуемом можно заносить в компьютер. Несомненное удобство компьютерного варианта состоит в том, что в любой момент можно извлекать информацию об интересующем нас контингенте испытуемых – по полу, возрасту, социальной принадлежности и др. При отсутствии такой возможности на каждого испытуемого составляется отдельный протокол.

В протоколе необходимо отмечать фамилию и инициалы испытуемого, пол и возраст (за исключением случаев анонимного обследования, когда указываются только инициалы, пол и возраст). Несоблюдение этих требований делает невозможным дальнейший анализ результатов (в тех случаях, когда нас интересует связь исследуемой переменной с возрастом и полом испытуемых).

Весьма желательно указывать в протоколе дату исследования. Это особенно важно в тех случаях, когда исследование одной и той же выборки проводится повторно (период времени между повторными исследованиями, например, две недели или полгода) имеет большое значение, особенно когда речь идет о детях.

В некоторых случаях необходимо указывать время суток, когда проводилось исследование. Так, некоторые психологические и психофизиологические переменные (время сенсомоторной реакции, концентрация и переключаемость внимания, объем оперативной памяти и др.) в значительной мере зависят от уровня активности субъекта, степени его утомления, которые далеко не одинаковы в разное время суток.

При необходимости в протоколе следует отмечать условия опыта (проводилось ли исследование индивидуально или в группе, наличие внешних помех и т. д.). Все другие данные о каждом или отдельных испытуемых исследователь отмечает по своему усмотрению, т. е. фиксируется то, что психолог считает наиболее важным.

2. Составление сводных таблиц (табулирование данных)

Использование индивидуальных протоколов для математической обработки результатов не очень удобно. Для того, чтобы представить материал в более компактном виде, данные сводятся в итоговую таблицу следующего вида:

№№ п/п.	Фамилия, имя, отчество	Другие данные (если необходимо)	Исследуемый показатель
1			
2			
3			
...			
n			

В ряде случаев перед составлением сводной таблицы проводится *ранжирование данных*. Оно, в частности, необходимо при определении квантилей (см. подраздел 3.3). Для этого данные выстраиваются в общий ряд по исследуемому признаку в порядке его возрастания (или убывания) следующим образом: $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq ... \leq x_n$ (или наоборот), где n – общее число значений признака (объем выборки). Знак «меньше или равно» предполагает, что у разных испытуемых могут встречаться одинаковые значения переменной.

Иногда даже итоговые таблицы могут оказаться довольно громоздкими и не вполне удобными для дальнейшей обработки. В этом случае материал можно сделать еще более компактным, составляя частотные таблицы.

Задание. Составить таблицу исходных данных по результатам методики Айзенка, проведенной в группе.

Лабораторные работы 3-4. Психологическое измерение. Измерительные шкалы.

Вопросы для обсуждения:

1. Роль и место психологического измерения в эксперименте.
2. Понятие психологического измерения.
3. Компоненты процесса психологического измерения.
4. Метрология и теория ошибок.
5. Виды измерений.
6. Измерительные шкалы. Типы измерительных шкал.
7. Классификация методов психологического измерения.

Упражнения на тему «Шкалы измерений»

Для каждого из приведенных ниже исследований определите, какая шкала измерений была использована при измерении характеристик поведения.

1. Салли хочет выяснить, по каким предметам дети республиканцев и дети демократов больше успевают, точным, гуманитарным или экономическим.

2. Фред решил исследовать, действительно ли крысы, изучившие один лабиринт, изучат второй быстрее, чем необученные.

3. Джим предполагает, что дети оценят цветные телевизионные программы выше, чем черно-белые, а у взрослых цвет не повлияет на оценку.

4. Нэнси считает, что соматотип изменяется с возрастом, и предлагает определять соматотипы у группы людей в 10, 15 и 20 лет по шкале Шелдона.

5. Сюзан изучает готовность людей помогать окружающим и считает, что она зависит от погоды — вероятность оказания помощи в солнечный день выше, чем в пасмурный.

6. Джон хочет узнать, какой из пяти новых сортов пива больше понравится (т. е. будет оценен как № 1) постоянным посетителям его бара.

7. Элен изучает, как студенты оценивают безопасность различных зданий студенческого городка. Она попросила нескольких студентов сложить карточки с написанными на них названиями зданий в стопку, в которой наиболее безопасные здания располагались бы сверху, а наименее безопасные — снизу.

8. Пэт считает, что люди с синдромом навязчивых состояний сделают меньше ошибок в составлении лабораторных отчетов по стандарту *APA,* чем здоровые люди.

Лабораторная работа 5. Теория вероятностей. Статистические гипотезы и их проверка

Сущность проверки статистической гипотезы заключается в том, чтобы установить, согласуются ли экспериментальные данные и выдвинутая гипотеза, допустимо ли расхождение между гипотезой и результатом статистического анализа экспериментальных данных за счет случайных причин? Таким образом, статистическая гипотеза это научная гипотеза, допускающая статистическую проверку, а математическая статистика это научная дисциплина задачей которой является научно обоснованная проверка статистических гипотез.

Полученные в экспериментах выборочные данные всегда ограничены и носят в значительной мере случайный характер. Именно поэтому для анализа таких данных и используется математическая статистика, позволяющая обобщать закономерности, полученные на выборке, и распространять их на всю генеральную совокупность.

Подчеркнем еще раз, что полученные в результате эксперимента на какой-либо выборке данные служат основанием для суждения о генеральной совокупности. Однако в силу действия случайных вероятностных причин оценка параметров генеральной совокупности, сделанная на основании экспериментальных (выборочных) данных, всегда будет сопровождаться погрешностью, и поэтому подобного рода оценки должны рассматриваться как предположительные, а не как окончательные утверждения. Подобные предположения о свойствах и параметрах генеральной совокупности получили название *статистических гипотез.* Как указывает Г.В. Суходольский: «Под статистической гипотезой обычно понимают формальное предположение о том, что сходство (или различие) некоторых параметрических или функциональных характеристик случайно или, наоборот, неслучайно».

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

Нулевая гипотеза - это гипотеза об отсутствии различий. Она обозначается как $\mathbf{H_0}$ 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. Принято считать, что нулевая гипотеза — это гипотеза о сходстве.

Альтернативная гипотеза - это гипотеза о значимости различий. Она обозначается как $\mathbf{H_1}$.

Альтернативная гипотеза - это то, что мы хотим доказать, поэтому иногда ее называют *экспериментальной* гипотезой. Альтернативная гипотеза — гипотеза о различии.

Таким образом, принятие нулевой гипотезы свидетельствует об отсутствии различий, а гипотезы H_1 - о наличии различий.

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

Направленные гипотезы
H_0: X_1 не превышает X_2
H_1: X_1 превышает X_2
Ненаправленные гипотезы
H_0: X_1 не отличается от X_2
H_1: X_1 отличается от X_2

Если вы заметили, что в одной из групп индивидуальные значения испытуемых по какому-либо признаку, например по социальной смелости, выше, а в другой - ниже, то для проверки значимости этих различий нам необходимо сформулировать направленные гипотезы.

Если мы хотим доказать, что в группе А под влиянием каких-то экспериментальных воздействий произошли более выраженные изменения, чем в группе Б, то нам тоже необходимо сформулировать направленные гипотезы.

Если же мы хотим доказать, что различаются формы распределения признака в группе А и Б, то формулируются ненаправленные гипотезы.

Проверка гипотез осуществляется с помощью критериев статистической оценки различий.

Вообще говоря, *при принятии или отвержении гипотез возможны различные варианты.*

Например, психолог провел выборочное тестирование показателей интеллекта у группы подростков из полных и неполных семей. В результате обработки экспериментальных данных установлено, что у подростков из неполных семей показатели интеллекта в среднем ниже, чем у их ровесников из полных семей. Может ли психолог на основе полученных результатов сделать вывод о том, что неполная семья ведет к снижению интеллекта у подростков? Принимаемый в таких случаях вывод носит называние *статистического решения*. Подчеркнем, что такое решение всегда вероятностно.

При проверке гипотезы экспериментальные данные могут противоречить гипотезе H_0, тогда эта гипотеза отклоняется. В противном случае, т.е. если экспериментальные данные согласуются с гипотезой H_0, она не отклоняется. Часто в таких случаях говорят, что гипотеза H_0 принимается (хотя такая формулировка не совсем точна, однако она широко распространена и мы ею будем пользоваться в дальнейшем). Отсюда видно, что статистическая проверка гипотез, основанная на экспериментальных, выборочных данных, неизбежно связана с риском (вероятностью) принять ложное решение. При этом возможны ошибки двух родов. ***Ошибка первого рода*** произойдет, когда будет принято решение отклонить гипотезу H_0, хотя в действительности она оказывается верной. ***Ошибка второго рода*** произойдет когда будет принято решение не отклонять гипотезу H_0, хотя в действительности она будет неверна. Очевидно, что и правильные выводы могут быть приняты также в двух случаях. В большинстве случаев единственный путь минимизации ошибок заключается в увеличении объема выборки.

Упражнения на тему «Ошибки 1-го и 2-го рода».

Для каждого из следующих исследований а) определите нулевую гипотезу, б) сделайте предположение об альтернативной гипотезе, т. е. изложите возможный ход исследования, в) опишите результаты исследования при ошибке 1-го рода и г) охарактеризуйте результаты при ошибке 2-го рода.

1. В исследовании способности людей опознать ложь женщины и мужчины — участники исследования пытаются обнаружить обман в записанных на видео высказываниях женщин (в одних случаях они говорят правду, а в других — обманывают).

2. В исследовании восприятия младенцам дают привыкнуть к обычным изображениям человеческих лиц, а затем им показывают несколько неправильные лица, чтобы определить, видят ли они разницу.

3. Пациентов с депрессией и без нее просят высказать предположение о том, смогут ли они преодолеть лабиринт в человеческий рост.

4. Несколько спортсменов проходят тренинг формирования зрительных образов по новой методике непосредственно перед тем, как бить пенальти. Их результаты сравниваются с результатами других спортсменов, не проходивших тренинг.

Лабораторная работа 6. Первичная обработка данных

На первичной стадии «сырые» сведения группируются по тем или иным критериям, заносятся в сводные таблицы, а для наглядного представления данных строятся различные диаграммы и графики. Все эти манипуляции позволяют, во-первых, обнаружить и ликвидировать ошибки, совершенные при фиксации данных, и, во-вторых, выявить и изъять из общего массива нелепые данные, полученные в результате нарушения процедуры обследования, несоблюдения испытуемыми инструкции и т. п. Кроме того, первично обработанные данные, представая в удобной для обозрения форме, дают исследователю в первом приближении представление о характере всей совокупности данных в целом: об их однородности—неоднородности, компактности—разбросанности, четкости—размытости и т. д. Эта информация хорошо читается на наглядных формах представления данных и связана с понятием «распределение данных».

Под **распределением данных** понимается их разнесенность по категориям выраженности исследуемого качества (признака). Разнесенность по категориям показывает, как часто (или редко) в определенном массиве данных встречаются те или иные показатели изучаемого признака. Поэтому такой вид представления данных называют «распределением частот». Выраженность признака, как видели выше, может быть представлена в оценках: «есть — нет» или «равно — неравно» (номинативные данные), «больше — меньше» (порядковые данные), «настолько-то больше или меньше» (интервальные данные), «во столько-то раз больше или меньше» (пропорциональные данные). Первая категория оценок предполагает явную дискретность выраженности изучаемого признака, остальные — непрерывность (хотя бы теоретически).

Таблицы исходных данных. Обычно в ходе исследования интересующий исследователя признак измеряется не у одного-двух, а у множества объектов (испытуемых). Кроме того, каждый объект характеризуется не одним, а целым рядом признаков, измеренных в разных шкалах. Одни признаки представлены в номинативной шкале и указывают на принадлежность испытуемых к той или иной группе (пол, профессия, контрольная или экспериментальная группа и т. д.). Другие признаки могут быть представлены в порядковой или метрической шкале. Поэтому результаты измерения для дальнейшего анализа чаше всего представляют в виде *таблицы исходных данных.* Каждая строка такой таблицы обычно соответствует одному *объекту,* а каждый столбец — одному измеренному *признаку.* Таким образом, исходной формой представления данных является таблица типа «объект — признак». В ходе дальнейшего анализа каждый признак выступает в качестве переменной величины, или просто — *переменной,* значения которой меняются от объекта к объекту.

Предположим, психолога интересует социальная сплоченность двух параллельных классов, различие в этом отношении мальчиков и девочек и эффективность проведенного в одном из этих классов социально-психологического тренинга. Для измерения социальной сплоченности исследователь задавал каждому ученику до и после тренинга один и тот же вопрос: «Как часто твое мнение совпадает с мнением твоих одноклассников?». Для ответа ученикам предлагалось выбрать один из пяти вариантов: 1 — никогда, 2 — редко, 3 — затрудняюсь ответить, 4 — часто, 5 — всегда. Исходные данные исследования представлены в табл. Общая численность всех испытуемых N- 60. Численность класса, с которым проводился тренинг, N_1 = 30; численность другого класса — N_2 = 30. Первые два столбца таблицы — порядковый номер испытуемого (№) и Ф. И. О. Далее следуют четыре столбца, соответствующие четырем интересующим исследователя признакам: x_{1i} — пол (номинативный), x_{2i} — класс (номинативный), x_{3i} - самооценка до тренинга (порядковый), x_{4i} - самооценка после тренинга (порядковый), где i — текущий номер испытуемого (меняется от 1 до N=60).

Таблица исходных данных.

1	2	3	4	5	
№	Ф.И.О.	Пол	Класс	Самооценка	
				До	После
		1	2	3	4
1	Иванов И. О.	1	0	5	5
2	Васильев К. А.	1	1	3	4
3	Розова М. И.	0	1	2	3
4	Краснова О. С.	0	0	3	3
5	Цветов С. Т.	1	0	1	3
6	Лозовая Е. И.	0	1	4	4
...	...	...	...	...	...
i	...	x_{1i}	x_{2i}	x_{3i}	x_{4i}
...	...	...	...	...	...
60	Петров Е. М.	1	1	3	3

Как правило, анализ данных начинается с изучения того, как часто встречаются те или иные значения интересующего исследователя признака (переменной) в имеющемся множестве наблюдений. Для этого строятся *таблицы и графики распределения частот.* Нередко они являются основой для получения ценных содержательных выводов исследования.

Если признак принимает всего лишь несколько возможных значений (до 10-15), то таблица распределения частот показывает частоту встречаемости каждого значения признака. Если указывается, сколько раз встречается каждое значение признака, то это — таблица ***абсолютных*** частот распределения, если указывается доля наблюдений, приходящихся на то или иное значение признака, то говорят об ***относительных*** частотах распределения.

Абсолютная и относительная частоты связаны соотношением:

$$f_o = f_a / N;$$

где f_a — абсолютная частота некоторого значения признака, N — число наблюдений, f_0 — относительная частота этого значения признака. Очевидно, что сумма всех абсолютных частот равна числу наблюдений - ***N,*** а сумма всех относительных частот равна 1. Нередко относительная частота применяется для оценки вероятности встречаемости значения.

Во многих случаях признак может принимать множество различных значений, например, если мы измеряем время решения тестовой задачи. В этом случае о распределении признака позволяет судить *таблица сгруппированных частот,* в которых частоты группируются по разрядам или интервалам значений признака.

Еще одной разновидностью таблиц распределения являются таблицы распределения ***накопленных*** частот. Они показывают, как накапливаются частоты по мере возрастания значений признака. Напротив каждого значения (интервала) указывается сумма частот встречаемости всех тех наблюдений, величина признака у которых не превышает данного значения (меньше верхней границы данного интервала).

Предположим, в группе испытуемых численностью 40 человек измерено время решения тестовой задачи. Максимальное время составило 67 секунд, минимальное — 32 секунды. Построение таблицы распределения частот в этом случае производится поэтапно.

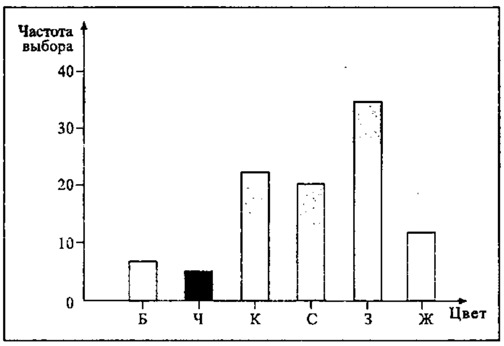
Построение таблицы сгруппированных частот.

1. Определение размаха: 67-32 = 35.
2. Выбор желаемого числа разрядов и интервала разрядов. Определяется произвольно. Обычное число разрядов — от 6 до 15. Удобным интервалом разрядов в нашем случае может быть 5. 35 делим на 5, получаем число разрядов — 7. Учитывая, что начинать лучше с 30 или с 31 и заканчивать на 69 или 70, уточняем размах (70-30 = 40) и число разрядов (40/5 = 8).
3. Определение границ разрядов. Если мы начнем с 30, то первый разряд будете 30 до 34, второй — с 35 до 49 и т. д., до восьмого — с 65 до 69. Границы соседних разрядов не должны совпадать!
4. Подсчет частот встречаемости значений признака для каждого интервала.

Интервал времени, с	f_{aj} (абсолютная частота)	f_{oj} (относительная частота)	f_{cum} (накопленная частота)
30–34	1	0,025	0,025
35–39	2	0,050	0,075
40–44	5	0,125	0,200
45–49	8	0,200	0,400
50–54	10	0,250	0,650
55–59	8	0,200	0,850
60–64	4	0,100	0,950
65–69	2	0,050	1,000
Σ (сумма):	40	1,000	—

Для более наглядного представления строится график распределения частот или график накопленных частот – гистограмма или сглаженная кривая распределения.

Гистограмма распределения частот — это столбиковая диаграмма, каждый столбец которой опирается на конкретное значение признака или разрядный интервал (для сгруппированных частот). Высота столбика пропорциональна частоте встречаемости соответствующего значения. *Гистограмма накопленных частот* отличается от гистограммы распределения тем, что высота каждого столбика пропорциональна частоте, накопленной к данному значению (интервалу). Обычно столбиковая диаграмма иллюстрирует распределение частот для дискретных данных, а в случае непрерывных данных она преобразуется в ступенчатую диаграмму. Следует обратить внимание на то, что все участки (столбики) ступенчатой диаграммы расположены вплотную друг к другу (числовые переменные на оси абсцисс гистограммы пишут против центральной оси каждого участка).



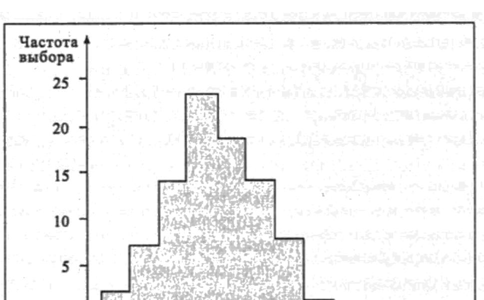


Рис. 1. Диаграмма **Рис. 2.** Гистограмма

Построение ***полигона*** *распределения частот* напоминает построение гистограммы. В гистограмме вершина каждого столбца, соответствующая частоте встречаемости данного значения (интервала) признака, — отрезок прямой. А для полигона отмечается точка, соответствующая середине этого отрезка. Далее все точки соединяются ломаной линией.

Вместо гистограммы или полигона часто изображают сглаженную *кривую* распределения частот.

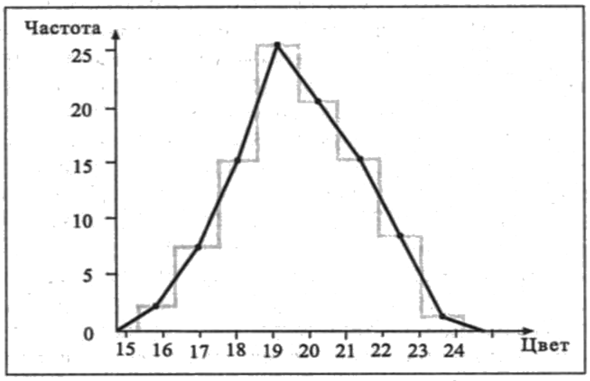


Рис. 3. Полигон распределения

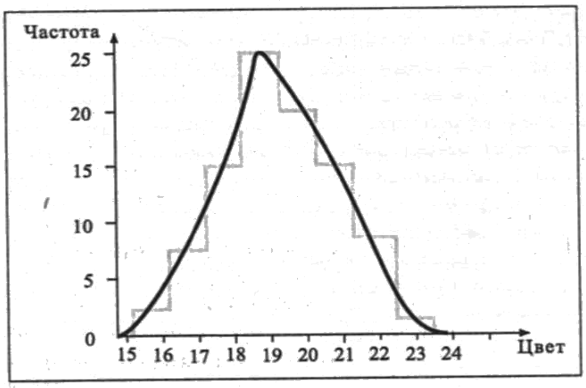


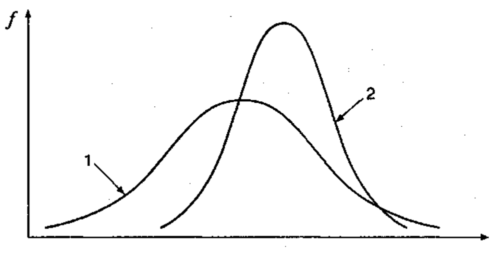
Рис. 4. Кривая распределения

Таблицы и графики распределения частот дают важную предварительную, информацию о ***форме распределения признака:*** о том, какие значения встречаются реже, а какие чаще, насколько выражена изменчивость признака. Обычно выделяют следующие типичные формы распределения. *Равномерное распределение* — когда все значения встречаются одинаково (или почти одинаково) часто. *Симметричное распределение* — когда одинаково часто встречаются крайние значения. *Нормальное распределение* — симметричное распределение, у которого крайние значения встречаются редко и частота постепенно повышается от крайних к серединным значениям признака. *Асимметричные распределения — левосторонние* (с преобладанием частот малых значений), *правосторонние* (с преобладанием частот больших значений). К понятию формы распределения мы еще не раз вернемся, прежде всего — в связи с использованием в психологии нормального распределения как особого эталона — стандарта.

Уже сами по себе таблицы и графики распределения признака позволяют делать некоторые содержательные выводы при сравнении групп испытуемых между собой. Сравнивая распределения, мы можем не только судить о том, какие значения встречаются чаще в той или иной группе, но и сравнивать группы по степени выраженности индивидуальных различий — *изменчивости* по данному признаку.

Таблицы и графики накопленных частот позволяют быстро получить дополнительную информацию о том, сколько испытуемых (или какая их доля) имеют выраженность признака не выше определенного значения. Следует отметить, что для сравнения групп разной численности следует использовать таблицы и графики относительных частот.

В группе юношей и группе девушек измерена тревожность при помощи тестовой шкалы. По результатам измерений построены сглаженные графики распределения относительных частот отдельно для юношей и девушек (см. рис.). Сравнивая графики, можно



сделать содержательные выводы как по уровню выраженности, так и по индивидуальной изменчивости тревожности у юношей и девушек. Так, юноши в среднем менее тревожны, чем девушки. Но индивидуальные различия — изменчивость — по тревожности выше у юношей, чем у девушек: девушки в этом отношении более похожи друг на друга.

Таблицы сопряженности, или кросстабуляции — это таблицы совместного распределения частот двух и более номинативных признаков, измеренных на одной группе объектов. Эти таблицы позволяют сопоставить два или более распределения. Столбцы такой таблицы соответствуют категориям (градациям) одного номинативного признака, а строки — категориям (градациям) другого номинативного признака. Если номинативные признаки внесены в электронную таблицу исходных данных, то таблицу сопряженности можно построить, воспользовавшись функцией «Кросстабуляция» одного из стандартных статистических пакетов (например, Crosstabs — в SPSS). Конечно, таблицы сопряженности могут включать номинативные признаки, имеющие и более двух градаций.

