

Подписано электронной подписью:  
Вержицкий Данил Григорьевич  
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»  
Дата и время: 2024-02-21 00:00:00  
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Кемеровский государственный университет»  
Новокузнецкий институт (филиал)

Факультет информатики, математики и экономики  
Кафедра математики, физики и математического моделирования

А.В. Фомина, Н.А. Нонь

## **СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **Статистические гипотезы**

*Методические рекомендации по изучению дисциплины  
для обучающихся по направлениям подготовки*

*44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки),*

*Профиль: «Математика и Информатика»;*

*44.03.01 Педагогическое образование, Профиль: « Информатика»;*

*44.03.04 Профессиональное обучение, Профиль: « Экономика и управление»*

Новокузнецк

2019

УДК 519.22(075.8)

ББК 22.172я73

Ф76

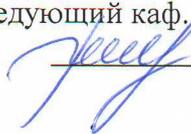
**Фомина А.В.**

Ф76 Статистические методы обработки результатов научных исследований: методические рекомендации по изучению дисциплины для студентов факультета информатики, математики и экономики, обучающихся по направлениям подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (профиль «Математика и Информатика»), 44.03.01 Педагогическое образование (профиль «Информатика»), 44.03.04 Профессиональное обучение (профиль «Экономика и управление»), / А.В. Фомина, Н.А. Нонь; Новокузнецкий ин-т (фил.) Кемеров. гос. ун-та. – Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2019 – 56 с.

В работе изложены методические рекомендации по изучению темы «Статистические гипотезы» дисциплины «Статистические методы обработки результатов научных исследований»: основные теоретические сведения, варианты индивидуального задания, методические рекомендации к выполнению индивидуального задания, примеры решения типовых заданий, критерии оценки учебной деятельности студента, список основной и дополнительной литературы, приложения.

Методические рекомендации предназначены для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль: «Математика и Информатика», 44.03.01 Педагогическое образование, профиль: «Информатика», 44.03.04 Профессиональное обучение, профиль: «Экономика и управление».

Рекомендовано на заседании  
кафедры математики, физики и  
математического моделирования  
Протокол № 3 от 04.10.2019

Заведующий каф. МФММ  
 / Е.В. Решетникова

Утверждено методической комиссией  
факультета информатики, математики и  
экономики

Протокол  
№ 3 от 14.11.2019

Председатель методической комиссии  
ФИМЭ

 / Г.Н. Бойченко

УДК 519.22(075.8)

ББК 22.172я73

Ф76

© Фомина Анжелла Владимировна, Нонь  
Наталья Александровна

© Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Кемеровский государственный  
университет»,  
Новокузнецкий институт (филиал), 2019

## Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	4
1. ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ СОГЛАСИЯ.....	5
2. НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ СОГЛАСИЯ .....	6
3. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «СТАТИСТИЧЕСКИЕ ГИПОТЕЗЫ».....	12
4. РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ.....	36
5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	45
6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	47
7. ПРИЛОЖЕНИЯ .....	48

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие методические рекомендации адресованы студентам, получающим квалификацию бакалавр по направлениям подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль: «Математика и Информатика», 44.03.01 Педагогическое образование, профиль: «Информатика», 44.03.04 Профессиональное обучение, профиль: «Экономика и управление» и направлены на оказание помощи студентам в организации наиболее рационального изучения темы «Статистические гипотезы» курса «Статистические методы обработки результатов научных исследований».

Статистические методы применяются для обработки данных, полученных в результате проведения педагогического эксперимента, а также для установления количественных зависимостей между изучаемыми явлениями, проверки статистических гипотез. Методы математической статистики дают возможность устанавливать степень достоверности сходства и различия исследуемых объектов на основании результатов измерений их показателей.

Целью изучения темы «Статистические гипотезы» дисциплины «Статистические методы обработки результатов научных исследований» является формирование профессиональной компетентности, основанной на применении математических и статистических методов для анализа данных в педагогических исследованиях.

Для достижения поставленной цели необходимо сформировать у студентов:

- 1) систему знаний, позволяющую осуществлять проверку статистических гипотез;
- 2) навыки, умения и готовность использования в будущей профессиональной деятельности полученных знаний курса «Статистические методы обработки результатов научных исследований».

В методические рекомендации включено: основные теоретические сведения, варианты индивидуального задания, методические рекомендации к выполнению индивидуального задания, примеры

решения типовых заданий, критерии оценки учебной деятельности студента, список основной и дополнительной литературы, приложения. Теоретические сведения и приведенные примеры решения некоторых заданий представлены в объеме, достаточном для подготовки к практическим занятиям и выполнения индивидуальных заданий.

Таким образом, данные методические материалы позволяют получить студенту целостное представление о содержании темы «Статистические гипотезы» курса «Статистические методы обработки результатов научных исследований», подготовиться к практическим занятиям по соответствующей теме, успешно выполнить индивидуальное задание. Методические рекомендации могут оказаться полезными при написании курсовых и выпускных квалификационных работ, а также при прохождении производственной (педагогической) практики.

## 1. ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ СОГЛАСИЯ

*Статистической гипотезой* называется предположение о свойствах случайных величин или событий. Гипотеза  $H_0$ , которая подвергается проверке, называется нулевой. Гипотеза  $H_1$ , являющаяся логическим отрицанием нулевой гипотезы, называется альтернативной. В качестве нулевой гипотезы часто выдвигают предположение о несущественности различий результатов педагогического исследования.

*Критерии согласия* устанавливают согласуются ли данные эксперимента с выдвинутой статистической гипотезой или не согласуются. *Параметрические критерии согласия* оценивают полученные результаты по параметрам вероятностного распределения признака.

*Критерий Стьюдента* позволяет проверить гипотезу о существенности или несущественности различия выборочных средних двух выборок. Сначала находят выборочные средние  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  и выборочные дисперсии  $D_x$ ,  $D_y$  этих выборок. Затем вычисляют эмпирическое значение критической статистики:

$$t_{эмт} = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{n_1 D_x + n_2 D_y}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2} \cdot (n_1 + n_2 - 2)}. \quad (1)$$

Определяют по таблице (Приложение 1) критическое значение  $t_{кр}(\alpha, n_1 + n_2 - 2)$  для заданного уровня значимости  $\alpha$ ,  $n_1, n_2$  – объемы выборок. Если  $t_{эмт} \geq t_{кр}$ , то различия между средними значениями экспериментальной и контрольной групп существенны на данном уровне значимости

**Критерий Крамера-Уэлча** предполагает вычисление эмпирического значения критерия по формуле:

$$T_{эмт} = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{n_1 D_x + n_2 D_y}} \cdot \sqrt{n_1 \cdot n_2}. \quad (2)$$

Критические значения зависят от уровня значимости  $\alpha$  и выражаются через критические значения  $t$ -критерия Стьюдента:  $T_{кр}(0.01) = t_{кр}(0.01; \infty) = 2.58$ ;  $T_{кр}(0.05) = t_{кр}(0.05; \infty) = 1.96$ ;  $T_{кр}(0.1) = t_{кр}(0.1; \infty) = 1.65$ .

**Критерий Фишера** используется для сравнения дисперсий двух выборок. Эмпирическое значение критерия:

$$F_{эмт} = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}, \quad (3)$$

где  $\sigma_1^2$  – большая дисперсия,  $\sigma_2^2$  – меньшая дисперсия рассматриваемых выборок. Критическое значение определяется по таблице (Приложение 2) по заданному уровню значимости  $\alpha$  и числам степеней свободы числителя ( $n_1 - 1$ ) и знаменателя ( $n_2 - 1$ ). Если  $F_{эмт} > F_{кр}$ , то дисперсии можно считать различными.

## 2. НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ СОГЛАСИЯ

**Непараметрические критерии согласия** не оценивают полученные результаты по параметрам вероятностного распределения признака, в их основе лежит оперирование рангами или частотами.

**Критерий Пирсона** позволяет проверить значимость расхождения эмпирических и теоретических частот.

Эмпирическое значение критерия:

$$\chi_{эмт}^2 = \sum_i \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}, \quad (4)$$

где  $n_i$  – эмпирические частоты,  $n'_i$  – теоретические частоты. Критическое значение  $\chi_{кр}^2(\alpha, m-1)$  определяется по таблице по заданному уровню значимости  $\alpha$  и числу степеней свободы число  $m-1$ ,  $m$  – число групп. Если  $\chi_{эмт}^2 < \chi_{кр}^2$ , то нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о несущественности расхождений между двумя распределениями.

**Проверка нормальности распределения** осуществляется с помощью критерия Пирсона. Для этого вычисляют выборочную среднюю  $\bar{x}$  и среднее квадратическое отклонение  $\sigma$ , после чего определяют теоретические частоты:

$$n'_i = \frac{nh}{\sigma} \cdot \varphi(u_i), \quad (5)$$

где  $n$  – объем выборки,  $h$  – разность между двумя соседними вариантами

(шаг),  $u_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ ,  $\varphi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{u^2}{2}}$  (находится по таблице Приложения 4).

Далее вычисляют  $\chi_{эмт}^2 = \sum_i \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$ . По таблице определяют  $\chi_{кр}^2(\alpha, m-3)$ .

Если  $\chi_{эмт}^2 < \chi_{кр}^2$ , то гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности принимают.

**Критерий Манна-Уитни** применяется для оценки различий между двумя малыми выборками по уровню количественно изменяемого признака. Первой выборкой будем считать такую выборку, где значение признака больше. Нулевую гипотезу сформулируем так: уровень признака во второй выборке не ниже уровня признака в первой выборке. Сначала объединим две выборки в одну и проранжируем по степени возрастания признака. Найдем суммы рангов отдельно по

группами определим большую сумму  $T_x$ . Вычислим эмпирическое значение:

$$U_{эм} = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x, \quad (6)$$

где  $n_1, n_2$  – количество испытуемых в выборках,  $n_x$  – количество испытуемых в группе с большей суммой рангов. Критическое значение  $U_{кр}(\alpha)$  определяется по таблице,  $\alpha$  – заданный уровень значимости. Если  $U_{эм} > U_{кр}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости принимается.

**Критерий Колмогорова – Смирнова** оценивает существенность различий между двумя выборками. Нулевая гипотеза: различия между двумя выборками несущественны. Вычисляют относительные частоты для двух выборок и находят модули разности относительных частот  $|f_{эп} - f_{контр}|$ , среди этих значений определяют максимальное значение  $d_{\max}$ . Эмпирическое значение определяют по формуле:

$$\lambda_{эм} = d_{\max} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}. \quad (7)$$

$\lambda_{кр}(\alpha)$  определяется по таблице Приложения 6,  $\alpha$  – заданный уровень значимости. Если  $\lambda_{эм} > \lambda_{кр}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости отвергается и группы по рассмотренному признаку отличаются существенно.

**Критерий Вилкоксона** применяется для сопоставления показателей изменений в двух разных условиях на одной и той же выборке испытуемых. Нулевая гипотеза формулируется так: существенность сдвигов в типичном направлении не превосходит существенности сдвигов в нетипичном направлении. Сдвигом называют разность между значениями измеряемого параметра после проведения эксперимента и до проведения. Вычисляют разности между значениями показателя после проведения эксперимента и до проведения, определяют модули найденных разностей и ранжируют их в порядке возрастания. После чего отмечают ранги, соответствующие сдвигам в нетипичном направлении (если большинство разностей

положительно, то отрицательное значение считают нетипичным сдвигом, и наоборот). Эмпирическое значение критерия  $T_{эмт}$  находится как сумма рангов, соответствующих нетипичным сдвигам. Критическое значение критерия  $T_{кр}(\alpha)$  находится по таблице Приложения 7. Если  $T_{эмт} > T_{кр}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости принимается, в противном случае, отвергается.

**Критерий знаков** позволяет определить имеется ли значимое отличие значения признака до и после эксперимента, или различия случайны. Нулевая гипотеза: типичный сдвиг является случайным на данном уровне значимости. Для проверки гипотезы определяют типичный сдвиг и считают число типичных и нетипичных сдвигов. Эмпирическое значение критерия  $G_{эмт}$  находится как количество нетипичных сдвигов. Критическое значение критерия  $G_{кр}(\alpha, n)$  находится по таблице Приложения 8, где n- объем выборки. При равенстве типичных и нетипичных сдвигов критерий знаков не применим. Если  $G_{эмт} \geq G_{кр}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости принимается, т.е. типичный сдвиг является случайным.

**Критерий Макнамары** предназначен для работы с данными, которые получены в дихотомической шкале, допускающей два типа ответов - «да» или «нет». Экспериментальные данные, полученные в результате двукратного опроса, записываются в таблицу:

		2 тест	
		Справились	Не справились
1тест	Справились	A	B
	Не справились	C	D

В таблице: А–число участников эксперимента, которые до и после эксперимента ответили на вопрос положительно; В – число участников эксперимента, которые до эксперимента ответили на вопрос положительно, а после эксперимента – отрицательно; С – число участников эксперимента, которые до эксперимента ответили на вопрос отрицательно, а после эксперимента – положительно; D - число

участников эксперимента, которые до и после эксперимента ответили на вопрос отрицательно.

Если  $B \neq C$ , то эмпирическое значение критерия  $M_{эм}$  определяется таким образом:

1) если  $B+C=n \leq 20$ , то  $M_{эм}(n,m)$  находится по таблице, где  $m = \min(B,C)$ .

2) если  $B+C > 20$ , то  $M_{эм}$  вычисляется по формуле:

$$M_{эм} = \frac{(B-C)^2}{B+C}. \quad (8)$$

При  $B=C$  рекомендуется использовать  $\chi^2$ -критерий.

Критические значения в первом случае:  $M_{кр}(0,05) = 0,025$ ;  $M_{кр}(0,01) = 0,005$ .

