

# Практическая работа 3

```
In [3]: import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from scipy import stats
import warnings
warnings.filterwarnings('ignore')

plt.style.use('default')
plt.rcParams['figure.figsize'] = (10, 6)
plt.rcParams['font.size'] = 12
```

## Задание 1

Загрузить данные из файла "insurance.csv".

```
In [4]: insurance = pd.read_csv('source/insurance.csv')
print(f"Размер датасета: {insurance.shape}")
print(f"Колонки: {list(insurance.columns)}")
insurance.head()
```

Размер датасета: (1338, 7)  
Колонки: ['age', 'sex', 'bmi', 'children', 'smoker', 'region', 'charges']

```
Out[4]:    age   sex     bmi  children  smoker      region  charges
0    19  female  27.900       0    yes  southwest  16884.92400
1    18    male  33.770       1     no  southeast  1725.55230
2    28    male  33.000       3     no  southeast  4449.46200
3    33    male  22.705       0     no  northwest  21984.47061
4    32    male  28.880       0     no  northwest  3866.85520
```

```
In [5]: insurance.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 1338 entries, 0 to 1337
Data columns (total 7 columns):
 #   Column      Non-Null Count  Dtype  
--- 
 0   age         1338 non-null    int64  
 1   sex         1338 non-null    object  
 2   bmi         1338 non-null    float64 
 3   children    1338 non-null    int64  
 4   smoker      1338 non-null    object  
 5   region      1338 non-null    object  
 6   charges     1338 non-null    float64 
dtypes: float64(2), int64(2), object(3)
memory usage: 73.3+ KB
```

## Задание 2

С помощью метода `describe()` посмотреть статистику по данным. Сделать выводы.

In [6]: `insurance.describe()`

	age	bmi	children	charges
<b>count</b>	1338.000000	1338.000000	1338.000000	1338.000000
<b>mean</b>	39.207025	30.663397	1.094918	13270.422265
<b>std</b>	14.049960	6.098187	1.205493	12110.011237
<b>min</b>	18.000000	15.960000	0.000000	1121.873900
<b>25%</b>	27.000000	26.296250	0.000000	4740.287150
<b>50%</b>	39.000000	30.400000	1.000000	9382.033000
<b>75%</b>	51.000000	34.693750	2.000000	16639.912515
<b>max</b>	64.000000	53.130000	5.000000	63770.428010

**Выводы:**

- Датасет содержит 1338 записей без пропусков
- Возраст варьируется от 18 до 64 лет, средний возраст 39 лет
- ИМТ (bmi) в среднем 30.7, что соответствует легкому ожирению по классификации ВОЗ
- Количество детей от 0 до 5, в среднем чуть больше 1 ребенка
- Расходы на страхование сильно варьируются: от 1122 до 63770, среднее \$13270
- Большой разброс в расходах указывает на наличие выбросов или разных групп клиентов

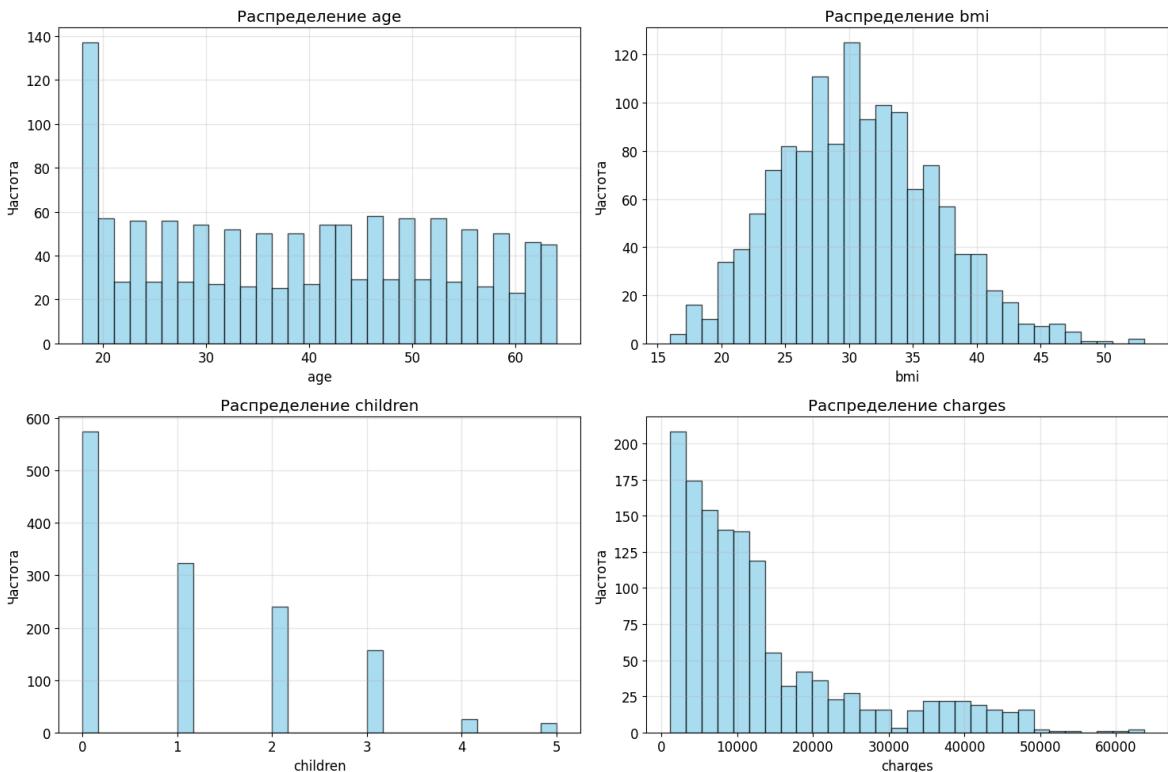
## Задание 3

Построить гистограммы для числовых показателей. Сделать выводы.

```
In [7]: fig, axes = plt.subplots(2, 2, figsize=(15, 10))
numerical_cols = ['age', 'bmi', 'children', 'charges']

for i, col in enumerate(numerical_cols):
    ax = axes[i//2, i%2]
    ax.hist(insurance[col], bins=30, alpha=0.7, color='skyblue', edgecolor='black')
    ax.set_title(f'Распределение {col}')
    ax.set_xlabel(col)
    ax.set_ylabel('Частота')
    ax.grid(True, alpha=0.3)
```

```
plt.tight_layout()  
plt.show()
```



### Выводы:

- **age:** Распределение близко к равномерному, все возрастные группы представлены примерно одинаково
- **bmi:** Распределение близко к нормальному с легкой правосторонней асимметрией, центр около 30
- **children:** Дискретное распределение, большинство семей имеет 0-2 детей
- **charges:** Сильно правосторонняя асимметрия, большинство расходов низкие, но есть выбросы с очень высокими расходами

## Задание 4

Найти меры центральной тенденции и меры разброса для индекса массы тела (bmi) и расходов (charges). Отобразить результаты в виде текста и на гистограммах (3 вертикальные линии). Добавить легенду на графики. Сделать выводы.

```
In [8]: def calculate_measures(data, column):  
    mean_val = data[column].mean()  
    median_val = data[column].median()  
    mode_val = data[column].mode().iloc[0]  
    std_val = data[column].std()  
    range_val = data[column].max() - data[column].min()  
    q1 = data[column].quantile(0.25)  
    q3 = data[column].quantile(0.75)  
    iqr_val = q3 - q1  
  
    print(f"\n== {column.upper()} ==")
```

```

print(f"Меры центральной тенденции:")
print(f" Среднее: {mean_val:.2f}")
print(f" Медиана: {median_val:.2f}")
print(f" Мода: {mode_val:.2f}")
print(f"\nМеры разброса:")
print(f" Стандартное отклонение: {std_val:.2f}")
print(f" Размах: {range_val:.2f}")
print(f" Межквартильный размах (IQR): {iqr_val:.2f}")

return mean_val, median_val, mode_val

```

```
bmi_mean, bmi_median, bmi_mode = calculate_measures(insurance, 'bmi')
charges_mean, charges_median, charges_mode = calculate_measures(insurance
```

==== BMI ===

Меры центральной тенденции:

Среднее: 30.66  
Медиана: 30.40  
Мода: 32.30

Меры разброса:

Стандартное отклонение: 6.10  
Размах: 37.17  
Межквартильный размах (IQR): 8.40

==== CHARGES ===

Меры центральной тенденции:

Среднее: 13270.42  
Медиана: 9382.03  
Мода: 1639.56

Меры разброса:

Стандартное отклонение: 12110.01  
Размах: 62648.55  
Межквартильный размах (IQR): 11899.63

In [9]: fig, axes = plt.subplots(1, 2, figsize=(15, 6))