В одном из исследований изучалась склонность людей передавать плохие или хорошие новости. На ветровых стеклах автомобилей, припаркованных у почтовых ящиков, были оставлены почтовые открытки с указанием адресата (всего — 180 шт.), содержащие либо нейтральные (хорошие), либо плохие новости. В качестве плохой новости использовалось сообщение о супружеской неверности супруга (супруги) — получателя сообщения. В процессе исследования подсчитывалось количество отправленных открыток, дошедших до указанного адреса. Результаты представлены в таблице — в виде таблицы сопряженности частот двух номинативных признаков: новость (две градации: плохая — хорошая), сообщение (две градации: отправлено — не отправлено). Как видите, таблица дает основание делать вывод о том, что люди с меньшей охотой отправляли открытки, содержащие плохие новости.

Таблица

Зависимость распределения оставленных и полученных открыток от их содержания

		Сообщения	
		отправлено	не отправлено
Новость	Хорошая	35	25
	Плохая	23	97
Σ		58	122

Задача 1. Определение особенностей распределения дискретных данных.

1.1. В трехтысячном коллективе были выбраны 100 человек, которые давали ответ на вопрос: «какой цвет вы предпочитаете?». Предполагалось 6 вариантов: белый (Б), черный (Ч), красный (К), синий (С), зеленый (З), желтый (Ж). В данном случае цвет – это самостоятельная категория выраженности признака «окраска». Были получены следующие результаты (табл. 1).

1. Рассчитайте относительную и накопленную частоты, а также % встречаемости ответов в выборке.

2. Постройте диаграмму распределения абсолютных частот.

3. Сделайте выводы об особенностях распределения ответов в выборке.

Таблица 1.

Итоги опроса

Цвет	Количество выборов			
	Абсолютная частота (f_a)	Относительная частота (f_0)	Накопленная частота ($f_{сит}$)	%
Б	8			
Ч	6			

К	21			
С	20			
З	34			
Ж	11			
Сумма	100			

1.2. На трех разных, достаточно больших группах испытуемых изучалась диагностическая ценность, методики измерения креативности. Методика представляла собой 10 заданий, которые испытуемые решали за определенный промежуток времени. Фиксировалось количество решенных заданий (минимум — 0, максимум — 10). По результатам исследования была построена табл. 1, позволяющая сравнить три группы по распределению относительных частот (в процентах) показателей креативности.

Таблица 2.

Таблица распределения результатов измерения креативности в трех группах

Решенные задания	Относительные частоты (%)		
	группа 1	группа 2	группа 3
0	1	10	0
1	4	20	0
2	5	30	1
3	10	30	2
4	20	5	3
5	30	3	4
6	20	1	10
7	5	0	15
8	3	0	25
9	1	0	25
10	1	0	15

1. Для какой из групп задания были слишком легкие, а для какой — слишком трудные?

2. В какой группе наблюдается наибольшая, а в какой — наименьшая индивидуальная изменчивость результатов?

3. В отношении какой группы, на ваш взгляд, методика может иметь наибольшую диагностическую ценность — точнее измерять индивидуальные различия?

Задача 2. Определение особенностей распределения для непрерывных данных.

В опытах В.К. Гайды участвовало 96 испытуемых. Определялся цвет последовательного образа восприятия насыщенного красного цвета. С этой целью каждый испытуемый в течение одной минуты рассматривал окрашенный в красный цвет образец, а затем переносил взгляд на белый экран, где видел круг в дополнительных цветах. Рядом с ним находился цветовой круг с разноокрашенными секторами, на котором испытуемый должен был выбрать тот цвет, который соответствовал цвету возникшего у него последовательного образа. При этом испытуемый не называл цвет, а лишь его номер в цветовом круге. Цветовой круг нормирован таким образом, что соседние цвета отличаются в нем друг от друга на одинаково замечаемую величину. Следовательно, цветовой круг можно рассматривать как интервальную шкалу. Наряду с этим цветовой круг характеризуется и еще одним свойством. В частности, можно себе представить, что между двумя соседними цветами, например между зеленовато-голубым и голубовато-зеленым, имеется еще множество не замечаемых человеческим глазом цветовых переходов. В этом смысле цветовой круг представляет собой пример непрерывной переменной. Фактически же испытуемые всегда выделяют конечное число цветовых оттенков и поэтому свой выбор останавливают на конкретном номере (или названии) цвета. В рассматриваемом эксперименте испытуемые определяли свой последовательный образ в диапазоне от № 16 — зеленовато-голубой цвет до № 23 — желтовато-зеленый. Полученные данные можно табулировать, что и сделано в таблице 3.

Таблица 3.

последовательный образ	частота выбора цвета образа
16	2
17	7
18	15
19	26
20	22
21	15
22	8
23	1
Сумма	**96**

1. Рассчитайте относительные и накопленные частоты для данной выборки.
2. Постройте гистограмму, полигон и кривую распределения первичных результатов.

Лабораторная работа 7. Методы описательной статистики

Вторичная обработка завершает анализ данных и подготавливает их к систематизированию знаний на стадиях интерпретации и выводов. В основном вторичная обработка заключается в статистическом анализе итогов первичной обработки.

Вторичная обработка включает в себя три основных крупных блока, называемых первичными описательными статистиками: *1)* вычисление *мер центральной тенденции* (или локализации), *2)* выявление *мер изменчивости* (или рассеивания); *3) меры связи* (или корреляции).

К первичным описательным статистикам ***(Descriptive Statistics)*** обычно относят числовые характеристики распределения измеренного на выборке признака. Каждая такая характеристика отражает ***в одном числовом значении*** свойство распределения ***множества результатов измерения:*** с точки зрения их ***расположения*** на числовой оси либо с точки зрения их ***изменчивости.*** Основное назначение каждой из первичных описательных статистик — замена множества значений признака, измеренного на выборке, одним числом (например, средним значением как мерой центральной тенденции). Компактное описание группы при помощи первичных статистик позволяет интерпретировать результаты измерений, в частности, путем сравнения первичных статистик разных групп.

1. Меры центральной тенденции (м. ц. т.) — это величины, вокруг которых группируются остальные данные. Эти величины являются как бы обобщающими всю выборку показателями, что, во-первых, позволяет по ним судить о всей выборке, а во-вторых, дает возможность сравнивать разные выборки, разные серии между собой.

К мерам центральной тенденции относятся: среднее арифметическое, медиана, мода, среднее геометрическое, среднее гармоническое. В психологии обычно используются первые три.

Среднее арифметическое (M_x) — это частное от деления всех значений (X) на их количество (N): $M_x = \sum X / N$.

Медиана (Me) — это значение, выше и ниже которого количество отличающихся значений одинаково, то есть это центральное значение в последовательном ряду данных. Таким образом, первым шагом при определении медианы является упорядочивание (ранжирование) всех значений по возрастанию или убыванию. Далее медиана определяется следующим образом:

□ если данные содержат нечетное число значений (8,9,10,13,15), то медиана есть центральное значение, т. е. Me = 10;

□ если данные содержат четное число значений (5, 8, 9, 11), то медиана есть точка, лежащая посередине между двумя центральными значениями, т. е. Me=(8+9)/2 = 8,5.

Мода (Мо) — это значение, наиболее часто встречающееся в выборке, то есть значение с наибольшей частотой.

Пример: 2, 6, 6, 8, 9, 9, 9,10 Мо = 9.

Если все значения в группе встречаются одинаково часто, то считается, что моды нет (например: 1, 1, 5, 5, 8, 8). Если два соседних значения имеют одинаковую частоту и они больше частоты любого другого значения, мода есть среднее этих двух значений (например: 1,2,2,2,4,4,4,5,5,7 Мо = 3). Если то же самое относится к двум несмежным значениям, то существует две моды, а группа оценок является бимодальной (например: 0,1,1,1, 2, 3,4,4,4,7 Мо = 1 и 4).

Распределение может иметь и не одну моду. Когда все значения встречаются одинаково часто, принято считать, что такое распределение не имеет моды. ***Унимодальное распределение*** имеет одну моду. ***Бимодальное распределение*** имеет на графике распределения две вершины, даже если частоты для двух вершин не строго равны. В последнем случае выделяют большую и меньшую моду. Во всей группе может быть и несколько локальных вершин распределения частот. Тогда выделяют ***наибольшую моду*** и ***локальные моды.***

Еще раз отметим, что мода — это ***значение*** признака, а не его частота.

- **Выбор меры центральной тенденции.**

При выборе м. ц. т. следует учесть, что:

1) в малых группах мода может быть нестабильна.

Пример: 1,1,1,3,5,7,7,8 Мо = 1. Но стоит одной единице превратиться в нуль, а другой — в двойку, и Мо = 7;

2) на медиану не влияют величины «больших» и «малых» значений;

3) на среднее влияет каждое значение.

Обычно среднее применяется при стремлении к наибольшей точности и когда впоследствии нужно будет вычислять стандартное отклонение. Медиана — когда в серии есть «нетипичные» данные, резко влияющие на среднее (например: 1, 3, 5, 7, 9, 26, 13). Мода — когда не нужна высокая точность, но важна быстрота определения м. ц. т.

Каждая мера центральной тенденции обладает характеристиками, которые делают ее ценной в определенных условиях.

Для ***номинативных*** данных, разумеется, единственной подходящей мерой центральной тенденции является мода, или ***модальная категория — та градация номинативной переменной, которая встречается наиболее часто.***

Для порядковых и метрических переменных, распределение которых унимодальное и симметричное, мода, медиана и среднее совпадают. Чем больше отклонение от симметричности, тем больше расхождение между значениями этих мер центральной тенденции. По этому расхождению можно судить о том, насколько симметрично или асимметрично распределение.

Наиболее очевидной и часто используемой мерой центральной тенденции является среднее значение. Но его использование ограничивается тем, что ***на величину среднего влияет каждое отдельное значение.*** Если какое-нибудь значение в группе увеличится на *c*, то среднее увеличится на ***c/N.*** Таким образом, среднее значение весьма чувствительно к «выбросам» — экстремально малым или большим значениям переменной.

На величину моды и медианы величина каждого отдельного значения не влияет. Например, если в группе из 20 измерений переменной наибольшее значение утроится по величине, то не изменится ни мода, ни медиана. Величина среднего при этом заметно изменится. Иначе говоря, мода и медиана не чувствительны к «выбросам».

Если 9 человек имеют месячный доход от 5000 до 6000 рублей, со средним 5600 рублей, а доход десятого составляет 15000 рублей, то средний доход у десяти человек составит 6540 рублей. Эта цифра не позволяет судить о всей группе, и в качестве меры центральной тенденции следовало бы избрать медиану или моду.

Меры центральной тенденции чаще всего используются для сравнения групп по уровню выраженности признака. Если исследователь при этом сомневается, какую меру использовать, то можно дать простые советы.

Выборочные средние можно сравнивать, если выполняются следующие условия:

- группы достаточно большие, чтобы судить о форме распределения;
- распределения симметричны;
- отсутствуют «выбросы».

Если хотя бы одно из перечисленных условий не выполняется, то следует ограничиться модой и медианой. Альтернативой является «сквозное» ранжирование представителей сравниваемых групп и сравнение средних, вычисленных для рангов этих групп.

2. Квантили распределения.

Помимо мер центральной тенденции в психологии широко используются меры положения, которые называются квантилями распределения. **Квантиль** — это точка на числовой оси измеренного признака, которая делит всю совокупность упорядоченных измерений на две группы с известным соотношением их численности. С одним из квантилей мы уже знакомы — это медиана. Это значение признака, которое делит всю совокупность измерений на две группы с равной численностью. Кроме медианы часто используются процентили и квартили.

Процентили *(Percentiles)* — это 99 точек — значений признака *(P_1..., P_{99}),* которые делят упорядоченное (по возрастанию) множество наблюдений на 100 частей, равных по численности. Определение конкретного значения процентиля аналогично определению медианы. Например, при определении 10-го процентиля, P_{10}, сначала все значения признака упорядочиваются по возрастанию. Затем отсчитывается 10% испытуемых, имеющих наименьшую выраженность признака. P_{10} будет соответствовать тому значению признака, который отделяет эти 10% испытуемых от остальных 90%.

Квартили *(Quartiles)* — это 3 точки — значения признака *(P_{25}, P_{50}, P_{75}),* которые делят упорядоченное (по возрастанию) множество наблюдений на 4 равные по численности части. Первый квартиль соответствует 25-му процентилю, второй — 50-му процентилю или медиане, третий квартиль соответствует 75-му процентилю,

Процентили и квартили используются для определения частоты встречаемости тех или иных значений (или интервалов) измеренного признака или для выделения подгрупп и отдельных испытуемых, наиболее типичных или нетипичных для данного множества наблюдений.

3. Меры изменчивости (рассеивания, разброса).

Это статистические показатели, характеризующие различия между отдельными значениями выборки. Они позволяют судить о степени однородности полученного множества, о его компактности, а косвенно — и о надежности полученных данных и вытекающих из них результатов.

Наиболее используемые в психологических исследованиях ***показатели изменчивости***: размах, среднее отклонение, дисперсия, стандартное отклонение, полуквартильное отклонение.

Размах (Р) — это интервал между максимальным и минимальным значениями признака. Определяется легко и быстро, но чувствителен к случайностям, особенно при малом числе данных.

$$R = X_{max} - X_{min}.$$

Примеры: 0, 2, 3, 5, 8 (Р = 8-0 = 8);

-0.2, 1.0, 1.4, 2.0 (Р = 2,0-(-0,2) = 2,2);

0, 2, 3, 5, 67 (P = 67-0 = 67).

Среднее отклонение (МД) — это среднеарифметическое разницы (по абсолютной величине) между каждым значением в выборке и ее средним:

МД = ∑d/N,

где d = |X-M|; M — среднее выборки; X — конкретное значение; N — число значений.

Множество всех конкретных отклонений от среднего характеризует изменчивость данных, но если их не взять по абсолютной величине, то их сумма будет равна нулю. И вся информация пропадает. МД показывает степень скученности данных вокруг среднего. Кстати, иногда при определении этой характеристики выборки вместо среднего (М) берут иные меры центральной тенденции — моду или медиану.

Дисперсия (Д или D_x) ***(от лат.*** dispersus — рассыпанный). Другой путь измерения степени скученности данных — это избегание нулевой суммы конкретных разниц (d = X-M) не через их абсолютные величины, а через их возведение в квадрат, и тогда получают дисперсию:

$$Д = \Sigma d^2 / N \text{ — для больших выборок } (N \geq 30);$$

$$Д = \Sigma d^2 / (N-1) \text{ — для малых выборок } (N < 30).$$

Это мера изменчивости для метрических данных, пропорциональная сумме квадратов отклонений измеренных значений от их арифметического среднего.

Чем больше изменчивость в данных, тем больше отклонения значений от среднего, тем больше величина дисперсии. Величина дисперсии получается при усреднении всех квадратов отклонений:

$$\overline{D}_x = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - M_x)^2}{N}, \qquad D_x = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - M_x)^2}{N-1}.$$

Следует отличать *теоретическую* (генеральную) дисперсию — меру изменчивости бесконечного числа измерений (в генеральной совокупности, популяции в целом) и эмпирическую, или *выборочную,* дисперсию — для реально измеренного множества значений признака. Выборочное значение в статистике используется для оценки дисперсии в генеральной совокупности. Выше указана формула для генеральной (теоретической) дисперсии *(D_x),* которая, понятно, не вычисляется. Для вычислений используется формула выборочной (эмпирической) дисперсии *$(D_x)_y$* отличающаяся знаменателем.

Вычислим дисперсию признака X для выборки из 6 человек:

№	x_i	$(x_i - M_x)$	$(x_i - M_x)^2$
1	4	4-3	1
2	2	2-3	1
3	4	4-3	1
4	1	1-3	4
5	5	5-3	4
6	2	2-3	1
?	18	0	12

M_x = 18/6 = 3;

D_x = 12 / (6-1) = 2,4.

Стандартное отклонение (σ) (сигма, среднеквадратическое отклонение). Из-за возведения в квадрат отдельных отклонений d при вычислении дисперсии получается очень не наглядная величина, далекая от самих отклонений. Чтобы этого избежать и получить характеристику, сопоставимую со средним отклонением, проделывают обратную математическую операцию — из дисперсии извлекают квадратный корень. Его положительное значение и принимается за меру изменчивости, именуемую среднеквадратическим или стандартным отклонением:

$$\sigma = \sqrt{Д} = \sqrt{\Sigma d^2} / N^* \quad ^*(\text{или } N-1)$$ или

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - M_x)^2}{N-1}}.$$

На практике чаще используется именно стандартное отклонение, а не дисперсия. Это связано с тем, что сигма выражает изменчивость в исходных единицах измерения признака, а дисперсия — в квадратах исходных единиц.

МД, Д и σ применимы для интервальных и пропорциональных данных.

❖ **Свойства дисперсии:**

1. Если значения измеренного признака не отличаются друг от друга (равны между собой) — дисперсия равна нулю. Это соответствует отсутствию изменчивости в данных.

2. Прибавление одного и того же числа к каждому значению переменной не меняет дисперсию:

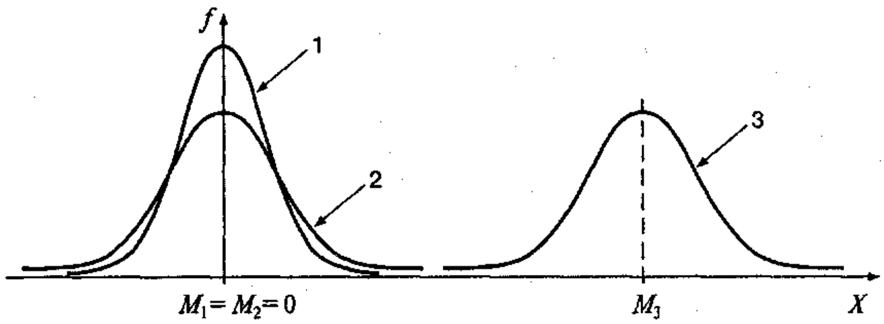


Рис. 4.1. Графики распределения частот: с разной дисперсией ($D_1 < D_2$), одинаковой дисперсией ($D_2 = D_3$) и разными средними арифметическими ($M_2 < M_3$)

Прибавление константы к каждому значению переменной сдвигает график распределения этой переменной на эту константу (меняется среднее), но изменчивость (дисперсия) при этом остается неизменной.

3. Умножение каждого значения переменной на константу ***с*** изменяет дисперсию в c^2 раз.

При объединении двух выборок с одинаковой дисперсией, но с разными средними значениями дисперсия увеличивается.

Если одна группа содержит значения: 1,1,1,1,1, а другая группа — значения 3,3, 3, 3, 3, то дисперсии этих групп одинаковы и равны 0. Если же объединить эти две группы, то дисперсия будет равна не 0, а 1.

Для порядковых данных обычно в качестве меры изменчивости берут **полуквартильное отклонение (Q),** именуемое еще ***полуквартилъным коэффициентом*** или ***полумеждуквартильным размахом.*** Вычисляется этот показатель следующим образом. Вся область распределения данных делится на четыре равные части. Если отсчитывать наблюдения начиная от минимальной величины на измерительной шкале (на графиках, полигонах, гистограммах отсчет обычно ведется слева направо), то первая четверть шкалы называется первым квартилем, а точка, отделяющая его от остальной части шкалы, обозначается символом Qj. Вторые 25% распределения — второй квартиль, а соответствующая точка на шкале — Q_2. Между третьей и четвертой четвертями распределения расположена точка Q_3. Полуквартильный коэффициент определяется как половина интервала между первым и третьим квартилями:

$$Q = (Q_3 - Q_1) / 2.$$

Понятно, что при симметричном распределении точка Q_2 совпадет с медианой (а следовательно, и со средним), и тогда можно вычислить коэффициент Q для характеристики разброса данных относительно середины распределения.

При несимметричном распределении этого недостаточно. И тогда дополнительно вычисляют еще два коэффициента Q — для правого и левого участков:

$$Q_{лев.} = (Q_2 – Q_1) / 2; Q_{прав.} = (Q_3 – Q_2) / 2.$$

Задание. Выявление центральных тенденций распределения. Оценка разброса данных.

Цель задания. Освоение расчета моды, медианы, среднего арифметического, дисперсии и стандартного отклонения системы упорядоченных событий.

Теоретическое обеспечение.

1) Система упорядоченных событий. Ранжирование.
2) Меры оценки центральной тенденции.
3) Оценка разброса данных. Дисперсия, стандартное отклонение.

Этапы обработки данных.

1) Занести данные в таблицу (две выборки).
2) Упорядочить данные (по убыванию) в каждой выборке.
3) Рассчитать моду, медиану и среднее.
4) Сделать сравнительный анализ, полученных результатов.
5) Посчитать дисперсию, стандартное отклонение.
6) Сделать интерпретацию результатов.

Задачи к лабораторной работе:

Вариант 1

При определении степени выраженности некоторого психического свойства в двух группах, опытной и контрольной, баллы распределились следующим образом:

Опытная группа – 18, 15, 16, 11, 14,15, 16,16, 20, 22, 17, 12, 11, 12, 18, 19, 20

Контрольная – 26, 8, 11, 12, 25, 22, 13, 14, 21, 20, 15, 16, 17, 16, 9, 11, 16

Дать сравнительную характеристику степени выраженности этого свойства в данных группах.

Вариант 2

При определении степени выраженности некоторого психического свойства в двух группах, опытной и контрольной, баллы распределились следующим образом:

Опытная группа – 19, 16, 17, 12, 15,16, 17,17, 21, 23, 18, 13, 12, 13, 19, 20, 21

Контрольная – 27, 9, 12, 13, 26, 23, 14, 15, 22, 21, 16, 16, 18, 17, 10, 12, 17

Дать сравнительную характеристику степени выраженности этого свойства в данных группах.

Вариант 3

При определении степени выраженности некоторого психического свойства в двух группах, опытной и контрольной, баллы распределились следующим образом:

Опытная группа – 16, 13, 14, 9, 10,13, 14,14, 18, 20, 15, 10, 9, 10, 16, 17, 18

Контрольная группа – 24, 6, 9, 10, 23, 20, 11, 12, 19, 18, 13, 14, 12, 14, 7, 9, 14

Дать сравнительную характеристику степени выраженности этого свойства в данных группах.

Вариант 4

При определении степени выраженности некоторого психического свойства в двух группах, опытной и контрольной, баллы распределились следующим образом:

Опытная группа – 15, 12, 13, 8, 11,12, 13,13, 17, 19, 14, 9, 8, 9, 15, 16, 17

Контрольная – 23, 5, 9, 9, 22, 19, 10, 11, 18, 17, 12, 13, 14, 13, 6, 8, 13

Дать сравнительную характеристику степени выраженности этого свойства в данных группах.

Задача 2.

а) Определите медиану (Ме) для следующих данных:

8,9,10,13,15

5,8,9,11

2,5,7,9,13,15,19

7,10,14,17,21,23

5,7,8,11,17,21,23,25,27,34

б) Определите моду (Mo) для следующих данных:

3,7,3,5,7,8,7,6

1,1,5,5,9,9

1,3,3,3,4,4,4,5,5,6

1,1,2,2,2,3,3,4,4,4

в) Вычислите размах (P) следующих данных:

0,3,5,8,11

-0.4, 2.0, 2.1, 2.5, 3.1

3,5,15,45,57

-2, -1, 3, 5, 24

г) Рассчитайте среднее отклонение (M_x), дисперсию (D_x) и стандартное отклонение (σ_x) для полученных данных.

№ исп.	O_1	O_2	O_3
1	18	19	14
2	13	16	17
3	18	20	16
4	13	15	13
5	15	16	14
6	14	17	12
7	16	15	15
M_x			
D_x			
σ_x			

Задача 3.

1. По результатам измерения общительности у юношей (1) и девушек (2) были построены сглаженные графики распределения частот (рис. 1).

2. Определите по графику: а) как различаются средние M_1 и M_2; б) как различаются дисперсии D_1 и D_2?

3. Вычислите дисперсии для двух групп:

Группа А	Группа В
3	6
2	5
2	5
1	4

Какой будет дисперсия 8 значений, полученных путем объединения групп? Объясните полученный результат.