Во втором случае критические значения равны:  $M_{кр}(0,05) = 3,84$ ;  $M_{кр}(0,01) = 6,64$ .

Нулевая гипотеза формулируется следующим образом: различие значений исследуемого показателя до и после эксперимента незначительно. Если  $M_{эм} < M_{кр}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости отклоняется.

**Критерий Крускала-Уоллиса** предназначен для оценки различий между  $k$  выборками ( $k > 2$ ) по уровню какого-либо признака. Нулевая гипотеза: между выборками существуют случайные различия по уровню исследуемого признака. Для проверки гипотезы ранжируют значения признака в порядке возрастания для всех групп. Затем находят суммы рангов для каждой группы отдельно. Вычисляют эмпирическое значение критерия:

$$H_{эм} = \frac{12}{N(N+1)} \cdot \sum_i \frac{T_i^2}{n_i} - 3(N+1), \quad (9)$$

где  $N$  – общее количество испытуемых,  $T_i$  – сумма рангов в  $i$ -й строке,  $n_i$  – число испытуемых в  $i$ -й группе. Критическое значение  $H_{кр}(\alpha; m-1) = \chi^2(\alpha; m-1)$  определяется по таблице Приложения 3,  $\alpha$  –

заданный уровень значимости,  $m$  – число групп. Если  $H_{эмн} < H_{кр}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости принимается.

**Критерий Фридмана** применяется для сопоставления показателей в  $t$  условиях ( $t \geq 3$ ) в одной выборке из  $n$  испытуемых. Нулевая гипотеза: между полученными в разных условиях показателями существуют случайные различия. Для проверки гипотезы ранжируют значения показателей для каждого испытуемого в порядке убывания признака. Вычисляют эмпирическое значение критерия:

$$\chi_{эмн}^2 = \frac{12}{n(t+1)t} \cdot \sum_j T_j^2 - 3n(t+1), \quad (10)$$

где  $t$  – количество условий,  $T_j$  – сумма рангов в  $j$ -м столбце,  $n$  – число испытуемых. Критическое значение  $\chi_{кр}^2(\alpha; t-1)$  определяется по таблице,  $\alpha$  – заданный уровень значимости. Если  $\chi_{эмн}^2 < \chi_{кр}^2$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости принимается.

**Критерий Пейджа** применяется для сопоставления показателей в  $t$  условиях ( $3 \leq t \leq 6$ ) в одной выборке из  $n$  испытуемых. Нулевая гипотеза: между полученными в разных условиях показателями существуют случайные различия. Для проверки гипотезы ранжируют значения показателей для каждого испытуемого в порядке убывания признака и находят суммы рангов по каждому условию, размещают эти суммы в порядке возрастания. Вычисляют эмпирическое значение критерия:

$$L_{эмн} = \sum_j T_j \cdot j, \quad (11)$$

где  $T_j$  – сумма рангов в  $j$ -м условии. Критическое значение  $L_{кр}(\alpha; n; t)$  определяется по таблице,  $\alpha$  – заданный уровень значимости. Если  $L_{эмн} \leq L_{кр}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости принимается.

### 3. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ ПО ТЕМЕ «СТАТИСТИЧЕСКИЕ ГИПОТЕЗЫ»

#### Задание 1.

Проверить гипотезу о несущественности различий в средних значениях стрессоустойчивости бухгалтера и шахтера

- 1) Используя t-критерий Стьюдента,  $\alpha=0,01$ ,  $n_1=31, n_2=32$ .
- 2) Применить критерий Крамера-Уэлча,  $\alpha=0,01$ .
- 3) Применить критерий Фишера,  $\alpha=0,05$ .

1.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	17	22	20	21	21	15	16	17	17	18	22	24	23	27	25	25	17	18	18	20	19	20	25	23	17	19	19	24	23	25	23	-
шахтер	22	23	20	21	19	22	20	24	26	21	24	25	25	21	22	22	27	20	21	18	18	19	19	20	25	23	23	21	24	18	17	16

2.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	17	20	23	22	21	16	15	20	25	27	20	22	24	17	19	18	20	21	26	23	23	19	19	20	17	16	15	28	21	20	24	-
шахтер	22	22	24	25	21	24	25	23	20	22	25	23	24	26	21	25	19	20	19	22	23	17	18	15	20	25	23	24	27	20	21	18

3.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	15	16	20	22	21	19	18	17	24	23	26	17	18	15	16	17	20	22	21	23	16	15	18	21	20	22	18	17	15	19	20	-
шахтер	25	26	18	17	22	23	24	15	20	17	18	23	24	22	19	18	17	20	18	21	23	25	28	29	17	18	28	27	19	17	18	20

4.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	26	15	17	18	25	24	16	17	19	20	22	20	21	23	27	16	15	17	19	20	19	25	21	22	16	17	20	15	21	16	17	-
шахтер	29	27	18	16	28	17	16	15	20	22	21	20	19	28	29	19	26	27	26	24	19	16	17	19	23	24	26	29	16	17	20	19

5.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	19	17	29	25	16	15	22	25	20	17	15	26	29	16	25	29	17	15	19	20	21	24	23	20	17	19	25	27	29	23	20	-
шахтер	17	29	27	17	20	25	21	19	17	21	29	18	17	15	23	27	15	20	25	27	29	18	20	22	24	25	27	29	17	19	22	25

6.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	16	15	19	17	16	15	19	23	25	19	18	17	26	23	27	21	18	17	15	27	29	20	24	19	16	20	29	23	21	26	29	-
шахтер	20	18	21	16	17	15	23	29	26	19	21	24	17	22	29	18	16	15	24	27	29	18	22	19	27	23	29	17	19	20	23	25

7.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	15	23	24	29	17	17	16	15	19	27	16	18	15	21	17	24	27	20	29	17	20	24	18	19	17	20	27	15	28	29	16	-
шахтер	17	30	21	28	20	16	18	21	30	29	28	22	21	19	21	25	27	26	24	16	18	19	29	21	17	15	17	16	22	24	17	19

8.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	15	23	29	17	15	27	24	16	15	17	28	30	29	17	15	18	21	30	24	17	16	23	27	29	15	16	16	18	21	19	24	-
шахтер	17	30	28	16	21	29	24	17	16	19	20	22	19	17	15	16	27	25	28	26	30	17	24	22	21	26	18	19	21	16	17	24

9.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	15	19	17	16	21	23	25	30	29	18	17	19	16	21	23	25	27	28	29	30	27	28	24	27	17	18	16	15	19	30	30	-
шахтер	17	18	19	30	29	30	29	28	18	17	16	15	17	19	20	21	25	18	25	27	29	30	18	17	15	21	23	24	25	26	29	30

10.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	19	21	23	25	30	18	29	23	15	30	17	18	19	19	21	23	30	15	17	19	23	18	15	24	28	15	17	16	15	30	27	-
шахтер	30	29	28	23	24	19	15	25	27	18	29	16	17	15	30	29	18	21	23	24	17	18	19	23	29	25	15	17	18	30	27	29

11.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	18	23	29	28	15	27	26	24	25	24	16	18	23	25	30	22	17	20	19	28	20	22	24	17	29	16	18	30	29	30	25	-
шахтер	20	15	25	30	24	21	16	18	19	22	24	28	30	16	18	30	24	21	23	29	20	17	19	18	21	24	26	30	19	24	29	30

12.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	15	30	19	17	15	22	23	24	16	21	20	25	26	16	27	21	19	20	29	15	25	22	21	20	16	21	20	19	30	30	16	-
шахтер	16	19	18	17	16	21	21	19	18	18	24	17	23	20	22	28	22	15	21	30	23	15	24	19	18	17	26	27	28	29	15	17

13.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	19	15	28	17	23	19	27	15	22	16	29	16	21	24	17	15	25	17	18	18	28	15	26	19	20	23	24	15	15	16	30	-
шахтер	21	18	30	15	25	25	19	23	17	18	27	28	26	18	16	27	22	24	19	23	17	20	28	26	21	24	29	22	16	20	15	30

14.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	15	28	30	16	20	26	17	29	30	27	28	24	15	16	18	20	27	29	15	17	18	19	24	28	20	22	30	18	28	24	15	-
шахтер	21	25	26	30	29	24	28	30	30	23	22	24	30	27	28	26	29	25	17	19	18	18	17	25	15	19	29	15	23	27	22	23

15.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	16	18	28	18	15	17	27	29	15	17	22	26	16	30	18	21	25	23	17	19	20	30	19	23	20	30	24	19	21	30	22	-
шахтер	19	25	18	20	30	30	15	21	29	20	22	28	17	23	26	18	24	21	19	25	29	22	24	26	23	23	27	25	24	28	30	29

16.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
бухгалтер	15	16	19	30	26	17	30	20	30	25	27	18	29	19	19	28	20	18	18	21	18	24	19	18	30	22	19	19	17	17	23	-
шахтер	18	26	22	30	21	19	25	27	20	20	28	24	21	30	23	22	24	26	23	30	27	29	25	28	30	15	29	29	30	28	17	24

17.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
<b>бухгалтер</b>	29	28	29	30	16	15	16	27	18	26	17	18	20	21	23	24	25	28	19	27	26	25	24	20	21	23	22	25	22	21	27	-
<b>шахтер</b>	25	24	15	24	23	22	17	19	19	18	23	19	20	17	20	21	22	16	23	15	24	30	26	27	28	27	28	25	29	26	30	15

18.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
<b>бухгалтер</b>	16	19	30	25	24	17	19	24	29	30	21	18	30	19	26	22	24	17	28	21	29	22	16	20	15	18	24	29	28	19	24	-
<b>шахтер</b>	24	19	28	29	22	19	17	25	21	30	19	24	22	15	23	25	27	29	30	21	24	29	30	21	23	24	29	30	17	19	20	22

19.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
<b>бухгалтер</b>	26	30	28	30	15	17	18	22	21	29	18	16	20	28	21	17	17	20	21	12	16	17	25	29	29	30	22	28	15	11	18	-
<b>шахтер</b>	18	25	15	22	26	23	22	25	28	23	19	19	23	27	25	25	22	20	28	18	21	25	14	22	21	26	15	19	18	17	16	21

20.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
<b>бухгалтер</b>	20	27	25	23	23	19	30	25	22	17	24	29	16	20	23	22	19	21	23	25	30	19	15	25	28	15	26	19	20	15	27	-
<b>шахтер</b>	27	19	17	21	25	25	20	20	28	26	25	21	18	20	24	21	30	29	28	23	24	18	29	23	21	16	28	24	20	28	26	17

## Задание 2.

Среди студентов, магистров и аспирантов в течение двух недель проводился опрос об удовлетворённости питанием в столовой.

Можно ли считать, что эмпирическое распределение на первой неделе исследования согласуется с эмпирическим распределением на второй неделе исследования. Применить критерий Пирсона,  $\alpha=0,05$ .

1.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	29	37
2	37	29
3	40	39
4	40	40
5	39	45
Магистры	50	40
Аспиранты	45	50

	питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	26	36
2	31	44
3	32	41
4	41	32
5	38	38
Магистры	44	31
Аспиранты	36	26

4.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	25	31
2	31	49
3	29	31
4	44	44
5	31	29
Магистры	49	31
Аспиранты	31	25

5.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	29	30
2	30	29
3	45	40
4	47	47
5	25	26
Магистры	30	30
Аспиранты	40	45

6.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	30	40
2	40	25
3	25	30
4	50	20
5	20	50
Магистры	25	30

2.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	48	33
2	30	48
3	33	46
4	44	30
5	37	41
Магистры	41	37
Аспиранты	46	44

3.

Курсы	Число удовлетворенных

Аспиранты	30	25
-----------	----	----

Аспиранты	47	46
-----------	----	----

7.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	26	24
2	42	42
3	39	40
4	45	41
5	31	46
Магистры	32	33
Аспиранты	41	30

11.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	48	44
2	41	50
3	28	36
4	49	42
5	40	25
Магистры	25	28
Аспиранты	39	45

8.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	25	27
2	43	39
3	36	45
4	48	36
5	30	49
Магистры	33	30
Аспиранты	41	30

12.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	28	50
2	25	28
3	39	45
4	48	44
5	40	42
Магистры	41	36
Аспиранты	49	25

9.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	45	41
2	40	40
3	29	41
4	30	31
5	37	25
Магистры	26	28
Аспиранты	28	29

13.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	21	22
2	31	30
3	41	42
4	49	48
5	39	40
Магистры	22	21
Аспиранты	44	44

10.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	44	40
2	40	39
3	39	27
4	25	25
5	27	47
Магистры	41	39

14.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	20	29
2	30	44
3	40	37
4	50	34
5	38	33
Магистры	21	46

Аспиранты	49	25
-----------	----	----

15.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	25	31
2	28	25
3	32	30
4	33	35
5	39	29
Магистры	45	50
Аспиранты	47	49

16.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	25	26
2	28	30
3	40	32
4	25	43
5	30	49
Магистры	49	42
Аспиранты	45	39

17.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	27	25
2	25	27
3	32	41
4	39	30
5	37	29
Магистры	26	34
Аспиранты	28	28

18.

### Задание 3.

В результате выборочного обследования стажа работы учителей информатики в школах города получены следующие данные, представленные в таблице. Выяснить, является ли распределение стажа работы нормальным на уровне значимости  $\alpha=0,05$ .

1.

Стаж работы	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	20-24	24-28	28-32
Число учителей	17	9	10	7	11	13	15	25

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	25	30
2	26	45
3	30	26
4	27	27
5	30	47
Магистры	45	30
Аспиранты	47	25

19.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	31	34
2	27	38
3	48	49
4	35	28
5	29	32
Магистры	39	50
Аспиранты	50	28

20.