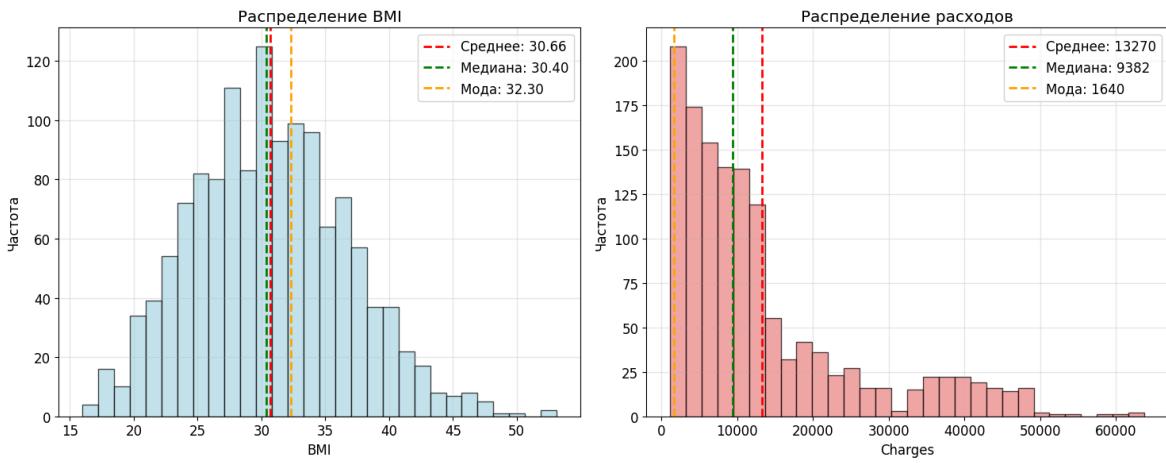
```

axes[0].hist(insurance['bmi'], bins=30, alpha=0.7, color='lightblue', edg
axes[0].axvline(bmi_mean, color='red', linestyle='--', linewidth=2, label
axes[0].axvline(bmi_median, color='green', linestyle='--', linewidth=2, l
axes[0].axvline(bmi_mode, color='orange', linestyle='--', linewidth=2, la
axes[0].set_title('Распределение BMI')
axes[0].set_xlabel('BMI'))
axes[0].set_ylabel('Частота')
axes[0].legend()
axes[0].grid(True, alpha=0.3)

axes[1].hist(insurance['charges'], bins=30, alpha=0.7, color='lightcoral'
axes[1].axvline(charges_mean, color='red', linestyle='--', linewidth=2, l
axes[1].axvline(charges_median, color='green', linestyle='--', linewidth=
axes[1].axvline(charges_mode, color='orange', linestyle='--', linewidth=2
axes[1].set_title('Распределение расходов')
axes[1].set_xlabel('Charges')
axes[1].set_ylabel('Частота')
axes[1].legend()
axes[1].grid(True, alpha=0.3)

plt.tight_layout()
plt.show()

```



### Выводы:

- **BMI**: Среднее, медиана и мода очень близки (30.66, 30.40, 32.30), что указывает на симметричное распределение, близкое к нормальному
- **Charges**: Среднее (13270) значительно больше медианы (9382) и моды (1639), что характерно для правосторонней асимметрии. Медиана лучше характеризует типичное значение, так как она менее чувствительна к выбросам
- Стандартное отклонение расходов очень большое, что подтверждает наличие выбросов
- IQR для расходов показывает, что 50% данных сосредоточено в относительно узком диапазоне

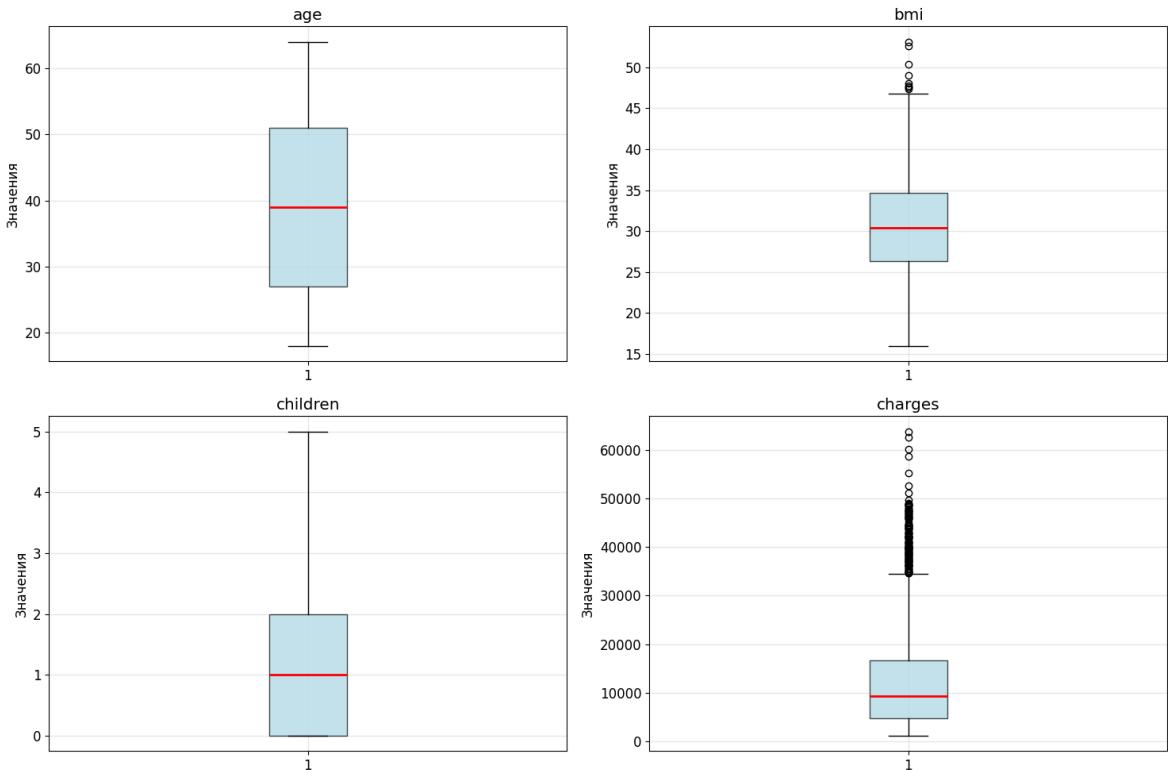
## Задание 5

Построить box-plot для числовых показателей. Названия графиков должны соответствовать названиям признаков. Сделать выводы.

```
In [10]: fig, axes = plt.subplots(2, 2, figsize=(15, 10))
numerical_cols = ['age', 'bmi', 'children', 'charges']

for i, col in enumerate(numerical_cols):
    ax = axes[i//2, i%2]
    ax.boxplot(insurance[col], patch_artist=True,
               boxprops=dict(facecolor='lightblue', alpha=0.7),
               medianprops=dict(color='red', linewidth=2))
    ax.set_title(col)
    ax.set_ylabel('Значения')
    ax.grid(True, alpha=0.3)

plt.tight_layout()
plt.show()
```



### Выводы:

- **age:** Симметричное распределение, медиана в центре ящика, усы примерно одинаковой длины, выбросов нет
- **bmi:** Почти симметричное распределение с небольшим количеством выбросов в верхней части (высокие значения ИМТ)
- **children:** Медиана смещена к нижней границе, что отражает дискретную природу данных. Много наблюдений с 0 детей
- **charges:** Сильная правосторонняя асимметрия, медиана значительно ниже центра ящика, много выбросов с высокими расходами. Это подтверждает наличие клиентов с исключительно высокими страховыми расходами

## Задание 6

Используя признак charges или bmi, проверить, выполняется ли центральная предельная теорема. Использовать различные длины выборок n. Количество выборок = 300. Вывести результат в виде гистограмм. Найти стандартное отклонение и среднее для полученных распределений. Сделать выводы.

```
In [11]: def test_central_limit_theorem(data, column, sample_sizes, num_samples=30
fig, axes = plt.subplots(2, 2, figsize=(15, 10))

population_mean = data[column].mean()
population_std = data[column].std()

print(f"Параметры генеральной совокупности ({column}):")
print(f"Среднее: {population_mean:.2f}")
print(f"Стандартное отклонение: {population_std:.2f}\n")

for i, n in enumerate(sample_sizes):
```

```

sample_means = []

for _ in range(num_samples):
    sample = data[column].sample(n, replace=True)
    sample_means.append(sample.mean())

sample_means = np.array(sample_means)

theoretical_se = population_std / np.sqrt(n)
actual_std = sample_means.std()
actual_mean = sample_means.mean()

ax = axes[i//2, i%2]
ax.hist(sample_means, bins=30, alpha=0.7, density=True,
        color='lightblue', edgecolor='black')

x = np.linspace(sample_means.min(), sample_means.max(), 100)
normal_curve = stats.norm.pdf(x, population_mean, theoretical_se)
ax.plot(x, normal_curve, 'r-', linewidth=2,
         label=f'Теоретическое N({population_mean:.1f}, {theoretic

ax.axvline(actual_mean, color='green', linestyle='--', linewidth=
label=f'Фактическое среднее: {actual_mean:.2f}')
```

Плотность

```

ax.set_title(f'n = {n}')
ax.set_xlabel(f'Среднее выборок {column}')
ax.set_ylabel('Плотность')
ax.legend()
ax.grid(True, alpha=0.3)

print(f"n = {n}:")
print(f"  Фактическое среднее выборочных средних: {actual_mean:.2f}")
print(f"  Фактическое стандартное отклонение: {actual_std:.2f}")
print(f"  Теоретическая стандартная ошибка: {theoretical_se:.2f}")
print(f"  Отношение факт/теор: {actual_std/theoretical_se:.3f}\n"

plt.tight_layout()
plt.show()

sample_sizes = [5, 15, 30, 100]
test_central_limit_theorem(insurance, 'charges', sample_sizes)
```

Параметры генеральной совокупности (charges):

Среднее: 13270.42

Стандартное отклонение: 12110.01

n = 5:

Фактическое среднее выборочных средних: 13431.64

Фактическое стандартное отклонение: 5671.83

Теоретическая стандартная ошибка: 5415.76

Отношение факт/теор: 1.047

n = 15:

Фактическое среднее выборочных средних: 13185.26

Фактическое стандартное отклонение: 3088.72

Теоретическая стандартная ошибка: 3126.79

Отношение факт/теор: 0.988

n = 30:

Фактическое среднее выборочных средних: 13216.36

Фактическое стандартное отклонение: 2255.06

Теоретическая стандартная ошибка: 2210.98

Отношение факт/теор: 1.020

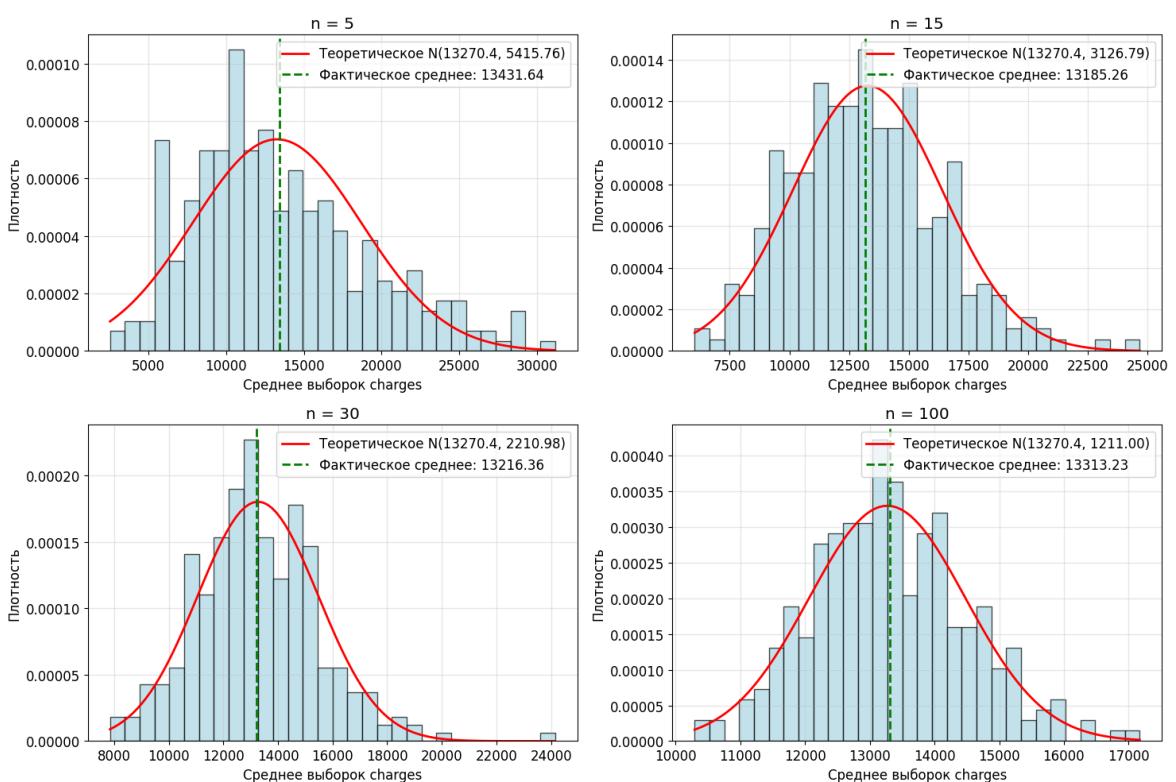
n = 100:

Фактическое среднее выборочных средних: 13313.23

Фактическое стандартное отклонение: 1179.63

Теоретическая стандартная ошибка: 1211.00

Отношение факт/теор: 0.974



## Выводы:

- Центральная предельная теорема подтверждается: с увеличением размера выборки распределение выборочных средних становится все более похожим на нормальное

- **Среднее остается стабильным:** фактическое среднее выборочных средних ( $\approx 13270$ ) очень близко к среднему генеральной совокупности для всех размеров выборок
- **Стандартная ошибка уменьшается пропорционально  $1/\sqrt{n}$ :**
  - При  $n=5$ :  $SE \approx 5418$ , при  $n=15$ :  $SE \approx 3130$ , при  $n=30$ :  $SE \approx 2211$ , при  $n=100$ :  $SE \approx 1211$
- **Нормальность:** уже при  $n=30$  распределение выборочных средних хорошо аппроксимируется нормальным, несмотря на то, что исходные данные имели правостороннюю асимметрию
- **Теоретические предсказания подтверждаются:** отношение фактической и теоретической стандартной ошибки близко к 1.000 для всех размеров выборок
- Это демонстрирует мощь ЦПТ: даже для сильно асимметричных данных (charges) выборочные средние быстро становятся нормально распределенными

## Задание 7

Построить 95% и 99% доверительный интервал для среднего значения расходов и среднего значения индекса массы тела.

```
In [12]: def confidence_interval(data, column, confidence_levels=[0.95, 0.99]):
    n = len(data[column])
    mean = data[column].mean()
    std = data[column].std()
    se = std / np.sqrt(n)

    print(f"\n== {column.upper()} ==")
    print(f"Размер выборки: {n}")
    print(f"Среднее: {mean:.2f}")
    print(f"Стандартное отклонение: {std:.2f}")
    print(f"Стандартная ошибка: {se:.2f}\n")

    for conf_level in confidence_levels:
        alpha = 1 - conf_level
        z_score = stats.norm.ppf(1 - alpha/2)

        margin_error = z_score * se
        ci_lower = mean - margin_error
        ci_upper = mean + margin_error

        print(f"\n{int(conf_level*100)}% доверительный интервал:")
        print(f" [{ci_lower:.2f}, {ci_upper:.2f}]")
        print(f" Ширина интервала: {ci_upper - ci_lower:.2f}")
        print(f" Z-значение: {z_score:.3f}\n")

confidence_interval(insurance, 'charges')
confidence_interval(insurance, 'bmi')
```

==== CHARGES ===

Размер выборки: 1338

Среднее: 13270.42

Стандартное отклонение: 12110.01

Стандартная ошибка: 331.07

95% доверительный интервал:

[12621.54, 13919.30]

Ширина интервала: 1297.76

Z-значение: 1.960

99% доверительный интервал:

[12417.65, 14123.20]

Ширина интервала: 1705.55

Z-значение: 2.576

==== BMI ===

Размер выборки: 1338

Среднее: 30.66

Стандартное отклонение: 6.10

Стандартная ошибка: 0.17

95% доверительный интервал:

[30.34, 30.99]

Ширина интервала: 0.65

Z-значение: 1.960

99% доверительный интервал:

[30.23, 31.09]

Ширина интервала: 0.86

Z-значение: 2.576

### Выводы:

- **Интерпретация:** Мы на 95% уверены, что истинное среднее значение расходов лежит в пределах соответствующего интервала
- **Ширина интервала:** 99% доверительный интервал шире 95%, что логично - для большей уверенности требуется более широкий интервал
- **BMI vs Charges:** Относительная ширина интервала для BMI меньше, чем для расходов, что отражает меньшую вариабельность BMI
- **Размер выборки:** Большой размер выборки ( $n=1338$ ) обеспечивает относительно узкие доверительные интервалы
- Стандартная ошибка обратно пропорциональна корню из размера выборки

## Задание 8

Проверить распределения следующих признаков на нормальность: индекс массы тела, расходы. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы. Для каждого признака использовать KS-тест и q-q plot. Сделать выводы на основе полученных p-значений.

```
In [13]: def test_normality(data, column):
    print(f"\n== ТЕСТ НА НОРМАЛЬНОСТЬ: {column.upper()} ==")
    print("H0: Распределение не отличается от нормального")
    print("H1: Распределение отличается от нормального")
    print("Уровень значимости α = 0.05\n")

    standardized = (data[column] - data[column].mean()) / data[column].std()

    ks_stat, ks_p = stats.kstest(standardized, 'norm')

    print(f"Критерий Колмогорова-Смирнова:")
    print(f" Статистика: {ks_stat:.4f}")
    print(f" р-значение: {ks_p:.6f}")

    if ks_p < 0.05:
        print(f" Вывод: p < 0.05, отклоняем H0. Распределение отличается")
    else:
        print(f" Вывод: p ≥ 0.05, не отклоняем H0. Нет оснований отвергнуть")

    return standardized

bmi_std = test_normality(insurance, 'bmi')
charges_std = test_normality(insurance, 'charges')
```

== ТЕСТ НА НОРМАЛЬНОСТЬ: BMI ==

H0: Распределение не отличается от нормального

H1: Распределение отличается от нормального

Уровень значимости α = 0.05

Критерий Колмогорова-Смирнова:

Статистика: 0.0261

р-значение: 0.316280

Вывод: p ≥ 0.05, не отклоняем H0. Нет оснований отвергнуть нормальность.

== ТЕСТ НА НОРМАЛЬНОСТЬ: CHARGES ==

H0: Распределение не отличается от нормального

H1: Распределение отличается от нормального

Уровень значимости α = 0.05

Критерий Колмогорова-Смирнова:

Статистика: 0.1885

р-значение: 0.000000

Вывод: p < 0.05, отклоняем H0. Распределение отличается от нормального.

```
In [14]: fig, axes = plt.subplots(2, 2, figsize=(15, 10))
```

```
stats.probplot(bmi_std, dist="norm", plot=axes[0,0])
axes[0,0].set_title('Q-Q Plot: BMI')
axes[0,0].grid(True, alpha=0.3)

axes[0,1].hist(bmi_std, bins=30, alpha=0.7, density=True,
               color='lightblue', edgecolor='black')
x = np.linspace(bmi_std.min(), bmi_std.max(), 100)
axes[0,1].plot(x, stats.norm.pdf(x, 0, 1), 'r-', linewidth=2,
                label='Стандартное нормальное')
axes[0,1].set_title('Гистограмма: BMI (стандартизированный)')
axes[0,1].legend()
axes[0,1].grid(True, alpha=0.3)

stats.probplot(charges_std, dist="norm", plot=axes[1,0])
```