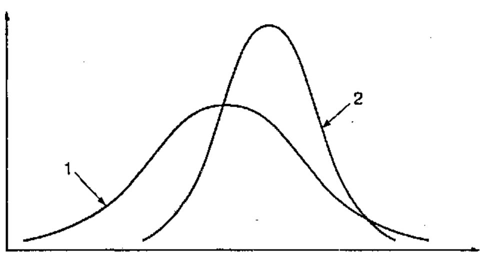


Рис. 1. Графики распределения относительных частот общительности юношей (1) и девушек (2)

Лабораторная работа 8. Нормальный закон распределения признака

При М = 0 и σ =1 получаем единичную нормальную кривую, так как площадь под ней равна 1. Благодаря этому свойству **площадь под кривой интерпретируется как вероятность, или относительная частота.** Действительно, вся площадь под кривой соответствует вероятности того, что признак примет любое значение из всего диапазона его изменчивости (от — ∞ до +∞). Площадь под единичной нормальной кривой слева или справа от нулевой точки равна 0,5. Это соответствует тому, что половина генеральной совокупности имеет значение признака больше 0, а половина — меньше 0. Относительная частота встречаемости в генеральной совокупности значений признака в диапазоне от Z_1 до Z_2 равна площади под кривой, лежащей между соответствующими точками. Отметим еще раз, что любое нормальное распределение может быть сведено к единичному нормальному распределению путем Z-преобразования.

Таким образом:

- ✓ если x_1 имеет нормальное распределение со средним М и стандартным отклонением σ, то $z=(x—M_x)/\sigma$ характеризуется единичным нормальным распределением со средним 0 и стандартным отклонением 1;
- ✓ площадь между $\boldsymbol{x_1}$ и $\boldsymbol{x_2}$ в нормальном распределении со средним М, и стандартным отклонением σ равна площади между $z_1 = (x_1 - M_x)/\sigma$ *и* $Z_2=(x_2 — M_x)/\sigma$ в единичном нормальном распределении.

Итак, наиболее важным общим свойством разных кривых нормального распределения является одинаковая доля площади под кривой между одними и теми же двумя значениями признака, выраженными в единицах стандартного отклонения.

Полезно помнить, что для любого нормального распределения существуют следующие соответствия между диапазонами значений и площадью под кривой:

М±σ соответствует примерно 68% (точно — 68,26%) площади;

М±2σ соответствует примерно 95% (точно — 95,44%) площади;

М±3σ соответствует примерно 100% (точно — 99,72%) площади.

Единичное нормальное распределение устанавливает четкую взаимосвязь стандартного отклонения и относительного количества случаев в генеральной совокупности для любого нормального распределения. Например, зная свойства единичного нормального распределения, мы можем ответить на следующие вопросы. Какая доля генеральной совокупности имеет выраженность свойства от —1σ до +1σ? Или какова вероятность того, что случайно выбранный представитель генеральной совокупности будет иметь выраженность свойства, на 3σ превышающую среднее значение? В первом случае ответом будет 68,26% всей генеральной совокупности, так как от -1 до +1 содержится 0,6826 площади единичного нормального распределения. Во втором случае ответ: (100-99,72)/2 = 0,14%.

Полезно знать, что если распределение является нормальным, то:

90% всех случаев располагается в диапазоне значений М±1,64σ;

95% всех случаев располагается в диапазоне значений М±1,96σ;

99% всех случаев располагается в диапазоне значений М±2,58σ.

Существует специальная таблица, позволяющая определять площадь под кривой справа от любого положительного $\boldsymbol{z}$ (таблица 1). Пользуясь ею, можно определить вероятность встречаемости значений признака из любого диапазона. Это широко используется при интерпретации данных тестирования.

Можно указать по крайней мере на три важных аспекта применения нормального распределения:

1. Разработка тестовых шкал.
2. Проверка нормальности выборочного распределения для принятия решения о том, в какой шкале измерен признак — в метрической или порядковой.

3. Статистическая проверка гипотез, в частности — при определении риска принятия неверного решения.

Таблица 1.

Стандартные нормальные вероятности

В таблице указаны значения площади под кривой единичного нормального распределения, находящиеся справа от *Z*. В крайнем левом столбце даны различные z-значения с точностью до одного десятичного знака. Значения вероятностей указаны для различных значений Z, включая второй знак после запятой (указан в верхнем ряду).

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4404	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064

1. Значение IQ по шкале Векслера (M = 100; σ = 15) некоторого тестируемого равно 125. Вопрос о *степени выраженности интеллекта* у данного индивидуума переформулируем следующим образом: *насколько часто или редко* встречаются значения 1Q ниже или выше 125? Решение. Перейдем от шкалы IQ к единицам стандартного отклонения (z-значениям): =(125-100)/15=1,66. По таблице 1 находим площадь под кривой справа от этого значения, она равна 0,0485. Это значит, что IQ 125 и выше встречается довольно редко — менее, чем в 5% случаев.

2. Какова вероятность того, что случайно выбранный человек будет иметь IQ по шкале Векслера в диапазоне от 100 до 120? Решение. В единицах стандартного отклонения z_1 = 0,0; z_2 = 1,333. Площадь справа z_1 - 0,5, справа от z_2 — примерно 0,0918 (определяется по таблице 1), следовательно, площадь между z_1 и z_2 равна 0,5-0,0918=0,4082. Таким образом, вероятность того, что случайно выбранный человек будет иметь 1Q в диапазоне от 100 до 120, равна примерно 0,41.

Задачи:

Вариант 1

При определении степени выраженности некоторого психического свойства в опытной группе были получены следующие результаты.

Опытная группа – 18, 15, 16, 11, 14,15, 16,16, 16, 22, 17, 12, 11, 12, 18, 19, 20

Построить кривую распределения признака и дать заключение об отклонении данного распределения от нормального.

Вариант 2

При определении степени выраженности некоторого психического свойства в контрольной группе были получены следующие результаты.

Контрольная – 14, 8, 13, 12, 25, 22, 13, 14, 21, 20, 14, 16, 17, 16, 9, 11, 16

Построить кривую распределения признака и дать заключение об отклонении данного распределения от нормального.

Вариант 3

При определении степени выраженности некоторого психического свойства в опытной группе были получены следующие результаты.

Опытная группа – 19, 16, 17, 12, 15,16, 17,17, 21, 23, 18, 13, 13, 13, 19, 20, 21

Построить кривую распределения признака и дать заключение об отклонении данного распределения от нормального.

Вариант 4

При определении степени выраженности некоторого психического свойства в контрольной группе были получены следующие результаты.

Контрольная – 27, 16, 15, 13, 23, 23, 14, 15, 22, 21, 16, 16, 18, 17, 10, 12, 17

Построить кривую распределения признака и дать заключение об отклонении данного распределения от нормального.

Вариант 5

При определении степени выраженности некоторого психического свойства в опытной группе были получены следующие результаты.

Опытная группа – 16, 13, 14, 9, 10,13, 14,14, 18, 20, 15, 10, 9, 10, 16, 17, 18

Построить кривую распределения признака и дать заключение об отклонении данного распределения от нормального.

Вариант 6

При определении степени выраженности некоторого психического свойства в контрольной группе были получены следующие результаты.

Контрольная группа – 24, 6, 9, 10, 23, 20, 11, 12, 19, 18, 13, 14, 12, 14, 7, 9, 14

Построить кривую распределения признака и дать заключение об отклонении данного распределения от нормального.

Вариант 7

При определении степени выраженности некоторого психического свойства в опытной группе были получены следующие результаты.

Опытная группа – 15, 12, 13, 8, 11,12, 13,13, 17, 19, 14, 9, 8, 9, 15, 16, 17

Построить кривую распределения признака и дать заключение об отклонении данного распределения от нормального.

Вариант 8

При определении степени выраженности некоторого психического свойства в контрольной группе были получены следующие результаты.

Контрольная – 23, 5, 9, 9, 22, 19, 10, 11, 18, 17, 13, 13, 14, 13, 6, 8, 13

Построить кривую распределения признака и дать заключение об отклонении данного распределения от нормального.

Вариант 9

По методике Цунга была исследована группа студентов факультета психологии.

Измерялся уровень депрессивного состояния. Построить кривую распределения уровня депрессивного состояния у студентов-психологов. Отличается ли распределение признака от нормального?

Результаты тестирования: 53 51 49 47 46 45 44 44 42 42 42 41 41 41 41 40 40 40 39 39 39 38 38 37 36 36

Вариант 10

По методике Цунга была исследована группа студентов факультета психологии.

Измерялся уровень депрессивного состояния. Построить кривую распределения уровня депрессивного состояния у студентов-психологов. Отличается ли распределение признака от нормального?

Результаты тестирования: 39 39 37 37 36 36 36 35 35 35 35 35 34 34 34 33 32 31 30 30 30 29 29 28 25

Вариант 11

По методике Цунга была исследована группа студентов не психологического факультета.

Измерялся уровень депрессивного состояния. Построить кривую распределения уровня депрессивного состояния у студентов-психологов. Отличается ли распределение признака от нормального?

Результаты тестирования: 52 51 48 48 47 46 46 46 46 45 45 44 41 40 39 38 38 38 37 37 37 37 37 36 36 36 36 35 35 35 35

Вариант 12

По методике Цунга была исследована группа студентов не психологического факультета.

Измерялся уровень депрессивного состояния. Построить кривую распределения уровня депрессивного состояния у студентов-психологов. Отличается ли распределение признака от нормального?

Результаты тестирования: 40 39 38 38 38 37 37 37 37 37 36 36 36 36 35 35 35 35 34 34 34 34 33 33 33 31 31 30 29 28 27 26 26 25 25

Вариант 13

Следующие данные представляют собой оценки взрослых людей в тесте на определение коэффициента интеллектуальности Стенфорда-Бине: 141 92 100 132 97 110 106 107 105 83 127 95 109 108 104 104 87 133 118 124 111 135 110 110 127 114 105 102 92 94 101 115 124 98 118

Отличается ли распределение признака от нормального?

Вариант 14

Следующие данные представляют собой оценки взрослых людей в тесте на определение коэффициента интеллектуальности Стенфорда-Бине: 138 97 101 116 112 113 95 102 131 121 130 91 92 101 146 121 108 129 113 114 106 105 102 86 107 148 96 123 107 129 108 105 123 105 139 106 89 134 103

Отличается ли распределение признака от нормального?

Лабораторная работа 9. Нормирование данных

Стандартизацией называется процесс унификации, регламентации, приведения к единым нормативам процедуры эксперимента и измеренных психологических показателей. Стандартизация служит прежде всего для создания условий и возможности сопоставления экспериментальных данных, полученных при помощи методик различной размерности. В результате обработки тестовых показателей получают сырые баллы, которые переводятся в стандартные оценки, построенные в соответствии с законом нормального распределения.

Различают две формы стандартизации. Во-первых, под стандартизацией понимаются обработка данных, регламентация процедуры проведения эксперимента, периодичности обследования испытуемых, унификация инструкции, способов регистрации результатов, стандартность условий проведения исследования, характеристик контингента обследуемых и т.д.

Во-вторых, стандартизация может выполнять функцию преобразования нормальной (или искусственно нормализованной) шкалы оценок в новую шкалу, основанную на определении места сырой оценки испытуемого в распределении показателей психологической методики в репрезентативной выборке.

Наиболее распространенными преобразованиями в психометрии первичных оценок являются центрирование и нормирование посредством среднеквадратических отклонений. *Центрирование* — это линейная трансформация величин измеренного признака, при которой средняя величина распределения становится равной нулю. Процедура *нормирования* заключается в переходе к другому масштабу (единицам) измерения (S_c), который базируется на принципе нормальности распределения эмпирических показателей при переходе к стандартным величинам и осуществляется по формуле:

$S_c = [(x_i-M_x)/ \sigma_x]*A + M;$

где, x_i — величина показателя теста;

M_x— среднее арифметическое показателей

σ_x - среднеквадратичное отклонение показателей;

A — заданное среднеквадратичное отклонение (σ);

M — заданное среднее значение.

В качестве функции S_c обычно используют Z-показатель (стандартный показатель), сама процедура стандартизации получает название *z-преобразование данных* – это перевод измерений в стандартную ***Z-шкалу (Z-scores)*** со средним $M_г = 0$ и D_z (или σ_z) = 1. Сначала для переменной, измеренной на выборке, вычисляют среднее M_x и стандартное отклонение σ_x**.** Затем все значения переменной x_i пересчитываются по формуле:

$z_i=(x_i - M_x)/\sigma_x$

В результате преобразованные значения (z-значения) непосредственно выражаются в единицах стандартного отклонения от среднего. Если для одной выборки несколько признаков переведены в z-значения, появляется возможность сравнения уровня выраженности разных признаков у того или иного испытуемого. Для того чтобы избавиться от неизбежных отрицательных и дробных значений, можно перейти к любой другой известной шкале: IQ (среднее 100, сигма 15); Т-оценок (среднее 50, сигма 10); 10-балльной — стенов (среднее 5,5, сигма 2) и др. Перевод в новую шкалу осуществляется путем умножения каждого z-значения на заданную сигму и прибавления среднего:

$S_i=\sigma_x z_i + M_s$.

На практике психологи наиболее часто используют в качестве стандартных оценок: *в шкале наименований* накопленные проценты; *в ординальной шкале* — процентили (перцентили) и *в интервальной шкале* — типичные стандартные Z-оценки (M=0, A=1); стандартные IQ-баллы (M=100, A=15); Т-показатели (M=50, A=10) и стеновую шкалу (M=5.5, A=2).

Основная проблема стандартизации теста заключается в разработке такой шкалы, в которой распределение тестовых показателей на выборке стандартизации соответствовало бы нормальному распределению.

Исходные тестовые оценки — это количество ответов на те или иные вопросы теста, время или количество решенных задач и т. д. Они еще называются первичными, или «сырыми» оценками. Итогом стандартизации являются **тестовые нормы** — таблица пересчета «сырых» оценок в стандартные тестовые шкалы.

Существует множество стандартных тестовых шкал, основное назначение которых — представление индивидуальных результатов тестирования в удобном для интерпретации виде. Некоторые из этих шкал представлены на рис. 5.5. Общим для них является соответствие нормальному распределению, а различаются они только двумя показателями: средним значением и масштабом (стандартным отклонением — σ), определяющим дробность шкалы.

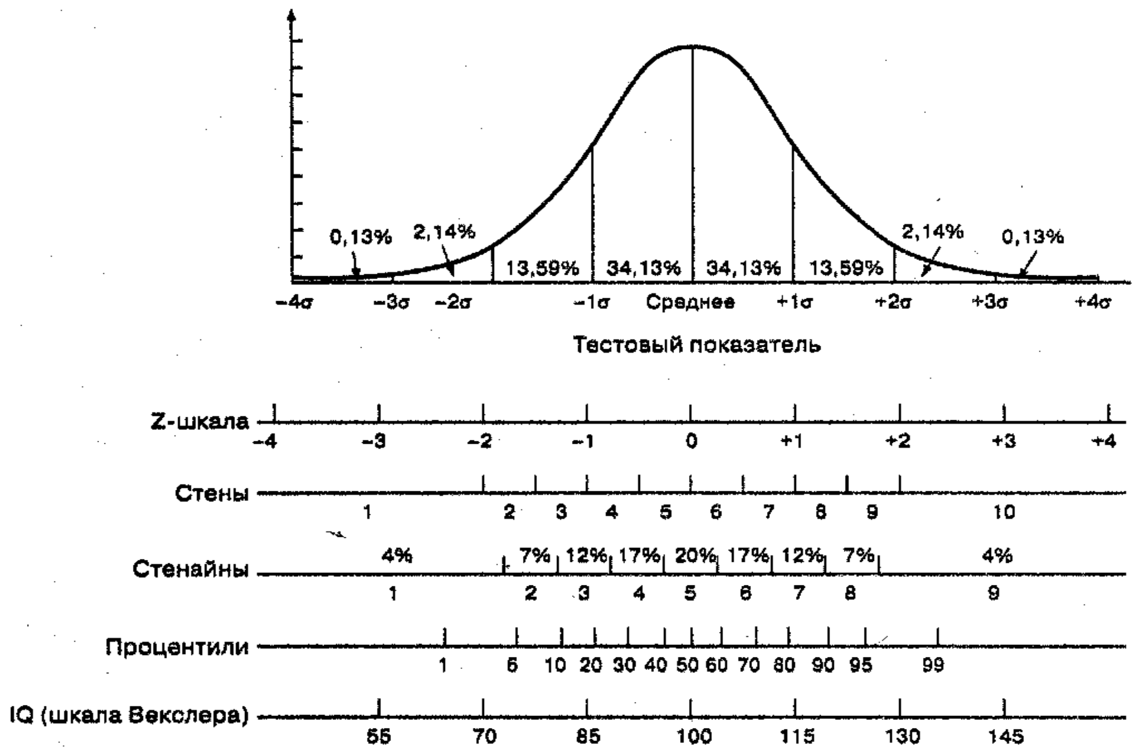


Рис. 5.5. Нормальная кривая и тестовые шкалы

Общая последовательность стандартизации состоит в следующем:

1) определяется генеральная совокупность, для которой разрабатывается методика и формируется репрезентативная выборка стандартизации;

2) по результатам применения первичного варианта теста строится распределение «сырых» оценок;

3) проверяют соответствие полученного распределения нормальному закону;

4) если распределение «сырых» оценок соответствует нормальному, производится *линейная стандартизация;*

5) если распределение «сырых» оценок не соответствует нормальному, то возможны два варианта:

• перед линейной стандартизацией производят эмпирическую нормализацию;

• проводят нелинейную нормализацию.

Проверка распределения «сырых» оценок на соответствие нормальному закону производится при помощи специальных критериев.

Линейная стандартизация заключается в том, что определяются границы интервалов «сырых» оценок, соответствующие стандартным тестовым показателям. Эти границы вычисляются путем прибавления к среднему «сырых» оценок (или вычитания из него) долей стандартных отклонений, соответствующих тестовой шкале. Пример, приведенный ниже, демонстрирует процедуру линейной стандартизации.

Предположим, получено распределение «сырых» оценок, соответствующее нормальному, со средним M_x = 22 и стандартным отклонением σ_x = 6. В качестве стандартной тестовой шкалы выбрана 10-балльная шкала стенов, предложенная Р. Кеттелом (среднее 5,5, сигма 2). Результатом линейной стандартизации должна являться таблица пересчета из шкалы «сырых» оценок в шкалу стенов. Для этого каждому стандартному значению ставится в соответствие интервал «сырых» оценок. Границы интервалов определяются следующим образом. Среднее «сырых» оценок должно делить шкалу стенов ровно пополам (1-5 — ниже среднего, 6-10 — выше среднего). Следовательно, среднее «сырых» оценок $M_x=22$ — это граница стенов 5 и 6. Следующая граница справа — отделяющая стены 6 и 7 — отстоит от среднего на $\sigma_x/2$. Этой границе должна соответствовать граница «сырых» оценок $M_x + \sigma_x/2 = 22 + 3 = 25$. Так же определяются границы всех оставшихся интервалов, а границы крайних интервалов остаются открытыми. Результатом являются тестовые нормы — таблица пересчета «сырых» баллов в стандартные тестовые оценки. Обратите внимание, что левая граница каждого диапазона «сырых» оценок исключает границу интервалов, а правая — включает ее. Можно было бы сделать и наоборот, но главное, чтобы границы соседних диапазонов не совпадали, во избежание недоразумений при попадании индивидуального значения на границу интервалов.

Тестовые нормы — таблица пересчета «сырых» баллов в стены

Стены	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
«Сырые» баллы	<11	11–13	14–16	17–19	20–22	23–25	26–28	29–31	32–34	>34

Пользуясь этой таблицей тестовых норм индивидуальный результат («сырой» балл) переводят в шкалу стенов, что позволяет интерпретировать выраженность измеряемого свойства.

В общем случае границы интервалов определяются по формуле z-преобразования:

$$z = \frac{x_i - M_x}{\sigma_x} = \frac{st_i - M_{st}}{\sigma_{st}} \rightarrow x_i = M_x + \frac{\sigma_x}{\sigma_{st}}(st_i - M_{st}),$$

где x_i — искомая граница интервала «сырых» оценок, st_i — граница интервала в стандартной тестовой шкале, M_i, σ_x, M_{st}, σ_{st} — средние и стандартные отклонения «сырых» оценок *(x)* и стандартной шкалы *(st)*.

Эмпирическая нормализация применяется, когда распределение «сырых» баллов отличается от нормального. Она заключается в изменении содержания тестовых заданий. Например, если «сырая» оценка — это количество задач, решенных испытуемыми за отведенное время, и получено распределение с правосторонней асимметрией, то это значит, что слишком большая доля испытуемых решает больше половины заданий. В этом случае необходимо либо добавить более трудные задания, либо сократить время решения.

Нелинейная нормализация применяется, если эмпирическая нормализация невозможна или нежелательна, например, с точки зрения затрат времени и ресурсов. В этом случае перевод «сырых» оценок в стандартные производится через нахождение процентильных границ групп в исходном распределении, соответствующих процентильным границам групп в нормальном распределении стандартной шкалы. Каждому интервалу стандартной шкалы ставится в соответствие такой интервал шкалы «сырых» оценок, который содержит ту же процентную долю выборки стандартизации. Величины долей определяются по площади под единичной нормальной кривой, заключенной между соответствующими данному интервалу стандартной шкалы z-оценками.

Например, для того чтобы определить, какой «сырой» балл должен соответствовать нижней границе стена 10, необходимо сначала выяснить, какому *Z*-значению соответствует эта граница ($z= 2$). Затем по таблице нормального распределения (см. табл. Стандартные нормальные вероятности) надо определить, какая доля площади под нормальной кривой находится правее этого значения (0,023). После этого определяется, какое значение отсекает 2,3% наибольших значений «сырых» баллов выборки стандартизации. Найденное значение и будет соответствовать границе 9 и 10 стена.

Рассмотрим пример нелинейной нормализации. Допустим, разрабатываемый тест предполагает решение 20 заданий. Объем выборки стандартизации N = 200 человек. Сначала строится таблица распределения частот «сырых» оценок:

Оценка	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Частота	2	6	4	6	4	8	6	10	10	12	12	16	24	20	14	14	10	14	8

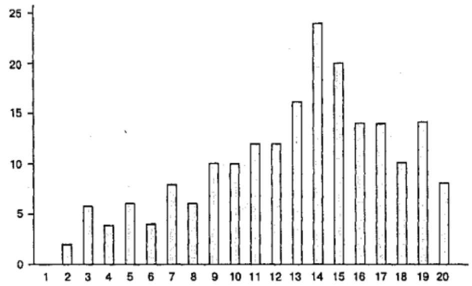


Рис. 5.6. Распределение «сырых» оценок (по данным табл. 5.2)

Исходное распределение заметно отличается от нормального — оно имеет правостороннюю асимметрию (см. рис.). В качестве стандартной выберем шкалу стенайнов, для каждой градации которой известны процентные доли. Исходя из этих процентных долей и таблицы распределения «сырых» оценок строится таблица тестовых норм. Сначала отбираются 4% испытуемых, решивших наименьшее количество заданий. У нас 8 испытуемых (4%) решили менее 4 заданий. Это число заданий будет соответствовать 1-му стенайну. Второму стенайну будет соответствовать результат следующих 7% (14) испытуемых: от 4 до 6 заданий, и т. д. Итог нелинейной стандартизации — таблица перевода «сырых» оценок в шкальные, стенайны:

Стенайны	1	2	3	4	5	6	7	4	9
%	4	7	12	17	20	17	12	7	4
«Сырые» оценки	<4	4-6	7-9	10-12	13-14	15-16	17-18	19	20

Задача 1. Некоторое свойство измеряется при помощи тестовой шкалы СЕЕВ (M=500, σ = 100). Какая приблизительно доля генеральной совокупности имеет балл от 600 до 700?

Задача 2. В генеральной совокупности значения IQ в шкале Векслера распределены приблизительно нормально со средним 100 и стандартным отклонением 15. С помощью таблиц определите следующие вероятности:

а) вероятность того, что случайно выбранный человек будет иметь IQ между 79 и 121;

б) вероятность того, что случайно выбранный человек будет иметь IQ выше 127; ниже 73.

