ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗУЧАЕМОГО ПСИХИЧЕСКОГО ЯВЛЕНИЯ

Динамика психического процесса может быть оценена на основе сравнения выборочных средних величин. Сравнение абсолютных значений этих величин можно осуществлять применением t-критерия Стьюдента:

$$t=\frac{|\bar{x}-\bar{y}|}{\sqrt{m_x^2+m_y^2}} \quad \textbf{(1)},$$

где $\bar{x}$ - среднее значение переменной по одной выборке данных;

$\bar{y}$ - среднее значение переменной по другой выборке данных;

m_x , m_y - показатели отклонений частных значений из выборок переменных x и y от соответсmующих им средних величин, вычисляемые по формулам:

$$m_x^2=\frac{\sigma_x^2}{n_x}\ ; \qquad m_y^2=\frac{\sigma_y^2}{n_y}\ ,$$

где σ_x^2 - выборочная дисперсия по выборке переменной X;

σ_y^2 -выборочная дисперсия по выборке переменной Y;

n_x, n_y, - число частных значений переменной в выборке X и Y соответственно.

Алгоритм оценки статистической достоверности различий выборочных средних сводится к следующему: - по формуле 1 рассчитать показатель t;

- определить число степеней свободы (n_x+n_y-2) ;

- задаться вероятностью допустимой ошибки (она может быть 0,05; 0,01 и 0,001);

- найти табличное значение t для заданного числа степеней свободы и избранной вероятности допустимой ошибки (табл. 1); - сравнить найденное табличное значение t с расчетным;

- если вычисленное значение t больше или равно табличному, то сравниваемые средние значения из двух выборок действительно статистически достоверно различаются с вероятностью допустимой ошибки, меньшей или равной избранной.

Вероятность допустимой ошибки, равная или меньшая 0,05 считается достаточной для научно-убедительных выводов. Чем меньше эта вероятность, тем точнее и убедительнее делаемые выводы. Например, избрав вероятность допустимой ошибки, равную 0,05, мы допускаем ошибку, не превышающую 5%; а выбор вероятности допустимой ошибки 0,001 гарантирует точность расчетов. превышающую или равную 99,9%, или ошибку, меньшую или равную 0,11%.

Пример: пусть имеем две выборки экспериментальных данных 4, 7, 8, 3,4,6,7,5,6,6, и 5, 6, 6,7,7,7, 7, 8, 8,9. Определим их средние арифметические значения:

$$M_x = \frac{3+4\cdot 2+5+6\cdot 3+7\cdot 2+8}{10} = 5,6$$

$$M_y = \frac{5+6\cdot 2+7\cdot 4+8\cdot 2+9}{10} = 7$$

На первый взгляд, кажется, что они существенно отличаются друг от друга. Но так ли это и насколько статистически достоверны эти различия. На этот вопрос можно ответить, определив t-критерий Стьюдента.

Определим выборочные дисперсии для двух сравниваемых выборок:

$$\sigma_x^2 = \frac{(-2,6)^2+(-1,6)^2+(-0,6)^2+0,4^2\cdot 3+1,4^2\cdot 2+2,42}{10} = 2,3$$

$$\sigma_y^2 = 1,2$$

Вычислим показатель t, подставив найденные значения $\bar{X}, \bar{y}$, σ_x^2, и σ_y^2, в формулу 7:

$$t = \frac{|5,6-7|}{\sqrt{\frac{2,3}{10}+\frac{1,2}{10}}} = \frac{1,4}{0,4} = 2,3$$

Таблица 1

Критические значения t-критерия Стьюдента

Число степеней свободы (n_x+n_y-2)	Вероятность допустимой ошибки		
	0.05	**0.01**	**0.001**
4	2,78	5,60	8,61
5	2,58	4,03	6,87
6	2,45	3,71	5,96
1	2,37	3,50	5,41
8	2,31	3,36	5,04
9	2,26	3,25	4,78
10	2,23	3,17	4,59
II	2,20	3,11	4,44
12	2,8	3,05	4,32
13	2,16	3,01	4,22
14	2,14	2,98	4,14
15	2,13	2,96	4,07
16	2,12	2,92	4,02
17	2,11	2,90	3,97
18	2,10	2,88	3,92
19	2,09	2,86	3,88
20	2,09	2,85	3,85
21	2,08	2,83	3,82
22	2,07	2,82	3,79
23	2,07	2,81	3,77
24	2,06	2,80	3,75
25	2,06	2,79	3,73
26	2.06	2,78	3,71
27	2,05	2,77	3,69
28	2,05	2,76	3,67
29	2,05	2,76	3,66
30	2,04	2,75	3,65
40	2,02	2,70	3,55
50	2,01	2,68	3,50
60	2,00	2,66	3,46
80	1,99	2,64	3,42
100	1,98	2,63	3,39

Сравним полученное значение с табличным для числа степеней свободы 10+10-2 =18. Зададим вероятность допустимой ошибки, равную 0,05 и убедимся в том, что значение t должно быть не меньше чем 2,1. У нас этот показатель равен 2,3, следовательно, выборочные средние статистически достоверно отличаются друг от друга с вероятностью допустимой ошибки не более 5%.