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	29	30
2	35	34
3	39	38
4	48	48
5	50	49
Магистры	27	32
Аспиранты	31	28

2.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	16	8	10	6	10	12	13	25

3.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	4	9	2	38	21	24	13	4

4.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	13	24	4	2	9	21	38	4

5.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	12	14	12	5	7	24	8	20

6.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	20	8	24	7	5	12	14	11

7.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	15	12	8	33	21	14	5	12

8.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	10	18	23	15	25	11	8	10

9.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	2	13	20	34	30	10	6	5

10.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	2	7	24	30	21	13	7	6

11.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	18	12	9	13	19	10	17	14

12.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	13	14	12	10	18	9	17	11

13.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	16	21	10	9	5	25	14	10

14.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	15	20	12	11	1	40	10	5

15.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	15	10	25	5	15	10	20	20

16.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	3	4	28	25	5	30	15	10

17.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	2	20	10	20	21	4	6	17

18.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	20	20	6	4	3	7	20	22

19.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	15	14	17	12	8	15	10	11

20.

<b>Стаж работы</b>	<b>0-4</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-20</b>	<b>20-24</b>	<b>24-28</b>	<b>28-32</b>
<b>Число учителей</b>	11	13	10	8	15	17	12	14

#### Задание 4.

Проведение итоговой контрольной работы по физике в средней общеобразовательной школе дало следующие результаты по 10-балльной шкале для класса, обучающегося по традиционной системе (8 «А») и класса, обучающегося по системе «Развивающее обучение» (8 «Б»), представленные в таблице. Определите с помощью критерия Манна-Уитни, превосходят ли учащиеся 8 «Б» учащихся 8 «А» по уровню знаний по физике,  $\alpha=0,05$ .

1.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	5	8	7	4	3	3	10	9	9	7	8	6	4	3	-
<b>8 «Б»</b>	3	10	10	9	8	7	5	4	10	9	4	6	7	10	7

2.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	5	3	10	10	4	7	6	5	4	3	10	9	8	-	5
<b>8 «Б»</b>	7	3	4	5	6	8	9	10	10	9	8	7	6	4	7

3.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	9	9	8	5	5	6	6	6	7	4	4	7	8	8	-
<b>8 «Б»</b>	10	10	9	5	4	4	7	7	6	6	5	6	4	10	9

4.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	7	9	10	8	7	6	4	4	5	6	5	7	8	9	-
<b>8 «Б»</b>	10	8	8	10	9	5	4	4	6	6	5	8	8	9	7

5.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	4	7	7	8	9	5	4	5	8	8	6	5	6	4	-
<b>8 «Б»</b>	10	9	10	5	5	4	7	7	6	8	8	8	6	9	4

6.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	3	5	8	10	10	9	7	6	3	4	8	9	3	6	-
<b>8 «Б»</b>	4	3	5	7	8	10	10	9	6	5	4	3	3	5	6

7.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	8	3	10	6	5	4	5	10	9	8	7	4	4	3	10
<b>8 «Б»</b>	-	5	3	7	6	8	9	10	3	4	5	6	7	9	8

8.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	3	5	7	8	6	8	4	7	6	10	9	10	10	4	3
<b>8 «Б»</b>	4	3	3	4	3	5	8	6	7	10	9	10	7	6	-

9.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	7	6	4	4	5	8	10	9	9	7	7	3	4	8	-
<b>8 «Б»</b>	10	7	7	7	8	9	6	4	7	5	6	8	7	4	10

10.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	3	5	6	10	8	3	4	7	4	9	6	5	8	6	3
<b>8 «Б»</b>	10	3	9	7	5	10	8	6	9	7	5	3	4	8	6

11.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	4	8	9	10	5	6	5	4	7	3	7	9	7	10	-
<b>8 «Б»</b>	5	8	3	9	10	6	4	7	9	8	4	6	5	7	8

12.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	7	8	9	7	4	4	5	6	6	8	9	10	10	10	-
<b>8 «Б»</b>	8	5	5	6	6	7	9	10	4	4	4	7	7	10	8

13.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	7	8	3	3	6	5	6	4	6	7	9	8	9	10	-
<b>8 «Б»</b>	4	5	6	5	7	4	10	9	9	10	7	7	6	5	4

14.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	3	5	7	7	5	4	8	9	4	6	7	8	9	3	-
<b>8 «Б»</b>	4	7	5	9	8	6	3	4	5	7	8	9	5	9	7

15.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	9	8	5	4	3	6	9	7	8	5	3	4	5	6	-
<b>8 «Б»</b>	5	7	9	8	6	3	4	5	6	9	5	4	3	5	7

16.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	5	4	7	8	7	10	4	3	9	8	9	7	6	5	-
<b>8 «Б»</b>	3	4	5	9	9	10	10	10	8	7	6	4	3	5	7

17.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	10	8	9	3	3	6	5	5	8	6	6	4	7	7	-
<b>8 «Б»</b>	10	4	8	3	3	5	8	10	8	4	9	9	7	7	8

18.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	8	4	9	3	10	7	6	5	8	4	9	3	5	8	-
<b>8 «Б»</b>	9	7	8	4	10	3	7	6	8	9	4	8	3	5	7

19.

<b>ученик</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>8 «А»</b>	4	10	7	6	9	4	8	3	5	8	7	9	5	8	-
<b>8 «Б»</b>	5	3	10	6	8	4	10	9	3	7	9	6	10	4	7

20.

ученик	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8 «А»	9	5	10	3	10	3	5	6	9	7	4	4	8	7	-
8 «Б»	10	5	4	4	9	5	5	3	8	3	9	7	9	6	7

### Задание 5.

При изучении активности студентов на практических занятиях были получены результаты для экспериментальной и контрольной групп, приведенные в таблице. Определить с использованием критерия Колмогорова-Смирнова являются ли значимыми различия между контрольной и экспериментальной группами,  $\alpha=0,05$ .

1.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	107	95
приблизительно	110	55
плохой	50	129
объем выборки	267	279

2.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	180	80
приблизительно	50	190
плохой	20	20
объем выборки	250	290

3.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	112	85

приблизительно	48	98
плохой	55	67
объем выборки	215	250

4.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	159	173
приблизительно	55	88
плохой	30	28
объем выборки	244	289

5.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	155	169
приблизительно	55	96
плохой	12	23
объем выборки	222	288

6.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	120	85
приблизительно	60	100
плохой	100	25
объем выборки	28	210

7.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	112	85

хорошо	30	120
приблизительно	220	80
плохой	50	63
объем выборки	300	263

хорошо	115	103
приблизительно	92	86
плохой	37	17
объем выборки	244	206

8.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	200	60
приблизительно	20	140
плохой	40	70
объем выборки	260	270

13.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	194	176
приблизительно	46	24
плохой	20	11
объем выборки	260	211

9.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	176	154
приблизительно	24	36
плохой	11	24
объем выборки	211	214

14.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	181	165
приблизительно	20	35
плохой	73	76
объем выборки	274	276

10.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	180	200
приблизительно	2	3
плохой	65	32
объем выборки	265	235

15.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	176	145
приблизительно	30	55
плохой	20	68
объем выборки	226	268

11.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	172	50
приблизительно	17	117
плохой	40	60
объем выборки	229	227

16.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	150	30
приблизительно	25	170
плохой	25	100
объем выборки	200	300

12.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо		
приблизительно		
плохой		
объем выборки		

17.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе	частота в контр-ой группе
хорошо		
приблизительно		
плохой		
объем выборки		

	(чел.)	(чел.)
хорошо	173	63
приблизительно	33	135
плохой	19	67
объем выборки	225	265

18.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	151	164
приблизительно	39	45
плохой	19	38
объем выборки	209	247

19.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	169	68
приблизительно	24	143
плохой	18	29
объем выборки	211	240

20.

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	167	198
приблизительно	56	44
плохой	32	54
объем выборки	255	236

### Задание 6.

Определить значимость различий изменения выносливости учащихся от влияния физической нагрузки. Применить критерий Вилкоксона,  $\alpha=0,05$ .

1.

<b>измерение до эксперимента</b>	6	7	9	8	11	10	13	12	14	5	7	15
<b>измерение после эксперимента</b>	13	10	14	15	5	7	8	9	9	11	12	10

2.

<b>измерение до эксперимента</b>	5	7	6	8	9	10	18	12	11	13	14	15
<b>измерение после эксперимента</b>	7	6	5	10	10	12	13	9	9	11	14	14

3.

<b>измерение до эксперимента</b>	7	8	11	10	9	5	7	6	10	12	8	13
<b>измерение после эксперимента</b>	10	13	7	15	11	8	5	6	9	13	15	5

4.

<b>измерение до эксперимента</b>	5	14	7	5	7	6	10	11	12	9	8	13
<b>измерение после эксперимента</b>	5	8	7	14	8	15	11	13	14	10	15	14

5.

<b>измерение до эксперимента</b>	5	10	13	10	6	11	7	7	14	12	7	9
<b>измерение после эксперимента</b>	14	9	8	13	8	12	7	11	15	15	5	6

6.

<b>измерение до эксперимента</b>	6	5	11	12	10	14	8	14	7	12	15	9
<b>измерение после эксперимента</b>	6	7	8	11	9	9	13	10	12	14	13	11

7.

<b>измерение до эксперимента</b>	6	8	10	12	5	7	9	14	13	10	8	7
<b>измерение после эксперимента</b>	5	7	9	10	6	9	8	12	14	11	5	9

8.

<b>измерение до эксперимента</b>	5	7	10	12	8	7	6	5	10	12	10	7
<b>измерение после эксперимента</b>	8	9	10	7	5	10	15	14	10	7	8	15

9.

<b>измерение до эксперимента</b>	7	6	5	9	10	12	14	9	7	6	5	11
<b>измерение после эксперимента</b>	13	11	12	7	10	5	6	8	13	12	15	14

10.

<b>измерение до эксперимента</b>	12	13	11	9	8	6	5	7	10	14	15	7
<b>измерение после эксперимента</b>	7	6	5	9	10	12	14	9	6	5	11	10

11.

<b>измерение до эксперимента</b>	11	10	8	9	5	7	6	7	8	9	10	11
<b>измерение после эксперимента</b>	13	11	10	7	5	7	8	10	10	12	14	15

12.

<b>измерение до эксперимента</b>	5	8	10	14	12	9	14	10	9	6	7	10
<b>измерение после эксперимента</b>	7	9	15	13	10	5	13	8	6	5	8	11

13.

<b>измерение до эксперимента</b>	8	5	11	8	6	10	11	7	10	12	12	9
<b>измерение после эксперимента</b>	10	10	6	7	6	7	9	8	5	11	12	12

14.

<b>измерение до эксперимента</b>	12	5	5	6	6	8	8	7	12	11	10	9
<b>измерение после эксперимента</b>	7	12	6	11	5	5	10	8	8	9	9	10

15.

<b>измерение до эксперимента</b>	5	8	9	7	10	5	6	7	8	9	13	10
<b>измерение после эксперимента</b>	6	7	11	8	15	6	14	8	9	10	14	15

16.

<b>измерение до эксперимента</b>	7	8	9	15	12	5	7	6	9	11	9	7
<b>измерение после эксперимента</b>	10	15	14	8	15	9	10	8	10	15	14	13

17.

<b>измерение до эксперимента</b>	5	9	7	12	11	13	7	10	8	6	12	6
<b>измерение после эксперимента</b>	11	10	7	12	8	10	5	6	13	9	7	14

18.

<b>измерение до эксперимента</b>	6	12	9	7	12	10	9	8	6	7	10	7
<b>измерение после эксперимента</b>	9	8	7	8	6	12	14	10	8	6	9	12

19.

<b>измерение до эксперимента</b>	9	10	13	8	9	8	10	6	5	6	13	8
<b>измерение после эксперимента</b>	6	8	9	6	10	5	13	9	10	5	6	13

20.

<b>измерение до эксперимента</b>	8	6	8	7	12	6	11	9	12	7	8	11
<b>измерение после эксперимента</b>	9	7	11	6	9	7	6	8	11	12	12	9

### Задание 7.

В таблице приведены результаты уровня знаний обучающихся на курсах повышения квалификации. Определить является ли измерение уровня знаний статистически значимым. Применить критерий знаков,  $\alpha=0,05$ .

1.

<b>уровень знаний до курса</b>	21	25	37	38	28	30	40	39	25	26	31	37	29	22	21
<b>уровень знаний после курса</b>	30	29	28	27	40	40	35	37	38	28	29	30	35	34	21

2.

<b>уровень знаний до курса</b>	21	32	39	40	25	25	23	27	36	32	34	40	29	30	37
<b>уровень знаний после курса</b>	34	40	37	25	29	34	37	34	30	30	35	37	22	24	26

3.

<b>уровень знаний до курса</b>	21	40	39	23	22	34	35	26	39	38	40	20	22	23	35
<b>уровень знаний после курса</b>	36	40	32	24	27	21	29	31	30	26	37	40	20	22	40

4.

<b>уровень знаний до курса</b>	20	38	21	34	35	27	39	40	22	31	23	32	24	25	26
<b>уровень знаний после курса</b>	31	32	35	40	36	21	23	22	25	24	35	36	25	38	37

5.

<b>уровень знаний до курса</b>	20	35	37	22	39	24	20	26	22	28	24	30	26	32	28
<b>уровень знаний после курса</b>	34	36	21	38	23	40	25	21	27	23	29	25	31	27	33

6.

<b>уровень знаний до курса</b>	25	39	33	40	29	22	26	35	22	37	31	23	38	24	21
<b>уровень знаний после курса</b>	20	30	32	28	21	25	23	34	40	36	21	24	35	27	28

7.

<b>уровень знаний до курса</b>	22	28	25	20	38	31	39	37	35	33	24	26	27	30	39
<b>уровень знаний после курса</b>	20	25	29	23	35	37	31	33	29	24	21	23	20	36	33

8.

<b>уровень знаний до курса</b>	20	22	27	35	40	24	28	27	23	33	38	39	29	22	21
<b>уровень знаний после курса</b>	28	24	40	40	38	40	37	39	25	27	26	35	35	34	21

9.