3. Определите при помощи квантильного графика, соответствует ли нормальному виду распределение переменной со следующими значениями процентилей:

Процентили	P_{10}	P_{30}	P_{50}	P_{70}	P_{90}
x_i	6	8	10	11	12

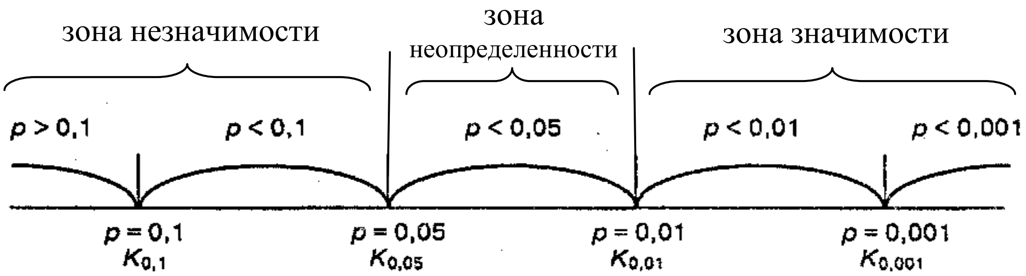
В области каких значений шкала, в которой измерен признак, обладает большей дифференцирующей способностью (чувствительностью), а в какой — меньшей?

Задача 3. Предположим, получено распределение «сырых» оценок, соотвествующее нормальному, со средним M_x = 24 и стандартным отклонением σ_x = 8. Составьте таблицу пересчета «сырых» баллов в стены.

Лабораторные работы 10-12. Методы статистической проверки гипотез о различии данных экспериментальных групп

Применение «**Таблицы критических значений критерия**» позволяет определить значение уровень значимости различий (*p*-уровень) для данного числа степеней свободы. Таблица критических значений содержит значения теоретического распределения, соответствующие наиболее важным — критическим значениям *p*-уровня (0,05 - пятипроцентный; 0,01 - однопроцентный и т. д.) для различных чисел степеней свободы, *P*-уровень значимости по вычисленному эмпирическому значению критерия при помощи таких таблиц определяется следующим образом. Для данного числа степеней свободы по таблице определяются ближайшие критические значения и *p*-уровни, им соответствующие. Далее значение *p*-уровня определяется в виде неравенства по правилу, которое демонстрируется на рис. (значимость возрастает слева направо, в соответствии с убыванием *p*-уровня, т.к. уровень значимости – это вероятность ошибки первого рода, то чем он меньше, тем лучше и тем значимее различия мы получили).

Ось значимости (**зарисовываем на доске**):



- если эмпирическое значение критерия *($K_э$)* находится между двумя критическими значениями, то *p*-уровень *меньше* того критического *p,* которое находится левее;

- если $K_э$ находится левее крайнего левого критического значения (обычно это соответствует критическому $p = 0{,}1$, реже — $p = 0{,}05$), то *p*-уровень *больше,* чем крайнее правое критическое значение *p*;

- если $K_э$ находится правее крайнего правого критического значения, то *p*-уровень *меньше* крайнего правого критического *p*.

Для разных критериев возможны разные соотношения между р-уровнем и величиной критических его значений.

Например, если эмпирическое значение критерия ($K_э$) находится между $K_{0,05}$ и $K_{0,01}$, то $p < 0{,}05$. Если $K_э$ находится левее $K_{0,1}$, то $p > 0{,}1$. Если $K_э$ находится правее $K_{0,001}$, то $p < 0{,}001$.

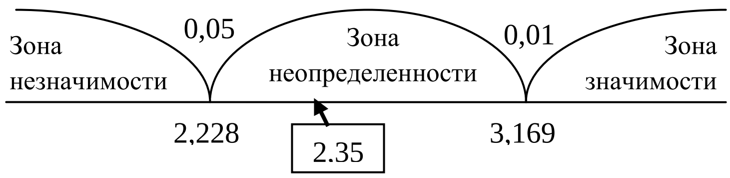
Далее раздаем студентам примеры таблиц критических значений для Стьюдента и Фишера. На примере этих таблиц показываем, как определить уровень значимости.

Например: Вы рассчитали по формулам, предложенным для критерия Стьюдента, эмпирические значение и число степеней свободы. Получили, что $t_э = 2{,}35$ (эмпирическое значение критерия), df = 10 (число степеней свободы). О чем говорят эти цифры? Алгоритм ответа следующий:

1) Берем таблицу критических значений для этого критерия (**Вы их раздали студентам, предлагаете в них посмотреть**). Видим, что в ней представлены критические значения критерия для четырех вариантов уровней значимости (это заголовки столбцов). Степени свободы находятся в строках.

2) Находим строку с числом степеней свободы для нашего примера - 10. Смотрим, чему равны критические значения критерия для данного случая. Определяем, между какими значениями попало наше эмпирическое.

df	**P**			
	0,10	**0,05**	**0,01**	**0,001**
10	1,812	2,228	3,169	4,587



3) Вывод: гипотеза о различиях подтвердилась на уровне значимости p<0,05.

Критические значения
t-критерия Стьюдента при различных уровнях значимости

df	P				df	P				df	P			
	0,10	**0,05**	**0,01**	**0,001**		**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	**31**	1,696	2,040	2,744	3,633	**61**	1,670	2,000	2,659	3,457
2	2,920	4,303	9,925	31,602	**32**	1,694	2,037	2,738	3,622	**62**	1,670	1,999	2,657	3,454
3	2,353	3,182	5,841	12,923	**33**	1,692	2,035	2,733	3,611	**63**	1,669	1,998	2,656	3,452
4	2,132	2,776	4,604	8,610	**34**	1,691	2,032	2,728	3,601	**64**	1,669	1,998	2,655	3,449
5	2,015	2,571	4,032	6,869	**35**	1,690	2,030	2,724	3,591	**65**	1,669	1,997	2,654	3,447
6	1,943	2,447	3,707	5,959	**36**	1,688	2,028	2,719	3,582	**66**	1,668	1,997	2,652	3,444
7	1,895	2,365	3,499	5,408	**37**	1,687	2,026	2,715	3,574	**67**	1,668	1,996	2,651	3,442
8	1,860	2,306	3,355	5,041	**38**	1,686	2,024	2,712	3,566	**68**	1,668	1,995	2,650	3,439
9	1,833	2,262	3,250	4,781	**39**	1,685	2,023	2,708	3,558	**69**	1,667	1,995	2,649	3,437
10	1,812	2,228	3,169	4,587	**40**	1,684	2,021	2,704	3,551	**70**	1,667	1,994	2,648	3,435
11	1,796	2,201	3,106	4,437	**41**	1,683	2,020	2,701	3,544	**71**	1,667	1,994	2,647	3,433
12	1,782	2,179	3,055	4,318	**42**	1,682	2,018	2,698	3,538	**72**	1,666	1,993	2,646	3,431
13	1,771	2,160	3,012	4,221	**43**	1,681	2,017	2,695	3,532	**73**	1,666	1,993	2,645	3,429
14	1,761	2,145	2,977	4,140	**44**	1,680	2,015	2,692	3,526	**74**	1,666	1,993	2,644	3,427
15	1,753	2,131	2,947	4,073	**45**	1,679	2,014	2,690	3,520	**75**	1,665	1,992	2,643	3,425
16	1,746	2,120	2,921	4,015	**46**	1,679	2,013	2,687	3,515	**76**	1,665	1,992	2,642	3,423
17	1,740	2,110	2,898	3,965	**47**	1,678	2,012	2,685	3,510	**78**	1,665	1,991	2,640	3,420
18	1,734	2,101	2,878	3,922	**48**	1,677	2,011	2,682	3,505	**79**	1,664	1,990	2,639	3,418
19	1,729	2,093	2,861	3,883	**49**	1,677	2,010	2,680	3,500	**80**	1,664	1,990	2,639	3,416
20	1,725	2,086	2,845	3,850	**50**	1,676	2,009	2,678	3,496	**90**	1,662	1,987	2,632	3,402
21	1,721	2,080	2,831	3,819	**51**	1,675	2,008	2,676	3,492	**100**	1,660	1,984	2,626	3,390
22	1,717	2,074	2,819	3,792	**52**	1,675	2,007	2,674	3,488	**110**	1,659	1,982	2,621	3,381
23	1,714	2,069	2,807	3,768	**53**	1,674	2,006	2,672	3,484	**120**	1,658	1,980	2,617	3,373
24	1,711	2,064	2,797	3,745	**54**	1,674	2,005	2,670	3,480	**130**	1,657	1,978	2,614	3,367
25	1,708	2,060	2,787	3,725	**55**	1,673	2,004	2,668	3,476	**140**	1,656	1,977	2,611	3,361
26	1,706	2,056	2,779	3,707	**56**	1,673	2,003	2,667	3,473	**150**	1,655	1,976	2,609	3,357
27	1,703	2,052	2,771	3,690	**57**	1,672	2,002	2,665	3,470	**200**	1,653	1,972	2,601	3,340
28	1,701	2,049	2,763	3,674	**58**	1,672	2,002	2,663	3,466	**250**	1,651	1,969	2,596	3,330
29	1,699	2,045	2,756	3,659	**59**	1,671	2,001	2,662	3,463	**300**	1,650	1,968	2,592	3,323
30	1,697	2,042	2,750	3,646	**60**	1,671	2,000	2,660	3,460	**350**	1,649	1,967	2,590	3,319

Критические значения критерия F-Фишера

P=0,05

		Степени свободы для числителя											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**10**	**12**	**24**	**?**
Степени свободы для знаменателя	**3**	10,128	9,552	9,277	9,117	9,013	8,941	8,887	8,845	8,785	8,745	8,638	8,527
	5	6,608	5,786	5,409	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,735	4,678	4,527	4,366
	7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,637	3,575	3,410	3,231
	10	4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,135	3,072	2,978	2,913	2,737	2,539
	11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948	2,854	2,788	2,609	2,406
	12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849	2,753	2,687	2,505	2,297
	13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767	2,671	2,604	2,420	2,208
	14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699	2,602	2,534	2,349	2,132
	15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,790	2,707	2,641	2,544	2,475	2,288	2,067
	16	4,494	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591	2,494	2,425	2,235	2,011
	18	4,414	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,577	2,510	2,412	2,342	2,150	1,918
	20	4,351	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447	2,348	2,278	2,082	1,844
	30	4,171	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266	2,165	2,092	1,887	1,624
	40	4,085	3,232	2,839	2,606	2,449	2,336	2,249	2,180	2,077	2,003	1,793	1,511
	50	4,034	3,183	2,790	2,557	2,400	2,286	2,199	2,130	2,026	1,952	1,737	1,440
	70	3,978	3,128	2,736	2,503	2,346	2,231	2,143	2,074	1,969	1,893	1,674	1,355

	100	3,936	3,087	2,696	2,463	2,305	2,191	2,103	2,032	1,927	1,850	1,627	1,286
	200	3,888	3,041	2,650	2,417	2,259	2,144	2,056	1,985	1,878	1,801	1,572	1,192
	∞	3,843	2,998	2,607	2,374	2,216	2,100	2,011	1,940	1,833	1,754	1,519	

P> = 0,01

		Степени свободы для числителя											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**10**	**12**	**24**	**?**
Степени свободы для знаменателя	**3**	34,116	30,816	29,457	28,710	28,237	27,911	27,671	27,489	27,228	27,052	26,597	26,126
	5	16,258	13,274	12,060	11,392	10,967	10,672	10,456	10,289	10,051	9,888	9,466	9,022
	7	12,246	9,547	8,451	7,847	7,460	7,191	6,993	6,840	6,620	6,469	6,074	5,651
	10	10,044	7,559	6,552	5,994	5,636	5,386	5,200	5,057	4,849	4,706	4,327	3,910
	11	9,646	7,206	6,217	5,668	5,316	5,069	4,886	4,744	4,539	4,397	4,021	3,604
	12	9,330	6,927	5,953	5,412	5,064	4,821	4,640	4,499	4,296	4,155	3,780	3,362
	13	9,074	6,701	5,739	5,205	4,862	4,620	4,441	4,302	4,100	3,960	3,587	3,166
	14	8,862	6,515	5,564	5,035	4,695	4,456	4,278	4,140	3,939	3,800	3,427	3,005
	15	8,683	6,359	5,417	4,893	4,556	4,318	4,142	4,004	3,805	3,666	3,294	2,870
	16	8,531	6,226	5,292	4,773	4,437	4,202	4,026	3,890	3,691	3,553	3,181	2,754
	18	8,285	6,013	5,092	4,579	4,248	4,015	3,841	3,705	3,508	3,371	2,999	2,567
	20	8,096	5,849	4,938	4,431	4,103	3,871	3,699	3,564	3,368	3,231	2,859	2,422
	30	7,562	5,390	4,510	4,018	3,699	3,473	3,305	3,173	2,979	2,843	2,469	2,008
	40	7,314	5,178	4,313	3,828	3,514	3,291	3,124	2,993	2,801	2,665	2,288	1,806
	50	7,171	5,057	4,199	3,720	3,408	3,186	3,020	2,890	2,698	2,563	2,183	1,685
	70	7,011	4,922	4,074	3,600	3,291	3,071	2,906	2,777	2,585	2,450	2,067	1,542
	100	6,895	4,824	3,984	3,513	3,206	2,988	2,823	2,694	2,503	2,368	1,983	1,429
	200	6,763	4,713	3,881	3,414	3,110	2,893	2,730	2,601	2,411	2,275	1,886	1,281
	∞	6,637	4,607	3,784	3,321	3,019	2,804	2,641	2,513	2,323	2,187	1,793	

Рекомендации к выбору критерия различий:

* Прежде всего, следует определить, является ли выборка связной (зависимой) или несвязной (независимой).

* Следует определить однородность — неоднородность выборки.

* Затем следует оценить объем выборки и, зная ограничения каждого критерия по объему, выбрать соответствующий критерий.

* При этом целесообразнее всего начинать работу с выбора наименее трудоемкого критерия.

* Если используемый критерий не выявил различия — следует применить более мощный, но одновременно и более трудоемкий критерий.

* Если в распоряжении психолога имеется несколько критериев, то следует выбирать те из них, которые наиболее полно используют информацию, содержащуюся в экспериментальных данных.

* При малом объеме выборки следует увеличивать величину уровня значимости (не менее 1%), так как небольшая выборка и низкий уровень значимости приводят к увеличению вероятности принятия ошибочных решений.

МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗ О РАЗЛИЧИИ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ГРУПП

Наиболее многочисленная группа методов относится к случаю, когда одна из переменных является количественной, а другая — качественной. Это широкий класс исследовательских ситуаций, когда задача сводится к сравнению групп (градаций номинативной переменной) по уровню выраженности признака (количественной переменной). Для решения такой задачи применяются *методы сравнения,* которые можно классифицировать по трем основаниям: а) *количество сравниваемых групп* (градаций номинативной переменной) — две или более двух; б) *соотношение сравниваемых групп:* зависимые выборки или независимые выборки; в) *шкала, в которой измерен количественный* *признак:* метрическая, ранговая. Таким образом, можно выделить 8 основных методов сравнения (табл. 1, где X – качественный, У – количественный).

Таблица 1

Количество выборок (градаций X)		Две выборки		Больше двух выборок	
Зависимость выборок		Независимые	Зависимые	Независимые	Зависимые
Признак Y	метрический	Параметрические методы сравнения			
		t-Стьюдента для независимых выборок, F-критерий Фишера	t-Стьюдента для зависимых выборок	ANOVA	ANOVA, с повторными измерениями
	ранговый	Непараметрические методы сравнения			
		U-Манна-Уитни, G критерий серий	Т-Вилкоксона, критерий знаков	Н-Краскала-Уоллеса	χ^2-Фридмана

Мы уже отмечали на прошлом занятии, что эти методы сравнения называют критериями различий, т.к. они позволяют выявить значимость различий между двумя и более сравниваемыми выборками по выраженности какой-либо переменной (например, сравнить мужчин и женщин по выраженности у них тревожности). Все критерии делятся на две большие группы: параметрические и непараметрические. Остановимся на них подробнее.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ РАЗЛИЧИЙ.

Критерии носят название «параметрические», потому что в формулу их расчета включаются такие параметры выборки, как среднее, дисперсия и др. Как правило, в психологических исследованиях чаще всего применяются два параметрических критерия — это **t-критерий Стьюдента**, который оценивает различия средних для двух выборок и **F-критерий Фишера**, оценивающий различия между двумя дисперсиями. В отношении данных критериев **существует два требования:** 1) они применяются только для данных, измеренных в шкале интервалов (и отношений); 2) эмпирические данные должны быть распределены по нормальному закону.

Сравнение двух выборок по признаку, измеренному в метрической шкале, обычно предполагает *сравнение средних значений с использованием параметрического критерия t-Стьюдента.* Следует различать три ситуации по соотношению выборок между собой: случай *независимых* и *зависимых* выборок (измерений признака) и дополнительно — случай сравнения одного среднего значения с заданной величиной (критерий f-Стьюдента *для одной выборки).*

1) t-критерий Стьюдента

Критерий t Стьюдента направлен на оценку различий величин средних *X* и *У* двух выборок *X и У,* которые распределены по нормальному закону. Одним из главных достоинств критерия является широта его применения. Он может быть использован для сопоставления средних у связных и несвязных выборок, причем выборки могут быть не равны по величине.

Критерий t-Стьюдента для одной выборки

Метод позволяет проверить гипотезу о том, что среднее значение изучаемого признака M_x отличается от некоторого известного значения *A*. Проверяемая статистическая гипотеза: H_0: $M = A$. При ее отклонении принимается альтернативная гипотеза о том, что M_x меньше (больше) *A*.

Исходное предположение: распределение признака в выборке приблизительно соответствует нормальному виду.

Структура исходных данных: значения изучаемого признака определены для каждого члена выборки, которая репрезентативна изучаемой генеральной совокупности.

Альтернатива методу: нет.

Формула для эмпирического значения критерия t-Стьюдента **(1)**:

$$t_э = \frac{|M - A|}{\sigma / \sqrt{N}},\ df = N - 1.$$

ПРИМЕР РАСЧЕТА

Предположим, исследовалось влияние условий воспитания в детском доме на интеллектуальное развитие детей. При использовании стандартного теста интеллекта для случайной выборки воспитанников детдома, состоящей из 36 детей, были получены следующие результаты: $M_x = 106$; $\sigma = 15$; $N = 36$. Исследователя интересовало, превышает ли интеллект воспитанников детдома нормативный показатель $A = 100$. Для принятия статистического решения был определен уровень $\alpha = 0{,}05$.

Ш а г 1. Вычисляем по формуле (1) эмпирическое значение критерия и число степеней свободы: $t_э = 2{,}4$; $df = 35$.

Ш а г 2. Определяем по таблице критических значений критерия f-Стьюдента *p*-уровень значимости. Для $df = 35$ эмпирическое значение находится между критическими для $p = 0{,}05$ и $p = 0{,}01$. Следовательно, $p < 0{,}05$.

Ш а г 3. Принимаем статистическое решение и формулируем вывод. Статистическая гипотеза о равенстве среднего значения заданной величине отклоняется. Интеллект воспитанников детдома (M= 106; $\sigma = 15$; $N = 36$) статистически достоверно превышает нормативный показатель интеллекта $A = 100$ (на уровне значимости $p < 0{,}05$).

2) t-критерий Стьюдента для независимых выборок

Метод позволяет проверить гипотезу о том, что средние значения двух генеральных совокупностей, из которых извлечены сравниваемые *независимые* выборки, отличаются друг от друга. Допущение независимости предполагает, что представители двух выборок *не составляют пары коррелирующих значений признака.* Это предположение нарушилось бы, если, например, 1-я выборка состояла из мужей, а 2-я — из их жен, и два ряда значений измеренного признака могли бы коррелировать.

Проверяемая статистическая гипотеза H_0: $M_1 = M_2$ (средние значения в выборках 1 и 2 равны). При ее отклонении принимается альтернативная гипотеза о том, что M_1 больше (меньше) M_2.

Исходные предположения для статистической проверки:

□ одна выборка извлекается из одной генеральной совокупности, а другая выборка, *независимая* от первой, извлекается из другой генеральной совокупности;

□ распределение изучаемого признака и в той, и в другой выборке приблизительно соответствует нормальному;

□ дисперсии признака в двух выборках примерно одинаковы (гомогенны).

Структура исходных данных: изучаемый признак измерен у объектов (испытуемых), каждый из которых принадлежит к одной из двух сравниваемых независимых выборок.

Ограничения: распределения признака и в той, и в другой выборке должно существенно не отличаться от нормального; *в случае разной численности* сравниваемых выборок их дисперсии статистически достоверно не различаются (проверяется по критерию F-Фишера — при вычислениях «вручную», по критерию Ливена — при вычислениях на компьютере).

Альтернатива методу: непараметрический критерий U-Манна-Уитни — если распределение признака хотя бы в одной выборке существенно отличается от нормального и (или) дисперсии различаются статистически достоверно.

Формулы для эмпирического значения критерия t-Стьюдента **(2)**:

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

или

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

$$df = N_1 + N_2 - 2.$$

Первая формула применяется для приближенных расчетов, для близких по численности выборок, а вторая формула — для точных расчетов, когда выборки заметно различаются по численности.

Пример расчета: Психолог измерял время сложной сенсомоторной реакции выбора (в миллисекундах) в контрольной и экспериментальной группах. В экспериментальную группу (X) входили 9 спортсменов высокой квалификации. Контрольной группой (Y) являлись 8 человек, активно не занимающихся спортом. Психолог проверяет гипотезу о том, что средняя скорость сложной сенсомоторной реакции выбора у спортсменов выше, чем эта же величина у людей, не занимающихся спортом.

Результаты эксперимента представим в виде табл. 2, в которой произведем ряд необходимых расчетов:

Таблица 2

№ п/п	Группы		Отклонение от среднего		Квадраты отклонения	
	X	Y	$d_x=X_i-M_x$	$d_y=Y_i-M_x$	d_x^2	d_y^2
1	504	580	- 22	- 58	484	3368
2	560	692	34	54	1156	2916
3	420	700	- 106	62	11236	3844
4	600	621	74	- 17	5476	289
5	580	640	54	- 2	2916	4
6	530	561	4	- 77	16	5929
7	490	680	- 36	42	1296	1764
8	580	630	54	- 8	2916	64
9	470	-	- 56	-	3136	-
Сумма	4734	5104	0	0	28632	18174
Среднее (M_x)	526	638				

Средние арифметические составляют в экспериментальной группе 4734/9=526, в контрольной группе 5104/8 = 638.

Абсолютная разница средних выборок равна |526-638|=112 (верхняя часть формулы 2).

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - M_x)^2}{N-1}}.$$

(для выборок N<30).

Верхняя часть этих формул посчитана в последних двух столбцах таблицы 2.

Подставляем значения в формулу для сигмы (стандартного отклонения):

$\sigma_x = \sqrt{\frac{28632}{9-1}} = 59{,}82$; $\sigma_y = \sqrt{\frac{18174}{8-1}} = 50{,}95$

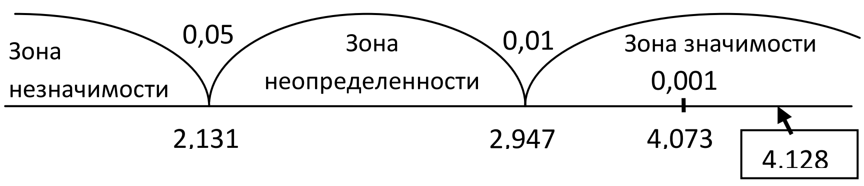
Теперь подставляем все необходимые значения в точную формулу для расчета критерия (т.к. у нас не равные по численности выборки):

$$t_э = \frac{112}{\sqrt{\frac{(9-1)*59{,}82^2+(8-1)*50{,}95^2}{8+9-2}*\left(\left(\frac{1}{9}\right)+\left(\frac{1}{8}\right)\right)}} = \frac{112}{27{,}135} = 4{,}128$$

Число степеней свободы df = 9 + 8 – 2 = 15.