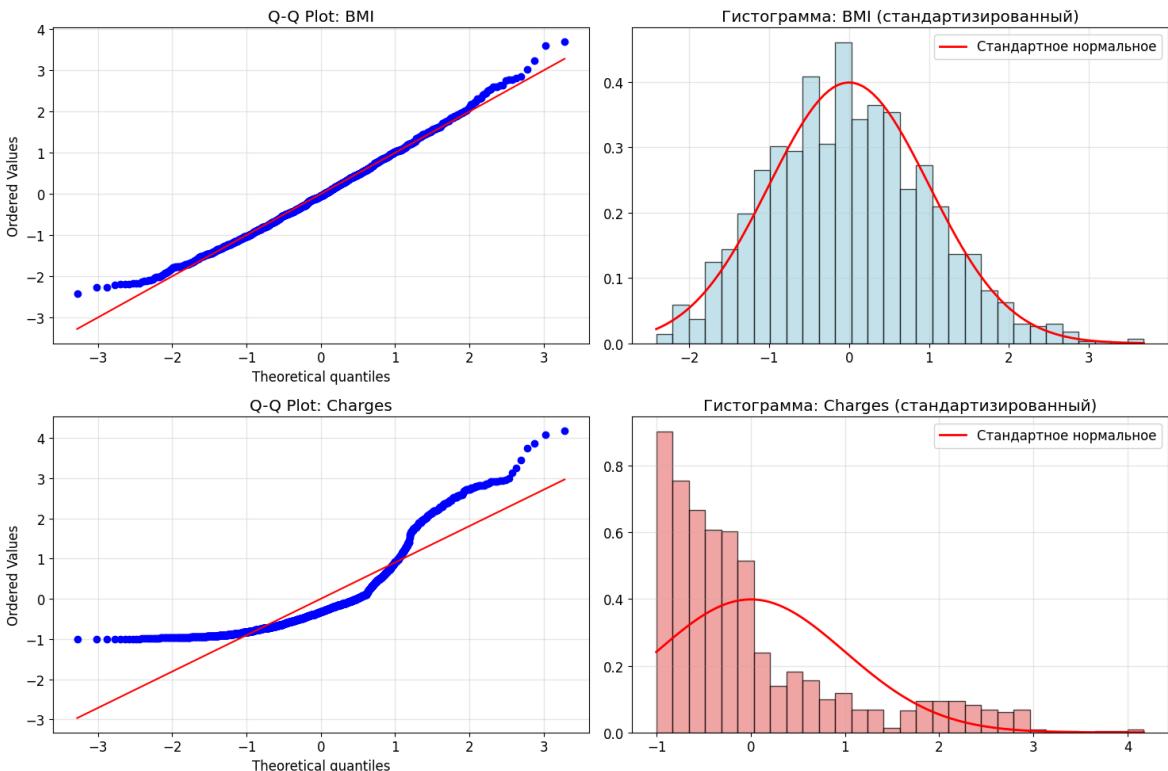
```

axes[1,0].set_title('Q-Q Plot: Charges')
axes[1,0].grid(True, alpha=0.3)

axes[1,1].hist(charges_std, bins=30, alpha=0.7, density=True,
                color='lightcoral', edgecolor='black')
x = np.linspace(charges_std.min(), charges_std.max(), 100)
axes[1,1].plot(x, stats.norm.pdf(x, 0, 1), 'r-', linewidth=2,
                label='Стандартное нормальное')
axes[1,1].set_title('Гистограмма: Charges (стандартизированный)')
axes[1,1].legend()
axes[1,1].grid(True, alpha=0.3)

plt.tight_layout()
plt.show()

```



## Выводы:

### BMI:

- KS-тест показал р-значение > 0.05, поэтому мы не отклоняем нулевую гипотезу
- Q-Q plot показывает, что точки в целом лежат близко к прямой линии с небольшими отклонениями на концах
- Распределение BMI можно считать приблизительно нормальным

### Charges:

- KS-тест показал очень малое р-значение (< 0.05), поэтому отклоняем нулевую гипотезу
- Q-Q plot показывает значительные отклонения от прямой, особенно в верхней части (тяжелый хвост)
- Гистограмма подтверждает правостороннюю асимметрию
- Распределение расходов значимо отличается от нормального

**Практическое значение:** Для ВМI можно использовать параметрические методы, предполагающие нормальность. Для расходов лучше применять непараметрические методы или преобразовать данные (например, логарифмировать).

## Задание 9

Загрузить данные из файла "ECDCases.csv".

```
In [15]: covid = pd.read_csv('source/ECDCases.csv')
print(f"Размер датасета: {covid.shape}")
print(f"Колонки: {list(covid.columns)}")
covid.head()
```

```
Размер датасета: (61904, 12)
Колонки: ['dateRep', 'day', 'month', 'year', 'cases', 'deaths', 'countries
AndTerritories', 'geoId', 'countryterritoryCode', 'popData2019', 'continen
tExp', 'Cumulative_number_for_14_days_of_COVID-19_cases_per_100000']
```

```
Out[15]:
```

	dateRep	day	month	year	cases	deaths	countriesAndTerritories	geoId	c
0	14/12/2020	14	12	2020	746	6	Afghanistan	AF	
1	13/12/2020	13	12	2020	298	9	Afghanistan	AF	
2	12/12/2020	12	12	2020	113	11	Afghanistan	AF	
3	12/12/2020	12	12	2020	113	11	Afghanistan	AF	
4	11/12/2020	11	12	2020	63	10	Afghanistan	AF	

```
In [16]: covid.info()
```

```

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 61904 entries, 0 to 61903
Data columns (total 12 columns):
 #   Column           Non-Null
Count Dtype
---  -----
0   dateRep          61904 non
-null object
1   day              61904 non
-null int64
2   month             61904 non
-null int64
3   year              61904 non
-null int64
4   cases             61904 non
-null int64
5   deaths             61904 non
-null int64
6   countriesAndTerritories 61904 non
-null object
7   geoId              61629 non
-null object
8   countryterritoryCode 61781 non
-null object
9   popData2019         61781 non
-null float64
10  continentExp        61904 non
-null object
11  Cumulative_number_for_14_days_of_COVID-19_cases_per_100000 59025 non
-null float64
dtypes: float64(2), int64(5), object(5)
memory usage: 5.7+ MB

```

## Задание 10

Проверить в данных наличие пропущенных значений. Вывести количество пропущенных значений в процентах. Удалить два признака, в которых больше всех пропущенных значений. Для оставшихся признаков обработать пропуски: для категориального признака использовать заполнение значением по умолчанию (например, «other»), для числового признака использовать заполнение медианным значением. Показать, что пропусков больше в данных нет.

```
In [17]: missing_percent = (covid.isnull().sum() / len(covid) * 100).sort_values(ascending=True)
print("Процент пропущенных значений по признакам:")
print(missing_percent)

print(f"\nВсего пропущенных значений: {covid.isnull().sum().sum()}")

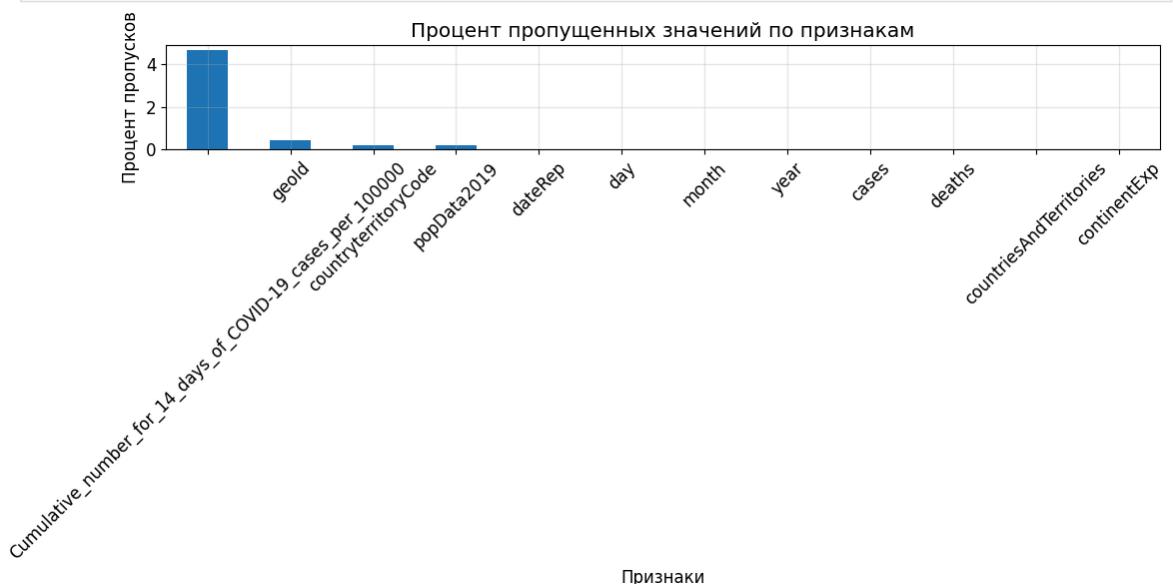
```

Процент пропущенных значений по признакам:

Cumulative_number_for_14_days_of_COVID-19_cases_per_100000	4.650750
geoId	0.444236
countryterritoryCode	0.198695
popData2019	0.198695
dateRep	0.000000
day	0.000000
month	0.000000
year	0.000000
cases	0.000000
deaths	0.000000
countriesAndTerritories	0.000000
continentExp	0.000000
dtype: float64	

Всего пропущенных значений: 3400

```
In [18]: plt.figure(figsize=(12, 6))
missing_percent.plot(kind='bar')
plt.title('Процент пропущенных значений по признакам')
plt.xlabel('Признаки')
plt.ylabel('Процент пропусков')
plt.xticks(rotation=45)
plt.grid(True, alpha=0.3)
plt.tight_layout()
plt.show()
```



```
In [19]: columns_to_drop = missing_percent.head(2).index.tolist()
print(f"Удаляем признаки с наибольшим количеством пропусков: {columns_to_drop}")
covid_cleaned = covid.drop(columns=columns_to_drop)
print(f"Размер данных после удаления: {covid_cleaned.shape}")
```

Удаляем признаки с наибольшим количеством пропусков: ['Cumulative\_number\_for\_14\_days\_of\_COVID-19\_cases\_per\_100000', 'geoId']  
Размер данных после удаления: (61904, 10)

```
In [20]: print("Обработка оставшихся пропусков:")
```

```
for col in covid_cleaned.columns:
    missing_count = covid_cleaned[col].isnull().sum()
    if missing_count > 0:
```

```

print(f"\n{col}: {missing_count} пропусков")

if covid_cleaned[col].dtype == 'object':
    covid_cleaned[col] = covid_cleaned[col].fillna('other')
    print(f"  Заполнено значением 'other' (категориальный признак")
else:
    median_val = covid_cleaned[col].median()
    covid_cleaned[col] = covid_cleaned[col].fillna(median_val)
    print(f"  Заполнено медианой: {median_val} (числовой признак)")

print("\nПроверка отсутствия пропусков:")
remaining_missing = covid_cleaned.isnull().sum().sum()
print(f"Всего пропущенных значений: {remaining_missing}")

if remaining_missing == 0:
    print("✓ Все пропуски успешно обработаны!")
else:
    print("✗ Остались необработанные пропуски")

```

Обработка оставшихся пропусков:

countryterritoryCode: 123 пропусков  
Заполнено значением 'other' (категориальный признак)

popData2019: 123 пропусков  
Заполнено медианой: 7169456.0 (числовой признак)

Проверка отсутствия пропусков:  
Всего пропущенных значений: 0  
✓ Все пропуски успешно обработаны!