<b>уровень знаний до курса</b>	24	28	32	34	30	29	21	39	35	32	31	30	25	27	22
<b>уровень знаний после курса</b>	22	32	24	30	32	39	31	21	24	27	28	32	24	22	39

10.

<b>уровень знаний до курса</b>	22	25	35	32	30	29	24	21	39	37	35	31	28	27	26
<b>уровень знаний после курса</b>	24	32	28	30	29	39	32	31	30	27	22	31	28	24	21

11.

<b>уровень знаний до курса</b>	20	21	23	25	26	28	29	30	40	32	38	33	20	22	24
<b>уровень знаний после курса</b>	25	30	40	33	38	32	39	40	35	37	36	26	28	30	39

12.

<b>уровень знаний до курса</b>	20	21	22	25	25	38	40	35	23	28	32	35	40	38	39
<b>уровень знаний после курса</b>	23	25	28	33	38	35	40	32	33	20	21	25	28	30	31

13.

<b>уровень знаний до курса</b>	30	28	20	34	21	29	24	25	35	36	40	37	26	39	28
<b>уровень знаний после курса</b>	31	40	20	33	21	22	35	24	34	26	37	28	39	30	27

14.

<b>уровень знаний до курса</b>	34	30	20	32	27	40	29	31	28	38	33	35	35	34	30
<b>уровень знаний после курса</b>	30	40	29	33	27	39	29	32	28	38	24	25	37	30	34

15.

<b>уровень знаний до курса</b>	21	26	25	23	20	22	40	23	35	30	32	26	31	27	38
<b>уровень знаний после курса</b>	27	28	28	24	29	22	21	34	24	33	25	40	39	36	37

16.

<b>уровень знаний до курса</b>	20	21	23	28	27	30	32	35	36	40	39	35	34	32	37
<b>уровень знаний после курса</b>	40	40	39	37	36	37	20	21	27	28	29	30	35	37	40

17.

<b>уровень знаний до курса</b>	26	36	29	37	38	28	20	35	40	36	31	40	38	28	29
<b>уровень знаний после курса</b>	31	40	38	28	20	36	35	26	38	21	29	35	37	31	21

18.

<b>уровень знаний до курса</b>	29	20	28	40	24	31	35	21	33	24	29	35	26	21	38
<b>уровень знаний после курса</b>	38	28	33	31	26	38	29	40	20	28	35	37	21	40	31

19.

<b>уровень знаний до курса</b>	36	22	38	26	32	36	26	28	37	22	30	32	37	22	28
<b>уровень знаний после курса</b>	30	26	24	36	28	32	40	37	26	37	24	28	36	38	32

20.

<b>уровень знаний до курса</b>	37	38	36	37	22	32	28	26	26	36	38	30	28	37	22
<b>уровень знаний после курса</b>	30	26	22	28	38	36	37	30	32	22	26	24	40	28	36

### Задание 8.

В школе проведено пробное тестирование по информатике в форме ЕГЭ во второй и третьей четверти. Можно ли сказать, что правильное выполнение тестовых заданий учащихся изменилось существенно? Использовать критерий Макнамары,  $\alpha=0,05$ .

1.

		2 тест	
		Справились	Не справились
1 тест	Справились	35	20
	Не справились	32	40

2.

		2 тест	
		Справились	Не справились
1 тест	Справились	36	21
	Не справились	33	42

3.

		2 тест	
		Справились	Не справились
1 тест	Справились	29	34
	Не справились	26	37

4.

		2 тест	
		Справились	Не справились
1 тест	Справились	33	24
	Не справились	41	31

5.

		2 тест	
		Справились	Не справились
1 тест	Справились	40	38
	Не справились	26	30

6.

		2 тест	
		Справились	Не справились
1 тест	Справились	42	21
	Не справились	30	33

7.

		2 тест	
		Справились	Не справились
1 тест	Справились	67	25
	Не справились	16	21

8.

		2 тест	
		Справились	Не справились
1 тест	Справились	31	27
	Не справились	33	12

9.

		2 тест	
		Справились	Не справились
1 тест	Справились	26	12

	<b>Не справились</b>	33	27
--	--------------------------	----	----

10.

		<b>2 тест</b>	
		<b>Справились</b>	<b>Не справились</b>
<b>1 тест</b>	<b>Справились</b>	48	26
	<b>Не справились</b>	39	56

11.

		<b>2 тест</b>	
		<b>Справились</b>	<b>Не справились</b>
<b>1 тест</b>	<b>Справились</b>	23	15
	<b>Не справились</b>	18	27

12.

		<b>2 тест</b>	
		<b>Справились</b>	<b>Не справились</b>
<b>1 тест</b>	<b>Справились</b>	25	14
	<b>Не справились</b>	18	23

13.

		<b>2 тест</b>	
		<b>Справились</b>	<b>Не справились</b>
<b>1 тест</b>	<b>Справились</b>	23	44
	<b>Не справились</b>	45	18

14.

		<b>2 тест</b>	
		<b>Справились</b>	<b>Не справились</b>
<b>1 тест</b>	<b>Справились</b>	29	35
	<b>Не справились</b>	12	41

15.

		<b>2 тест</b>	
		<b>Справились</b>	<b>Не</b>

			<b>справились</b>
<b>1 тест</b>	<b>Справились</b>	45	15
	<b>Не справились</b>	17	22

16.

		<b>2 тест</b>	
		<b>Справились</b>	<b>Не справились</b>
<b>1 тест</b>	<b>Справились</b>	40	17
	<b>Не справились</b>	29	25

17.

		<b>2 тест</b>	
		<b>Справились</b>	<b>Не справились</b>
<b>1 тест</b>	<b>Справились</b>	43	20
	<b>Не справились</b>	34	30

18.

		<b>2 тест</b>	
		<b>Справились</b>	<b>Не справились</b>
<b>1 тест</b>	<b>Справились</b>	23	17
	<b>Не справились</b>	17	29

19.

		<b>2 тест</b>	
		<b>Справились</b>	<b>Не справились</b>
<b>1 тест</b>	<b>Справились</b>	23	17
	<b>Не справились</b>	14	30

20.

		<b>2 тест</b>	
		<b>Справились</b>	<b>Не справились</b>
<b>1 тест</b>	<b>Справились</b>	53	36
	<b>Не справились</b>	12	22

### Задание 9.

Одинаковы ли воздействия педагогического эксперимента на младших, старших школьниках и учителей по показателям психологической защищённости после эксперимента. Применить критерии Крускала-Уоллиса,  $\alpha=0,01$ .

1.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,5	3,8	2,5	2,6	2,5	2,5	2,5	3,3	3,1	3,3
Ст.школьники	2,6	2,5	3,8	2,6	2,5	2,6	3,3	2,7	2,8	2,8
Учителя	2,7	2,9	4,2	4,1	3,9	2,9	3,1	3,2	3,3	4,3

2.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,5	2,5	2,8	2,5	2,7	2,6	3,5	3,8	3,3	3,4
Ст.школьники	2,5	3,8	3,6	2,8	2,9	3,5	3,5	3,1	3,3	3,2
Учителя	2,5	3,3	3,5	3,4	3,8	4,1	4,2	3,8	3,9	4,3

3.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	4,9	5,0	3,9	2,6	2,7	2,6	2,7	4,9	4,7	4,3
Ст.школьники	2,7	2,6	3,9	5,0	4,9	3,7	2,6	3,7	3,3	3,2
Учителя	5,0	4,3	4,2	3,9	2,6	2,7	4,9	4,7	2,8	2,9

4.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,6	2,9	4,3	3,2	3,3	2,5	2,8	3,7	3,4	3,9
Ст.школьники	2,9	4,8	4,0	3,0	3,8	2,6	2,7	2,6	3,3	2,5
Учителя	3,1	3,3	3,4	3,8	4,1	4,5	4,7	5,0	2,8	3,5

5.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,5	2,8	3,5	3,1	2,9	3,9	3,3	5,0	3,4	2,6
Ст.школьники	3,6	5,0	2,5	3,8	4,1	2,7	2,9	3,5	3,3	2,6
Учителя	4,1	4,2	2,8	4,2	3,6	2,9	2,9	2,5	3,1	2,5

6.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,5	4,1	4,7	3,5	3,7	4,3	2,8	3,4	3,1	5,0
Ст.школьники	2,6	3,6	3,8	4,9	4,5	4,2	2,9	3,5	3,2	2,8
Учителя	2,7	3,3	4,8	4,6	4,0	4,4	3,0	3,6	3,3	5,0

7.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,5	2,5	3,1	2,7	2,8	2,5	3,0	3,9	2,7	2,8
Ст.школьники	4,5	2,5	4,3	2,9	4,5	2,7	4,3	3,4	2,6	4,7
Учителя	2,8	2,7	4,1	3,4	2,6	4,7	3,8	2,7	2,5	4,5

8.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,7	2,7	3,2	2,5	2,6	3,8	4,0	4,0	2,6	3,1
Ст.школьники	3,8	3,8	4,5	4,7	3,8	4,0	3,6	3,7	4,1	4,9
Учителя	4,2	4,3	4,0	3,9	3,5	3,5	3,6	3,4	2,9	4,9

9.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,6	3,1	4,5	2,7	3,4	4,3	4,8	3,7	3,2	5,0
Ст.школьники	3,1	3,4	4,7	2,7	4,6	4,8	5,0	4,5	3,3	5,0
Учителя	2,5	3,4	2,8	2,7	3,6	4,2	4,1	5,0	3,4	2,8

10.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	4,3	5,0	3,5	2,5	4,2	5,0	3,7	3,9	2,5	3,5
Ст.школьники	4,8	3,4	3,6	2,8	2,8	2,7	5,0	5,0	2,8	2,9
Учителя	3,0	2,5	3,4	3,5	3,6	5,0	2,9	2,9	4,8	3,8

11.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	3,2	2,5	2,7	2,6	3,0	3,7	4,1	4,4	4,6	4,9
Ст.школьники	2,7	2,5	4,1	3,7	3,5	4,1	4,6	2,6	3,3	2,9
Учителя	2,8	2,6	2,7	2,5	4,7	4,8	3,9	4,3	4,5	4,3

12.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,6	2,5	2,8	3,0	3,7	4,2	4,3	4,7	3,8	3,5
Ст.школьники	2,7	2,5	3,0	3,7	5,0	3,5	2,8	4,3	2,8	4,7
Учителя	4,9	4,7	4,4	3,2	3,5	3,3	2,5	4,4	4,7	3,8

13.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,5	3,2	4,3	2,9	4,3	4,2	2,8	3,3	3,4	3,5
Ст.школьники	3,7	4,4	3,9	4,6	3,6	4,1	4,3	4,2	4,8	2,7
Учителя	3,8	3,1	3,0	4,5	4,7	4,1	3,6	3,1	5,0	4,0

14.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,5	3,2	2,8	2,6	3,1	2,5	2,8	2,6	2,5	4,1
Ст.школьники	3,4	2,5	3,4	2,7	2,8	3,5	2,5	3,0	2,7	3,1
Учителя	3,5	2,5	2,8	3,0	2,5	3,7	4,0	2,7	3,7	4,1

15.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,8	2,5	2,6	2,8	2,7	2,9	3,4	3,7	3,7	2,6
Ст.школьники	4,5	4,0	4,3	3,9	3,9	3,5	3,9	2,8	2,7	2,7
Учителя	4,0	2,8	2,9	3,1	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,0

16.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,5	2,9	3,7	2,5	3,4	2,7	4,0	3,6	2,6	3,1
Ст.школьники	3,2	2,5	3,9	2,7	3,4	3,7	3,6	2,8	2,9	5,0
Учителя	3,4	3,7	3,6	4,5	3,8	3,7	3,7	3,9	3,6	4,0

17.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,6	3,1	3,4	3,7	2,5	2,8	2,5	3,2	3,1	3,4
Ст.школьники	2,7	2,8	3,9	2,8	2,7	4,5	4,0	2,5	5,0	3,4
Учителя	3,0	2,5	3,2	3,2	4,5	4,0	2,8	2,5	4,0	3,8

18.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	3,0	3,8	2,5	4,3	2,8	3,5	2,8	3,7	4,2	3,1
Ст.школьники	3,7	2,8	2,5	2,8	4,7	4,7	4,5	5,0	3,5	4,3
Учителя	3,2	4,7	2,7	2,5	4,5	3,8	2,6	3,5	3,3	4,1

19.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,8	3,0	2,5	2,7	4,7	2,7	3,9	2,5	2,5	2,6
Ст.школьники	3,0	4,3	2,5	2,6	4,3	2,9	3,4	2,7	4,5	2,7
Учителя	4,4	3,8	4,7	2,5	4,4	3,4	2,7	4,7	2,8	4,9

20.

	№ показателя защищенности									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мл.школьники	2,5	5,0	5,0	3,7	3,5	3,5	2,5	5,0	3,4	4,7
Ст.школьники	2,8	2,7	2,8	4,5	4,9	3,6	2,8	3,4	3,5	3,8
Учителя	3,5	5,0	5,0	4,0	4,6	3,4	4,8	2,5	3,6	4,8

### Задание 10.

5 учащихся исследуются по 4 тестам. Являются ли результаты тестирования случайными? Применить критерий Фридмана,  $\alpha=0,05$ .