(хи - квадрат критерий)

Нередко возникает задача сравнения не абсолютных средних значений, а частных (например, процентных) распределений данных. В этом случае можно воспользоваться статистикой, именуемой X^2 - критерий (хи - квадрат критерий).

$$X^2 = \sum_{k=1}^{s} \frac{(V_k - P_k)^2}{P_k} \qquad \textbf{(2),}$$

где P_k - частоты результатов наблюдений до эксперимента;

V_k - частоты результатов наблюдений после эксперимента;

S - общее число групп, на которые разделились результаты наблюдений.

Полученное расчетным путем значения X^2 сопоставляется с табличным (табл. 2) и в случае его превышения или равенства делается вывод о значимости различий с определенной вероятностью допустимой ошибки.

Таблица 2

Граничные (критические) значения X^2 - критерия

Число степеней свободы (S -1)	**Вероятность допустимой ошибки**		
	0.05	**0.01**	**0,001**
1	3,84	6,64	10,83
2	5.99	9,21	13,82

3	7,81	11,34	16,27
4	9,49	13,23	18,46
5	11,07	15,09	20,52
6	12,59	16,81	22,46
7	14,07	18,48	24,32
8	15,51	20,09	26.12
9	16,92	21,67	27,88
10	18,31	23,21	29,59

Например, из 100 испытуемых, отобранных для эксперимента по оценке динамики объема кратковременной памяти до начала эксперимента 30 человек показали результаты ниже средних,

50-средние и 20-выше средних. После проведения формирующего эксперимента результаты распределились следующим образом: 20 человек показали результаты ниже среднего, 40-средние и 40 выше среднего уровня.

Можно ли опираясь на эти данные yrnержда1Ъ, что формирующий эксперимент, направленный на увеличение объема кратковременной памяти, удался?

Для ответа на данный вопрос воспользуемся формулой 9. В данном примере переменная P_k принимает значение 30%, 50%, 20%, а V_k - 20%,40%,40%. Подставив эти значения в формулу 9, получим:

$$X^2 = \frac{(20+30)^2}{30} + \frac{(40-50)^2}{50} + \frac{(40-20)^2}{20} = 3,33 + 2 + 20 = 25,33$$

Воспользуемся теперь таблицей 2, где для заданного числа степеней свободы (8 - 1 = 3 - 1 = 2) можно определи1Ъ степень значимости различий объема кратковременной памяти до и после эксперимента. Полученное нами значение 25,33 больше соответствующего табличного значения 13~2 при вероятности допустимой ошибки меньше 0,1%. Следовательно, эксперимент удался, и мы можем это утверждать, допуская ошибку, не превышающую 0,1%.

Нередко в психологическом эксперименте возникает задача сравнения дисперсий двух выборок с целью выявления различий между ними. Такого рода задачи решаются при помощи критерия Фишера:

$$F(n_1-1, n_2-1)=\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \quad \textbf{(3)},$$

где n_1, n_2 - количество значений признака в первой и второй из сравниваемых выборок соответственно;

(n_1-1, n_2-1) - число степеней свободы;

σ_1^2 , σ_2^2 - дисперсия по первой и второй выборке соответственно.

Вычисленное с помощью этой формулы значения F--критерия сравнивается с табличным (табл. 3) и если оно превосходит табличное для данного числа степеней свободы и избранной вероятности допустимой ошибки, то делается вывод о том, что гипотеза о наличии различий в дисперсиях подтвердилась. В противном случае такая гипотеза отвергается и дисперсии считаются равными.

Таблица 3 -*Граничные значения F-критерия для вероятности допустимой ошибки 0,05*

n_1 / n_2	**3**	**4**	**5**	**6**	**8**	**12**	**16**	**24**	**50**
3	9,')8	9,91	9,01	8,94	8,84	8,74	8,69	8,64	8,58
4	6,59	6,39	6.26	6,16	604	5,91	5.84	5,77	5,70
5	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,60	4,58	4,44
6	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	400	3,92	3,84	3,75
8	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,20	3,12	3,03
12	349	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,60	2,50	2,40
16	3,24	3,00	2,85	2,74	2,59	2,42	2,33	2,24	2,13
24	3.01	2.78	2,62	2.51	236	2,18	2.09	1,98	1,86
50	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	1,95	1,85	1,74	1,60

Например, имеем два ряда значений объема внимания: 4, 6, 5,7,3,4,5,6 и 2, 7,3,6,1,8,4,5. Средние значения для двух этих рядов соответственно равны 5,0 и 4,5. Их дисперсии составляют 1,5 и 5. 25. Частное от деления большой дисперсии на меньшую составляет 3,5 (показатель F). Сравнивая его с табличным значением для $n_1 = n_2 = 8$ (оно равно 3.44), приходим к выходу о различиях в дисперсиях выборок на уровне значимости более 95%. или с вероятностью допустимой ошибки не более 5%.