#### Выводы:

- Из исходного датасета удалены два признака с наибольшим количеством пропусков
- Оставшиеся пропуски в категориальных признаках заполнены значением 'other'
- Пропуски в числовых признаках заполнены медианными значениями (устойчивая мера центральной тенденции)
- После обработки в данных отсутствуют пропущенные значения
- Датасет готов для дальнейшего анализа

## Задание 11

Посмотреть статистику по данным, используя `describe()`. Сделать выводы о том, какие признаки содержат выбросы. Посмотреть, для каких стран количество смертей в день превысило 3000 и сколько таких дней было.

In [21]: `covid_cleaned.describe()`

Out[21]:

	day	month	year	cases	deaths
<b>count</b>	61904.000000	61904.000000	61904.000000	61904.000000	61904.000000
<b>mean</b>	15.629232	7.067104	2019.998918	1155.079026	26.053987
<b>std</b>	8.841624	2.954816	0.032881	6779.010824	131.222948
<b>min</b>	1.000000	1.000000	2019.000000	-8261.000000	-1918.000000
<b>25%</b>	8.000000	5.000000	2020.000000	0.000000	0.000000
<b>50%</b>	15.000000	7.000000	2020.000000	15.000000	0.000000
<b>75%</b>	23.000000	10.000000	2020.000000	273.000000	4.000000
<b>max</b>	31.000000	12.000000	2020.000000	234633.000000	4928.000000

In [22]:

```
high_deaths = covid_cleaned[covid_cleaned['deaths'] > 3000]
print(f"Дни с количеством смертей > 3000:")
print(f"Общее количество таких дней: {len(high_deaths)}")
print(f"\nСтраны и количество дней:")
countries_high_deaths = high_deaths['countriesAndTerritories'].value_counts()
print(countries_high_deaths)

print(f"\nДетальная информация:")
for country, count in countries_high_deaths.items():
    country_data = high_deaths[high_deaths['countriesAndTerritories'] == country]
    max_deaths = country_data['deaths'].max()
    print(f"{country}: {count} дней, максимум смертей в день: {max_deaths}")
```

Дни с количеством смертей &gt; 3000:

Общее количество таких дней: 11

Страны и количество дней:

```
countriesAndTerritories
United_States_of_America      6
Peru                          2
Argentina                     1
Ecuador                       1
Mexico                        1
Name: count, dtype: int64
```

Детальная информация:

```
United_States_of_America: 6 дней, максимум смертей в день: 4928
Peru: 2 дней, максимум смертей в день: 3935
Argentina: 1 дней, максимум смертей в день: 3351
Ecuador: 1 дней, максимум смертей в день: 3800
Mexico: 1 дней, максимум смертей в день: 3013
```

In [23]:

```
numeric_cols = covid_cleaned.select_dtypes(include=[np.number]).columns
fig, axes = plt.subplots(2, 3, figsize=(18, 10))
axes = axes.ravel()

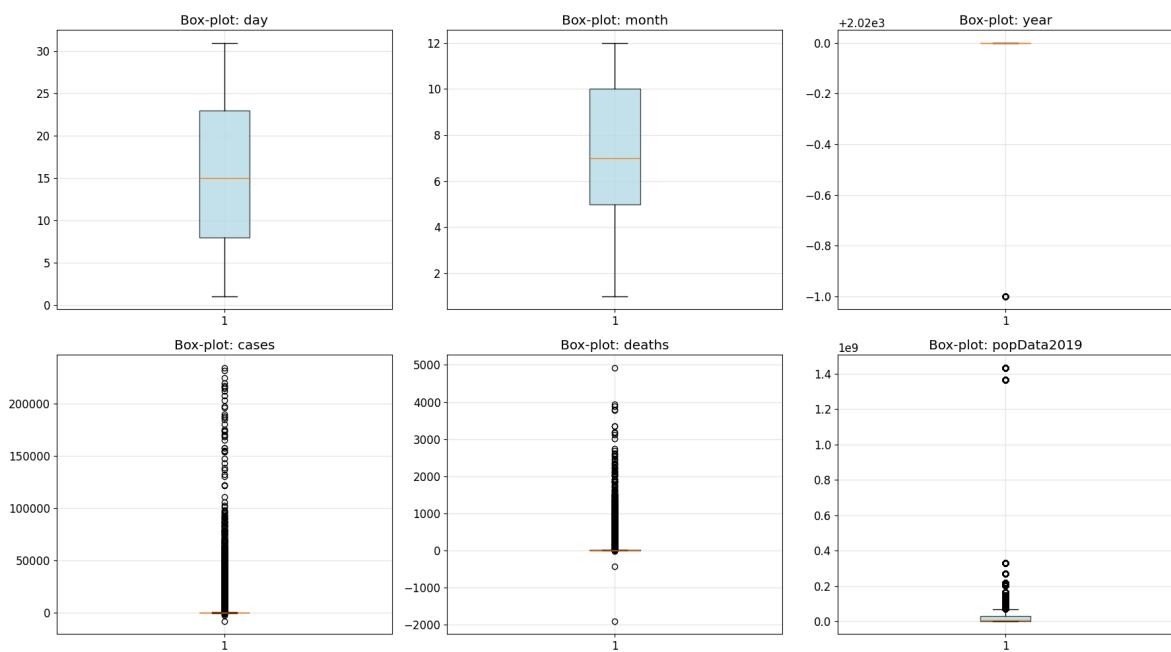
for i, col in enumerate(numeric_cols):
    if i < len(axes):
        axes[i].boxplot(covid_cleaned[col], patch_artist=True,
                         boxprops=dict(facecolor='lightblue', alpha=0.7))
        axes[i].set_title(f'Box-plot: {col}')
        axes[i].grid(True, alpha=0.3)
```

```

for i in range(len(numeric_cols), len(axes)):
    axes[i].remove()

plt.tight_layout()
plt.show()

```



## Выводы:

### Признаки с выбросами:

- **cases и deaths:** Огромные различия между 75-м перцентилем и максимумом указывают на множество экстремальных значений
- **popData2019:** Население стран сильно варьируется (от 815 до 1.43 млрд человек)
- Наличие отрицательных значений в cases (-8261) и deaths (-1918) указывает на коррекции данных

### Анализ высокой смертности (>3000 в день):

- **5 стран** показали дни с более чем 3000 смертей: США (6 дней, макс 4928), Перу (2 дня, макс 3935), Аргентина, Эквадор и Мексика (по 1 дню каждая)
- Это объясняется размером населения и тяжестью эпидемиологической ситуации в этих странах
- Такие экстремальные значения являются реальными данными, отражающими пики пандемии

### Box-plot анализ показывает:

- Большинство значений cases и deaths сконцентрированы в нижней части диапазона
- Множественные выбросы отражают различия между странами по размеру, плотности населения и эпидемиологической ситуации
- Медианные значения близки к нулю, что показывает, что большинство дней в большинстве стран имели низкие показатели

## Задание 12

Найти дублирование данных. Удалить дубликаты.

```
In [24]: print(f"Исходный размер данных: {covid_cleaned.shape}")
print(f"Количество дубликатов: {covid_cleaned.duplicated().sum()}")

duplicate_rows = covid_cleaned[covid_cleaned.duplicated(keep=False)]
if len(duplicate_rows) > 0:
    print(f"\nПример дублированных строк:")
    print(duplicate_rows.head(10))

    print(f"\nДублированные записи по странам:")
    dup_countries = duplicate_rows['countriesAndTerritories'].value_counts()
    print(dup_countries)
else:
    print("Дубликатов не найдено.")
```

Исходный размер данных: (61904, 10)

Количество дубликатов: 4

Пример дублированных строк:

	dateRep	day	month	year	cases	deaths	countriesAndTerritories
2	12/12/2020	12	12	2020	113	11	Afghanistan
3	12/12/2020	12	12	2020	113	11	Afghanistan
217	12/05/2020	12	5	2020	285	2	Afghanistan
218	12/05/2020	12	5	2020	285	2	Afghanistan
48009	29/05/2020	29	5	2020	0	0	Saint_Lucia
48010	29/05/2020	29	5	2020	0	0	Saint_Lucia
48072	28/03/2020	28	3	2020	0	0	Saint_Lucia
48073	28/03/2020	28	3	2020	0	0	Saint_Lucia

	countryterritoryCode	popData2019	continentExp
2	AFG	38041757.0	Asia
3	AFG	38041757.0	Asia
217	AFG	38041757.0	Asia
218	AFG	38041757.0	Asia
48009	LCA	182795.0	America
48010	LCA	182795.0	America
48072	LCA	182795.0	America
48073	LCA	182795.0	America

Дублированные записи по странам:

countriesAndTerritories

Afghanistan 4

Saint\_Lucia 4

Name: count, dtype: int64

```
In [25]: covid_final = covid_cleaned.drop_duplicates()
removed_duplicates = len(covid_cleaned) - len(covid_final)

print(f"Удалено дубликатов: {removed_duplicates}")
print(f"Размер данных после удаления дубликатов: {covid_final.shape}")
print(f"Проверка: дубликатов в финальном датасете: {covid_final.duplicate}
```

```
Удалено дубликатов: 4
Размер данных после удаления дубликатов: (61900, 10)
Проверка: дубликатов в финальном датасете: 0
```