1.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	А	В	С	Д
1	2,8	3,1	3,5	3,7
2	3,1	2,6	2,1	2,9
3	2	1,7	3,9	3,2
4	3,4	3	4	3,1
5	2,7	3,7	2,1	2,7

2.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	А	В	С	Д
1	3,2	1,6	2,9	4,4
2	4,7	4,2	2,1	3,5
3	2	3	4,3	2,7

4	4,1	4	3,9	4,4
5	3,3	3,1	3,2	3,3

3.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	А	В	С	Д
1	3,1	3,8	2,7	2,4
2	2,3	2,8	4	3,2
3	3,5	3,2	4,1	4
4	2,9	2,5	3,6	3,7
5	3,8	3,1	3,7	2,9

4.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	А	В	С	Д
1	3,4	4,8	3,3	4,2

2	2,8	2,3	3,7	3,5
3	3,1	3,8	3	2,6
4	3	4,2	4,2	3,3
5	3,2	2,8	2,9	4

5.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	1,5	2,5	3,9	4,5
2	3	4	2	1
3	2	2,1	3,3	3
4	4,5	3,4	3,1	4,3
5	3	2,8	4,3	5

6.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	3,1	1,9	1,7	4,1
2	3,3	4,3	1,8	3,3
3	1,9	1,8	4,1	1,7
4	4,1	4,3	3,3	1,6
5	3,3	3,1	1,7	4,3

7.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	3,1	4,5	5	3,3
2	4,2	4,7	3,4	4,5
3	2,9	3,1	3,9	3,1
4	3,4	2,3	3,2	3,7
5	3,7	4,1	4	3,9

8.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	2,1	3,2	2,9	3,5
2	2,4	3,5	3,2	2,7
3	2,2	3,7	2,4	3,7
4	2,6	3,1	4,2	2,2
5	3	4,1	3,1	3

9.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	3,2	4,2	1,4	3,5
2	3,8	4	2,2	4,7
3	3,6	3,6	3,2	1,8
4	3	3,8	2,3	1,2
5	4	1,4	4,2	3,4

10.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	3,1	4,1	2,9	4,2
2	2,7	3,3	3	3,5
3	3,7	3,8	3,4	4,5
4	4,6	3,6	3,1	4,2
5	3,5	4	3,2	1,9

11.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	1,7	3	3,3	2,9
2	3,7	3,5	3,8	4
3	2	2,9	2,7	3,6
4	2,1	3,4	4,2	1,8
5	2,5	4,1	1,5	1,9

12.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	3,7	4,2	2,9	3,6
2	3,9	4,2	3,1	4,7
3	3,4	3,9	4	3,8
4	3,9	3,7	3,5	2,8
5	5	3,7	1,9	3,2

13.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	2,1	2,8	2,9	3,3
2	3,1	3	3,1	2,2
3	2,4	2,5	2,6	5
4	3,4	4,2	3,5	4,5
5	2,7	3,4	2,8	3,7

14.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	3,1	3,3	3,7	4,3
2	3,1	4	1,9	3,8
3	3,5	4,1	1,7	3,3
4	3,7	2	3,1	4,2
5	3,7	4,2	1,9	1,7

15.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	3,3	3,8	2,7	4,1

2	2,7	4,5	3,3	3,1
3	3,4	4,6	1,7	4,2
4	3,5	3,3	3	4,1
5	3,5	3	4,3	4,1

испыт.	A	B	C	D
1	3,8	2,8	3,7	2,4
2	3,1	3,5	3,3	4
3	3	3,2	2,4	4
4	3,1	3,8	3,9	2,2
5	3,3	4,1	3,2	2,9

16.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	3,4	2,9	2,9	1,6
2	3,1	3,8	3,3	2,9
3	3,5	3,6	3,2	3,1
4	3,2	3	1,7	3,6
5	3,4	2,1	2,7	1,8

19.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	3,7	3,9	3,8	4,1
2	3,7	3,2	3,2	4,1
3	2,3	3,1	4,2	3,7
4	4	2,6	4,2	4,2
5	4	2,3	3,5	4,8

17.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	4,2	2,9	1,9	4,1
2	4,2	4,6	3,1	4,5
3	4	1,8	1,8	3,3
4	1,5	4,1	4	4,3
5	3,5	1,9	2,5	1,9

20.

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	4,2	3,1	4,7	4,5
2	3,1	2,3	3,6	2,7
3	3	2,9	3,2	3,7
4	3,7	3,4	3,5	3,1
5	3,2	3	2,9	2,9

18.

№	Оценка в баллах за тест
---	-------------------------

### Задание 11.

Установлено, что испытуемые относятся к наказаниям, которые совершают по отношению к их детям разные люди по-разному. Определить тенденцию согласия о допустимости наказания по результатам оценки в психогенном эксперименте с помощью критерия Пейджа,  $\alpha=0,05$ .

1.

Испытуемые	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
родитель наказывает	3	2	5	7	3	4	2	6	2	2	3	8
бабушка наказывает	1	3	5	4	3	2	1	7	9	3	2	1
учитель наказывает	4	8	3	2	2	3	8	1	3	4	5	6

2.

Испытуемые	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
родитель наказывает	8	5	7	8	3	7	5	2	9	2	4	7
бабушка наказывает	3	6	4	9	8	7	4	7	4	2	6	5
учитель наказывает	1	3	1	2	1	6	3	9	3	3	1	3

3.

Испытуемые	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
родитель наказывает	3	2	5	6	4	5	8	2	3	6	5	1
бабушка наказывает	4	7	4	2	4	2	4	5	3	4	7	5
учитель наказывает	2	3	1	3	4	3	1	5	2	3	2	1

4.

Испытуемые	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
родитель наказывает	3	5	8	7	6	1	2	6	3	4	2	7

бабушка наказывает	8	1	9	7	3	4	1	2	6	9	3	6
учитель наказывает	5	2	1	3	6	9	1	7	8	6	3	4

5.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	1	3	6	7	8	10	9	4	3	5	6	7
бабушка наказывает	3	7	9	8	6	7	4	3	2	3	4	5
учитель наказывает	4	3	5	7	8	10	1	3	4	5	6	3

6.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	5	4	2	1	3	6	9	3	1	2	1	4
бабушка наказывает	4	4	3	2	1	7	9	5	4	3	2	1
учитель наказывает	4	2	7	1	3	6	8	9	1	4	3	2

7.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	7	3	2	6	5	8	2	4	1	6	8	9
бабушка наказывает	2	1	5	1	4	2	3	7	4	5	3	10
учитель наказывает	4	5	7	1	9	2	8	3	10	4	5	6

8.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	3	4	4	2	5	3	7	2	7	4	8	9
бабушка наказывает	5	5	7	1	2	3	4	1	5	2	3	5
учитель наказывает	2	4	4	2	3	3	1	3	1	3	1	4

9.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	4	3	2	6	5	4	3	2	1	1	7	5
бабушка наказывает	2	8	6	2	2	1	2	3	4	5	6	5
учитель наказывает	5	6	2	2	1	3	7	4	5	6	4	2

10.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	2	6	1	3	2	4	5	7	2	4	3	2
бабушка наказывает	1	4	3	5	6	2	3	4	7	1	4	2
учитель наказывает	4	2	1	3	4	2	6	3	1	5	1	3

11.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	7	2	1	1	3	4	5	2	3	4	3	5
бабушка наказывает	2	2	3	5	6	3	3	4	5	7	7	8
учитель наказывает	4	3	1	7	3	4	1	5	2	1	9	10

12.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	5	6	2	4	5	7	6	7	4	3	8	6
бабушка наказывает	3	5	2	4	6	6	4	7	4	3	6	6
учитель наказывает	2	5	2	3	2	4	5	5	2	3	5	4

13.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	1	3	5	4	3	2	1	7	9	3	2	1
бабушка наказывает	2	3	1	3	4	3	1	5	2	3	2	1
учитель наказывает	4	4	3	2	1	7	9	5	4	3	2	1

14.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	3	2	5	7	3	4	2	6	2	2	3	8

бабушка наказывает	3	5	8	7	6	1	2	6	3	4	2	7
учитель наказывает	4	2	7	1	3	6	8	9	1	4	3	2

15.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	4	8	3	2	2	3	8	1	3	4	5	6
бабушка наказывает	8	1	9	7	3	4	1	2	6	9	3	6
учитель наказывает	7	3	2	6	5	8	2	4	1	6	8	9

16.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	8	5	7	8	3	7	5	2	9	2	4	7
бабушка наказывает	5	2	1	3	6	9	1	7	8	6	3	4
учитель наказывает	2	1	5	1	4	2	3	7	4	5	3	10

17.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	3	6	4	9	8	7	4	7	4	2	6	5
бабушка наказывает	1	3	6	7	8	10	9	4	3	5	6	7
учитель наказывает	4	5	7	1	9	2	8	3	10	4	5	6

18.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	1	3	1	2	1	6	3	9	3	3	1	3
бабушка наказывает	3	7	9	8	6	7	4	3	2	3	4	5
учитель наказывает	3	4	4	2	5	3	7	2	7	4	8	9

19.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	3	2	5	6	4	5	8	2	3	6	5	1
бабушка наказывает	4	3	5	7	8	10	1	3	4	5	6	3
учитель наказывает	5	5	7	1	2	3	4	1	5	2	3	5

20.

<b>Испытуемые</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
родитель наказывает	4	7	4	2	4	2	4	5	3	4	7	5
бабушка наказывает	5	4	2	1	3	6	9	3	1	2	1	4
учитель наказывает	2	4	4	2	3	3	1	3	1	3	1	4

## 4. РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

### Задание 1.

Проверить гипотезу о несущественности различий в средних значениях стрессоустойчивости бухгалтера и шахтера

1) Используя t-критерий Стьюдента,  $\alpha=0,01$ ,  $n_1=31, n_2=32$ .

1) Применить критерий Крамера-Уэлча,  $\alpha=0,01$ .

2) Применить критерий Фишера,  $\alpha=0,1$ .

<b>№</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>
<b>бухгалтер</b>	21	27	25	23	23	19	30	25	22	18	24	29	16	20	23	22	19	21	24	25	30	19	15	25	28	16	26	19	20	15	28	-
<b>шахтер</b>	27	19	17	20	25	25	20	20	28	26	25	21	18	21	24	21	30	29	28	23	24	19	29	23	21	16	28	24	21	28	26	18

Решение:

1) Найдем выборочные средние и выборочные дисперсии:

$$\bar{x} = \frac{21+27+25+\dots+20+15+28}{31} = 22,48;$$

$$\bar{y} = \frac{27+19+17+\dots+28+26+88}{32} = 23,25;$$

$$D_x = \frac{(21-22,48)^2 + (27-22,48)^2 + \dots + (15-22,48)^2 + (28-22,48)^2}{31} = 18,12;$$

$$D_y = \frac{(27-23,25)^2 + (19-23,25)^2 + \dots + (26-23,25)^2 + (18-23,25)^2}{32} = 15,06.$$

Эмпирическое значение критерия найдем по формуле (1):

$$t_{эм} = \frac{|22,48 - 23,25|}{\sqrt{31 \cdot 18,12 + 32 \cdot 15,06}} \cdot \sqrt{\frac{31 \cdot 32}{31 + 32} \cdot (31 + 32 - 2)} = 0,55.$$

Для выбранного уровня значимости  $\alpha = 0,01$  по таблице Приложения 1 найдем  $t_{кр}(0,01; 31 + 32 - 2) = 2,66$ .  $t_{эм} = 0,55 < t_{кр} = 2,66$ ,

следовательно, гипотеза о несущественности различий в средних значениях стрессоустойчивости бухгалтера и шахтера на заданном уровне значимости, принимается.

2) Найдем эмпирическое значение для критерия Крамера-Уэлча по формуле (2):

$$T_{эм} = \frac{|22,48 - 23,25|}{\sqrt{31 \cdot 18,12 + 32 \cdot 15,06}} \cdot \sqrt{31 \cdot 32} = 0,75.$$

Критическое значение:  $T_{кр}(0,01) = t_{кр}(0,01; \infty) = 2,58$ .  $T_{эм} < T_{кр}$ ,

следовательно, сравниваемые выборочные средние отличаются незначимо.

3) Определим эмпирическое значение для критерия Фишера по формуле (3):

$$F_{эм} = \frac{18,12}{15,06} = 1,20,$$

Критическое значение найдем по таблице (Приложение 2):

$$F_{кр}(0,05; 30; 31) \approx 1,8. \quad F_{эм} < F_{кр},$$

следовательно, нулевая гипотеза о равенстве генеральных дисперсий принимается.

### Задание 2.

Можно ли считать, что эмпирическое распределение на первой неделе исследования согласуется с эмпирическим распределением на второй неделе исследования. Применить критерий Пирсона,  $\alpha=0,05$ .

Курсы	Число удовлетворенных питанием	
	на 1 неделе	на 2 неделе
1	28	30
2	30	28
3	46	40
4	47	46
5	24	27
Магистры	31	32
Аспиранты	41	45

Решение:

Эмпирическое значение критерия найдем по формуле (4):

$$\chi_{эмт}^2 = \frac{(28-30)^2}{30} + \frac{(30-28)^2}{28} + \frac{(46-40)^2}{40} + \dots + \frac{(41-45)^2}{45} = 1,92.$$

Критическое значение определим по таблице (Приложение 3):

$\chi_{кр}^2(0,05,6) = 12,6$ .  $\chi_{эмт}^2 < \chi_{кр}^2$ , нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о несущественности расхождений между двумя распределениями.

### Задание 3.

В результате выборочного обследования стажа работы учителей информатики в школах города получены следующие данные, представленные в таблице. Выяснить, является ли распределение стажа работы нормальным на уровне значимости  $\alpha=0,05$ .

Стаж работы	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	20-24	24-28	28-32
Число учителей	11	15	10	8	15	16	13	14

Решение:

Составим расчетную таблицу.

