

Компонент 09.03.03 Прикладная информатика

направленность (профиль) Цифровизация предприятий и организаций

наименование ОПОП

Б1.О.05.05

шифр дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины  
(модуля)

Эконометрика

Разработчик:  
Авдеева Е.Н.

ФИО

доцент

должность

ученая степень, звание

Утверждено на заседании кафедры  
Цифровых технологий, математики  
и экономики

наименование кафедры

протокол № 8 от 23.05.2023

И.о. заведующего кафедрой  
ЦТМиЭ

подпись

Мотина Т.Н.

ФИО

# 1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                 | Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Результаты обучения по дисциплине (модулю)                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                            | Оценочные средства текущего контроля                                | Оценочные средства промежуточной аттестации |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <i>Знать</i>                                                                                                                                                                                                                                        | <i>Уметь</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <i>Владеть</i>                                                                                                             |                                                                     |                                             |
| УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений                               | ИД-1 <sub>УК-2</sub><br>Формулирует в рамках поставленной цели совокупность задач, обеспечивающих ее достижение<br>ИД-2 <sub>УК-2</sub><br>Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы, имеющиеся условия, ресурсы и ограничения                                                                                                                                                                  | основные понятия и утверждения, входящие в содержание дисциплины; методологию эконометрического исследования; принципы построения и анализа систем эконометрических уравнений; метод наименьших квадратов и его применение в экономическом анализе; | правильно интерпретировать результаты исследований и вырабатывать практические рекомендации по их применению; творчески подходить к решению профессиональных задач, ориентироваться в нестандартных условиях и ситуациях, анализировать возникающие проблемы. строить математические модели задач, приводить их к нужному виду. | навыками решения кейс – заданий прикладного содержания; навыками решения практических задач профессиональной деятельности. | - домашние работы;<br>- лабораторные работы;<br>- тестовые задания. | Результаты текущего контроля                |
| <b>ОПК-1:</b> Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ИД-1 <sub>ОПК-1</sub><br>Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования<br>ИД-2 <sub>ОПК-1</sub><br>Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.<br>ИД-3 <sub>ОПК-1</sub><br>Владеть: навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности | основы моделирования и анализа временных рядов.                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                            |                                                                     |                                             |
| <b>ОПК-6:</b> Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением                                                                                         | ИД-1 <sub>ОПК-6</sub><br>Знать: основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                            |                                                                     |                                             |

|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| методов<br>системного<br>анализа и<br>математического<br>моделирования | ИД-2 <sub>ОПК-6</sub><br>Уметь: применять методы теории<br>систем и системного анализа,<br>математического, статистического и<br>имитационного моделирования для<br>автоматизации задач принятия<br>решений, анализа информационных<br>потокaв, расчета экономической<br>эффективности и надежности<br>информационных систем и технологий<br>ИД-3 <sub>ОПК-6</sub><br>Владет навыками проведения<br>инженерных расчетов основных<br>показателей результативности создания<br>и применения информационных систем<br>и технологий |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|

## 2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

| Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения) | Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | Ниже порогового<br>(«неудовлетворительно»)                                                                                                                                                                                      | Пороговый<br>(«удовлетворительно»)                                                                                                                                                                                                                             | Продвинутый<br>(«хорошо»)                                                                                                                                                                                                                       | Высокий<br>(«отлично»)                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Полнота знаний</b>                                         | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.                                                                                                                                                          | Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.                                                                                                                                                                                               | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.                                                                                                                                                  | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки.                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Наличие умений</b>                                         | При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.                                                                                                                            | Продemonстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)                                                                                     | Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.                                                                            | Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объеме без недочетов.                                                                                                                     |
| <b>Наличие навыков (владение опытом)</b>                      | При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.                                                                                                                             | Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.                                                                                                                                                                  | Продemonстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.                                                                                                                                                   | Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.                                                                                                   |
| <b>Характеристика сформированности компетенции</b>            | Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.<br><br>ИЛИ<br>Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону | Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач.<br><br>ИЛИ<br>Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону | Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач.<br><br>ИЛИ<br>Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону | Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач.<br><br>ИЛИ<br>Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону |

### 3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

#### 3.1 Тест

|                                    |       |       |        |
|------------------------------------|-------|-------|--------|
| Процент правильных ответов         | До 60 | 61-80 | 81-100 |
| Количество баллов за решенный тест | 0     | 14    | 28     |

#### 3.2 Домашнее задание (ИДЗ)

| Баллы | Характеристика индивидуального домашнего задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5     | Уровень расчетно-графической работы отвечает всем требованиям, предъявляемым к выполнению ИДЗ, теоретическое содержание раздела дисциплины «Эконометрика» освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения задания ИДЗ выполнены без замечаний.                                                     |
| 3     | Уровень расчетно-графической работы отвечает всем требованиям, предъявляемым к выполнению ИДЗ, теоретическое содержание раздела дисциплины «Эконометрика» освоено полностью, при этом некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, но все предусмотренные программой обучения задания ИДЗ выполнены, некоторые из них содержат негрубые ошибки. |
| 2     | Уровень расчетно-графической работы не отвечает большинству требований, предъявляемым к выполнению ИДЗ, теоретическое содержание раздела дисциплины «Эконометрика» освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, отдельные предусмотренные программой обучения задания ИДЗ выполнены с грубыми ошибками.                                                        |
| 0     | Уровень выполнения ИДЗ показывает, что теоретическое содержание раздела дисциплины «Эконометрика» не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные задания ИДЗ содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения заданий ИДЗ.                             |

#### Требования, предъявляемые к выполнению ИДЗ:

ИДЗ должно базироваться на знаниях теоретических и методических вопросах дисциплины «Эконометрика». Работа должна содержать элементы творчества, новизны, направленные на эффективное решение заданий ИДЗ;

- ИДЗ должно отразить глубину теоретической подготовки студента, понимание контролируемого учебного материала по дисциплине «Эконометрика»: умение связывать теоретические положения с их практическим применением, способность самостоятельно формировать и обосновывать собственные выводы, логически и грамотно излагать свои мысли;
- в ИДЗ не допускается переписывание учебников, учебных пособий и других источников;
- Студент – автор ИДЗ полностью отвечает за предложенные решения заданий и правильность всех данных, приведенных в ИДЗ;
- ИДЗ должно быть сдано в назначенный руководителем срок.

#### 3.3 Практическая работа

| Баллы | Характеристика индивидуального домашнего задания                                                                                                                                                                        |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4     | Полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов сформированы недостаточно. Лабораторная работа выполнена без замечаний.              |
| 2     | Полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов сформированы. Лабораторная работа выполнена полностью, с небольшими без замечаниями. |
| 1     | Уровень выполнения лабораторной работы не отвечает большинству требований, теоретическое содержание раздела дисциплины освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы.                          |
| 0     | Уровень выполнения лабораторной работы, что теоретическое содержание раздела дисциплины, необходимые практические навыки не сформированы.                                                                               |

#### 4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

##### Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) с зачетом

Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине (модулю), то он считается аттестованным.

| Оценка            | Баллы    | Критерии оценивания                                                     |
|-------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------|
| <i>Зачтено</i>    | 60 - 100 | Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону    |
| <i>Не зачтено</i> | менее 60 | Зачетное количество согласно установленному диапазону баллов не набрано |

#### 5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней и внешней независимой оценки качества образования

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

##### 5.1. Типовой тест

| Тема 1 Основные аспекты эконометрического моделирования. Модели парной регрессии.                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Под эконометрикой в широком смысле слова понимается:</b><br>а) совокупность теоретических результатов;<br>б) совокупность различного рода экономических исследований, проводимых с использованием математических методов;<br>в) самостоятельная научная дисциплина;<br>г) применение статистических методов; |
| <b>2. Экономико-математическая модель-это:</b><br>а) модель, описывающая механизм функционирования экономики;<br>б) математическое описание экономического объекта или процесса с целью их исследования и управления ими;<br>в) экономическая модель;<br>г) модель реального явления;                              |
| <b>3. Если все наблюдения лежат на линии регрессии, то коэффициент детерминации R<sup>2</sup> для модели парной регрессии равен:</b><br>а) нулю;<br>б) 2/3;<br>в) единицы;<br>г) 1/2;<br>д) 0;                                                                                                                     |
| <b>4. Какие переменные существуют в эконометрике:</b><br>а) экзогенные, эндогенные;<br>б) predetermined, эндогенные;<br>в) экзогенные, эндогенные, predetermined;                                                                                                                                                  |