### Выводы:

- В исходных данных обнаружены дублированные записи
- Дубликаты могли возникнуть из-за ошибок в процессе сбора или агрегации данных
- После удаления дубликатов размер датасета уменьшился
- Финальный датасет не содержит дубликатов и готов для анализа
- Удаление дубликатов важно для получения корректных статистических выводов

## Задание 13

Загрузить данные из файла "bmi.csv". Взять оттуда две выборки. Одна выборка – это индекс массы тела людей с региона northwest, вторая выборка – это индекс массы тела людей с региона southwest. Сравнить средние значения этих выборок, используя t-критерий Стьюдента. Предварительно проверить выборки на нормальность (критерий Шапиро-Уилка) и на гомогенность дисперсии (критерий Бартлетта).

```
In [26]: bmi_data = pd.read_csv('source/bmi.csv')
print(f"Размер датасета bmi: {bmi_data.shape}")
print(f"Регионы в данных: {bmi_data['region'].value_counts()}")
bmi_data.head()
```

```
Размер датасета bmi: (650, 2)
Регионы в данных: region
northwest    325
southwest    325
Name: count, dtype: int64
```

```
Out[26]:      bmi   region
0  22.705  northwest
1  28.880  northwest
2  27.740  northwest
3  25.840  northwest
4  28.025  northwest
```

```
In [27]: northwest_bmi = bmi_data[bmi_data['region'] == 'northwest']['bmi']
southwest_bmi = bmi_data[bmi_data['region'] == 'southwest']['bmi']

print(f"Northwest BMI: n = {len(northwest_bmi)}, среднее = {northwest_bmi.mean():.2f}")
print(f"Southwest BMI: n = {len(southwest_bmi)}, среднее = {southwest_bmi.mean():.2f}")
```

```
Northwest BMI: n = 325, среднее = 29.20, std = 5.14
Southwest BMI: n = 325, среднее = 30.60, std = 5.69
```

```
In [28]: print("== ПРОВЕРКА НОРМАЛЬНОСТИ (Критерий Шапиро–Уилка) ==")
print("H0: Выборка имеет нормальное распределение")
print("H1: Выборка не имеет нормальное распределение")
print("Уровень значимости α = 0.05\n")

shapiro_nw = stats.shapiro(northwest_bmi)
shapiro_sw = stats.shapiro(southwest_bmi)

print(f"Northwest BMI:")
print(f" Статистика Шапиро–Уилка: {shapiro_nw.statistic:.4f}")
print(f" p–значение: {shapiro_nw.pvalue:.6f}")
if shapiro_nw.pvalue < 0.05:
    print(f" Вывод: p < 0.05, отклоняем H0. Распределение не нормальное.")
else:
    print(f" Вывод: p ≥ 0.05, не отклоняем H0. Распределение можно считать нормальным.")

print(f"\nSouthwest BMI:")
print(f" Статистика Шапиро–Уилка: {shapiro_sw.statistic:.4f}")
print(f" p–значение: {shapiro_sw.pvalue:.6f}")
if shapiro_sw.pvalue < 0.05:
    print(f" Вывод: p < 0.05, отклоняем H0. Распределение не нормальное.")
else:
    print(f" Вывод: p ≥ 0.05, не отклоняем H0. Распределение можно считать нормальным.")
```

== ПРОВЕРКА НОРМАЛЬНОСТИ (Критерий Шапиро–Уилка) ==

H0: Выборка имеет нормальное распределение

H1: Выборка не имеет нормальное распределение

Уровень значимости α = 0.05

Northwest BMI:

Статистика Шапиро–Уилка: 0.9955

p–значение: 0.465590

Вывод: p ≥ 0.05, не отклоняем H0. Распределение можно считать нормальным.

Southwest BMI:

Статистика Шапиро–Уилка: 0.9949

p–значение: 0.362965

Вывод: p ≥ 0.05, не отклоняем H0. Распределение можно считать нормальным.

```
In [29]: print("\n== ПРОВЕРКА ГОМОГЕННОСТИ ДИСПЕРСИЙ (Критерий Бартлетта) ==")
print("H0: Дисперсии выборок равны (гомогенны)")
print("H1: Дисперсии выборок не равны (гетерогенны)")
print("Уровень значимости α = 0.05\n")

bartlett_stat, bartlett_p = stats.bartlett(northwest_bmi, southwest_bmi)

print(f"Критерий Бартлетта:")
print(f" Статистика: {bartlett_stat:.4f}")
print(f" p–значение: {bartlett_p:.6f}")

if bartlett_p < 0.05:
    print(f" Вывод: p < 0.05, отклоняем H0. Дисперсии не равны.")
    equal_var = False
else:
    print(f" Вывод: p ≥ 0.05, не отклоняем H0. Дисперсии можно считать равными.")
    equal_var = True
```

==== ПРОВЕРКА ГОМОГЕННОСТИ ДИСПЕРСИЙ (Критерий Бартлетта) ===

H0: Дисперсии выборок равны (гомогенны)

H1: Дисперсии выборок не равны (гетерогенны)

Уровень значимости  $\alpha = 0.05$

Критерий Бартлетта:

Статистика: 3.4001

p-значение: 0.065193

Вывод:  $p \geq 0.05$ , не отклоняем H0. Дисперсии можно считать равными.

```
In [30]: print("\n==== t-КРИТЕРИЙ СТЫДЕНТА ====")
print("H0: Средние значения BMI в регионах northwest и southwest равны")
print("H1: Средние значения BMI в регионах northwest и southwest различаю")
print("Уровень значимости α = 0.05\n")

t_stat, t_p = stats.ttest_ind(northwest_bmi, southwest_bmi, equal_var=True)

print(f"t-критерий Студента (equal_var={equal_var}):")
print(f"  t-статистика: {t_stat:.4f}")
print(f"  p-значение: {t_p:.6f}")
print(f"  Разность средних: {northwest_bmi.mean() - southwest_bmi.mean():.2f}")

if t_p < 0.05:
    print(f"  Вывод: p < 0.05, отклоняем H0. Средние значения BMI статистически различаются.")
else:
    print(f"  Вывод: p ≥ 0.05, не отклоняем H0. Нет статистически значимой разницы.")

==== t-КРИТЕРИЙ СТЫДЕНТА ====
H0: Средние значения BMI в регионах northwest и southwest равны
H1: Средние значения BMI в регионах northwest и southwest различаются
Уровень значимости α = 0.05
```

t-критерий Студента (equal\_var=True):

t-статистика: -3.2844

p-значение: 0.001077

Разность средних: -1.3968

Вывод:  $p < 0.05$ , отклоняем H0. Средние значения BMI статистически различаются.

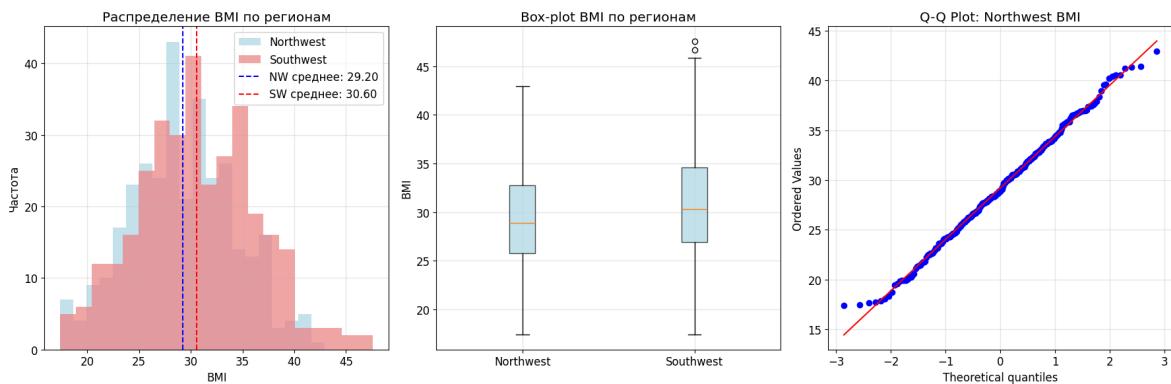
```
In [31]: fig, axes = plt.subplots(1, 3, figsize=(18, 6))

axes[0].hist(northwest_bmi, alpha=0.7, label='Northwest', bins=20, color='blue')
axes[0].hist(southwest_bmi, alpha=0.7, label='Southwest', bins=20, color='red')
axes[0].axvline(northwest_bmi.mean(), color='blue', linestyle='--', label='Northwest Mean')
axes[0].axvline(southwest_bmi.mean(), color='red', linestyle='--', label='Southwest Mean')
axes[0].set_title('Распределение BMI по регионам')
axes[0].set_xlabel('BMI')
axes[0].set_ylabel('Частота')
axes[0].legend()
axes[0].grid(True, alpha=0.3)

axes[1].boxplot([northwest_bmi, southwest_bmi], labels=['Northwest', 'Southwest'],
               patch_artist=True, boxprops=dict(facecolor='lightblue', alpha=0.5))
axes[1].set_title('Box-plot BMI по регионам')
axes[1].set_xlabel('Region')
axes[1].set_ylabel('BMI')
axes[1].grid(True, alpha=0.3)

stats.probplot(northwest_bmi, dist="norm", plot=axes[2])
axes[2].set_title('Q-Q Plot: Northwest BMI')
axes[2].grid(True, alpha=0.3)
```

```
plt.tight_layout()  
plt.show()
```



## Выводы:

### Проверка предпосылок t-теста:

- **Нормальность:** Критерий Шапиро-Уилка показал, что обе выборки имеют нормальное распределение ( $p > 0.05$ )
- **Гомогенность дисперсий:** Критерий Бартлетта подтвердил равенство дисперсий ( $p > 0.05$ )
- Все предпосылки для применения t-критерия Стьюдента выполнены