	$x_i$	$n_i$	$x_i \cdot n_i$	$(x_i - \bar{x})^2 \cdot n_i$	$u_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$	$\varphi(u_i)$	$n'_i = \frac{nh}{\sigma} \cdot \varphi(u_i)$	$\frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}$
1	2	11	22	2378,89	-1,59	0,1127	4,99	7,26
2	6	15	90	1719,24	-1,16	0,2036	9,01	3,99
3	10	10	100	449,69	-0,73	0,3056	13,52	0,92
4	14	8	112	58,57	-0,29	0,3825	16,92	4,70
5	18	15	270	25,12	0,14	0,3951	17,48	0,35

6	22	16	352	448,44	0,57	0,3391	15,00	0,07
7	26	13	338	1122,95	1,01	0,2396	10,60	0,54
8	30	14	420	2474,27	1,44	0,1415	6,26	9,57
$\Sigma$		102	1704	8677,18				27,40

$$\bar{x} = \frac{1704}{102} \approx 16,7; D_x = \frac{8677,18}{102} \approx 85,07; \sigma = \sqrt{85,07} \approx 9,22.$$

Вычислим  $\chi_{эмт}^2 = \sum_i \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i} = 27,40$ . По таблице Приложения 3

определим  $\chi_{кр}^2(0,05,5) = 11,1$ . Так как  $\chi_{эмт}^2 > \chi_{кр}^2$ , то гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности отвергаем.

#### Задание 4.

Проведение итоговой контрольной работы по физике в средней общеобразовательной школе дало следующие результаты по 10-балльной шкале для класса, обучающегося по традиционной системе (8 «А») и класса, обучающегося по системе «Развивающее обучение» (8 «Б»), представленные в таблице. Определите с помощью критерия Манна-Уитни, превосходят ли учащиеся 8 «Б» учащиеся 8 «А» по уровню знаний по физике,  $\alpha = 0,05$ .

ученик	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8 «А»	9	7	5	4	3	6	8	7	8	5	4	4	5	6	-
8 «Б»	5	7	9	6	6	3	4	5	7	9	5	4	3	4	7

#### Решение:

Проранжируем данную таблицу, объединяя две выборки в одну, в порядке возрастания значения измеряемой величины. В случае равных баллов ранг вычисляем как среднее арифметическое мест, которые они занимают в порядке их возрастания. Найдем суммы рангов выборок.

8 «А» (баллы)	ранг	8 «Б» (баллы)	ранг
		9	28
9	28	9	28
8	25,5	7	22
8	25,5	7	22
7	22	7	22
7	22	6	17,5
6	17,5	6	17,5
6	17,5	5	12,5

5	12,5	5	12,5
5	12,5	5	12,5
5	12,5	4	6,5
4	6,5	4	6,5
4	6,5	4	6,5
4	6,5	3	2
3	2	3	2
Сумма:	217	Сумма:	218

Большую из сумм рангов обозначим  $T_x = 218$ ;  $n_x = 15$ .

Вычислим эмпирическое значение по формуле (6):

$$U_{эмт} = 14 \cdot 15 + \frac{15 \cdot 16}{2} - 218 = 112.$$

Критическое значение  $U_{кр}(0,05) = 66$  определим по таблице Приложения 5. Так как  $U_{эмт} > U_{кр}$ , то нулевая гипотеза о незначительности различий между баллами двух классов принимается на данном уровне значимости.

#### Задание 5.

При изучении активности студентов на практических занятиях были получены результаты для экспериментальной и контрольной групп, приведенные в таблице. Определить с использованием критерия Колмогорова-Смирнова являются ли значимыми различия между контрольной и экспериментальной группами,  $\alpha = 0,05$ .

уровень усвоения	частота в эксп-ой группе (чел.)	частота в контр-ой группе (чел.)
хорошо	194	166
приблизительно	36	24
плохо	20	11
объем выборки	250	201

#### Решение:

Вычислим относительные частоты экспериментальной и контрольной групп и определим модуль разности соответствующих относительных частот. Результаты запишем в таблицу.

относительная частота экспериментальной группы $f_{эксп}$	относительная частота контрольной группы $f_{контр}$	модуль разности частот $ f_{эксп} - f_{контр} $
$194/250 \approx 0,78$	$166/201 \approx 0,83$	0,05
$36/250 \approx 0,14$	$24/201 \approx 0,12$	0,02

$36/250 \approx 0,08$	$11/201 \approx 0,05$	0,03
-----------------------	-----------------------	------

Наибольший модуль разностей:  $d_{\max} = 0,05$ .

Эмпирическое значение найдем по формуле (7):

$$\lambda_{\text{эм}} = 0,05 \cdot \sqrt{\frac{250 \cdot 201}{250 + 201}} \approx 0,53.$$

По таблице Приложения 6 определим критическое значение критерия:

$$\lambda_{\text{кр}}(0,05) = 1,36.$$

Так как  $\lambda_{\text{эм}} < \lambda_{\text{кр}}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости принимается, и группы по рассмотренному признаку отличаются несущественно.

#### Задание 6.

Определить значимость различий изменения выносливости учащихся от влияния физической нагрузки. Применить критерий Вилкоксона,  $\alpha = 0,05$ .

<b>измерение до эксперимента</b>	7	9	9	15	12	6	7	6	9	11	10	7
<b>измерение после эксперимента</b>	10	15	13	8	15	9	10	8	11	15	14	12

#### Решение:

Вычислим разности между значениями показателей после проведения эксперимента и до проведения, найдем их модули разностей, произведем их ранжирование в порядке возрастания. Отметим ранги, соответствующие сдвигам в нетипичном направлении. Результаты запишем в таблицу.

разность показателей	3	6	4	-7	3	3	3	2	2	4	4	5
модуль разности	3	6	4	7	3	3	3	2	2	4	4	5
ранг модуля разности	4,5	11	8	12	4,5	4,5	4,5	1,5	1,5	8	8	10

Эмпирическое значение критерия  $T_{\text{эм}}$  найдем как сумму рангов, соответствующих нетипичным сдвигам. В нашем случае имеется один нетипичный сдвиг, которому соответствует ранг, равный 12. Следовательно,  $T_{\text{эм}} = 12$ . Критическое значение критерия найдем по таблице Приложения 7:  $T_{\text{кр}}(0,05) = 17$ . Так как  $T_{\text{эм}} < T_{\text{кр}}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости отвергается.

#### Задание 7.

В таблице приведены результаты уровня знаний обучающихся на курсах повышения квалификации. Определить является ли измерение уровня знаний статистически значимым. Применить критерий знаков,  $\alpha=0,05$ .

уровень знаний до курса	22	25	35	32	31	29	24	21	39	38	35	31	28	28	26
уровень знаний после курса	24	31	28	30	29	39	31	31	30	27	22	32	28	24	20

Решение:

Вычислим разности между значениями показателей после проведения курса и до проведения (сдвиги). Результаты запишем в таблицу.

уровень знаний до курса	22	25	35	32	31	29	24	21	39	38	35	31	28	28	26
уровень знаний после курса	24	31	28	30	29	39	31	31	30	27	22	32	28	24	20
сдвиг	+2	+6	-7	-2	-2	+10	+7	+10	-9	-11	-13	+1	0	-4	-6

Количество отрицательных сдвигов превосходит количество положительных. Следовательно, типичным будет отрицательный сдвиг. Число отрицательных сдвигов равно 8, положительных - 6. Эмпирическое значение критерия  $G_{эм} = 6$  находится как количество нетипичных сдвигов. Критическое значение критерия  $G_{кр}(0,05;15) = 3$  находится по таблице Приложения 8. Так как  $G_{эм} \geq G_{кр}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости принимается, т.е. типичный сдвиг является случайным.

Задание 8.

В школе проведено пробное тестирование по информатике в форме ЕГЭ во второй и третьей четверти. Можно ли сказать, что правильное выполнение тестовых заданий учащихся изменилось существенно? Использовать критерий Макнамары,  $\alpha=0,05$ .

		2 тест	
		Справились	Не справились
1 тест	Справились	24	17
	Не справились	14	31

Решение:

A=24, B=17, C=14, D=31.

Так как  $B \neq C$  и  $B+C=31 > 20$ , то  $M_{эм}$  вычисляется по формуле (8):

$$M_{эм} = \frac{(17-14)^2}{17+14} = \frac{9}{31} \approx 0,29.$$

Критическое значение критерия  $M_{кр}(0,05)=3,84$ .

Так как  $M_{эм} < M_{кр}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости отклоняется, т.е. различие значений исследуемого показателя до и после эксперимента существенно.

### Задание 9.

Одинаковы ли воздействия педагогического эксперимента на младших, старших школьников и учителей по показателям психологической защищённости после эксперимента. Применить критерии Крускала-Уоллиса,  $\alpha=0,01$ .

	№ показателя защищённости									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Мл.школьники</b>	2,8	2,5	2,6	2,8	2,7	2,9	3,4	3,7	3,7	2,6
<b>Ст.школьники</b>	4,5	4,0	4,3	3,9	3,9	3,5	3,9	2,8	2,7	2,7
<b>Учителя</b>	4,0	2,8	2,9	3,1	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,0

### Решение:

В порядке возрастания проранжируем значения показателя для всех групп и найдем суммы рангов для каждой группы. Результаты запишем в таблицу.

	№ показателя защищённости										сумма рангов
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Мл.школьники (ранг)</b>	8,5	1	2,5	8,5	5	11,5	20	22,5	22,5	2,5	104,5
<b>Ст.школьники (ранг)</b>	30	27,5	29	25	25	21	25	8,5	5	5	201
<b>Учителя (ранг)</b>	27,5	8,5	11,5	15,5	13,5	15,5	17,5	17,5	19	13,5	159,5

Вычислим эмпирическое значение критерия по формуле (9):

$$H_{эм} = \frac{12}{30 \cdot 31} \cdot \left( \frac{104,5^2}{10} + \frac{201^2}{10} + \frac{159,5^2}{10} \right) - 3 \cdot 31 \approx 6,05$$

Критическое значение  $H_{кр}(0,01;3-1) = \chi^2(0,01;2) = 9,2$  определим по таблице Приложения 3. Так как  $H_{эм} < H_{кр}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости принимается, т.е. воздействие можно считать практически одинаковым во всех группах.

### Задание 10.

5 учащихся исследуются по 4 тестам. Являются ли результаты тестирования случайными? Применить критерий Фридмана,  $\alpha=0,05$ .

№ испыт.	Оценка в баллах за тест			
	A	B	C	D
1	3,7	3,9	3,8	4,1
2	3,7	3,4	3,2	4,1
3	2,3	3,1	4,3	3,8
4	4	2,7	4,2	4,3
5	4	2,3	3,6	4,8

### Решение:

Проранжируем значения показателей для каждого испытуемого в порядке убывания признака и найдем суммы рангов по столбцам. Результаты запишем в таблицу.

№ испыт.	Ранги тестов (по строкам)			
	A	B	C	D
1	4	2	3	1
2	2	3	4	1
3	4	3	1	2
4	3	4	2	1
5	2	4	3	1
Сумма рангов	15	16	13	6

Вычислим эмпирическое значение критерия по формуле (10):

$$\chi_{эм}^2 = \frac{12}{5 \cdot 5 \cdot 4} \cdot (15^2 + 16^2 + 13^2 + 6^2) - 3 \cdot 5 \cdot 5 = 7,32.$$

Критическое значение  $\chi_{кр}^2(0,05;3) = 7,8$  определяется по таблице Приложения 3. Так как  $\chi_{эм}^2 < \chi_{кр}^2$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости принимается, т.е. результаты теста можно считать случайными (различия несущественны).

### Задание 11.

Установлено, что испытуемые относятся к наказаниям, которые совершают по отношению к их детям разные люди по-разному. Определить тенденцию согласия о допустимости наказания по результатам оценки в психогенном эксперименте с помощью критерия Пейджа,  $\alpha=0,05$ .

Испытуемые	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

родитель наказывает	7	2	1	1	3	4	5	4	3	5	3	5
бабушка наказывает	2	2	3	5	8	3	8	4	5	7	7	8
учитель наказывает	4	3	1	7	3	4	1	8	2	6	9	10

### Решение:

Проранжируем значения показателей для каждого испытуемого в порядке убывания признака (ранжирование показателей в столбце) и найдем суммы рангов по строкам, которые разместим в порядке возрастания. Результаты запишем в таблицу.

Испытуемые	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	сумма рангов
родитель наказывает (ранг)	1	2,5	1,5	3	2,5	1,5	2	2,5	2	3	3	3	27,5
бабушка наказывает (ранг)	3	2,5	1	2	1	2	1	2,5	1	1	2	2	21
учитель наказывает (ранг)	2	1	1,5	1	2,5	1,5	3	1	3	2	1	1	20,5

$$T_1 = 20,5; T_2 = 21; T_3 = 27,5.$$

Вычислим эмпирическое значение критерия по формуле (11):

$$L_{эм} = 20,5 \cdot 1 + 21 \cdot 2 + 27,5 \cdot 3 = 145.$$

Критическое значение  $L_{кр}(0,05;12;3) = 153$  определяется по таблице Приложения 9. Так как  $L_{эм} \leq L_{кр}$ , то нулевая гипотеза на данном уровне значимости принимается, т. е. различия между оценками испытуемых по данным условиям несущественны.

## **5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Максимальное количество, которое может набрать студент по итогам изучения трех модулей дисциплины (в ходе текущей работы и её контроля) по обязательным формам работы – **80 баллов**. Это составляет 80% от общего возможного количества баллов.

1. Посещение лекций и конспектирование добавляет в рейтинг студента по **1 баллу** за каждое занятие.

2. Посещение практического занятия с конспектированием – **1 балл**.

3. По итогам изучения каждого модуля студент выполняет индивидуальное задание, за выполнение каждого пункта которого, он может заработать **2 балла**.

Студент может воспользоваться возможностью увеличить число

набранных баллов, используя формы работы дополнительного модуля. При этом, если студент набирает от 10 до 20 баллов дополнительного модуля, он освобождается от прохождения итогового контроля (в виде зачёта). Зачетное задание включает в себя 2 части: теоретическую и практическую. За каждую из частей зачетного задания студент может набрать до **10 баллов**.