г) внешние, внутренние;

**5. Основные типы эконометрических моделей:**

- а) модели тренда, модель сезонности;
- б) модель временных рядов, регрессионные модели, система одновременных уравнений;
- в) регрессионная, модель тренда и сезонности;
- г) модель сезонности, регрессионная;

**Тема 2 Множественный регрессионный анализ.**

**6. Множественная регрессия-это:**

- а) модель, где среднее значение зависимой переменной  $Y$  рассматривается как функция нескольких независимых переменных  $X_1, X_2, X_3$ ;
- б) зависимость среднего значения какой-либо величины;
- в) модель, где среднее значение зависимой переменной  $Y$  рассматривается как функция одной независимой  $X$ ;
- г) модель вида  $Y=a+bx$ ;

**7. МНК автоматически дает \_\_\_\_\_ для данной выборки значение коэффициента детерминации  $R^2$ :**

- а) минимальное;
- б) максимальное;
- в) среднее;
- г) средневзвешенное;
- д) случайное;

**Тема 3 Практические аспекты использования регрессионных моделей**

**8. Фиктивная переменная взаимодействия – это \_\_\_\_\_ фиктивных переменных:**

- а) произведение;
- б) среднее;
- в) разность;
- г) сумма;
- д) отношение;

**9. Зависимая переменная может быть представлена как фиктивная в случае если она:**

- а) подвержена сезонным колебаниям;
- б) имеет трендовую составляющую;
- в) является качественной по своему характеру;
- г) трудноизмерима;
- д) не подвержена сезонным колебаниям;

**Тема 4 Анализ временных рядов, прогнозирование**

**10. Как выражается модель тренда и сезонности:**

- а)  $y(t)=T(t)- S(t)+ Et$
- б)  $y(t)=T(t)+ S(t)+ Et$
- в)  $y(t)=T(t)+ S(t)- Et$
- г)  $y(t)=T(t)- S(t)- Et$

**11. При автокорреляции оценка коэффициентов регрессии становится:**

- а) смещенной;
- б) невозможной;
- в) неэффективной;
- г) равной 0;
- д) равной максимальному значению;

**Тема 5 Системы одновременных уравнений**

**12. Одно из условий идентифицируемости системы одновременных уравнений (COY) состоит в том, что:**

- а) переменные являются коллинеарными;
- б) число уравнений равно числу анализируемых эндогенных переменных;
- в) переменные являются компланарными;
- г) число уравнений меньше числа анализируемых эндогенных переменных.

**13. Косвенный метод наименьших квадратов применим для ...**

- а) идентифицируемой системы одновременных уравнений;
- б) неидентифицируемой системы рекурсивных уравнений ;
- в) неидентифицируемой системы уравнений;
- г) любой системы одновременных уравнений;

**Ключи:**

| Тема                                                                              | Тестовое задание |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------|
|                                                                                   | Номер теста      | Правильный вариант ответа |
| Тема 1 Основные аспекты эконометрического моделирования. Модели парной регрессии. | 1                | б                         |
|                                                                                   | 2                | б                         |
|                                                                                   | 3                | в                         |
|                                                                                   | 4                | в                         |
|                                                                                   | 5                | б                         |
| Тема 2 Множественный регрессионный анализ.                                        | 6                | а                         |
|                                                                                   | 7                | б                         |
| Тема 3 Практические аспекты использования регрессионных моделей                   | 8                | а                         |
|                                                                                   | 9                | г                         |
| Тема 4 Анализ временных рядов, прогнозирование.                                   | 10               | б                         |
|                                                                                   | 11               | в                         |
| Тема 5 Системы одновременных уравнений.                                           | 12               | г                         |
|                                                                                   | 13               | а                         |

## 5.2. Типовое индивидуальное домашнее задание

В некотором магазине в течение часа производился опрос покупателей: у каждого покупателя спрашивался его возраст (количество полных лет). Были получены следующие данные:

| Полных лет | 18 | 19 | 21 | 23 | 24 | 25 |
|------------|----|----|----|----|----|----|
| Человек    | 4  | 1  | 5  | 3  | 2  | 1  |

Требуется найти средний возраст покупателей, построить полигон относительных частот.