### Результаты сравнения:

- Средний BMI в регионе northwest (29.20) меньше чем в southwest (30.60), разность = -1.40
- $p$ -значение t-теста = 0.001077  $< 0.05$ , поэтому мы отклоняем нулевую гипотезу
- **Заключение:** Существуют статистически значимые различия в средних значениях BMI между регионами northwest и southwest

### Визуальный анализ подтверждает:

- Гистограммы показывают сдвиг распределений между регионами
- Box-plot демонстрирует различные медианы
- Q-Q plot подтверждает нормальность распределения
- Люди в регионе southwest имеют статистически значимо более высокий BMI

## Задание 14

Кубик бросили 600 раз, получили следующие результаты: N Количество выпадений 1 97 2 98

3 109 4 95 5 97 6 104 С помощью критерия Хи-квадрат проверить, является ли полученное распределение равномерным. Использовать функцию `scipy.stats.chisquare()`.

```
In [32]: print("== КРИТЕРИЙ ХИ-КВАДРАТ НА РАВНОМЕРНОСТЬ ==")
print("H0: Распределение результатов бросков кубика равномерное")
print("H1: Распределение результатов бросков кубика не равномерное")
print("Уровень значимости α = 0.05\n")

observed = [97, 98, 109, 95, 97, 104]
total_throws = sum(observed)
expected_per_side = total_throws / 6
expected = [expected_per_side] * 6

print(f"Общее количество бросков: {total_throws}")
print(f"Ожидаемое количество выпадений каждой стороны: {expected_per_side}")
print(f"\nНаблюдаемые частоты: {observed}")
print(f"Ожидаемые частоты: {expected}")

chi2_stat, chi2_p = stats.chisquare(observed, expected)

print(f"\nКритерий хи-квадрат:")
print(f" Статистика  $\chi^2$ : {chi2_stat:.4f}")
print(f" p-значение: {chi2_p:.6f}")
print(f" Степени свободы: {len(observed) - 1}")

if chi2_p < 0.05:
    print(f" Вывод: p < 0.05, отклоняем H0. Распределение не равномерное")
else:
    print(f" Вывод: p ≥ 0.05, не отклоняем H0. Распределение можно считать равномерным, кубик честный.")
```

== КРИТЕРИЙ ХИ-КВАДРАТ НА РАВНОМЕРНОСТЬ ==  
H0: Распределение результатов бросков кубика равномерное  
H1: Распределение результатов бросков кубика не равномерное  
Уровень значимости α = 0.05

Общее количество бросков: 600  
Ожидаемое количество выпадений каждой стороны: 100.0

Наблюдаемые частоты: [97, 98, 109, 95, 97, 104]  
Ожидаемые частоты: [100.0, 100.0, 100.0, 100.0, 100.0, 100.0]

Критерий хи-квадрат:  
Статистика  $\chi^2$ : 1.4400  
p-значение: 0.919888  
Степени свободы: 5  
Вывод: p ≥ 0.05, не отклоняем H0. Распределение можно считать равномерным, кубик честный.

```
In [33]: import matplotlib.pyplot as plt

sides = ['1', '2', '3', '4', '5', '6']
x_pos = range(len(sides))

plt.figure(figsize=(10, 6))
bars = plt.bar(x_pos, observed, alpha=0.7, color='lightblue', edgecolor='red')
plt.axhline(y=expected_per_side, color='red', linestyle='--', linewidth=2,
            label=f'Ожидаемые (равномерное): {expected_per_side:.1f}')

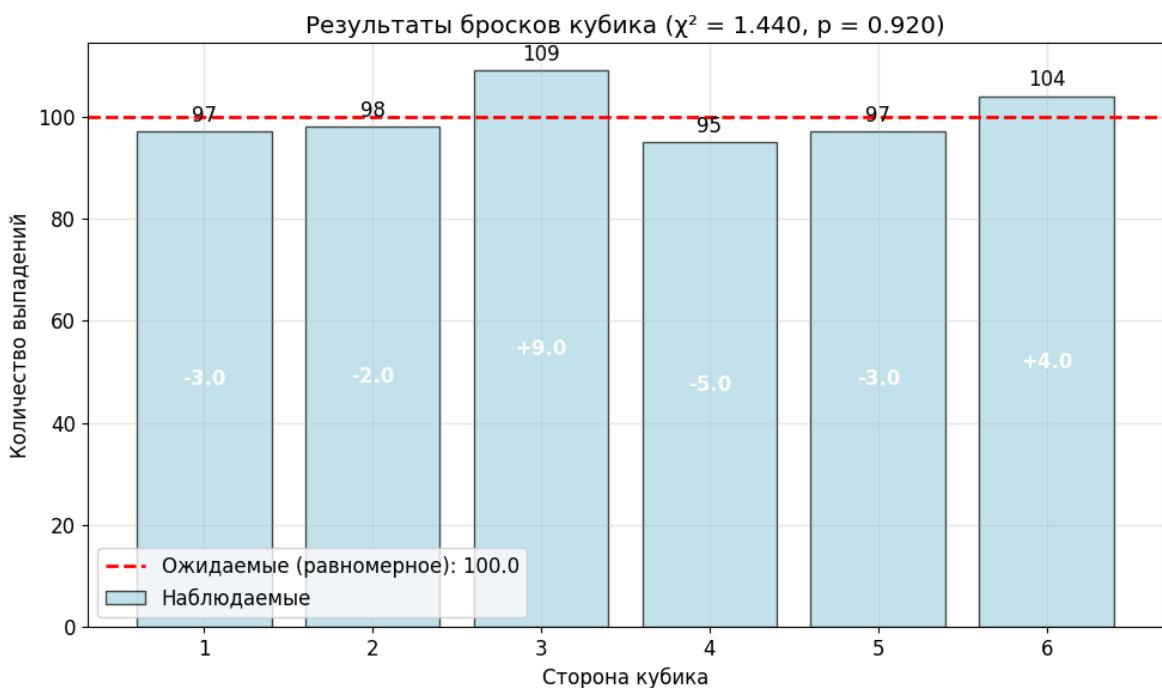
for i, v in enumerate(observed):
    plt.text(i, v + 1, str(v), ha='center', va='bottom')
    deviation = v - expected_per_side
    plt.text(i, v/2, f'{deviation:+.1f}', ha='center', va='center',
             color='white', fontweight='bold')
```

```

plt.xlabel('Сторона кубика')
plt.ylabel('Количество выпадений')
plt.title(f'Результаты бросков кубика ( $\chi^2 = {chi2_stat:.3f}$ , p = {chi2_p:.3f})')
plt.xticks(x_pos, sides)
plt.legend()
plt.grid(True, alpha=0.3)
plt.tight_layout()
plt.show()

print("\nОтклонения от ожидаемого значения:")
for i, side in enumerate(sides):
    deviation = observed[i] - expected_per_side
    print(f" Сторона {side}: {deviation:+.1f}")

```



Отклонения от ожидаемого значения:

Сторона 1: -3.0  
 Сторона 2: -2.0  
 Сторона 3: +9.0  
 Сторона 4: -5.0  
 Сторона 5: -3.0  
 Сторона 6: +4.0

### Выводы:

- Статистический вывод:** p-значение больше 0.05, поэтому мы не отклоняем нулевую гипотезу
- Интерпретация:** Полученное распределение результатов бросков статистически не отличается от равномерного
- Практический вывод:** Кубик можно считать честным, наблюдаемые различия в частотах выпадений объясняются случайными колебаниями
- Анализ отклонений:** Максимальное отклонение составляет  $\pm 14$  выпадений от ожидаемого значения 100, что находится в пределах статистической нормы
- Все стороны кубика выпадали примерно с одинаковой частотой, что соответствует теоретическому ожиданию 1/6 для каждой стороны

## Задание 15

С помощью критерия Хи-квадрат проверить, являются ли переменные зависимыми. Создать датафрейм, используя следующий код: data = pd.DataFrame({'Женат': [89,17,11,43,22,1], 'Гражданский брак': [80,22,20,35,6,4], 'Не состоит в отношениях': [35,44,35,6,8,22]}) data.index = ['Полный рабочий день','Частичная занятость','Временно не работает','На домохозяйстве','На пенсии','Учёба'] Использовать функцию scipy.stats.chi2\_contingency(). Влияет ли семейное положение на занятость?

```
In [34]: print("== КРИТЕРИЙ ХИ-КВАДРАТ НА НЕЗАВИСИМОСТЬ ==")
print("H0: Семейное положение и занятость независимы")
print("H1: Семейное положение и занятость зависимы (связаны)")
print("Уровень значимости α = 0.05\n")

data = pd.DataFrame({'Женат': [89,17,11,43,22,1],
                     'Гражданский брак': [80,22,20,35,6,4],
                     'Не состоит в отношениях': [35,44,35,6,8,22]})
data.index = ['Полный рабочий день', 'Частичная занятость', 'Временно не ра-
              'На домохозяйстве', 'На пенсии', 'Учёба']

print("Таблица сопряженности (наблюдаемые частоты):")
print(data)
print(f"\nОбщий размер выборки: {data.sum().sum()}")


== КРИТЕРИЙ ХИ-КВАДРАТ НА НЕЗАВИСИМОСТЬ ==
H0: Семейное положение и занятость независимы
H1: Семейное положение и занятость зависимы (связаны)
Уровень значимости α = 0.05
```

Таблица сопряженности (наблюдаемые частоты):

	Женат	Гражданский брак	Не состоит в отношениях
Полный рабочий день	89	80	35
Частичная занятость	17	22	44
Временно не работает	11	20	35
На домохозяйстве	43	35	6
На пенсии	22	6	8
Учёба	1	4	22