Третий модуль включает в себя изучение темы «Статистические гипотезы». Максимальное количество баллов, которое может набрать студент по итогам изучения этой темы – **30 баллов**.

Рейтинг студента по дисциплине определяется в результате суммирования данных текущей работы и итогового контроля. Максимальное число баллов – **100**. Студент, набравший по итогам работы в семестре менее **30 баллов**, не получает допуск к зачёту.

Оценка «зачтено» ставится в случае, если студент набирает **50–100 баллов**, «не зачтено» – ниже **50 баллов**.

В случае зачёта с оценкой набранные баллы переводятся в традиционные оценки по следующей шкале:

- 86 и более – «отлично»;
- 70–85– «хорошо»;
- 50–69 – «удовлетворительно»;
- 49 и менее – «неудовлетворительно».

## 6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Острейковский, В. А. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В. А. Острейковский, Ф. И. Карманов. - Электронные текстовые данные. — Москва: КУРС; ИНФРА-М, 2015. - 208 с. – ISBN 978-5-16-103020-2. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=508241> (дата обращения: 10.11.2019). – Текст: электронный.
2. Соколов, Г. А. Основы математической статистики [Электронный ресурс]: учебник / Г.А. Соколов. - 2е изд. - Электронные текстовые данные. — Москва: ИНФРА-М, 2014. - 368 с. - ISBN 978-5-16-101131-7. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=405699> (дата обращения: 10.11.2019). – Текст: электронный.
3. Шелехова, Л. В. Математические методы в психологии и педагогике: в схемах и таблицах: Учебное пособие. – 2 - е изд., испр. – Спб.: Издательство «Лань», 2015. – 224 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-1722-3. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60659?category=917> (дата обращения: 10.11.2019). – Текст: электронный.

### Дополнительная литература

1. Вуколов, Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э. А. Вуколов - 2 изд., испр. и доп. - Электронные текстовые данные. - Москва: Форум; Инфра-М, 2013. - 464 с. - ISBN 978-5-16-101131-7. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=369689> (дата обращения: 25.09.2019). – Текст: электронный.
2. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. С. Мхитарян [и др.] ; под ред. В. С. Мхитаряна. - 2-е изд., перераб. и доп. - Электронные текстовые данные. — Москва: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2013. – 336 с. – ISBN 978-5-4257-0106-0. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=451329> (дата обращения: 10.11.2019). – Текст: электронный.

## 7. ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1.

**Таблица t-критерия Стьюдента при уровне значимости  
(0,01; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3)**

<b>0</b>	<b>P – 0,01</b>	<b>P – 0,05</b>	<b>P – 0,1</b>	<b>P – 0,15</b>	<b>P – 0,2</b>	<b>P – 0,25</b>	<b>P – 0,3</b>
1	63,6567	12,7062	6,31375	4,1653	3,0777	2,4142	1,9626
2	9,9248	4,3027	2,9200	2,2819	1,8865	1,6036	1,3862
3	5,8409	3,1824	2,3534	1,9243	1,6377	1,4226	1,2498
4	4,6041	2,7764	2,1318	1,7782	1,5332	1,3444	1,1896
5	4,0321	2,5706	2,0150	1,6993	1,4759	1,3009	1,1558
6	3,7074	2,4469	1,9432	1,6502	1,4398	1,2733	1,1342
7	3,4995	2,3646	1,8946	1,6166	1,4149	1,2543	1,1192
8	3,3554	2,3060	1,8595	1,5922	1,3968	1,2403	1,1081
9	3,2498	2,2622	1,8331	1,5737	1,3830	1,2297	1,0997
10	3,1693	2,2281	1,8125	1,5592	1,3722	1,2213	1,0931
11	3,1058	2,2010	1,7959	1,5486	1,3634	1,2145	1,0877
12	3,0545	2,1788	1,7823	1,5380	1,3562	1,2089	1,0832
13	3,0123	2,1604	1,7709	1,5299	1,3501	1,2041	1,0795
14	2,9768	2,1448	1,7613	1,5231	1,3450	1,2001	1,0763
15	2,9467	2,1314	1,7531	1,5172	1,3406	1,1967	1,0735
16	2,9208	2,1199	1,7459	1,5121	1,3368	1,1937	1,0711
17	2,8982	2,1098	1,7396	1,5077	1,3334	1,1910	1,0690
18	2,8784	2,1009	1,7341	1,5037	1,3304	1,1887	1,0672
19	2,8609	2,0930	1,7291	1,5002	1,3277	1,1866	1,0655
20	2,8453	2,0860	1,7247	1,4970	1,3253	1,1848	1,0640
21	2,8314	2,0796	1,7207	1,4942	1,3232	1,1831	1,0627
22	2,8188	2,0739	1,7171	1,4916	1,3212	1,1815	1,0614
23	2,8073	2,0687	1,7139	1,4893	1,3195	1,1802	1,0603
24	2,7969	2,0639	1,7109	1,4871	1,3178	1,1789	1,0593
25	2,7874	2,0595	1,7081	1,4852	1,3163	1,1777	1,0584
26	2,7787	2,0555	1,7056	1,4834	1,3150	1,1766	1,0575
27	2,7707	2,0518	1,7033	1,4817	1,3137	1,1756	1,0567
28	2,7633	2,0484	1,7011	1,4801	1,3125	1,1747	1,0560
29	2,7564	2,0452	1,6991	1,4787	1,3114	1,1739	1,0553
30	2,7500	2,0423	1,6973	1,4774	1,3104	1,1731	1,0547
31	2,7440	2,0395	1,6955	1,4761	1,3095	1,1723	1,0541
32	2,7385	2,0369	1,6939	1,4749	1,3086	1,1716	1,0535
33	2,7333	2,0345	1,6924	1,4738	1,3077	1,1710	1,0530
34	2,7284	2,0322	1,6909	1,4728	1,3070	1,1703	1,0525
35	2,7238	2,0301	1,6896	1,4718	1,3062	1,1698	1,0520
36	2,7195	2,0281	1,6883	1,4709	1,3055	1,1692	1,0516
37	2,7154	2,0262	1,6871	1,4701	1,3049	1,1687	1,0512
38	2,7116	2,0244	1,6860	1,4692	1,3042	1,1682	1,0508
39	2,7079	2,0227	1,6849	1,4685	1,3036	1,1677	1,0504
40	2,7045	2,0211	1,6839	1,4677	1,3031	1,1673,	1,0500
41	2,7012	2,0195	1,6829	1,4670	1,3025	1,1669	1,0497
42	2,6981	2,0181	1,6820	1,4664	1,3020	1,1665	1,0494
43	2,6951	2,0167	1,6811	1,4657	1,3016	1,1661	1,0491
44	2,6923	2,0154	1,6802	1,4651	1,3011	1,1657	1,0488
45	2,6896	2,0141	1,6794	1,4645	1,3006	1,1654	1,0485
46	2,6870	2,0129	1,6787	1,4640	1,3002	1,1651	1,0483
47	2,6846	2,0117	1,6779	1,4635	1,2998	1,1647	1,0480
48	2,6822	2,0106	1,6772	1,4629	1,2994	1,1644	1,0478
49	2,6800	2,0096	1,6766	1,4625	1,2991	1,1642	1,0475
50	2,6778	2,0086	1,6759	1,4620	1,2987	1,1639	1,0473

51	2,6757	2,0076	1,6753	1,4615	1,2984	1,1636	1,0471
52	2,6737	2,0066	1,6747	1,4611	1,2980	1,1633	1,0469
53	2,6718	2,0057	1,6741	1,4607	1,2977	1,1631	1,0467
54	2,6700	2,0049	1,6736	1,4603	1,2974	1,1629	1,0465
55	2,6682	2,0040	1,6730	1,4599	1,2971	1,1626	1,0463
56	2,6665	2,0032	1,6725	1,4596	1,2969	1,1624	1,0461
57	2,6649	2,0025	1,6720	1,4592	1,2966	1,1622	1,0459
58	2,6633	2,0017	1,6716	1,4589	1,2963	1,1620	1,0458
59	2,6618	2,0010	1,6711	1,4585	1,2961	1,1618	1,0456
60	2,6603	2,0003	1,6706	1,4582	1,2958	1,1616	1,0455
61	2,6589	1,9996	1,6702	1,4579	1,2956	1,1614	1,0453
62	2,6575	1,9990	1,6698	1,4576	1,2954	1,1612	1,0452
63	2,6561	1,9983	1,6694	1,4573	1,2951	1,1611	1,0450
64	2,6549	1,9977	1,6690	1,4570	1,2949	1,1609	1,0449
65	2,6536	1,9971	1,6686	1,4567	1,2947	1,1607	1,0448
66	2,6524	1,9966	1,6683	1,4565	1,2945	1,1606	1,0446
67	2,6512	1,9960	1,6679	1,4562	1,2943	1,1604	1,0445
68	2,6501	1,9955	1,6676	1,4560	1,2941	1,1603	1,0444
69	2,6490	1,9949	1,6672	1,4557	1,2939	1,1601	1,0443
70	2,6479	1,9944	1,6669	1,4555	1,2938	1,1600	1,0442
71	2,6469	1,9939	1,6666	1,4553	1,2936	1,1598	1,0441
72	2,6459	1,9935	1,6663	1,4551	1,2934	1,1597	1,0440
73	2,6449	1,9930	1,6660	1,4548	1,2933	1,1596	1,0438
74	2,6439	1,9925	1,6657	1,4546	1,2931	1,1595	1,0437
75	2,6430	1,9921	1,6654	1,4544	1,2929	1,1593	1,0436
76	2,6421	1,9917	1,6652	1,4542	1,2928	1,1592	1,0436
77	2,6412	1,9913	1,6649	1,4540	1,2926	1,1591	1,0435
78	2,6403	1,9908	1,6646	1,4538	1,2925	1,1590	1,0434
79	2,6395	1,9905	1,6644	1,4537	1,2914	1,1589	1,0433
80	2,6387	1,9901	1,6641	1,4535	1,2922	1,1588	1,0432
81	2,6379	1,9897	1,6639	1,4533	1,2921	1,1587	1,0431
82	2,6371	1,9893	1,6636	1,4531	1,2920	1,1586	1,0430
83	2,6364	1,9890	1,6634	1,4530	1,2918	1,1585	1,0429
84	2,6356	1,9886	1,6632	1,4528	1,2917	1,1584	1,0429
85	2,6349	1,9883	1,6630	1,4527	1,2916	1,1583	1,0428
86	2,6342	1,9879	1,6628	1,4525	1,2915	1,1582	1,0427
87	2,6335	1,9876	1,6626	1,4524	1,2914	1,1581	1,0426
88	2,6329	1,9873	1,6624	1,4522	1,2912	1,1580	1,0426
89	2,6322	1,9870	1,6622	1,4521	1,2911	1,1579	1,0425
90	2,6316	1,9867	1,6620	1,4519	1,2910	1,1478	1,0424
91	2,6309	1,9864	1,6618	1,4518	1,2909	1,1577	1,0424
92	2,6303	1,9861	1,6616	1,4517	1,2908	1,1577	1,0423
93	2,6297	1,9858	1,6614	1,4515	1,2907	1,1576	1,0422
94	2,6291	1,9855	1,6612	1,4514	1,2906	1,1575	1,0422
95	2,6286	1,9853	1,6611	1,4513	1,2905	1,1574	1,0421
96	2,6280	1,9850	1,6609	1,4511	1,2904	1,1574	1,0421
97	2,6275	1,9847	1,6607	1,4510	1,2903	1,1573	1,0420
98	2,6269	1,9845	1,6606	1,4509	1,2902	1,1572	1,0419
99	2,6264	1,9842	1,6604	1,4508	1,2902	1,1571	1,0419
100	2,6259	1,9840	1,6602	1,4507	1,2901	1,1571	1,0418

**Таблица значений F-критерия Фишера при уровне значимости  $\alpha=0,05$**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	$\infty$
<b>1</b>	161,45	199,50	215,71	224,58	230,16	233,99	238,88	243,91	249,05	254,31
<b>2</b>	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
<b>3</b>	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,85	8,74	8,64	8,53
<b>4</b>	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
<b>5</b>	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,37
<b>6</b>	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
<b>7</b>	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
<b>8</b>	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
<b>9</b>	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
<b>10</b>	4,96	4,10	3,71	3,48	3,32	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
<b>11</b>	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
<b>12</b>	4,73	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,51	2,30
<b>13</b>	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
<b>14</b>	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
<b>15</b>	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
<b>16</b>	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
<b>17</b>	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
<b>18</b>	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
<b>19</b>	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
<b>20</b>	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
<b>21</b>	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
<b>22</b>	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,78
<b>23</b>	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,52	2,37	2,20	2,01	1,76
<b>24</b>	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
<b>25</b>	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
<b>26</b>	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
<b>27</b>	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,31	2,13	1,93	1,67
<b>28</b>	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,29	2,12	1,91	1,65
<b>29</b>	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
<b>30</b>	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
<b>35</b>	4,12	3,26	2,87	2,64	2,48	2,37	2,22	2,04	1,83	1,57
<b>40</b>	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,51
<b>45</b>	4,06	3,21	2,81	2,58	2,42	2,31	2,15	1,97	1,76	1,48
<b>50</b>	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	1,95	1,74	1,44
<b>60</b>	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
<b>70</b>	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,07	1,89	1,67	1,35
<b>80</b>	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,06	1,88	1,65	1,31
<b>90</b>	3,95	3,10	2,71	2,47	2,32	2,20	2,04	1,86	1,65	1,31
<b>100</b>	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,03	1,85	1,63	1,26
<b>125</b>	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,01	1,83	1,60	1,21
<b>150</b>	3,90	3,06	2,66	2,43	2,27	2,16	2,00	1,82	1,59	1,18
<b>200</b>	3,89	3,04	2,65	2,42	2,26	2,14	1,98	1,80	1,57	1,14
<b>300</b>	3,87	3,03	2,64	2,41	2,25	2,13	1,97	1,79	1,55	1,10
<b>400</b>	3,86	3,02	2,63	2,40	2,24	2,12	1,96	1,78	1,54	1,07
<b>500</b>	3,86	3,01	2,62	2,39	2,23	2,11	1,96	1,77	1,54	1,06
<b>1000</b>	3,85	3,00	2,61	2,38	2,22	2,10	1,95	1,76	1,53	1,03
$\infty$	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	1,94	1,75	1,52	1,00