По таблице критических значений (**<u>она была роздана студентам прошлый раз</u>**) для данного числа степеней свободы находим $t_{кр}$. Определяем, между какими значениями попало наше эмпирическое значение:

df	**P**		
	0,05	**0,01**	**0,001**
15	2,131	2,947	4,073



Таким образом, обнаруженные психологом различия между экспериментальной и контрольной группами значимы более чем на 0,001 уровне, или, иначе говоря, средняя скорость сложной сенсомоторной реакции выбора в группе спортсменов существенно выше, чем в группе людей, активно не занимающихся спортом.

3) t-критерий Стьюдента для зависимых выборок

Метод позволяет проверить гипотезу о том, что средние значения двух генеральных совокупностей, из которых извлечены сравниваемые *зависимые* выборки, отличаются друг от друга. Допущение зависимости чаще всего значит, что признак измерен на одной и той же выборке дважды, например, до воздействия и после него. В общем же случае каждому представителю одной выборки поставлен в соответствие представитель из другой выборки (они попарно объединены) так, что два ряда данных положительно коррелируют друг с другом. Более слабые виды зависимости выборок: выборка 1 — мужья, выборка 2 — их жены; выборка 1 — годовалые дети, выборка 2 составлена из близнецов детей выборки 1, и т. д.

Проверяемая статистическая гипотеза, как и в предыдущем случае, H_0: $M_1 = M_2$ (средние значения в выборках 1 и 2 равны). При ее отклонении принимается альтернативная гипотеза о том, что M_1 больше (меньше) M_2.

Исходные предположения для статистической проверки:

□ каждому представителю одной выборки (из одной генеральной совокупности) поставлен в соответствие представитель другой выборки (из другой генеральной совокупности);

□ данные двух выборок положительно коррелируют (образуют пары);

□ распределение изучаемого признака и в той и другой выборке соответствует нормальному закону.

Структура исходных данных: имеется по два значения изучаемого признака для каждого объекта (для каждой пары).

Ограничения: распределения признака и в той, и в другой выборке должно существенно не отличаться от нормального; данные двух измерений, соответствующих той и другой выборке, положительно коррелируют.

Альтернативы: критерий Т-Вилкоксона, если распределение хотя бы для одной выборки существенно отличается от нормального; критерий t-Стьюдента для независимых выборок — если данные для двух выборок не коррелируют положительно.

Формула для эмпирического значения критерия t-Стьюдента отражает тот факт, что единицей анализа различий является *разность (сдвиг)* значений признака для каждой пары наблюдений. Соответственно, для каждой из N пар значений признака сначала вычисляется разность $d_i = x_{1i} - x_{2i}$.

$$t_э = \frac{|M_d|}{\sigma_d/\sqrt{N}}, \quad df = N-1,$$

(3) где M_d – средняя разность значений; σ_d – стандартное отклонение разностей.

Пример расчета:

Предположим, в ходе проверки эффективности тренинга каждому из 8 членов группы задавался вопрос «Насколько часто твое мнение совпадаете мнением группы?» — дважды, до и после тренинга. Для ответов использовалась 10-балльная шкала: 1 — никогда, 5 — в половине случаев, 10 — всегда. Проверялась гипотеза о том, что в результате тренинга самооценка конформизма (стремления быть как другие в группе) участников возрастет (α = 0,05). Составим таблицу для промежуточных вычислений (таблица 3).

Таблица 3

№	X_1	X_2	$d_i = X_1 - X_2$	$d_i - M_d$	$(d_i - M_d)2$
1	3	4	−1	−0,25	0,0625
2	6	6	0	0,75	0,5625
3	5	6	−1	−0,25	0,0625
4	2	4	−2	−1,25	1,5625
5	7	6	1	1,75	3,0625
6	3	4	−1	−0,25	0,0625
7	4	5	−1	−0,25	0,0625
8	5	6	−1	−0,25	0,0625
Сумма:	35	41	−6	0	5,5

Среднее арифметической для разности M_d = (-6)/8= -0,75. Вычтем это значение из каждого d (предпоследний столбец таблицы).

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - M_x)^2}{N-1}}.$$

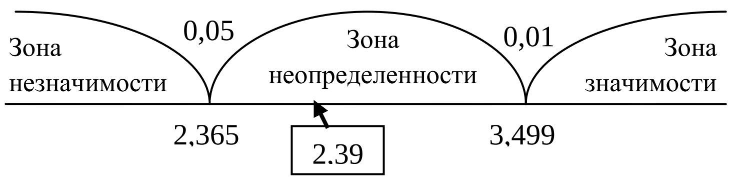
Формула для стандартного отклонения отличается лишь тем, что вместо X в ней фигурирует d.Подставляем все нужные значения, получаем

$$\sigma_d = \sqrt{5{,}5/(8-1)} = 0{,}886.$$

Ш а г 1. Вычисляем эмпирическое значение критерия по формуле (3): средняя разность M_d = -0,75; стандартное отклонение $\boldsymbol{\sigma_d}$ = 0,886; $t_э$ = 2,39; *df* =7**.**

Ш а г 2. Определяем по таблице критических значений критерия t-Стьюдента р-уровень значимости. Для *df* = 7 эмпирическое значение находится между критическими для *p* = 0,05 и *p* — 0,01. Следовательно, $p < 0{,}05$.

df	**P**		
	0,05	**0,01**	**0,001**
7	2,365	3,499	5,408



Ш а г 3. Принимаем статистическое решение и формулируем вывод. Статистическая гипотеза о равенстве средних значений отклоняется. Вывод: показатель самооценки конформизма участников после тренинга увеличился статистически достоверно *(на уровне значимости p* < 0,05).

К параметрическим методам относится и *сравнение дисперсий двух выборок по критерию* **F-Фишера.** Иногда этот метод приводит к ценным содержательным выводам, а в случае сравнения средних для независимых выборок сравнение дисперсий является *обязательной* процедурой.

Для вычисления $F_{эмп}$ нужно найти отношение дисперсий двух выборок, причем так, чтобы большая по величине дисперсия находилась бы в числителе, а меньшая знаменателе.

Сравнение дисперсий. Метод позволяет проверить гипотезу о том, что дисперсии двух генеральных совокупностей, из которых извлечены сравниваемые выборки, отличаются друг от друга. Проверяемая статистическая гипотеза H_0: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (дисперсия в выборке 1 равна дисперсии в выборке 2). При ее отклонении принимается альтернативная гипотеза о том, что одна дисперсия больше другой.

Исходные предположения: две выборки извлекаются случайно из разных генеральных совокупностей с нормальным распределением изучаемого признака.

Структура исходных данных: изучаемый признак измерен у объектов (испытуемых), каждый из которых принадлежит к одной из двух сравниваемых выборок.

Ограничения: распределения признака и в той, и в другой выборке существенно не отличаются от нормального.

Альтернатива методу: критерий Ливена (Levene'sTest), применение которого не требует проверки предположения о нормальности (используется в программе SPSS).

Формула для эмпирического значения критерия F-Фишера:

$$F_э = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2},\ df_{числ} = N_1 - 1;\ df_{знам} = N_2 - 1, \quad \textbf{(4)}$$

где σ_1^2 — большая дисперсия, а σ_2^2 — меньшая дисперсия. Так как заранее не известно, какая дисперсия больше, то для определения p-уровня применяется *Таблица критических значений для ненаправленных альтернатив.* Если $F_э > F_{Кр}$ для соответствующего числа степеней свободы, то $p < 0{,}05$ и статистическую гипотезу о равенстве дисперсий можно отклонить (для $\alpha = 0{,}05$).

Пример расчета:

Детям давались обычные арифметические задания, после чего одной случайно выбранной половине учащихся сообщали, что они не выдержали испытания, а остальным — обратное. Затем у каждого ребенка спрашивали, сколько секунд ему потребовалось бы для решения аналогичной задачи. Экспериментатор вычислял разность между называемым ребенком временем и результатом выполненного задания (в сек.). Ожидалось, что сообщение о неудаче вызовет некоторую неадекватность самооценки ребенка. Проверяемая гипотеза (на уровне $\alpha = 0{,}005$) состояла в том, что дисперсия совокупности самооценок не зависит от сообщений об удаче или неудаче (H_0: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$).

Были получены следующие данные:

Группа 1: сообщение о неудаче	Группа 2: сообщение об успехе
$N_1 = 12$ $\sigma_1^2 = 90{,}45$	$N_2 = 12$ $\sigma_2^2 = 8{,}16$

Ш а г 1. Вычислим эмпирическое значение критерия и числа степеней свободы по формулам (4):

$$F_э = \frac{90{,}45}{8{,}16} = 11{,}08,\ df_{числ} = 11;\ df_{знам} = 11.$$

Шаг 2. По таблице критических значений критерия f-Фишера для *ненаправленных* альтернатив находим критическое значение для $df_{числ} = 11$; $df_{знам} = 11$. Однако критическое значение есть только для $df_{числ} = 10$ и $df_{знам} = 12$. Большее число степеней свободы брать нельзя, поэтому берем критическое значение для $df_{числ} = 10$: Для $p = 0{,}05$ $F_{Кр} = 3{,}526$; для $p = 0{,}01$ $F_{Кр} = 5{,}418$.

Ш а г 3. Принятие статистического решения и содержательный вывод. Поскольку эмпирическое значение превышает критическое значение для $p = 0{,}01$ (и тем более — для $p = 0{,}05$), то в данном случае $p < 0{,}01$ и принимается альтернативная гипотеза: дисперсия в группе 1 превышает дисперсию в группе 2 ($p < 0{,}01$). Следовательно, после сообщения о неудаче неадекватность самооценки выше, чем после сообщения об удаче.

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ СВЯЗНЫХ ВЫБОРОК

Нередко, сравнивая «на глазок» результаты «до» и «после» какого либо воздействия (например, тренинга), психолог видит тенденции повторного измерения — большинство показателей может увеличиваться или, напротив, уменьшаться. Наиболее простым путем оценки различий, казалось бы, является подсчет процентов в изменениях в ту или другую сторону «до» и «после» и сравнение полученных процентов между собой. На основе этого сравнения можно было бы придти к заключению, что если наблюдаются различия в процентах, то имеет место различие и в сравниваемых психологических характеристиках «до» и «после». Подобный подход категорически неприемлем, поскольку для процентов нельзя определить уровень достоверности в их различиях. Делать какие либо выводы из экспериментального материала возможно только на основе статистических процедур, специально сконструированных так, что на их основе можно определить уровень достоверности различий. Проценты, взятые сами по себе, не дают возможности делать статистически достоверные выводы. Поэтому, для того чтобы доказать эффективность какого-либо воздействия, необходимо выявить статистически значимую тенденцию в смещении (сдвиге) показателей.

Для решения подобных статистических задач психолог может использовать целый ряд критериев различия. Один из наиболее простых критериев различия — **критерий знаков G.** Этот критерий относится к непараметрическим и применяется только для связанных (зависимых) выборок. Критерий знаков G предназначен для установления общего *направления* сдвига исследуемого признака. Он позволяет установить, в какую сторону в выборке в целом изменяются значения признака при переходе от первого измерения ко второму: изменяются ли показатели в сторону улучшения, повышения или усиления или, наоборот, в сторону ухудшения, понижения или ослабления. Критерий знаков применяется к данным, полученным в ранговой, интервальной и шкале отношений.

Описание критерия G

Критерий знаков применим и к тем сдвигам, которые можно определить лишь *качественно* (например, изменение отрицательного отношения к чему-либо на положительное), так и к тем сдвигам, которые могут быть измерены *количественно* (например, сокращение времени работы над заданием после экспериментального воздействия).

Гипотезы

H_0: Преобладание типичного направления сдвига является случайным.

H_1: Преобладание типичного направления сдвига не является случайным.

Решим с использованием критерия знаков следующую задачу.

Для применения критерия *С* необходимо соблюдать следующие условия:

1. Измерение может быть проведено в шкале порядка, интервалов и отношений.
2. Выборка должна быть однородной и связной.
3. Число элементов в сравниваемых выборках должно быть равным.
4. С критерий знаков может применяться при величине типичного сдвига от 5 до 300 (на большую величину не рассчитана таблица достоверности).
5. При большом числе сравниваемых парных значений критерий знаков достаточно эффективен.
6. При равенстве типичных и нетипичных сдвигов критерий знаков неприменим, следует использовать другие критерии.

Алгоритм расчета:

1. Подсчитать количество нулевых реакций и исключить их из рассмотрения.

В результате *n* уменьшится на количество нулевых реакций.

2. Определить преобладающее направление изменений. Считать сдвиги в преобладающем направлении "типичными".

3. Определить количество "нетипичных" сдвигов. Считать это число эмпирическим значением G.

4. По таблице определить критические значения G для данного n.

5. Сопоставить $G_{эмп}$ с $G_{кр}$. Если $G_{эмп}$ меньше $G_{кр}$ или по крайней мере равен ему, сдвиг в типичную сторону может считаться достоверным.

Пример. Будет ли тренинг способствовать повышению показателей по методике «Шкала социального интереса»?

Таблица 1

Результаты диагностики «до» и «после» воздействия

№	Имя	До	После
1	Ира А.	3	8
2	Наташа О.	5	8
3	Оля Е.	5	9

4	Аня К.	8	9
5	Лида Д.	6	7
6	Максим У.	4	8
7	Ольга А.	8	9
8	Аня И.	3	3
9	Вера П.	5	6
10	Маша И.	5	8

Решение. Определим «сдвиг», то есть разность между показателями каждого участника «после» и «до» тренинга (см. Таблицу 2).

Таблица 2

Результаты диагностики «до» и «после» воздействия

№	Имя	До	После	Сдвиг
1	Ира А.	3	8	+5
2	Наташа О.	5	8	+3
3	Оля Е.	5	9	+4
4	Аня К.	8	9	+1
5	Лида Д.	6	7	+1
6	Максим У.	4	8	+4
7	Ольга А.	8	9	+1
8	Аня И.	3	3	0
9	Вера П.	5	6	+1
10	Маша И.	5	8	+3

Сформулируем статистические гипотезы:

H_0 - сдвиг показателей после тренинга является случайным.

H_1 - сдвиг показателей после тренинга является не случайным.

Подсчитаем общее число нулевых. положительных и отрицательных сдвигов:

Общее число нулевых сдвигов - 1;

Общее число положительных сдвигов - 9;

Общее число отрицательных сдвигов - 0.

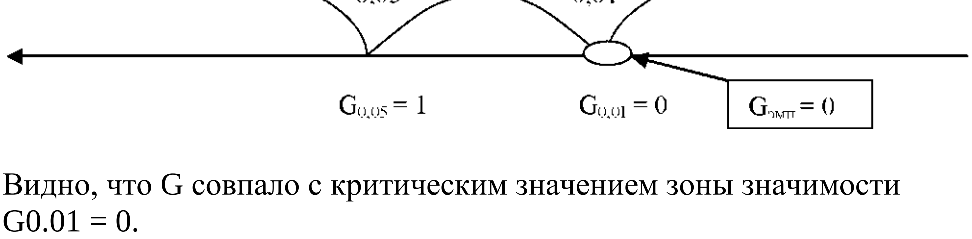
Наибольшая сумма сдвигов называется типичным сдвигом и обозначается буквой n. Наименьшая сумма сдвигов - нетипичным сдвигом и обозначается как $O_{эмп}$.

В нашем случае типичный сдвиг n - 9. а нетипичный сдвиг $O_{эмп}$ - 0.

Далее оценка статистической достоверности сдвига по критерию G- знаков производится по таблице критических значений. В ней находим, что:

n		p
	0.05	0.01
9	1	0

Построим «ось значимости». на которой расположим критические значения $G_{0.05}$ - 1. $G_{0.01}$ - 0 и эмпирическое значение G = 0.



Видно, что G совпало с критическим значением зоны значимости

G0.01 = 0.

Гипотеза H_0 отклоняется и принимается гипотеза Hi о том, что сдвиг показателей после тренинга является не случайным. Полученный в результате эксперимента сдвиг показателей статистически значим на уровне p - 0.01. Тренинг способствовал увеличению показателей по методике «Шкала социального интереса» статистически достоверно.

Парный критерий Т — Вилкоксона

Для решения задач, в которых осуществляется сравнение двух рядов чисел, кроме критерия знаков О психолог может использовать парный критерий *Т*— Вилкоксона. Этот критерий является более мощным, чем критерий знаков, и применяется для оценки различий экспериментальных данных, полученных в двух разных условиях на одной и той же выборке испытуемых. Он позволяет выявить не только направленность изменений, но и их выраженность, т.е. он позволяет установить, насколько сдвиг показателей в каком-то одном направлении является более интенсивным, чем в другом.

Критерий *Т* основан на ранжировании абсолютных величин разности между двумя рядами выборочных значений в первом и втором эксперименте (например «до» и «после» какого-либо воздействия). Ранжирование абсолютных величин означает, что знаки разностей не учитываются, однако в дальнейшем наряду с общей суммой рангов находится отдельно сумма рангов как для положительных, так и для отрицательных сдвигов. Если интенсивность сдвига в одном из направлении оказывается большей, то и соответствующая сумма рангов также оказывается больше. Этот сдвиг, как и в случае критерия знаков, называется типичным, а противоположный, меньший по сумме рангов сдвиг — нетипичным. Как и для критерия знаков эти два сдвига оказываются дополнительными друг к другу. Критерий *Т*— Вилкоксона базируется на величине нетипичного сдвига, который называется в дальнейшем *Т* .

Гипотезы

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.

Для применения критерия Т-Вилкоксона необходимо соблюдать следующие условия:

1. Измерение может быть проведено во всех шкалах, кроме номинальной.
2. Выборка должна быть связной.
3. Число элементов в сравниваемых выборках должно быть равным.
4. Критерий *Т*— Вилкоксона может применяться при численности выборки от 5 до 50 (на большую величину не рассчитана таблица достоверности). *Алгоритм расчета:*

1. Составить список испытуемых в любом порядке, например, алфавитном.
2. Вычислить разность между индивидуальными значениями во втором и первом замерах ("после" - "до"). Определить, что будет считаться "типичным" сдвигом и сформулировать соответствующие гипотезы.
3. Перевести разности в абсолютные величины и записать их отдельным столбцом (иначе трудно отвлечься от знака разности).
4. Проранжировать абсолютные величины разностей, начисляя меньшему значению меньший ранг. Проверить совпадение полученной суммы рангов с расчетной.
5. Отметить кружками или другими знаками ранги, соответствующие сдвигам в "нетипичном" направлении.
6. Подсчитать сумму этих рангов по формуле:

$T=\Sigma R_r,$

где R_r - ранговые значения сдвигов с более редким знаком.

7. Определить критические значения Т для данного *n* по таблице критических значений Т Вилкоксона. Если $T_{эмп}$ меньше или равен $T_{кр}$, сдвиг в "типичную" сторону по интенсивности достоверно преобладает.

Пример. Способствовала ли коррекционная работа снижению реактивной тревожности участников эксперимента?

Таблица 1

Показатели реактивной тревожности по методике Ч.Д. Спилбергера

№	Имя	До	После
1	Саша К.	69	51
2	Лена Р.	73	76
3	Ваня Е.	56	45
4	Оля С.	63	51
5	Оля А.	71	63
6	Даша К.	69	42
7	Алина Л.	69	57
8	Вова П.	71	63
9	Коля М.	70	61
10	Ира В.	71	60
11	Ваня Б.	67	68
12	Максим С.	54	49

Решение. Построим дополнительные столбцы необходимые для дальнейшей работы по критерию Т-Вилкоксона (см. Таблицу 2).

Таблица 2

Показатели реактивной тревожности по методике Ч.Д. Спилбергера

№	Имя	До	После	Сдвиг	Абсолютный сдвиг	Ранг абсолютного сдвига
1	Саша К.	69	51	-18	18	11
2	Лена Р.	73	76	+3	3	2
3	Ваня Е.	56	45	-11	11	7,5
4	Оля С.	63	51	-12	12	9,5
5	Оля А.	71	63	-8	8	4
6	Даша К.	69	42	-27	27	12
7	Алина Л.	69	57	-12	12	9,5
8	Вова П.	71	63	-9	9	5,5
9	Коля М.	70	61	-9	9	5,5
10	Ира В.	71	60	-11	11	7,5
11	Ваня Б.	67	68	+1	1	1
12	Максим С.	54	49	-5	5	3

Столбец «сдвиг» получается вычитанием чисел столбца «до» из столбца «после». В столбце «абсолютный сдвиг» переписываем числа из столба «сдвиг» без знаков. В столбце «ранг абсолютного сдвига» минимальному из элементов (в данном случае это 1) приписываем ранг 1. Следующему по величине абсолютному сдвигу 3 приписываем ранг 2. Сдвигу 5 - ранг 3 и т.д. Если встречаются одинаковые абсолютные сдвиги, то приписываемые ранги усредняются между собой. Так, например два абсолютных сдвига 11 и 11 имеют ранги 7 и 8. Усредняем ранги и приписываем 7,5 вышеуказанным сдвигам.

Сформулируем статистические гипотезы:

H_0 - сдвиг показателей после коррекционной работы является случайным.

Hi - сдвиг показателей после коррекционной работы является не случайным.

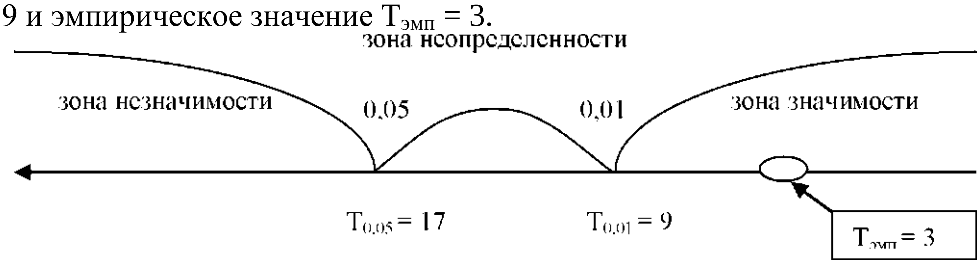
$T_{эмп}$ численно равно **сумме рангов нетипичных сдвигов.**

В нашем случае нетипичных сдвигов два: +3 и +1. Их ранги равны 2 и 1 соответственно. Следовательно, $T_{эмп} = 2 + 1 = 3$.

Далее оценка статистической достоверности сдвига по критерию производится по таблице критических значений. Поиск критических величин по таблице ведется по числу испытуемых. В нашем примере n = 12, поэтому наша часть таблицы выглядит следующим образом:

n		p
	0,05	0,01
12	17	9

Построим «ось значимости», на которой расположим критические значения $T_{005} = 17$, $T_{001} = 9$ и эмпирическое значение $T_{эмп} = 3$.



Полученная величина $T_{эмп}$ попала в зону значимости.

Гипотеза H_0 отклоняется и принимается гипотеза H_1 о том, что сдвиг показателей после коррекционной работы является не случайным. Полученный в результате эксперимента сдвиг показателей статистически значим на уровне $p < 0{,}01$. Коррекционная работа способствовала снижению реактивной тревожности участников эксперимента статистически достоверно.

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ НЕСВЯЗНЫХ ВЫБОРОК

Критерий U-Манна-Уитни

Несвязанные или независимые выборки образуются, когда в целях эксперимента для сравнения привлекаются данные двух или более выборок, причем эти выборки могут быть взяты из одной или из разных генеральных совокупностей. Таким образом, для несвязных выборок характерно, что в них обязательно входят разные испытуемые.

Для оценки достоверности различий между несвязными выборками используется ряд непараметрических критериев. Одним из наиболее распространенных является критерий U. Этот критерий применяют для оценки различий по уровню выраженности какого-либо признака для двух независимых (несвязных) выборок. При этом выборки могут различаться по числу входящих в них испытуемых. Этот критерий особенно удобен в том случае, когда число испытуемых невелико и в обеих выборках не превышает величину 20, хотя таблицы критических значений рассчитаны для величин выборок не превышающих 60 человек испытуемых.