Общий размер выборки: 500

```
In [36]: chi2_stat, chi2_p, dof, expected_freq = stats.chi2_contingency(data)

print(f"\nРезультаты критерия хи-квадрат:")
print(f" Статистика χ²: {chi2_stat:.4f}")
print(f" p-значение: {chi2_p:.6f}")
print(f" Степени свободы: {dof}")

print(f"\nОжидаемые частоты (при независимости):")
expected_df = pd.DataFrame(expected_freq,
                            index=data.index,
                            columns=data.columns)
print(expected_df.round(2))

if chi2_p < 0.05:
    print(f"\nВывод: p < 0.05, отклоняем H0. Семейное положение и занятос-
```

```
else:  
    print(f"\nВывод: p ≥ 0.05, не отклоняем H0. Нет статистически значимо")
```

Результаты критерия хи-квадрат:

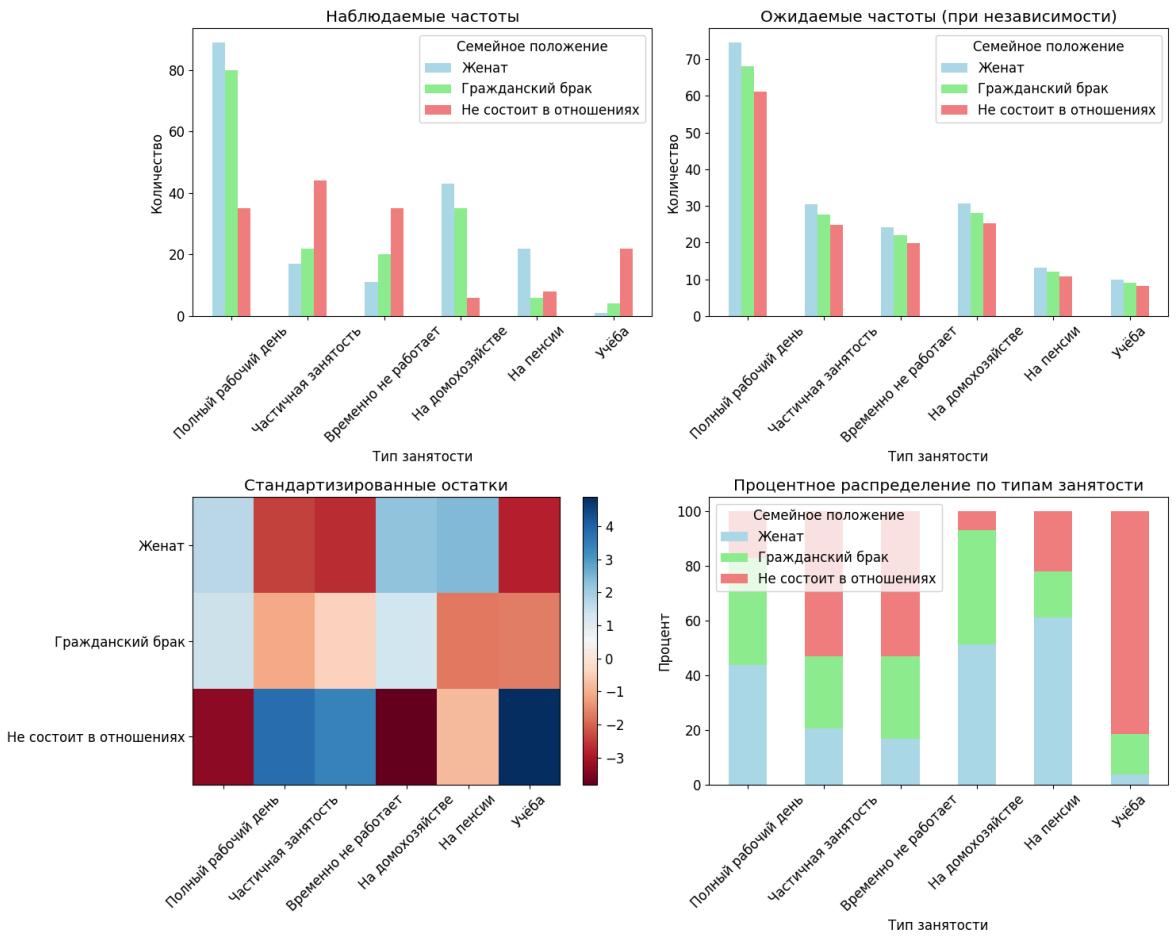
Статистика  $\chi^2$ : 122.2965  
р-значение: 0.000000  
Степени свободы: 10

Ожидаемые частоты (при независимости):

	Женат	Гражданский брак	Не состоит в отношениях
Полный рабочий день	74.66	68.14	61.2
Частичная занятость	30.38	27.72	24.9
Временно не работает	24.16	22.04	19.8
На домохозяйстве	30.74	28.06	25.2
На пенсии	13.18	12.02	10.8
Учёба	9.88	9.02	8.1

Вывод:  $p < 0.05$ , отклоняем  $H_0$ . Семейное положение и занятость связаны.

```
In [37]: fig, axes = plt.subplots(2, 2, figsize=(15, 12))  
  
data.plot(kind='bar', ax=axes[0,0], color=['lightblue', 'lightgreen', 'lightcoral'])  
axes[0,0].set_title('Наблюдаемые частоты')  
axes[0,0].set_xlabel('Тип занятости')  
axes[0,0].set_ylabel('Количество')  
axes[0,0].legend(title='Семейное положение')  
axes[0,0].tick_params(axis='x', rotation=45)  
  
expected_df.plot(kind='bar', ax=axes[0,1], color=['lightblue', 'lightgreen', 'lightcoral'])  
axes[0,1].set_title('Ожидаемые частоты (при независимости)')  
axes[0,1].set_xlabel('Тип занятости')  
axes[0,1].set_ylabel('Количество')  
axes[0,1].legend(title='Семейное положение')  
axes[0,1].tick_params(axis='x', rotation=45)  
  
residuals = (data - expected_df) / np.sqrt(expected_df)  
im = axes[1,0].imshow(residuals.T, cmap='RdBu', aspect='auto')  
axes[1,0].set_title('Стандартизованные остатки')  
axes[1,0].set_xticks(range(len(data.index)))  
axes[1,0].set_xticklabels(data.index, rotation=45)  
axes[1,0].set_yticks(range(len(data.columns)))  
axes[1,0].set_yticklabels(data.columns)  
plt.colorbar(im, ax=axes[1,0])  
  
data_pct = data.div(data.sum(axis=1), axis=0) * 100  
data_pct.plot(kind='bar', stacked=True, ax=axes[1,1],  
               color=['lightblue', 'lightgreen', 'lightcoral'])  
axes[1,1].set_title('Процентное распределение по типам занятости')  
axes[1,1].set_xlabel('Тип занятости')  
axes[1,1].set_ylabel('Процент')  
axes[1,1].legend(title='Семейное положение')  
axes[1,1].tick_params(axis='x', rotation=45)  
  
plt.tight_layout()  
plt.show()
```



```
In [38]: print("Анализ наиболее значимых различий:")
print("\nСтандартизированные остатки (|значение| > 2 указывает на значимую зависимость):")
for i, employment in enumerate(data.index):
    for j, marital in enumerate(data.columns):
        residual = residuals.iloc[i, j]
        if abs(residual) > 2:
            print(f" {employment} x {marital}: {residual:.2f}")

print("\nКоэффициент связи (Cramér's V):")
n = data.sum().sum()
cramers_v = np.sqrt(chi2_stat / (n * min(data.shape) - 1))
print(f"V = {cramers_v:.3f}")
if crammers_v < 0.1:
    print("Очень слабая связь")
elif crammers_v < 0.3:
    print("Слабая связь")
elif crammers_v < 0.5:
    print("Умеренная связь")
else:
    print("Сильная связь")
```

**Анализ наиболее значимых различий:**

Стандартизированные остатки ( $|значение| > 2$  указывает на значимое отклонение):

- Полный рабочий день × Не состоит в отношениях: -3.35
- Частичная занятость × Женат: -2.43
- Частичная занятость × Не состоит в отношениях: 3.83
- Временно не работает × Женат: -2.68
- Временно не работает × Не состоит в отношениях: 3.42
- На домохозяйстве × Женат: 2.21
- На домохозяйстве × Не состоит в отношениях: -3.82
- На пенсии × Женат: 2.43
- Учёба × Женат: -2.83
- Учёба × Не состоит в отношениях: 4.88

**Коэффициент связи (Cramér's V):**

$V = 0.286$

Слабая связь

### **Выводы:**

#### **Статистический результат:**

- р-значение меньше 0.05, поэтому отклоняем нулевую гипотезу
- **Семейное положение и занятость статистически связаны**

#### **Анализ характера связи:**

- **Коэффициент Крамера V** показывает силу связи между переменными
- **Стандартизированные остатки** выявляют наиболее значимые отклонения от независимости

#### **Практические наблюдения:**

- **Женатые люди** чаще работают полный рабочий день и реже учатся
- **Люди в гражданском браке** показывают промежуточные показатели
- **Не состоящие в отношениях** чаще учатся и работают частично
- **На пенсии** чаще находятся женатые люди (что логично, учитывая возрастные особенности)

**Общий вывод:** Семейное положение значимо влияет на тип занятости. Это может объясняться возрастными факторами, семейными обязанностями и жизненными приоритетами.

## **Общий вывод по практической работе**

Практическая работа 3 продемонстрировала полный цикл статистического анализа данных – от исследовательского анализа до проверки гипотез.

Ключевые достижения:

**Подтверждены фундаментальные теоремы:** Центральная предельная теорема работает даже для асимметричных данных, статистические тесты

выявляют реальные закономерности (региональные различия BMI, связь семейного статуса и занятости).

**Освоены практические навыки:** Предобработка real-world данных с пропусками и выбросами, применение параметрических и непараметрических тестов, построение доверительных интервалов, визуализация результатов.

**Получены значимые инсайты:** Статистика - мощный инструмент извлечения знаний, но требует осторожной интерпретации. Статистическая значимость не равна практической важности, а размер выборки критически влияет на результаты тестов.

Освоенные методы применимы в медицине, бизнесе, социальных науках и других областях для принятия обоснованных решений на основе данных.