Таблица критических точек распределения  $\chi^2$  – критерия Пирсона

Число степеней свободы k	Уровень значимости $\alpha$					
	0,01	0,025	0,05	0,95	0,975	0,99
1	6,6	5	3,8	0,0039	0,00098	0,00016
2	9,2	7,4	6	0,103	0,051	0,02
3	11,3	9,4	7,8	0,352	0,216	0,115
4	13,3	11,1	9,5	0,711	0,484	0,297
5	15,1	12,8	11,1	1,15	0,831	0,554
6	16,8	14,4	12,6	1,64	1,24	0,872
7	18,5	16	14,1	2,17	1,69	1,24
8	20,1	17,5	15,5	2,73	2,18	1,65
9	21,7	19	16,9	3,33	2,7	2,09
10	23,2	20,5	18,3	3,94	3,25	2,56
11	24,7	21,9	19,7	4,57	3,82	3,05
12	26,2	23,3	21,0	5,23	4,4	3,57
13	27,7	24,7	22,4	5,89	5,01	4,11
14	29,1	26,1	23,7	6,57	5,63	4,66
15	30,6	27,5	25	7,26	6,26	5,23
16	32	28,8	26,3	7,96	6,91	5,81
17	33,4	30,2	27,6	8,67	7,56	6,41
18	34,8	31,5	28,9	9,39	8,23	7,01
19	36,2	32,9	30,1	10,1	8,91	7,63
20	37,6	34,2	31,4	10,9	9,59	8,26
21	38,9	35,5	32,7	11,6	10,3	8,9
22	40,3	36,8	33,9	12,3	11	9,54
23	41,6	38,1	35,2	13,1	11,7	10,2
24	43	39,4	36,4	13,8	12,4	10,9
25	44,3	40,6	37,7	14,6	13,1	11,5
26	45,6	41,9	38,9	15,4	13,8	12,2
27	47	43,2	40,1	16,2	14,6	12,9
28	48,3	44,5	41,3	16,9	15,3	13,6
29	49,6	45,7	42,6	17,7	16	14,3
30	50,9	47	43,8	18,5	16,8	15

Приложение 4.

Таблица значений локальной функции Лапласа  $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$

<b>x</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>0,0</b>	0,3989	0,3989	0,3989	0,3988	0,3986	0,3984	0,3982	0,3980	0,3977	0,3973
<b>0,1</b>	0,3970	0,3965	0,3961	0,3956	0,3951	0,3945	0,3939	0,3932	0,3925	0,3918
<b>0,2</b>	0,3910	0,3902	0,3894	0,3885	0,3876	0,3867	0,3857	0,3847	0,3836	0,3825
<b>0,3</b>	0,3814	0,3802	0,3790	0,3778	0,3765	0,3752	0,3739	0,3726	0,3712	0,3698
<b>0,4</b>	0,3683	0,3668	0,3652	0,3637	0,3621	0,3605	0,3589	0,3572	0,3555	0,3538
<b>0,5</b>	0,3521	0,3503	0,3485	0,3467	0,3448	0,3429	0,3410	0,3391	0,3372	0,3352
<b>0,6</b>	0,3332	0,3312	0,3292	0,3271	0,3251	0,3230	0,3209	0,3187	0,3166	0,3144
<b>0,7</b>	0,3123	0,3101	0,3079	0,3056	0,3034	0,3011	0,2989	0,2966	0,2943	0,2920
<b>0,8</b>	0,2897	0,2874	0,2850	0,2827	0,2803	0,2780	0,2756	0,2732	0,2709	0,2685
<b>0,9</b>	0,2661	0,2637	0,2613	0,2589	0,2565	0,2541	0,2516	0,2492	0,2468	0,2444
<b>1,0</b>	0,2420	0,2396	0,2371	0,2347	0,2323	0,2299	0,2275	0,2251	0,2227	0,2203
<b>1,1</b>	0,2179	0,2155	0,2131	0,2107	0,2083	0,2059	0,2036	0,2012	0,1989	0,1965
<b>1,2</b>	0,1942	0,1919	0,1895	0,1872	0,1849	0,1826	0,1804	0,1781	0,1758	0,1736
<b>1,3</b>	0,1714	0,1691	0,1669	0,1647	0,1626	0,1604	0,1582	0,1561	0,1539	0,1518
<b>1,4</b>	0,1497	0,1476	0,1456	0,1435	0,1415	0,1394	0,1374	0,1354	0,1334	0,1315
<b>1,5</b>	0,1295	0,1276	0,1257	0,1238	0,1219	0,1200	0,1182	0,1163	0,1145	0,1127
<b>1,6</b>	0,1109	0,1092	0,1074	0,1057	0,1040	0,1023	0,1006	0,0989	0,0973	0,0957
<b>1,7</b>	0,0940	0,0925	0,0909	0,0893	0,0878	0,0863	0,0848	0,0833	0,0818	0,0804
<b>1,8</b>	0,0790	0,0775	0,0761	0,0748	0,0734	0,0721	0,0707	0,0694	0,0681	0,0669
<b>1,9</b>	0,0656	0,0644	0,0632	0,0620	0,0608	0,0596	0,0584	0,0573	0,0562	0,0551
<b>2,0</b>	0,0540	0,0529	0,0519	0,0508	0,0498	0,0488	0,0478	0,0468	0,0459	0,0449
<b>2,1</b>	0,0440	0,0431	0,0422	0,0413	0,0404	0,0395	0,0387	0,0379	0,0371	0,0363
<b>2,2</b>	0,0353	0,0347	0,0339	0,0332	0,0325	0,0317	0,0310	0,0303	0,0297	0,0290
<b>2,3</b>	0,0283	0,0277	0,0270	0,0264	0,0258	0,0252	0,0246	0,0241	0,0235	0,0229
<b>2,4</b>	0,0224	0,0219	0,0213	0,0208	0,0203	0,0198	0,0194	0,0189	0,0184	0,0180
<b>2,5</b>	0,0175	0,0171	0,0167	0,0163	0,0158	0,0154	0,0151	0,0147	0,0143	0,0139
<b>2,6</b>	0,0136	0,0132	0,0129	0,0126	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110	0,0107
<b>2,7</b>	0,0104	0,0101	0,0099	0,0096	0,0093	0,0091	0,0088	0,0086	0,0084	0,0081
<b>2,8</b>	0,0079	0,0077	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0067	0,0065	0,0063	0,0061
<b>2,9</b>	0,0060	0,0058	0,0056	0,0055	0,0053	0,0051	0,0050	0,0048	0,0047	0,0046
<b>3,0</b>	0,0044	0,0043	0,0042	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036	0,0035	0,0034
<b>3,1</b>	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026	0,0025	0,0025
<b>3,2</b>	0,0024	0,0023	0,0022	0,0022	0,0021	0,0020	0,0020	0,0019	0,0018	0,0018
<b>3,3</b>	0,0017	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014	0,0013	0,0013
<b>3,4</b>	0,0012	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010	0,0010	0,0009	0,0009
<b>3,5</b>	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0006
<b>3,6</b>	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004
<b>3,7</b>	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
<b>3,8</b>	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
<b>3,9</b>	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001

**Таблица критических значений критерия Манна-Уитни**

**Критические значения для 5% ошибки**

N1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
N2																			
3	...	0																	
4	...	0	1																
5	0	1	2	4															
6	0	2	3	5	7														
7	0	2	4	6	8	11													
8	1	3	5	8	10	13	15												
9	1	4	6	9	12	15	18	21											
10	1	4	7	11	14	17	20	24	27										
11	1	5	8	12	16	19	23	27	31	34									
12	2	5	9	13	17	21	26	30	34	38	42								
13	2	6	10	15	19	24	28	33	37	42	47	51							
14	3	7	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61						
15	3	7	12	18	23	28	33	39	44	50	55	61	66	72					
16	3	8	14	19	25	30	36	42	48	54	60	65	71	77	83				
17	3	9	15	20	26	33	39	45	51	57	64	70	77	83	89	96			
18	4	9	16	22	28	35	41	48	55	61	68	75	82	88	95	102	109		
19	4	10	17	23	30	37	44	51	58	65	72	80	87	94	101	109	116	123	
20	4	11	18	25	32	39	47	54	62	69	77	84	92	100	107	115	123	130	138

**Критические значения для 1% ошибки**

5	...	...	0	1															
6	...	...	1	2	3														
7	...	0	1	3	4	6													
8	...	0	2	4	6	7	9												
9	...	1	3	5	7	9	11	14											
10	...	1	3	6	8	11	13	16	19										
11	...	1	4	7	9	12	15	18	22	25									
12	...	2	5	8	11	14	17	21	24	28	31								
13	0	2	5	9	12	16	20	23	27	31	35	39							
14	0	2	6	10	13	17	22	26	30	34	38	43	47						
15	0	3	7	11	15	19	24	28	33	37	42	47	51	56					
16	0	3	7	12	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66				
17	0	4	8	13	18	23	28	33	38	44	49	55	60	66	71	77			
18	0	4	9	14	19	24	30	36	41	47	53	59	65	70	76	82	88		
19	1	4	9	15	20	26	32	38	44	50	56	63	69	75	82	88	94	101	
20	1	5	10	16	22	28	34	40	47	53	60	67	73	80	87	93	100	107	114

**Таблица критических значений статистики Колмогорова-Смирнова для уровней статистической значимости  $P\{\lambda > \lambda_\alpha\} = \alpha$**

$\lambda$	<b>P</b>	$\lambda$	<b>P</b>	$\lambda$	<b>P</b>
0,30	1,000	0,76	0,610	1,00	0,270
0,37	0,999	0,79	0,561	1,21	0,107
0,40	0,997	0,82	0,512	1,24	0,092
0,43	0,993	0,85	0,465	1,27	0,079
0,46	0,984	0,88	0,421	1,30	0,068
0,49	0,970	0,91	0,379	1,35	0,052
0,52	0,950	0,94	0,400	1,40	0,040
0,55	0,923	0,97	0,304	1,50	0,022
0,58	0,890	1,03	0,239	1,60	0,012
0,61	0,851	1,07	0,202	1,70	0,006
0,64	0,807	0,10	0,178	1,	0,003
0,67	0,760	1,13	0,156	1,90	0,002
0,70	0,711	1,16	0,136	2,00	0,001
0,73	0,661	1,19	0,118	2,10	0,000

**Таблица критических значений статистики Колмогорова-Смирнова для уровней статистической значимости  $P\{\lambda > \lambda_\alpha\} = \alpha$  для уровней значимости  $\alpha = \{0,01; 0,05; 0,10\}$**

<b><math>P\{\lambda &gt; \lambda_\alpha\} = \alpha</math></b>			
<b><math>\alpha</math></b>	0,10	0,05	0,01
<b><math>\lambda_\alpha</math></b>	1,22	1,36	1,63

Таблица критических значений критерия Вилкоксона

n	<i>p</i>		n	<i>p</i>	
	0,05	0,01		0,05	0,01
5	0	-	28	130	101
6	2	-	29	140	110
7	3	0	30	151	120
8	5	1	31	163	130
9	8	3	32	175	140
10	10	5	33	187	151
11	13	7	34	200	162
12	17	9	35	213	173
13	21	12	36	227	185
14	25	15	37	241	198
15	30	19	38	256	211
16	35	23	39	271	224
17	41	27	40	286	238
18	47	32	41	302	252
19	53	37	42	319	266
20	60	43	43	336	281
21	67	49	44	353	296
22	75	55	45	371	312
23	83	62	46	389	328
24	91	69	47	407	345
25	100	76	48	426	362
26	110	84	49	446	379
27	119	92	50	466	397

**Таблица критических значений G-критерия знаков для уровней значимости 0,05 и 0,01**

<b>n</b>	<b>p=0,05</b>	<b>p=0,01</b>
5	0	—
6	0	—
7	0	0
8	1	0
9	1	0
10	1	0
11	2	1
12	2	1
13	3	1
14	3	2
15	3	2
16	4	2
17	4	3
18	5	3
19	5	4
20	5	4
21	6	4
22	6	5
23	7	5
24	7	5
25	7	6
26	8	6
27	8	7
28	8	7
29	9	7
30	10	8
31	10	8
32	10	8
33	11	9

<b>n</b>	<b>p=0,05</b>	<b>p=0,01</b>
34	11	9
35	12	10
36	12	10
37	13	10
38	13	11
39	13	11
40	14	12
41	14	12
42	15	13
43	15	13
44	16	13
45	16	14
46	16	14
47	17	15
48	17	15
49	18	15
50	18	16
52	19	17
54	20	18
56	21	18
58	22	19
60	23	20
62	24	21
64	24	22
66	25	23
68	26	23
70	27	24
72	28	25
74	29	26

<b>n</b>	<b>p=0,05</b>	<b>p=0,01</b>
76	30	27
78	31	28
80	32	29
82	33	30
84	33	30
86	34	31
88	35	32
90	36	33
92	37	34
94	38	35
96	39	36
98	40	37
100	41	37
110	45	42
120	50	46
130	55	51
140	59	55
150	64	60
160	69	64
170	73	69
180	78	73
190	83	78
200	87	83
220	97	92
240	106	101
260	116	110
280	125	120
300	135	129

**Таблица критических значений G-критерия знаков для уровней  
значимости 0,05; 0,01; 0,001**

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