Назначение критерия. Критерий предназначен для оценки различий между *двумя* выборками по *уровню* какого-либо признака, количественно измеренного. Он позволяет выявлять различия между *малыми* выборками, когда $n_1 \bullet n_2 \geq 3$ или $n_1=2$, $n_2 \geq 5$, и является более мощным, чем критерий Розенбаума.

Описание критерия. Существует несколько способов использования критерия и несколько вариантов таблиц критических значений, соответствующих этим способам.

Этот метод определяет, достаточно ли мала зона перекрещивающихся значений между двумя рядами. Мы помним, что 1-м рядом (выборкой, группой) мы называем тот ряд значений, в котором значения, по предварительной оценке, выше, а 2-м рядом - тот, где они предположительно ниже.

Чем меньше область перекрещивающихся значений, тем более вероятно, что различия достоверны. Иногда эти различия называют различиями в *расположении* двух выборок.

Эмпирическое значение критерия U отражает то, насколько велика зона совпадения между рядами. Поэтому *чем меньше* $U_{эмп}$, *тем более* вероятно, что различия *достоверны.*

Гипотезы

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.

Ограничения критерия U

1. В каждой выборке должно быть не менее 3 наблюдений: $n_1 \bullet n_2 \geq 3$; допускается, чтобы в одной выборке было 2 наблюдения, но тогда во второй их должно быть не менее 5.

2. В каждой выборке должно быть не более 60 наблюдений; $n_1 \bullet n_2 \leq 60$. Однако уже при $n_1 \bullet n_2 > 20$ ранжирование становиться достаточно трудоемким.

На наш взгляд, в случае, если $n_1 \bullet n_2 > 20$, лучше использовать другой критерий, а именно угловое преобразование Фишера в комбинации с критерием λ,, позволяющим выявить критическую точку, в которой накапливаются максимальные различия между двумя сопоставляемыми выборками. Формулировка звучит сложно, но сам метод достаточно прост. Каждому исследователю лучше попробовать разные пути и выбрать тот, который кажется ему более подходящим.

Алгоритм расчета:

1. Перенести все данные испытуемых в один ряд друг за другом, при этом сформировать столбец выборки, в котором всех испытуемых одной выборки обозначить цифрой 1, а всех испытуемых другой выборки обозначим цифрой 2.

2. Проранжировать значения, приписывая меньшему значению меньший ранг. Всего рангов получится столько, сколько у нас (n_1+n_2).

3. Подсчитать сумму рангов отдельно для выборки 1 и для выборки 2. Проверить, совпадает ли общая сумма рангов с расчетной.

7. Определить большую из двух ранговых сумм.

8. Определить значение U по формуле:

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

где 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.

9. Определить критические значения U по таблице критических значений критерия. Если $U_{эмп.} > U_{кр\ 005}$, H_o принимается. Если $U_{эмп} \leq U_{кр\_005}$, H_o отвергается. Чем меньше значения U, тем достоверность различий выше.

Пример. Проведение срезовой контрольной работы по математике (алгебра и геометрия) в средней общеобразовательной школе дало следующие результаты по 10-балльной шкале для класса, обучающегося по программе «Развивающего обучения» (7 «Б»), и класса, обучающегося по традиционной системе (7 «А»):

Ученик \ Класс	7 «А» (баллы)	7 «Б» (баллы)
1	9	5
2	7	10
3	7	7
4	8	8
5	6	8
6	4	4
7	4	6

8	8	8
9	6	8
10	6	9
11	5	7
12	-	10

Определите, превосходят ли учащиеся 7 «Б» учащихся 7 «А» по уровню знаний по математике.

Сравнение результатов показывает, что баллы, полученный за контрольную работу, в 7 «Б» классе несколько выше, поэтому первой считаем выборку результатов 7 «Б» класса. Таким образом, нам требуется определить, можно ли считать имеющуюся разницу между баллами существенной. Если можно, то это будет означать, что класс, обучающийся по системе «развивающего обучения» имеет более качественные знания по математике. В противном случае, на выбранном уровне значимости различие окажется несущественным.

Для оценки различий между двумя малыми выборками (в данном примере их объёмы равны: $n_1=12$, $n_2=11$) используем критерий Манна-Уитни. Проранжируем представленную таблицу:

№ п/п	Выборки	Баллы	ранг
1	1	10	22,5
2	1	10	22,5
3	1	9	20.5
4	1	8	16.5
5	1	8	16.5
6	1	8	16.5
7	1	8	16.5
8	1	7	11.5
9	1	7	11.5
10	1	6	7.5
11	1	5	4.5
12	1	4	2
13	2	9	20.5
14	2	8	16.5
15	2	8	16.5
16	2	7	11.5
17	2	7	11.5
18	2	6	7.5
19	2	6	7.5
20	2	6	7.5
21	2	5	4.5
22	2	4	2
23	2	4	2

При ранжировании объединяем две выборки в одну. Ранги присваиваются в порядке возрастания значения измеряемой величины, т.е. наименьшему рангу соответствует наименьший балл. Заметим, что в случае совпадения баллов для нескольких учеников ранг такого балла следует считать, как среднее арифметическое тех позиций, которые занимают данные баллы при их расположении в порядке возрастания. Например, 4 балла получили 3 ученика (см. таблицу). Значит, первые 3 позиции в расположении займёт балл, равный 4. Поэтому ранг для 4 баллов – это среднее арифметическое для позиций 1, 2 и 3, или: $\frac{1+2+3}{3}=2$. Аналогично рассуждаем при вычислении ранга для балла, равного 5. Такой балл получили двое учащихся. Значит, при распределении по возрастанию первые три позиции занимает балл, равный 4, а четвёртую и пятую позиции займёт балл, равный 5. Поэтому его ранг будет равен среднему арифметическому между числами 4 и 5, т.е. 4.5.

Используя предложенный принцип ранжирования, получим таблицу рангов. Заметим, что выбор среднего арифметического в качестве ранга применяется при любом ранжировании, в том числе необходимого и для вычисления других критериев достоверности или же коэффициента корреляции Спирмена.

Чтобы использовать критерий Манна-Уитни, рассчитаем суммы рангов рассматриваемых выборок (см. таблицу). Сумма для первой выборки равна 168,5, для второй – 107,5. Обозначим наибольшую из этих сумм через T_x (T_x=168.5). Среди объёмов n_1 и n_2 выборок наибольший обозначим n_x. Этих данных достаточно, чтобы воспользоваться формулой расчёта эмпирического значения критерия:

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

T_x=168,5, $n_x=12>11=n_2$. Тогда:

$$u_{эмп} = 11\cdot 12 + \frac{12\cdot 13}{2} - 168.5 = 41.5$$

Критическое значение критерия находим по специальной таблице. Пусть уровень значимости равен 0.05.

Гипотеза H_0 о незначительности различий между баллами двух классов принимается, если $u_{кр}<u_{эмп}$. В противном случае H_0 отвергается и различие определяется как существенное.

$$u_{кр}(0.05) = 35.$$

$$u_{кр} = 35 < 41.5 = u_{эмп}$$

Следовательно, различия в уровне знаний по математике среди учащихся можно считать несущественными.

Лабораторная работа 13. Корреляционный анализ

Вопросы для обсуждения:

1. Планирование корреляционного исследования.
2. Основные типы корреляционного исследования.
3. Интерпретация корреляционных связей между переменными.
4. Коэффициенты корреляции:
    4.1. Коэффициент линейной корреляции Пирсона.
    4.2. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.
5. Суть регрессионного анализа.
6. Планирование корреляционных исследований в кросскультурной психологии и психогенетике:
    6.1. Кросскультурное исследование
    6.2. Психогенетическое исследование

Вопросы для группового обсуждения:

1. Опишите, чем отличаются графики рассеяния для а) положительной и отрицательной корреляции и б) сильной и слабой корреляции.

2. Исследователь обнаружил, что люди с высокой самооценкой обычно больше занимаются спортом, чем те, кто имеет низкую самооценку. Объясните, в чем заключается проблема направленности и как она влияет на интерпретацию подобной корреляции.

3. Исследователь обнаружил, что дети, много играющие в видеоигры, склонны к

проявлениям агрессии против своих сверстников в школе. Объясните, в чем заключается проблема третьей переменной и как она влияет на интерпретацию подобной корреляции.

4. На примере исследования Эрона и др. (Eron et al. 1972), в котором была обнаружена значимая взаимосвязь между телевизионными предпочтениями в 3-м классе и агрессией в 13-м классе, покажите причину, по которой используется процедура частичной корреляции.

Упражнения на тему «Интерпретация корреляций».

Ниже описаны результаты гипотетических двумерных корреляционных исследований. Проинтерпретируйте результаты по крайней мере двумя способами с учетом проблем направленности и третьей переменной.

1. Существует положительная корреляция между уровнем авторитарности матери и застенчивостью ребенка.

2. Существует отрицательная корреляция между депрессией и уровнем физической подготовки.

3. Существует положительная корреляция между объемом домашней библиотеки и средним баллом студента в колледже.

4. Счастливые в браке пары обычно имеют больше сексуальных контактов (друг с другом), чем несчастливые.

5. Существует отрицательная корреляция между оценками и боязнью проходить тестирование.

6. Место, занимаемое студентом в классе, коррелирует с его оценками — чем ближе к преподавателю сидит студент, тем выше его оценки.

Задачи по теме:

1. Условие задачи

У 10 испытуемых измерялся уровень нейротизма по тесту Айзенка и импульсивность по тесту Шмишека. Получены следующие результаты:

Испытуемый	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Нейротизм	12	19	11	13	20	17	8	15	18	16
Импульсивность	3	5	4	3	7	4	2	5	7	3

Задание

Определить наличие или отсутствие связи между нейротизмом и импульсивностью.

2. Условие задачи

По результатам областных олимпиад по биологии и математике определились 10 школьников, занявших призовые места по обоим предметам. При этом места по биологии (x) и математике (y) распределились следующим образом:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x	7	1	10	3	6	8	2	9	4	5
y	1	7	9	2	4	8	3	10	5	6

Задание

Определить, существует ли связь между знаниями призеров-школьников по биологии и математике.

3. Условие задачи

У 10 испытуемых обоего пола определялись показатели импульсивности и экзальтированности по тесту Шмишека. Получены следующие результаты:

Испытуемый	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Импульсивность	2	4	7	6	8	5	7	6	4	2
Экзальтированность	1	3	4	2	3	3	1	2	4	1

Задание

Определить, существует ли корреляция между двумя показателями акцентуаций (импульсивностью и экзальтированностью) для данной выборки испытуемых.

4. Условие задачи

В исследовании, моделирующем деятельность авиадиспетчера, группа испытуемых (10 человек) проходила подготовку перед началом работы на тренажере. При этом подсчитывалось число ошибок, допущенных при тренировке. Кроме того, у каждого испытуемого определялись показатели вербального и невербального интеллекта по методике Д. Векслера. Получены следующие результаты:

Испытуемые	Количество ошибок	Вербальный IQ	Невербальный IQ
1	29	131	106
2	54	132	90
3	13	121	95
4	8	127	116
5	14	136	127
6	26	124	107
7	9	134	104
8	20	136	102
9	2	132	111
10	17	136	99

Задание

Определить, связано ли количество ошибок, допущенных испытуемыми в тренировочной сессии, с показателями вербального и невербального интеллекта по Векслеру.

Задачи для индивидуальной работы:

1.1. По приведённым значениям IQ (по Векслеру) у родителей и детей определить коэффициент корреляции Пирсона между уровнем интеллекта родителей и детей. На уровне р = 0,05 проверить значимость полученного коэффициента корреляции.

Родители: 117 108 121 106 117 105 118 128 116 122 98 128 99 126 103

Дети: 109 119 110 123 109 122 102 90 111 92 111 111 116 98 121

1.2. По приведённым значениям IQ (по Векслеру) у родителей и детей определить коэффициент корреляции Пирсона между уровнем интеллекта родителей и детей. На уровне р = 0,05 проверить значимость полученного коэффициента корреляции.

Родители: 129 101 137 112 115 111 123 110 118 103 94 96 116 97 112

Дети: 105 98 140 112 130 138 119 120 127 123 111 112 105 97 117

1.3. По приведённым значениям IQ (по Векслеру) у родителей и детей определить коэффициент корреляции Пирсона между уровнем интеллекта родителей и детей. На уровне р = 0,05 проверить значимость полученного коэффициента корреляции.

Родители: 103 122 116 112 106 112 84 130 105 99 128 114 131 128 93

Дети: 120 139 124 96 107 90 138 117 131 98 115 123 102 125 123

1.4. По приведённым значениям IQ (по Векслеру) у родителей и детей определить коэффициент корреляции Пирсона между уровнем интеллекта родителей и детей. На уровне р = 0,05 проверить значимость полученного коэффициента корреляции.

Родители: 109 119 110 123 109 122 102 90 111 92 111 111 116 98 121

Дети: 109 130 131 112 106 118 102 95 111 103 129 87 99 107 100

1.5. По приведённым значениям IQ (по Векслеру) у родителей и детей определить коэффициент корреляции Пирсона между уровнем интеллекта родителей и детей. На уровне р = 0,05 проверить значимость полученного коэффициента корреляции.

Родители: 113 94 115 118 127 124 120 119 92 132 91 108 102 148 79
Дети: 120 139 124 96 107 90 138 117 131 98 115 123 102 125 123

2.1. Два преподавателя оценили знания студентов по 100-бальной шкале. Найти выборочный коэффициент корреляции Спирмена между оценками двух преподавателей на уровне р = 0,05 проверить его значимость.
1-й преп.: 1 71 49 30 58 56 44 54 41 73 83 67 60 62 82 88 65 53 80 60 56
2-й преп.: 2 58 60 29 41 61 50 31 66 56 62 76 44 72 35 45 55 59 64 87 69

2.2. Два преподавателя оценили знания студентов по 100-бальной шкале. Найти выборочный коэффициент корреляции Спирмена между оценками двух преподавателей на уровне р =0,05 проверить его значимость.
1преп.: 56 76 65 66 76 62 89 48 62 50 47 80 67 87 78 55 67 51 73 75
2преп.: 69 68 65 34 77 63 57 61 42 85 49 41 62 63 80 88 46 57 65 60

2.3. Два преподавателя оценили знания студентов по 100-бальной шкале. Найти выборочный коэффициент корреляции Спирмена между оценками двух преподавателей на уровне р =0,05 проверить значимость.
1-й преп.: 1 58 77 73 54 58 77 86 52 61 42 70 93 54 65 51 70 55 80 51
2-й преп.: 2 53 64 65 76 88 59 62 67 62 90 88 69 61 81 65 89 68 44 61

2.4. Два преподавателя оценили знания студентов по 100-бальной шкале. Найти выборочный коэффициент корреляции Спирмена между оценками двух преподавателей на уровне р =0,05 проверить его значимость.
1-й преп.: 78 85 52 53 62 56 58 68 98 58 94 84 57 68 64 57 61 85 64
2-й преп.: 61 64 62 53 89 66 54 62 57 64 66 35 53 73 57 61 64 73 69

2.5. Два преподавателя оценили знания студентов по 100-бальной шкале. Найти выборочный коэффициент корреляции Спирмена между оценками двух преподавателей на уровне р =0,05 проверить его значимость.
1-й преп.: 55 56 69 62 42 58 53 72 57 40 51 64 83 47 75 65 51 65 75
2-й преп. 76 67 68 65 87 77 64 58 68 63 68 78 43 76 61 76 75 77 66

Лабораторная работа 14. Дисперсионный анализ (однофакторный)

Исследование изменений результативного признака под влиянием изменяющихся условий или градаций какого-либо фактора с использованием однофакторного дисперсионного анализа для несвязанных выборок

Назначение метода

Метод однофакторного дисперсионного анализа применяется в тех случаях, когда исследуются изменения результативного признака под влиянием изменяющихся условий или градаций какого-либо фактора. В данном варианте метода влиянию каждой из градаций фактора подвергаются *разные* выборки испытуемых. Градаций фактора должно быть не менее трех. (Градаций может быть и две, но в этом случае мы не сможем установить нелинейных зависимостей и более разумным представляется использование более простых).

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

Описание метода

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

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

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

Гипотезы

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

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

Ограничения метода однофакторного дисперсионного анализа для несвязанных выборок

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

2. Должно соблюдаться правило равенства дисперсий в каждой ячейке дисперсионного комплекса. Условие равенства дисперсий выполняется при использовании предлагаемой схемы расчета за счет выравниванияколичества наблюдений в каждом из условий (градаций). Правомерность этого методического приема была обоснована Г.Шеффе (1980).

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

Правда, обычно не указывается, идет ли речь о распределении признака во всей обследованной выборке или в той ее части, которая составляет дисперсионный комплекс.

Пример

Три различные группы из шести испытуемых получили списки из десяти слов. Первой группе слова предъявлялись с низкой скоростью -1 слово в 5 секунд, второй группе со средней скоростью - 1 слово в 2 секунды, и третьей группе с большой скоростью - 1 слово в секунду. Было предсказано, что показатели воспроизведения будут зависеть от скорости предъявления слов. Результаты представлены в Табл. 2.

Таблица 2

Количество воспроизведенных слов (по:J.Greene, M.D'Olivera, 1989,p.99)

№ испытуемого	Группа 1: низкая скорость	Группа 2: средняя скорость	Группа 3: высокая скорость
1	8	7	4
2	7	8	5
3	9	5	3
4	5	4	6
5	6	6	2
6	8	7	4
Суммы	43	37	24
Средние	7,17	6,17	4,00
Общая сумма	104		

Графическое представление метода для несвязанных выборок

На рисунке 2 показана кривая изменения объема воспроизведения слов при разной скорости их предъявления. Метод дисперсионного анализа позволяет определить, что перевешивает - тенденция, выраженная этой кривой, или вариативность признака внутри групп, которая на графике схематически изображена в виде диапазонов изменения признака от минимального значения к максимальному значению в каждой группе.

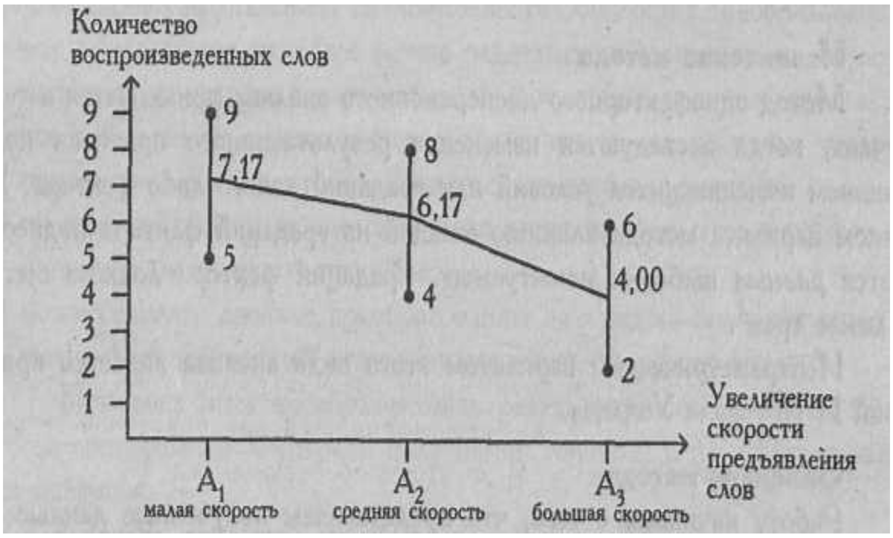


Рисунок 2.

Кривая изменения объема воспроизведения при повышении скорости предъявления слов; по каждому условию показаны диапазоны изменения признака (по данным GreeneJ., D'OliveraM., 1989)

Поскольку сопоставляются разные группы, любые различия в показателях между разными условиями предъявления слов - это в то же время различия между группами испытуемых. Однако всякие различия между испытуемыми *внутри* каждой группы объясняются какими-то другими, не относящимися к делу переменными, будь то индивидуальные различия между отдельными испытуемыми или неконтролируемые факторы, заставляющие их реагировать различным образом. Критерий F позволяет проверить гипотезы:

H_0: Различия в объеме воспроизведения слов *между* группами являются не более выраженными, чем случайные различия *внутри* каждой группы.

H_1:Различия в объеме воспроизведения слов *между* группами являются более выраженными, чем случайные различия *внутри* каждой группы. Используя экспериментальные значения, представленные в таблице 2, установим некоторые величины, которые будут необходимы для расчета критерия F.

Таблица 3

Расчет основных величин для однофакторного дисперсионного анализа

Обозначение	Расшифровка обозначения	Экспериментальные значения
T_c	суммы индивидуальных значений по каждому из условий	43; 37; 24
$\Sigma(T^2_c)$	сумма квадратов суммарных значений по каждому из условий	$\Sigma(T^2_c)=43^2+37^2+24^2$
c	количество условий (градаций фактора)	$c=3$
n	количество испытуемых в каждой группе (в каждом из условий)	$n=6$
N	общее количество индивидуальных значений	$N=18$
$(\Sigma x_i)^2$	квадрат общей суммы индивидуальных значений	$(\Sigma x_i)^2=104^2$
$\frac{(\Sigma x_i)^2}{N}$	константа, которую нужно вычесть из каждой суммы квадратов	$\frac{(\Sigma x_i)^2}{N}=\frac{104^2}{18}$
x_i	каждое индивидуальное значение	
$\Sigma(x_i^2)$	сумма квадратов индивидуальных значений	

Отметим разницу между $\sum(x_i^2)$, в которой все индивидуальные значения сначала возводятся в квадрат, а потом суммируются, и $(\sum x_i)^2$где индивидуальные значения сначала суммируются для получения общей суммы, а потом уже эта сумма возводится в квадрат.

Последовательность расчетов представлена в таблице 4.

Таблица 4

Операция	Формула расчета	Расчет по экспериментальным данным
1.Подсчитать $SS_{факт}$	$SS_{факт}={}^1/_n \cdot \Sigma T^2_c - {}^1/_N \cdot (\Sigma x_i)^2$	$SS_{факт}=(43^2+37^2+24^2)/6-104^2/18=31,44$
2.Подсчитать $SS_{общ}$	$SS_{общ}=\Sigma x^2_i - {}^1/_N \cdot (\Sigma x_i)^2$	$SS_{общ}=8^2+7^2+9^2+5^2+6^2+8^2+7^2+8^2+5^2+4^2+6^2+7^2+4^2+5^2+3^2+6^2+2^2+4^2-104^2/18==63,11$
3.Подсчитать случайную (остаточную) величину $SS_{сл}$	$SS_{сл}=SS_{общ}-SS_{факт}$	$SS_{сл}=63,11-31,44=31,67$
4.Определить число степеней свободы	$df_{факт}=c-1$ $df_{общ}=N-1$ $df_{сл}=df_{общ}-df_{факт}$	$df_{факт}=3-1=2$ $df_{общ}=18-1=17$ $df_{сл}=17-2=15$
5.Разделить каждую SS на соответствующее число степеней свободы	$MS_{факт}=SS_{факт}/df_{факт}$ $MS_{сл}=SS_{сл}/df_{сл}$	$MS_{факт}=31,44/2=15,72$ $MS_{сл}=31,67/15=2,11$
6.Подсчитать значение $F_{эмп}$	$F_{эмп}=MS_{факт}/MS_{сл}$	$F_{эмп(2,15)}=15,72/2,11=7,45$
7.Определить критические значения F по Табл. XVII Приложения 1	для $df_1=2$ $df_2=15$	$F_{кр\ (2,15)}=\begin{cases}3,68\ (\rho \le 0,05)\\6,36\ (\rho \le 0,01)\end{cases}$
8.Сопоставить эмпирическое и критические значения F	При $F_{эмп} \ge F_{кр}$ H_0 отклоняется	$F_{эмп}>F_{кр} \rightarrow H_0$ отклоняется

Часто встречающееся в этой и последующих таблицах обозначение SS - сокращение от "суммы квадратов" (sumofsquares). Это сокращение чаще всего используется в переводных источниках (см., например: Гласе Дж., Стенли Дж., 1976).

$SS_{факт}$означает вариативность признака, обусловленную действием исследуемого фактора;

$SS_{общ}$ - общую вариативность признака;

S_{CA} -вариативность, обусловленную неучтенными факторами, "случайную" или "остаточную"
вариативность.