### Решение:

В данной задаче имеет место **дискретная случайная величина – возраст покупателя**.

Обозначим эту случайную величину  $X$ .

В первой строке таблицы находятся *варианты* – возможные значения случайной величины  $X$ , во второй строке находятся *частоты*.

Для того, чтобы построить требуемые графики, необходимо будет найти относительные частоты и накопленные относительные частоты.

$W_i = \frac{n_i}{n}$  - относительные частоты;  $F_i = \sum_{k=0}^i W_k$  - накопленные относительные частоты;

$n_i$  - частоты;  $n$  - общее количество наблюдений, оно равно сумме всех наблюдений.

Находить средний возраст покупателей в данной задаче следует по формуле *арифметической средней взвешенной*:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i n_i}{\sum_{i=1}^n n_i}$$

### Выполнение задания с помощью приложения MS Excel:

1. Запустите приложение MS Excel;
2. В верхней части первого листа создайте таблицу с исходными данными так, как это показано на рисунке ниже:

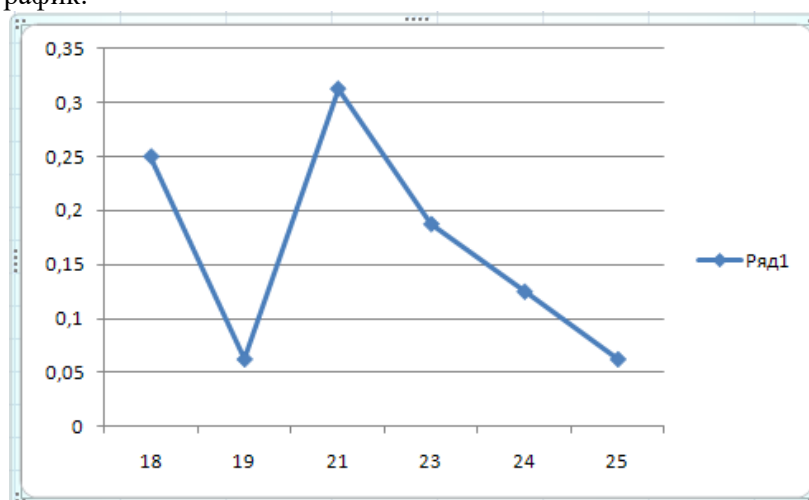
|   | A                                 | B  | C  | D  | E  | F  | G  |
|---|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| 1 | полных лет $x_i$                  | 18 | 19 | 21 | 23 | 24 | 25 |
| 2 | человек $n_i$                     | 4  | 1  | 5  | 3  | 2  | 1  |
| 3 | относительные частоты             |    |    |    |    |    |    |
| 4 | накопленные относительные частоты |    |    |    |    |    |    |
| 5 | $x_i * n_i$                       |    |    |    |    |    |    |
| 6 | средний возраст                   |    |    |    |    |    |    |
| 7 | объем выборки                     |    |    |    |    |    |    |

1. Вычислим объем выборки: установите курсор в ячейку B7 и введите формулу: =СУММ(B2:G2);
2. Найдём средний возраст покупателей, по формуле средневзвешенной. Установите курсор в ячейку B5, введите: =B1\*B2. Скопируйте формулу по строке. Установите курсор в ячейку B6 и введите формулу: =СУММ(B5:G5)/B7;
3. Вычислим относительные частоты. Установите курсор в ячейку B3 и введите формулу: =B2/\$B\$7. Скопируйте эту формулу в диапазон ячеек C3:G3.
4. Вычислим накопленные относительные частоты:
  - a. Введите в ячейку B4 формулу: =B3;
  - b. В ячейку C4 введите формулу: =B4+C3;
  - c. Скопируйте формулу из ячейки C4 в диапазон ячеек D4:G4;
5. Если все выполнено верно, то таблица должна выглядеть следующим образом:

|   | A                                 | B      | C      | D      | E      | F      | G      |
|---|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | полных лет $x_i$                  | 18     | 19     | 21     | 23     | 24     | 25     |
| 2 | человек $n_i$                     | 4      | 1      | 5      | 3      | 2      | 1      |
| 3 | относительные частоты             | 0,25   | 0,0625 | 0,3125 | 0,1875 | 0,125  | 0,0625 |
| 4 | накопленные относительные частоты | 0,25   | 0,3125 | 0,625  | 0,8125 | 0,9375 | 1      |
| 5 | $x_i \cdot n_i$                   | 72     | 19     | 105    | 69     | 48     | 25     |
| 6 | средний возраст                   | 21,125 |        |        |        |        |        |
| 7 | объем выборки                     | 16     |        |        |        |        |        |

6. Построим полигон относительных частот. Для этого нам нужно построить график на основании данных, находящихся в диапазоне В3:G3. Выделите этот диапазон и выполните следующие действия:

- Выполните пункт меню *Вставка/График*;
- В открывшемся диалоговом окне выберите: вид диаграммы – график с маркерами. Нажмите *Далее*.
- На ленте найдите команду «выбрать данные». В диалоговом окне, в правой части найдите «Подписи горизонтальной оси», и выберите команду «изменить». Задайте в этом поле диапазон В1:G1. Это означает, что по оси X будут подписаны данные из первой строки таблицы, то есть будет указан возраст покупателей. Нажмите *ОК*. Вы должны получить следующий график:



## Задание 2

В магазине в течение 10 дней подсчитывали количество проданного товара заданного вида. В результате были получены следующие данные:

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 12 | 15 | 16 | 12 | 17 | 11 | 15 | 12 | 10 | 12 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

Для полученного вариационного ряда определить:

- Размах ряда;
- Среднее значение;
- Дисперсию;
- Среднее квадратическое отклонение;
- Коэффициент вариации;
- Медиану;
- Моду.

**Решение:**

В данной задаче имеет место несгруппированный вариационный ряд.

**Размах ряда** определяется по формуле:  $R = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2}$ .

**Дисперсия** – мера разброса случайной величины, определяется по следующей формуле:

$$\sigma_B^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_B)^2}{n}.$$

**Среднее квадратическое (или стандартное) отклонение**  $\sigma_B = \sqrt{\sigma_B^2}$ . Основной мерой статистического измерения изменчивости признака у членов совокупности служит среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) (сигма) или, как часто ее называют, стандартное отклонение. Теория вариационной статистики показала, что для характеристики любой генеральной совокупности, имеющей нормальный тип распределения достаточно знать два параметра: среднюю арифметическую и среднее квадратическое отклонение. Эти параметры заранее не известны и их оценивают с помощью выборочной средней арифметической и выборочного стандартного отклонения, которые вычисляются при обработке случайной выборки.

Свойства среднего квадратического (стандартного) отклонения:

1. Стандартное отклонение всегда измеряется в тех же единицах измерения, что и основные варианты.

2. Чем больше ( $\sigma$ ), тем больше изменчивость признака.

3. В вариационных рядах с нормальным распределением частот 99,7% всех членов совокупности находящихся в границах от  $\bar{x}_1$  до  $\bar{x}_2$ , которые отстоят от средней арифметической на величину от  $-3\sigma$  до  $+3\sigma$ . За пределами  $\pm 3\sigma$  находятся только 0,3% всех членов совокупности.

4. При вычислении стандартное отклонение определяют с точностью на один десятичный знак больше, чем точность, которую применяют для вычисления средней арифметической для того же ряда.