MS - "средний квадрат", или математическое ожидание суммы квадратов, усредненная величина соответствующих SS.

df- число степеней свободы, которое при рассмотрении непараметрических критериев мы обозначили греческой буквой *v*.

Вывод: H_0 отклоняется. Принимается H_1. Различия в объеме воспроизведения слов между группами являются более выраженными, чем случайные различия внутри каждой группы (p<0,01). Итак, скорость предъявления слов влияет на объем их воспроизведения[5]. Вернемся к графику на Рис. 2. Мы видим, что, скорее всего, значимость различий объясняется тем, что показатель воспроизведения при самой высокой скорости предъявления слов (условие 3) гораздо ниже соответствующих показателей при средней и низкой скорости.

Лабораторная работа 15. Дисперсионный анализ (многофакторный)

Многофакторный анализ (Manova) – совокупность статистических методов, которые используются при обработке больших массивов экспериментальных психологических данных. Важнейшая особенность многофакторного анализа состоит в том, что его нельзя применять для обработки первичных («сырых») данных. Материалом для данного вида анализа служат корреляционные связи, а точнее – коэффициенты корреляции Пирсона, которые вычисляются между психологическими признаками, включенными в обследование. Другими словами, многофакторному анализу подвергают корреляционные матрицы, наименования столбцов и строк в которых представляют собой перечень исследуемых переменных (матрицы интеркорреляций).

Основные задачи корреляционного анализа:

1) Исследование структуры взаимосвязей переменных. В этом случае каждая группировка переменных будет определяться фактором, по которому эти переменные имеют максимальную нагрузку.

2) Идентификация факторов как латентных переменных – скрытых причин взаимосвязи исходных психологических признаков.

3) Сокращение числа исследуемых психологических признаков с минимальными потерями исходной информации.

Простейшим примером многофакторного анализа является двухфакторный анализ, используемый для исследования воздействия разных сочетаний двух факторов на результативный признак.

Вопросы:

1. Раскройте на примерах основные задачи многофакторного дисперсионного анализа. В чем его преимущество перед другими методами?

2. Дайте понятие о ротации факторов и ее роли. Какие виды ротации Вы знаете?

3. Раскройте содержание комплектов статистических гипотез, формулируемых при использовании многофакторного анализа. Какие выводы можно сделать при различных вариантах отклонения и принятия нулевых гипотез в разных комплектах? Поясните ответ на примере.

4. Как определяется минимальное количество факторов, необходимое и достаточное для представления заданного набора переменных?

Задание

Решить задачу методом F, предварительно выяснив. Какой модификацией этого метода целесообразно воспользоваться.

Задача №1.

Четыре группы менеджеров, в ходе профессиональной деятельности сталкивающихся с необходимостью постоянного общения с коллегами и покупателями, включающие в себя по три человека обследовались по опроснику Айзенка EPQ на уровень нейротизма.

В группу 1 входили испытуемые с низким уровнем ощущения своего одиночества (A_1) и, одновременно, низким уровнем потребности в ощущениях (B_1).

В группу 2 входили испытуемые с низким уровнем ощущения своего одиночества (A_2) и высоким уровнем потребности в ощущениях (B_2)

В группу 3 - испытуемые с высоким уровнем ощущения своего одиночества (A_3) и низким уровнем потребности в ощущениях (B_3).

В группу 4 входили испытуемые с высоким уровнем ощущения своего одиночества (A_4) и, одновременно, высоким уровнем потребности в ощущениях (B_4).

Предполагалось, что между выделенными факторами будет наблюдаться значимое взаимодействие: при высоком уровне ощущения человеком своего одиночества более эмоционально неустойчивы лица с высоким уровнем потребности в ощущениях (латентное одиночество), а при низком уровне ощущения человеком своего одиночества более эмоционально неустойчивы лица с относительно низким уровнем потребности в ощущениях (вынужденное общение). Проверить данное предположение.

Фактор А	А - низкий уровень одиночества		А - высокий уровень одиночества	
Фактор В	B_1 - низкая потребность в ощущениях	B_2 - высокая потребность в ощущениях	B_3	B_4
	18	7	12	19
	16	10	17	23
	19	6	11	22

1. Сформулируем три комплекта статистических гипотез:

1) H_0: Различия, обусловленные степенью ощущения человеком своего одиночества, достоверно не превышают случайных различий по уровню нейротизма.

H_1 - ?

2) H_0: Различия, обусловленные потребностью в ощущениях, достоверно не превышают различий по уровню нейротизма.

H_1 - ?

3) H_0: Влияние характера ощущения человеком своего одиночества на уровень нейротизма статистически не различается при различных показателях потребности в ощущениях, и, наоборот, влияние потребности в ощущениях на уровень нейротизма статистически не различается при различных показателях ощущения человеком своего одиночества.

H_1: - ?

2. Подсчитаем основные величины, необходимые для проведения анализа.

А. Значения степеней свободы.

1) а - количество градаций фактора А, а = ?

2) в - количество градаций фактора В, в = ?

3) N – количество индивидуальных значений, N = ?

4) dfa – количество степеней свободы для фактора А, dfa = а – 1 = ?

5) dfв – количество степеней свободы для фактора А, dfв = в – 1 = ?

6) dfав – количество степеней свободы для совместного действия факторов А и В. dfав= dfa dfв= ?

7) dfобщ. - количество степеней свободы для всей выборки, dfобщ. = N – 1 = ?

8) dfост. – количество степеней свободы для случайных величин, dfост. = dfобщ. – dfa – dfв - dfав = ?

В. Значения сумм.

1) Та – суммы значений по градациям фактора А: ?, ?

∑(Та) – сумма квадратов суммарных значений, ∑(Та) =?

2) Тв – суммы значений по градациям фактора В: ?, ?

∑(Тв) – сумма квадратов суммарных значений, ∑(Тв) =?

3) Тав – суммы значений по столбцам: ?, ?, ?, ?

∑(Тав) – сумма квадратов суммарных значений, ∑(Тав) =?

4) (∑x) – квадрат общей суммы индивидуальных значений, (∑x) =?

5) - const, =?

6) $\sum(x)$ – сумма квадратов индивидуальных значений, $\sum(x)$=?

С. Расчет вариативности.

3. Подсчитаем значения Fэмп.

4. По таблице находим Fкр., строим ось значимости и определяем области, в которую попадают соответствующие значения Fэмп.

5. Сравниваем эмпирические и критические значения критерия. Делаем вывод по каждому из комплектов гипотез.

Выводы.

Лабораторные работы 16-17. Использование программы Microsoft Excel для обработки и представления данных.

Редактор электронных таблиц MS Excel обладает широкими возможностями в плане обработки числовой информации. Программа MS Excel используется в психологии на стадиях получения данных и их статистической обработки. Основное назначение программы – это возможность создания электронных таблиц с результатами исследования, которые в дальнейшем легко импортируются как непосредственно в текст научной работы (оформленный, например, в MS Word), так и в прикладные статистические программы (например, SPSS). Однако этим не ограничивается использование MS Excel в психологии. Т.к. данная программа позволяет осуществлять элементарную автоматизацию за счет использования встроенных в нее логических функций, а также специализированных макросов, то у психолога появляется возможность создавать с помощью MS Excel автоматизированные бланки ответов к психодиагностическим методикам и непосредственно интерактивные методики.

Остановимся на некоторых **особенностях программы MS Excel**, которые необходимо учитывать, начиная работу с этой программой.

1. Файл Excel называется **книгой** (рис. 1, поле 1), которая состоит из **листов**. На каждом листе книги может находиться различная, независящая друг от друга информация. Названия листов указаны на ярлыке листа (рис.1) в левом нижнем углу окна Excel. Для облегчения идентификации сведений на листе удобно переименовать ярлычок этого листа. Например, *поместив результаты по одной методике на лист с ее названием*. Переименовать листы можно щелкнув два раза правой кнопкой мыши на **ярлыке** соответствующего **листа**. В стандартном наборе представлено 3 листа. Листы можно добавлять или удалять, щелкнув по их ярлыкам правой кнопкой мышки и выбрав соотвествующий пункт подменю.

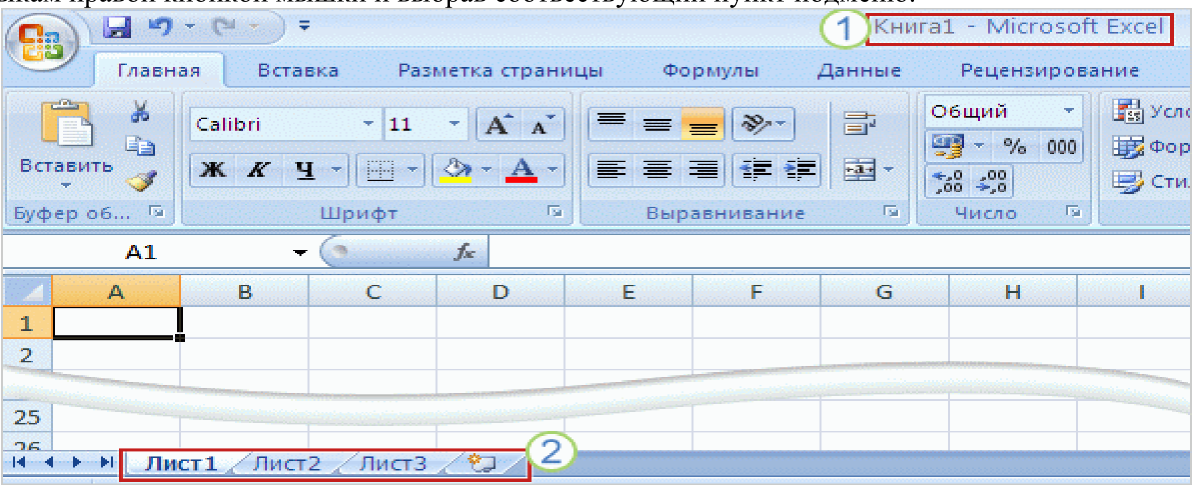


Рисунок 1 – Внешний вид пустого тиста в новой книге Excel 2007

2. Основное меню Excel 2007 содержит команды сохранения печати документа, настройки окна и программы. Открывается оно щелчком левой кнопки мыши на логотипе Office в левом верхнем углу программы.

3. Полоса в верхней части окна приложения Excel 2007 называется **лентой** (рис. 2,

поле 1). Лента состоит из **вкладок.** Каждая вкладка относится к определенной категории работ, выполняемых в приложении Excel. Для просмотра команд на каждой вкладке необходимо щелкнуть эти вкладки в верхней части ленты. Первая слева вкладка — вкладка **Главная** — содержит наиболее часто используемые команды. Помимо нее есть вкладки Вставка, Разметка страницы, Формулы, Данные, Рецензирование, Вид. Команды объединены в небольшие связанные группы. Например, команды редактирования ячеек объединены в группу Правка, а команды для работы с ячейками — в группу Ячейки.

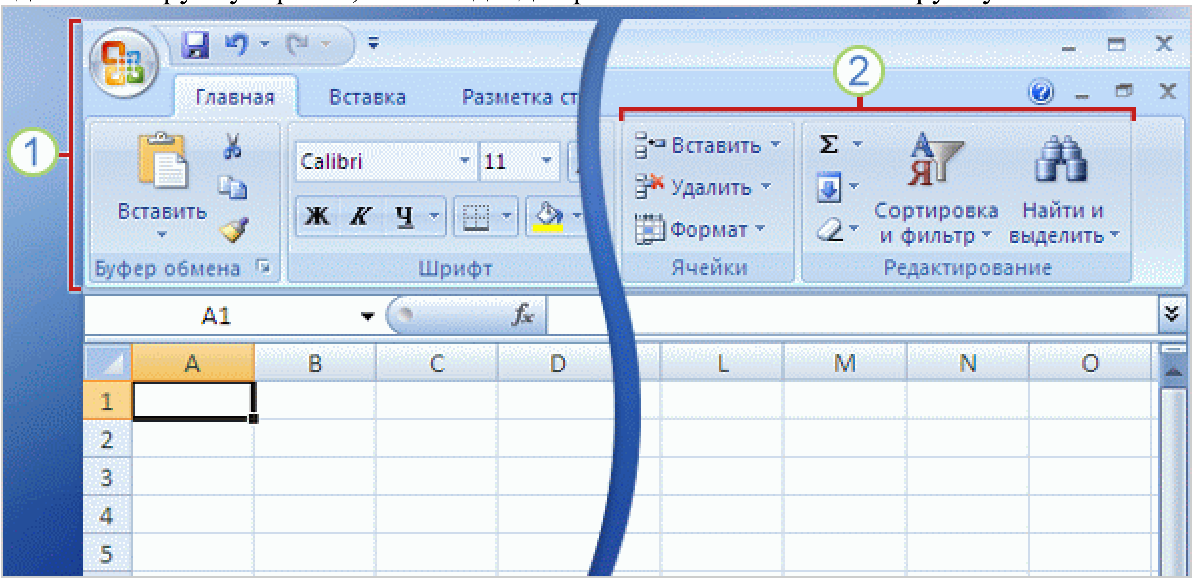


Рисунок 2 – Лента и вкладки в Excel 2007

4. Если кнопки команд не вмещаются на панель инструментов, группа содержит раскрывающийся список, где можно увидеть полный перечень команд данной группы, открыть который можно щелкнув левой кнопкой мыши на стрелочке рядом с названием группы.

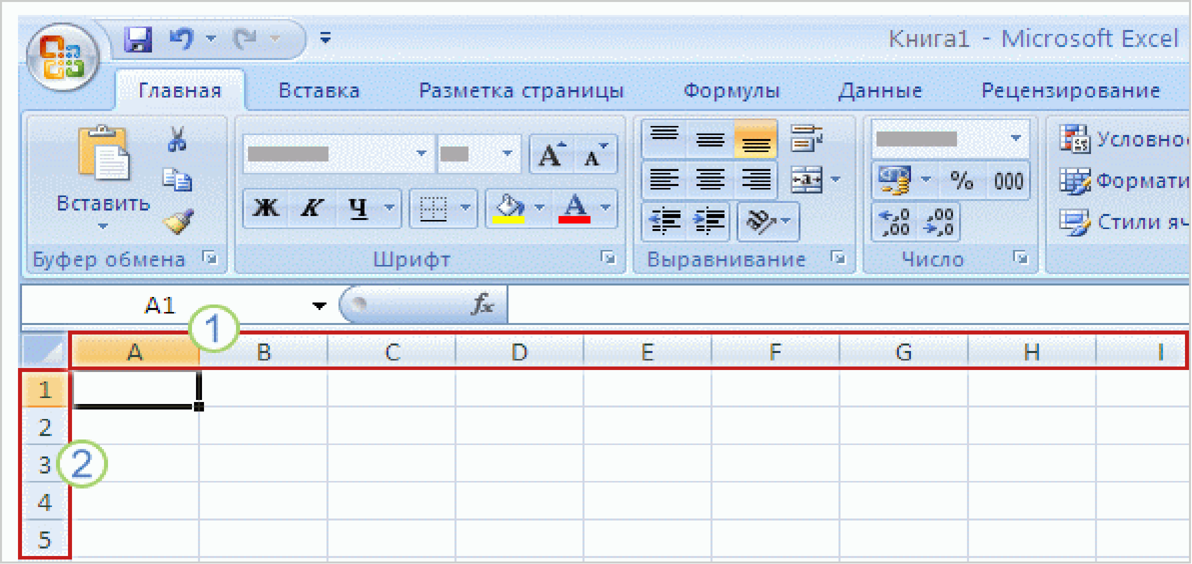
5. Листы состоят из столбцов, строк и ячеек. Именно эта сетка видна при открытии книги. Столбцы располагаются на листе вертикально, сверху вниз. Строки на листе располагаются горизонтально, слева направо. Ячейка — это место пересечения одного столбца с одной строкой. Столбцы таблицы Excel обозначаются латинскими буквами (рис.3, поле 1), строки цифрами (рис.3, поле 2). Каждая ячейка Excel имеет уникальный адрес, состоящий из названия столбца и строки – это **ссылка на ячейку**. Данные ссылки нужны при работе с формулами. Ссылки на ячейки идентифицируют отдельные ячейки в листе. Они сообщают Excel, где искать значения для использования в формуле.

Рисунок 3 – Столбцы, строки и ячейки листа в Excel 2007

6. Ссылки на ячейки могут относиться к определенным ячейкам или диапазонам ячеек по строкам и столбцам (таблица 1).

Таблица 1

Ссылка на ячейку	**Относится к…**
A10	ячейке в столбце A, строке 10
A10,A20	ячейкам A10 и A20
A10:A20	диапазону ячеек: столбец A, строки 10-20
B15:E15	диапазону ячеек: строка 15, столбцы B-E
A10:E20	диапазону ячеек: столбцы A-E, строки 10-20



7. При наведении на ячейку курсор может принимать несколько форм (таблица 2).

Таблица 2

Виды и функции курсора в программе Microsoft Excel

1. Вид курсора	
Функция	***Задание***
1. Активирование ячейки, делающее возможным запись в ней.	1. Активировать ячейку А1, записать фамилию первого респондента, перейти к А2, записать следующую фамилию.
2. При одинарном нажатии на ячейку и последующем вводе данных предыдущее содержание ячейки стирается.	2. Вернуться к первой фамилии, щелкнув один раз, попробовать исправить надпись.
3. При двойном щелчке курсор приобретает другой вид (|), что делает возможным внесение в ячейку исправлений.	3. Произвести подобную операцию – исправить букву в фамилии первого респондента.
4. Служит для выделения «области» (совокупности ячеек).	Выделить область А1:С3 (подвести курсор к А1 и не отпуская клавишу, довести до С3).
5. Служит для выделения столбцов и строк (для этого курсор должен находиться на названии столбца или строки).	5. Выделить столбец D (навести на букву D, нажать один раз). Теперь возможно редактирование столбца (команды контекстного меню - правая клавиша).
2. Вид курсора |	
1. Служит для исправления текста в ячейках (это же осуществляется в строке формул f_x).	1. Активировать ячейку С1 предыдущим типом курсора, затем через строку формул и тип курсора (|) внести в нее изменения.
3. Вид курсора + (появляется при наведении мышки на нижний правый угол ячейки)	
1. Копирование.	1. Активировать ячейку А1 первым типом курсора, навестись на нижний правый угол до приобретения курсором вида +, потянуть вниз или вбок.
2. Автоматическая нумерация.	2. Добавить столбец перед списком фамилий (выделить столбец А, щелкнув по его букве левой кнопкой мыши, затем правой кнопкой открыть контекстное меню, в котором выбрать второй вариант команды «Вставить»). Поставить в ячейку А1 цифру

	«1», в ячейку А2 цифру «2». Выделить область А1:А2 первым типом курсора; подвести к нижнему правому краю, потянуть вниз до конца списка фамилий (автоматически проставятся номера респондентов).
3. «Протягивание» введенных формул на соседние ячейки.	-
3. Вид курсора появляется при наведении мышки на промежуток между строками либо столбцами (область названий)	
1. Изменение высоты строки либо ширины столбца.	1. Подвести мышку к промежутку между столбцами В и С так, чтобы курсор принял этот вид, нажать и потянуть вправо (столбец В расширится); то же – со строками.
2. Придание совокупности столбцов или строк одинаковой высоты / ширины.	2. Выделить столбцы С, D и Е (первым типом курсора – нажать на С и не отпуская – потянуть вправо до Е), затем подвести мышку между столбцами D и Е (до принятия 4-го вида), сузить столбец D (остальные примут такую же ширину); аналогично – со строками.
4. Вид курсора	
1. Перемещение выделенной области.	1. Выделить область А1:С3, подвести курсор к границе выделения, так, чтобы он принял соответствующий вид и стрелка, при этом, касалась границы области выделения, перетащить в правую часть файла.

8. Правила работы с **формулами**:

– Вводить формулу надо со знака равенства. Это надо для того, чтобы Excel понял, что в ячейку вводится именно формула, а не данные. Заканчивается введение формулы нажатием кнопки Enter;

– Формула может быть введена в любую ячейку листа Microsoft Excel;

– Формула может быть введена с помощью иконки формул (функций – ***fx***), а может быть введена «вручную»;

– Формула отображается в «строке формул» (под панелью инструментов), введя курсор в которую, можно вносить корректировки (рисунок 4);

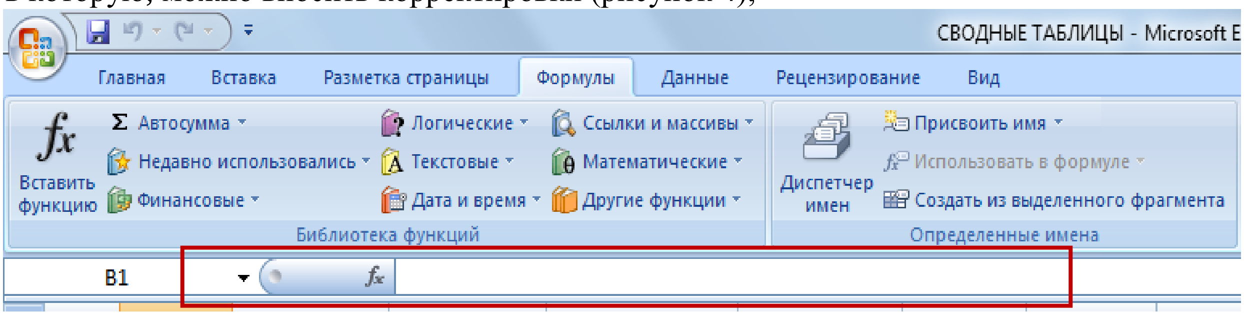


Рисунок 4 – Строка формул в Excel 2007

– В формулу можно вводить числа «от руки», можно использовать ссылки на ячейки, а между ними – математические операторы (например, если нужно суммировать значения ячейки А1 и ячейки А2, то (после знака =) необходимо правой кнопкой мышки один раз щелкнуть на ячейке А1, затем с клавиатуры ввести +, щелкнуть на ячейке А2 (и нажать

Enter)). При этом Excel подставит в формулу ссылку автоматически;

– Если в формуле используется несколько ссылок, то каждой из них Excel дает свой цвет. Это очень удобно. Пример: напишите в какой-либо ячейке формулу «=A1+D1», нажмите Enter, затем два раза щелкнете по ячейке. В ячейке вы увидите формулу с разноцветными ссылками, а вокруг ячеек A1 и D1 будут прямоугольники соответствующих цветов (рисунок 5). Гораздо проще найти, куда указывает ссылка, по цвету прямоугольника, чем просматривать буквы столбцов и номера строк. Наведите курсор мыши на один из разноцветных прямоугольников и перетащите левой кнопкой за границу в другое место. Вы увидите, что при этом меняются и адреса ячеек в формуле — часто это самый быстрый способ подправить адреса в формуле, особенно после копирования маркером автозаполнения;

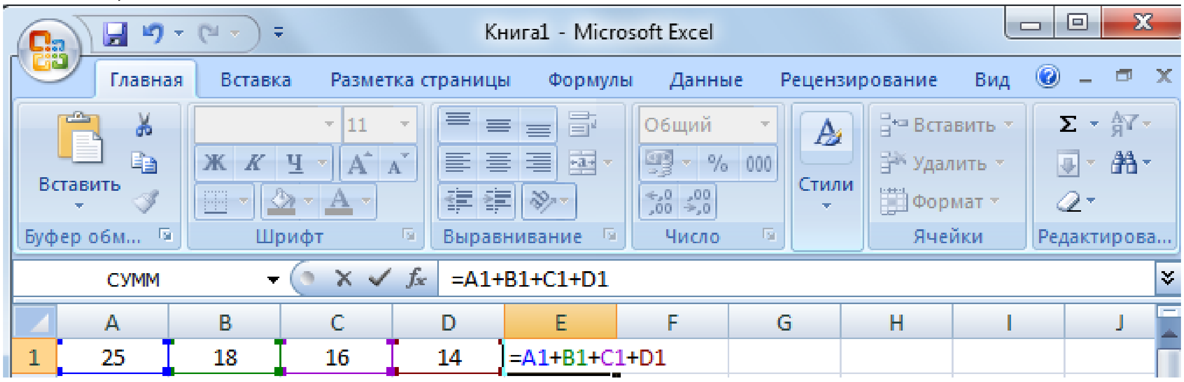


Рисунок 5 – Ссылки на ячейки в формуле MS Excel 2007

– Математические операторы в формулу вводятся с клавиатуры (калькулятор на правой стороне клавиатуры включается клавишей Num Lock). Виды операторов: * (умножить), / (делить), + (прибавить), – (отнять); возведение в степень происходит с помощью значка ^ (английский алфавит, цифра 6 с Shift), например, при возведении в куб выражение выглядит «^3»;

– При необходимости рассчитать некий показатель по диапазону данных сначала ставится открывающаяся скобка (, затем мышкой выделяется диапазон, затем ставится закрывающаяся скобка);

– При написании формул пробелы не ставятся;

– Формулу можно «протягивать» с помощью курсора +. При этом в формуле происходит сдвиг (например, в ячейку B1 можно ввести формулу A1*100%, затем потянуть вниз, при сдвиге в ячейке B2 окажется формула A2*100%, в ячейке B3 окажется A3*100% и т. д.);

– Предыдущее правило описывает пример работы формул для так называемых относительных ссылок. Вообще ссылки на ячейку бывают трех типов: а) относительные ссылки (пример: A1); б) абсолютные ссылки (пример: A1); в) смешанные ссылки (пример: $A1 или A$1, они наполовину относительные, наполовину абсолютные). Знак $ здесь никакого отношения к денежным единицам не имеет, это лишь способ указать Excel тип ссылки. Использование этого знака фиксирует ссылку на ячейку в формуле, что не приводит к изменению такой ссылки при «протягивании» формулы на соседние ячейки (рис. 6, поле 2).