**Коэффициент вариации.** Характеристики совокупности, такие как средняя арифметическая и среднее квадратическое отклонение имеют один недостаток: они дают показатель изменчивости признака в именованных величинах, а не в относительных. Поэтому сопоставление (или сравнение) разноименных признаков по этим параметрам невозможно.

В этом случае удобно пользоваться коэффициентом изменчивости признака, который выражается в относительных величинах, а именно в процентах, и вычисляется по формуле:

$$V = \frac{\sigma_B}{\bar{x}_B} \cdot 100\%$$

Чем больше V, тем более изменчив признак. Значения коэффициента вариации, невыходящие за пределы 10%, принято считать нормальными. Если  $V > 20\%$ , то выборка некомпактна по заданному признаку.

Моду и медиану находят в ранжированном ряде (отсортированном по возрастанию или убыванию).

**Медианой** называется значение признака, которое лежит в середине ранжированного ряда и делит этот ряд на две равные по численности части. Если выборка содержит четное число членов, то медианой в этом случае принято среднее арифметическое значений, расположенных в центре ряда.

**Мода** – такая величина признака в изучаемом вариационном ряду, которая встречается чаще всего.

**Выполнение задания с помощью приложения MS Excel:**

1. Запустите приложение MS Excel, откройте тот файл, в котором выполнялось предыдущее задание, и перейдите на второй лист;
2. В верхней части первого листа создайте таблицу с исходными данными так, как это показано на рисунке ниже:

|    | A                                           | B                   | C | D                       | E |
|----|---------------------------------------------|---------------------|---|-------------------------|---|
| 1  | <i>Продано<br/>товара, <math>x_i</math></i> | $(x_i - \bar{x})^2$ |   | <i>Дисперсия</i>        |   |
| 2  | 12                                          |                     |   | <i>Средн. кв. откл.</i> |   |
| 3  | 15                                          |                     |   | <i>Козф. вариаци.</i>   |   |
| 4  | 16                                          |                     |   |                         |   |
| 5  | 12                                          |                     |   |                         |   |
| 6  | 17                                          |                     |   |                         |   |
| 7  | 11                                          |                     |   |                         |   |
| 8  | 15                                          |                     |   |                         |   |
| 9  | 12                                          |                     |   |                         |   |
| 10 | 10                                          |                     |   |                         |   |
| 11 | 12                                          |                     |   |                         |   |
| 12 |                                             |                     |   |                         |   |
| 13 | <i>Макс. знач.</i>                          |                     |   |                         |   |
| 14 | <i>Мин. знач.</i>                           |                     |   |                         |   |
| 15 | <i>Средн. знач.</i>                         |                     |   |                         |   |
| 16 | <i>Размах ряда</i>                          |                     |   |                         |   |

3. Найдем максимальное значение признака. Установите курсор в ячейку B13 и введите формулу: =МАКС(A2:A11);
4. Аналогичным образом в ячейке B4 определите минимальное значение признака (функция МИН(диапазон ячеек));
5. В ячейке B15 найдите среднее значение признака, используя функцию СРЗНАЧ(диапазон ячеек);
6. В ячейке B16 вычислим размах ряда по формуле: =(B13-B14)/2.
7. Найдем дисперсию, для этого проведем дополнительные вычисления.
  - a. Установите курсор в ячейку B2 и введите формулу: =СТЕПЕНЬ((A2-\$B\$15);2). Скопируйте эту формулу вниз в диапазон ячеек B3:B11.
  - b. Теперь можно вычислить саму дисперсию. Установите курсор в ячейку E1 и введите формулу: =СУММ(B2:B11)/10;
8. Вычислим среднее квадратическое отклонение. Установите курсор в ячейку E2 и введите формулу: =КОРЕНЬ(E1);
9. Вычислим коэффициент вариации. Курсор в ячейку E3 и введите формулу: =E2/B15. Установите для этой ячейки процентный формат (*Вид/Формат ячейки*, в открывшемся диалоговом на первой вкладке *Число* выбрать *Вид – Процентный*);
10. В итоге таблица с вычислениями должна иметь следующий вид:

|    | A                                           | B                   | C | D                       | E      |
|----|---------------------------------------------|---------------------|---|-------------------------|--------|
| 1  | <i>Продано<br/>товара, <math>x_i</math></i> | $(x_i - \bar{x})^2$ |   | <i>Дисперсия</i>        | 4,96   |
| 2  | 12                                          | 1,44                |   | <i>Средн. кв. откл.</i> | 2,23   |
| 3  | 15                                          | 3,24                |   | <i>Козф. вариаци.</i>   | 16,87% |
| 4  | 16                                          | 7,84                |   |                         |        |
| 5  | 12                                          | 1,44                |   |                         |        |
| 6  | 17                                          | 14,44               |   |                         |        |
| 7  | 11                                          | 4,84                |   |                         |        |
| 8  | 15                                          | 3,24                |   |                         |        |
| 9  | 12                                          | 1,44                |   |                         |        |
| 10 | 10                                          | 10,24               |   |                         |        |
| 11 | 12                                          | 1,44                |   |                         |        |
| 12 |                                             |                     |   |                         |        |
| 13 | <i>Макс. знач.</i>                          | 17                  |   |                         |        |
| 14 | <i>Мин. знач.</i>                           | 10                  |   |                         |        |
| 15 | <i>Средн. знач.</i>                         | 13,2                |   |                         |        |
| 16 | <i>Размах ряда</i>                          | 3,5                 |   |                         |        |

11. Вычислим значение дисперсии с помощью встроенной функций MS Excel. Установите курсор в ячейку F1 и введите формулу: =ДИСПР(A2:A11). Данная функция позволяет вычислить дисперсию выборки. Вычисленное значение должно совпасть с тем, что вы получили при вычислениях «вручную».
12. Для поиска медианы ряд его нужно ранжировать, то есть отсортировать. Отсортируем ряд по возрастанию. Установите курсор в ячейку A1 и выполните пункт меню *Данные/Сортировка...* В открывшемся диалоговом окне должен стоять флажок *Сортировать по возрастанию*,

нажмите ОК. Обратите внимание, что вместе с первым столбцом будет соответственно отсортирован и второй столбец. Значения вычисленных величин **не изменятся**.

13. Дополнительно оформите таблицу на листе так, как это показано на рисунке ниже:

| C | D               | E      | F    |
|---|-----------------|--------|------|
|   | Дисперсия       | 4,96   | 4,96 |
|   | Среди.кв. откл. | 2,23   |      |
|   | Козф. вариаци.  | 16,87% |      |
|   | Медиана         |        |      |
|   | Мода            |        |      |

14. Установите курсор в ячейку E5 и введите формулу: =МЕДИАНА(A2:A11);

15. Установите курсор в ячейку E6 и введите формулу: =МОДА(A2:A11);

16. В результате всех вычислений, таблица должна иметь следующий вид:

|    | A                        | B                   | C | D               | E      | F    |
|----|--------------------------|---------------------|---|-----------------|--------|------|
| 1  | Продано<br>товара, $x_i$ | $(x_i - \bar{x})^2$ |   | Дисперсия       | 4,96   | 4,96 |
| 2  | 10                       | 10,24               |   | Среди.кв. откл. | 2,23   |      |
| 3  | 11                       | 4,84                |   | Козф. вариаци.  | 16,87% |      |
| 4  | 12                       | 1,44                |   |                 |        |      |
| 5  | 12                       | 1,44                |   | Медиана         | 12     |      |
| 6  | 12                       | 1,44                |   | Мода            | 12     |      |
| 7  | 12                       | 1,44                |   |                 |        |      |
| 8  | 15                       | 3,24                |   |                 |        |      |
| 9  | 15                       | 3,24                |   |                 |        |      |
| 10 | 16                       | 7,84                |   |                 |        |      |
| 11 | 17                       | 14,44               |   |                 |        |      |
| 12 |                          |                     |   |                 |        |      |
| 13 | Макс.знач.               | 17                  |   |                 |        |      |
| 14 | Мин.знач.                | 10                  |   |                 |        |      |
| 15 | Среди.знач.              | 13,2                |   |                 |        |      |
| 16 | Размах ряда              | 3,5                 |   |                 |        |      |