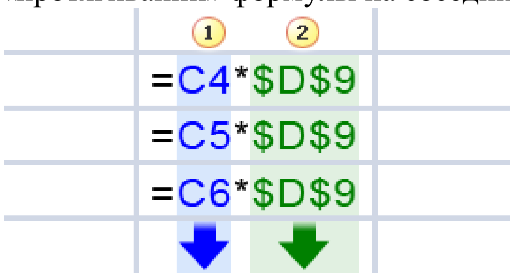


Рисунок 6 – Относительные (1) и абсолютные ссылки (2) в MS Excel 2007

9. **Использование текста в формулах**. С текстовыми значениями можно выполнять математические операции, если текстовые значения содержат только цифры от 0 до 9, +, -, е, Е, /. Еще можно использовать пять символов числового форматирования: $, %, (,), пробел. При этом текст должен быть заключен в двойные кавычки.

Например:

- ✓ Неправильно: =$55+$33
- ✓ Правильно: ="$55"+$"33"

При выполнении вычислений Excel преобразует числовой текст в числовые значения, так результатом вышеуказанной формулы будет значение 88.

Для объединения текстовых значений служит текстовый оператор & (амперсанд). Например, если ячейка А1 содержит текстовое значение "Иван", а ячейка А2 - "Петров", то введя в ячейку А3 следующую формулу =A1&A2, получим "ИванПетров". Для вставки пробела между именем и фамилией надо написать так =A1&" "&A2. Амперсанд можно использовать для объединения ячеек с разными типами данных. Так, если в ячейке А1 находится число 10, а в ячейке А2 - текст "мешков", то в результате действия формулы =A1&A2, мы получим "10мешков". Причем результатом такого объединения будет текстовое значение. Точно так же работает оператор "СЦЕПИТЬ", выглядеть формула с его участием будет так: «=Сцепить(A1;" ";A2)».

10. MS Excel позволяет **«переворачивать» таблицы** как целиком, так и по частям. Например, у Вас есть таблица Вы хотите перевернуть ее, т.е. сделать так, чтобы шапка таблицы была расположена не по горизонтали, а по вертикали (рисунок 7). Для того, чтобы осуществить это действие, необходимо выделить таблицу, скопировать ее. Активизировать любую свободную ячейку, вызвать меню правой кнопкой мыши и выбрать «специальную вставку». В открывшемся подменю поставить галочку на «траспонировать» → Ок. То же самое нужно сделать, если требуется перенести значения из одной таблицы в другую, а при этом в одной таблице значения стоят по горизонтали, а в другой – по вертикали.

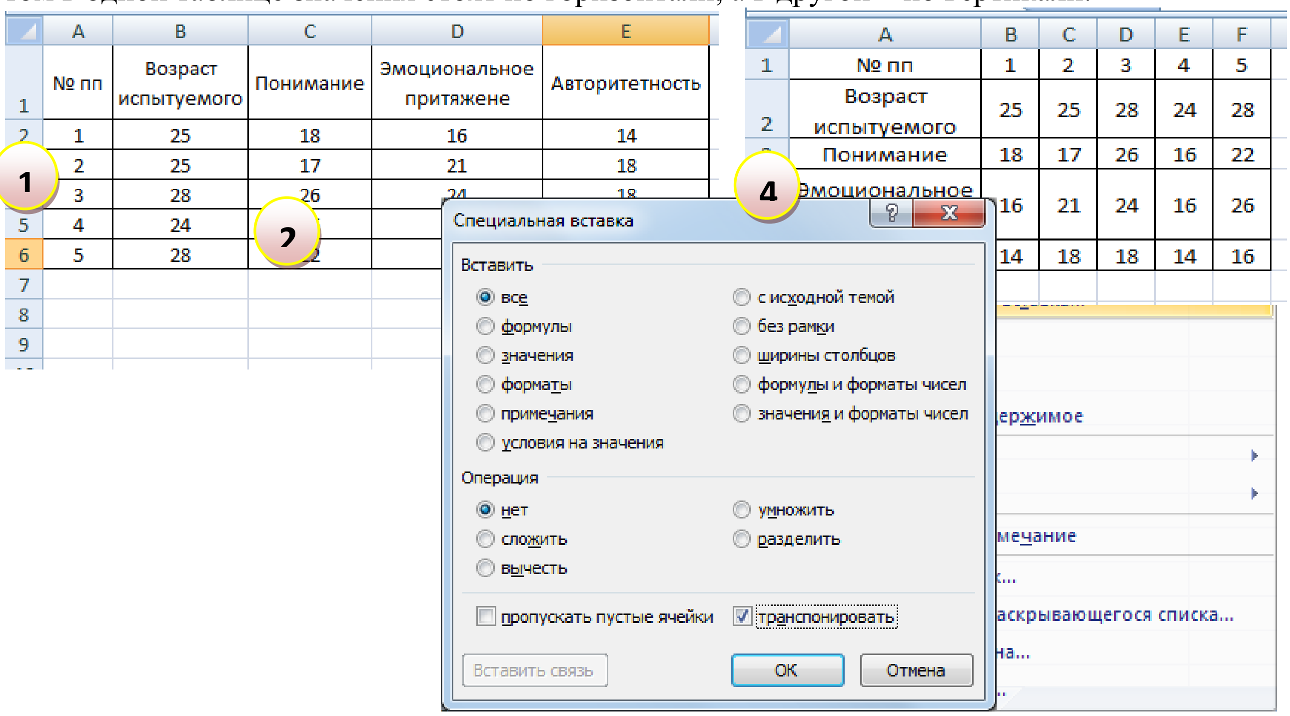
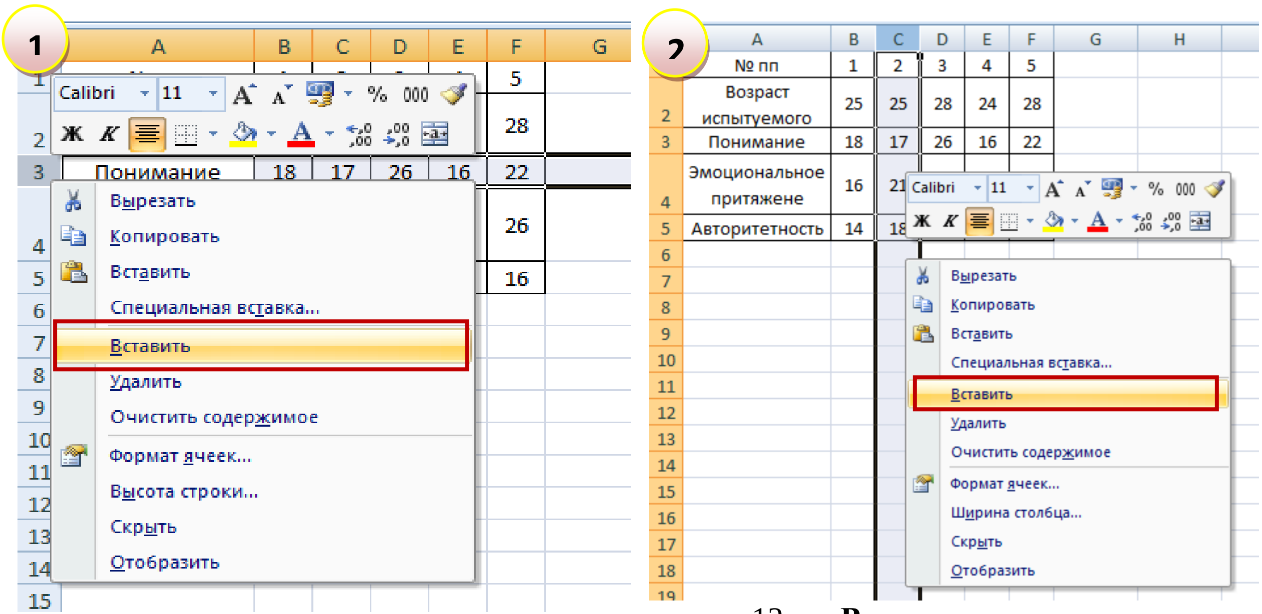


Рисунок 7 – Транспонирование таблицы в MS Excel 2007

11. Для **добавления строк** или **столбцов** в таблицу нужно: а) выделить нужную строку, щелкнув по цифре, обозначающей ее, правой кнопкой мышки, б) выделить нужный столбец, щелкнув по букве, обозначающей его, правой кнопкой мышки. В открывшемся подменю выбрать вторую команду «Вставить» (не тот вариант, где рядом нарисован знак «буфер обмена» - папка) (рисунок 8). Новая строка появится выше выделенной, а столбец – левее выделенного.

Рисунок 8 – Добавление строк (1) и столбцов (2) в MS Excel 2007



12. **Выравнивание данных в ячейках.** По умолчанию, текст выравнивается по левому краю (по горизонтали), а числа — по правому (по горизонтали). По вертикали данные выровнены по нижнему краю. Выравнивание по горизонтали можно поменять с помощью кнопок на панели инструментов «Главная» → «Выравнивание», в которую вынесены интерактивные кнопки для наиболее популярных команд (рисунок 9). Они связанны с выравниваем текста, переносом слов внутри ячейки, а также объединением нескольких ячеек в одну.

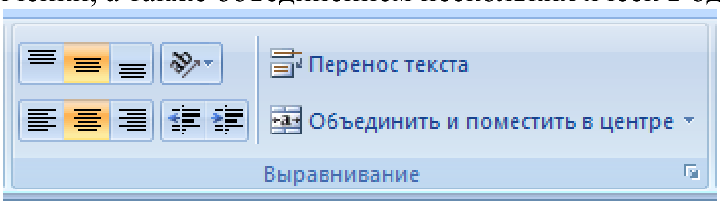


Рисунок 9 – Панель «Выравнивание» в MS Excel 2007

Доступ к дополнительным параметрам этой функции возможен либо нажатием кнопки рядом с названием «Выравнивание», либо вызовом контекстного меню с помощью нажатия правой кнопки мыши по ячейке и выбором функции «Формат ячеек» (рисунок 10).

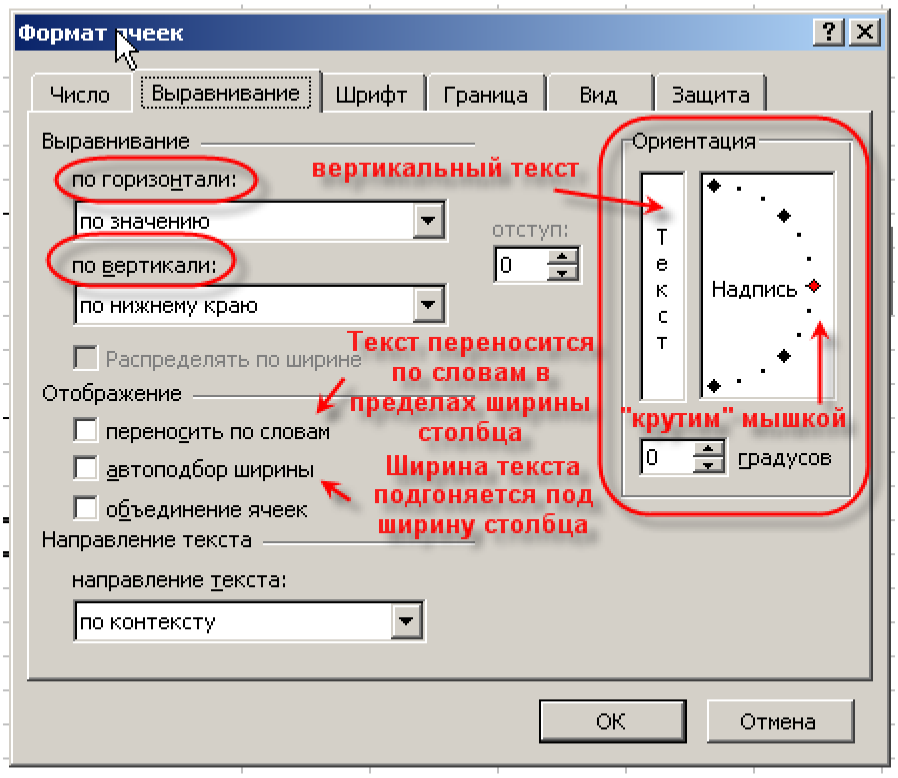


Рисунок 10 – Контекстное меню «Формат ячеек» в MS Excel 2007

13. Помимо математических и статистических функций MS Excel позволяет выполнять **логические функции**: ЕСЛИ; И, ИЛИ, НЕ; ИСТИНА и ЛОЖЬ; ЕПУСТО. В работе психолога при создании автоматических обработчиков тестов наиболее часто применяется логическая **функция ЕСЛИ.** Она имеет следующий синтаксис:

=ЕСЛИ(логическое_выражение;значение_если_истина;значение_если_ложь).

Значения данных «фраз» на простом языке следующее:

- ✓ логическое_выражение – это Ячейка ответа (значение, которое вводит испытуемый) = верному ответу (или не равна);
- ✓ значение_если_истина – это тот балл, который мы назначаем за верный ответ;
- ✓ значение_если_ложь – это тот балл, который мы назначаем за неправильный ответ.

Например, в ячейку А2 вопросов вводим «24 - х = 15». Рядом в ячейку В2 ответов тестируемым вносится ответ «9», что соответствует правильному ответу (который мы помещает в ячейку С2, которую потом скрываем). Тогда в ячейке D2 результата тестируемый получает 1 балл, а при любом другом ответе, не равном «9» он получит 0 баллов. В этом случае следующая формула помещает (на языке Excel «возвращает») в ячейку результат значение 1, если значение в ячейке равное 9, а в противном случае - 0: =ЕСЛИ(С2=D2;1;0).

Можно и так: =ЕСЛИ(С2=9;1;0) – тогда ячейка D2 не нужна, она нужна лишь для того, что в данном тесте нужно было «держать» под рукой верные ответы. Данную запись «=ЕСЛИ(С2=9;1;0)» нужно читать так: «Если испытуемый дал правильный ответ 9, то его балл равен 1, а если у него другой ответ, то он заработал 0 баллов».

В качестве аргументов функции ЕСЛИ можно использовать другие функции. В функции ЕСЛИ можно использовать текстовые аргументы. Например:

=ЕСЛИ(А1=4;"Зачет сдал";"Зачет не сдал");

=ЕСЛИ(А1=4;"Молодец!";"Увы, ответ не правильный").

В этом случае текст обязательно помещают в кавычки.

Можно использовать текстовые аргументы в функции ЕСЛИ, чтобы при невыполнении условия она возвращала пустую строку вместо 0, для этого в значении «значение_если_ложь» пишем две кавычки "".

Например: =ЕСЛИ(СУММ(А1:А3)=30;А10;"").

Для текстовых ответов подойдет запись с текстом, в этом случае аргумент «логическое_выражение» функции ЕСЛИ будет содержать текстовое значение. Например: =ЕСЛИ(A1="Корова";1;0). Эта формула возвращает значение 1, если ячейка A1 содержит строку "Корова", и 0, если в ней находится любое другое ошибочное написание этого слова. Совпадение между сравниваемыми текстовыми значениями должно быть точным, но без учета регистра.

14. При вводе данных целесообразно начать с ввода **заголовков** в верхней части каждого столбца, чтобы любому пользователю, работающему с книгой (а впоследствии и самому автору), было понятно, что означают введенные данные. В психологической статистике большинство таблиц исходных данных имеют следующую логику построения: каждая строка такой таблицы обычно соответствует одному *объекту (испытуемому),* а каждый столбец — одному измеренному *признаку (шкале).* Таким образом, исходной формой представления данных является таблица типа «объект — признак». В ходе дальнейшего анализа каждый признак выступает в качестве *переменной,* значения которой меняются от объекта к объекту. При этом в первый столбец таблицы принято помещать номер испытуемого (он фиксируется за ним во всех остальных таблицах, например. Испытуемый 1), а далее - ту информацию, которая предопределила деление на выборки. Это может быть пол, возраст, семейное положение, тип семьи, профессия и пр. (зависит от специфики исследования). При этом желательно испытуемых одной выборки помещать во всех таблицах друг за другом в одном и том же порядке, под ними - испытуемых другой выборки. Это позволяет выделить однородные массивы данных, полученные в одной выборке, отделив их от данных других выборок, что упрощает их дальнейший анализ.

15. При большом объеме сведений, полученных в ходе психодиагностического исследования, работа со списками затрудняется из-за небольшого размера окна файла (так, переходя к 100-му респонденту в списке, исследователь «теряет из вида» первую строку файла с заголовками-обозначениями шкал методик). Для этого служат «разделители текста» (см. рис. 11): их можно «взять» мышкой и перетянуть (например, горизонтальный разделитель – к нижней границе строки заголовков) в нужное место, после чего документ разбивается на 2 части («верх» можно оставить фиксированным, а в нижней части передвигаться по списку). Возможно использование горизонтального и вертикального разделителей по отдельности – тогда вернуть их на прежнее место можно аналогичным путем (обратные действия), возможно совместное – тогда убрать их можно, щелкнув дважды мышкой на их пересечении.

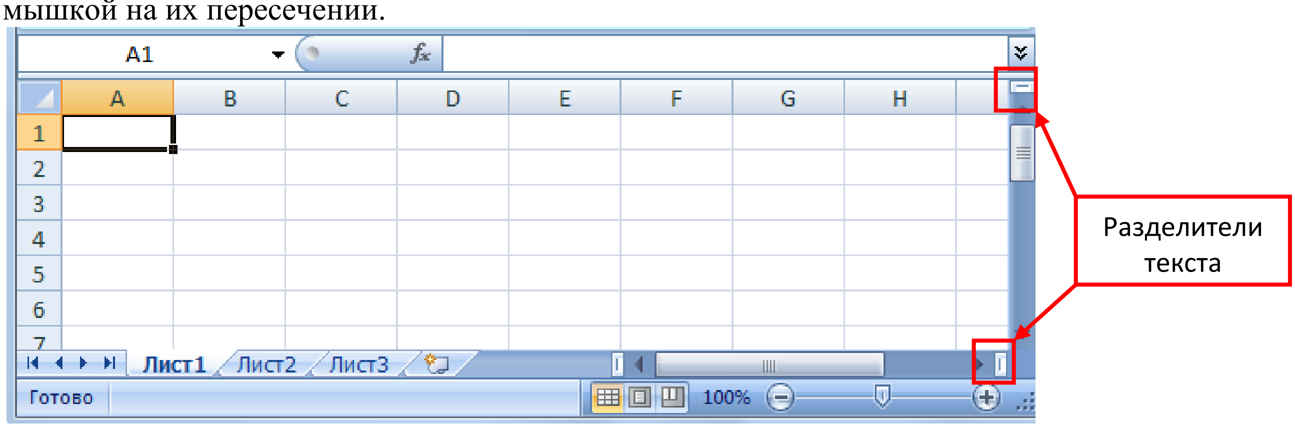


Рисунок 11 – Разделители текста в MS Excel 2007

16. Еще одна функция, часто востребованная при работе со списками, – сортировка данных (например, расположение фамилий в алфавитном порядке). Немаловажным является выделение соответствующей области перед сортировкой (чтобы фамилии «поменялись местами» вместе со всей остальной информацией на респондентов). В главном меню (Данные → Сортировка) возможно выбрать параметры сортировки (столбец, по которому производится сортировка, условия – по возрастанию либо по убыванию).

17. Одной из наиболее удобных возможностей программы Microsoft Excel является возможность выбирать из общего списка людей, соответствующих одному (например,

высокая тревожность) или нескольким (например, высокий нейротизм и высокая экстраверсия) условиям с помощью функции фильтра (табл. 3).

Таблица 3

Работа с функцией «Фильтр» в MS Excel 2007

Функция	***Задание***
1. Фильтр всегда ставится на столбец, который, соответственно, для начала необходимо выделить.	1. Выделить столбцы со шкалами «Нейротизма» (Н) и «Экстраверсии» (Э) по методике Айзенка.
2. Чтобы применить функцию фильтр к столбцу (или, наоборот, убрать/отменить): Закладка «Данные» → Функциональная группа «Сортировка и фильтр» → Кнопка «Фильтр». Или Закладка «Главная» → Функциональная группа «Редактирование» → Кнопка «Сортировка и фильтр» → «Фильтр».	2. Поставить фильтры (под названиями столбцов появятся квадраты со стрелками – «выбор»).
3. Выбор типа фильтра: нажатие квадратика со стрелкой под названием столбца, далее выбор нужного параметра.	3. В фильтре столбца «нейротизм» выбрать слово «условия», задать условия – «больше или равно 18» → ok. Аналогичную процедуру проделать со шкалой «экстраверсия» - в таблице отразятся только яркие холерики.
4. Копирование «отфильтрованных» данных происходит только при выделении нужной области (не столбцов, не строк и не всего файла).	

Список литературы для подготовки к лабораторным занятиям

Основная литература

1. Гарусев А.В. Основные методы сбора данных в психологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гарусев А.В., Дубовская Е.М., Дубровский В.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Аспект Пресс, 2012.— 158 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/8872.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

2. Ермолаев-Томин О.Ю. Математические методы в психологии [Электронный ресурс]: учебник / О.Ю. Ермолаев-Томин. - 5-е изд. испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 511 с. - Режим доступа: http://biblio-online.ru/thematic/?5&id=urait.content.1A9FAC2B-DF1E-4F42-BE92-09AAF8A9BDA3&type=c_pub- ЭБС издательства «Юрайт», по паролю.

Дополнительная литература

1. Крамер Д. Математическая обработка данных в социальных науках: современные методы = Advaced Quantitative Data Analysis : учеб. пособие для вузов / Д. Крамер ; пер. с англ. И. В. Тимофеева, Я. И. Киселевой ; науч. ред. О. В. Митина. — М.: Академия, 2007.— 288 с. - ISBN 978-5-7695-2878-1.

2. Наследов А.Д. SPSS: Компьютерный анализ данных в психологии и социальных науках. — 2-е изд. — М.[и др.] : Питер, 2005, 2007. – 416 с. - ISBN 5-318-00703-1.

3. Перегудина, В. А. Основы измерения и количественного описания данных психологического исследования: учебное пособие / В. А. Перегудина ; ТулГУ — Тула : Изд-во ТулГУ, 2015.— 145 с. : ил. — Библиогр.: с. 118 .— ISBN 978-5-7679-3271-9 .— <URL:https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2015120810195194208300003383>.