

В учебно-методическом пособии изложен материал, позволяющий студентам-заочникам освоить основные приемы статистико-экономического метода исследования при обработке информации и выработать навыки использования этого метода при выполнении курсового и дипломного проектирования, а также изучении других дисциплин. Учебно-методическое пособие состоит из 2 частей. В первой части даны методические указания и задания для практических занятий, включающие построение вариационных рядов, расчет средних величин и показателей вариации, дисперсионный анализ, корреляционный анализ, описательную статистику. Подробно описана методика выполнения заданий в табличном процессоре Microsoft Excel 2013. Во второй части учебно-методического пособия даны задания для самостоятельного выполнения контрольной работы. Учебно-методическое пособие предназначено для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов-заочников высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 36.03.02 – «Зоотехния».

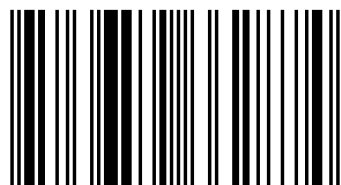


Ольга Яковлева
Владимир Яковлев

Яковлева Ольга Анатольевна, доцент кафедры экономики, организации и управления сельскохозяйственным производством Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина
Яковлев Владимир Борисович, профессор кафедры бизнес-информатики Московского городского педагогического университета

Общая теория статистики

Учебно-методическое пособие для
студентов-заочников



978-3-659-66287-4

 **LAMBERT**
Academic Publishing

**Ольга Яковлева
Владимир Яковлев**

Общая теория статистики

**Ольга Яковлева
Владимир Яковлев**

Общая теория статистики

**Учебно-методическое пособие для студентов-
заочников**

LAP LAMBERT Academic Publishing

Impressum / Выходные данные

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle in diesem Buch genannten Marken und Produktnamen unterliegen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz bzw. sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Die Wiedergabe von Marken, Produktnamen, Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen u.s.w. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Библиографическая информация, изданная Немецкой Национальной Библиотекой. Немецкая Национальная Библиотека включает данную публикацию в Немецкий Книжный Каталог; с подробными библиографическими данными можно ознакомиться в Интернете по адресу <http://dnb.d-nb.de>.

Любые названия марок и брендов, упомянутые в этой книге, принадлежат торговой марке, бренду или запатентованы и являются брендами соответствующих правообладателей. Использование названий брендов, названий товаров, торговых марок, описаний товаров, общих имён, и т.д. даже без точного упоминания в этой работе не является основанием того, что данные названия можно считать незарегистрированными под каким-либо брендом и не защищены законом о брендах и их можно использовать всем без ограничений.

Coverbild / Изображение на обложке предоставлено: www.ingimage.com

Verlag / Издатель:

LAP LAMBERT Academic Publishing

ist ein Imprint der / является торговой маркой

OmniScriptum GmbH & Co. KG

Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland / Германия

Email / электронная почта: info@lap-publishing.com

Herstellung: siehe letzte Seite /

Напечатано: см. последнюю страницу

ISBN: 978-3-659-66287-4

Copyright / АВТОРСКОЕ ПРАВО © 2014 OmniScriptum GmbH & Co. KG

Alle Rechte vorbehalten. / Все права защищены. Saarbrücken 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
Раздел 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	5
Тема 1. Вариационные ряды распределения	5
Задание	5
Методические указания	5
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel....	7
Тема 2. Средние величины	17
2.1. Средняя арифметическая	17
Задание 1	17
Методические указания	17
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel..	17
Задание 2	19
Методические указания	20
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel..	20
2.2. Средняя гармоническая.....	22
Задание	22
Методические указания	23
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel..	23
2.3. Средняя геометрическая	24
Задание	24
Методические указания	24
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel..	24
2.4. Средняя квадратическая	26
Задание 1	26
Методические указания	27
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel..	27
Задание 2	30
Методические указания	30
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel..	31
2.5. Мода и медиана.....	34
Задание 1	34
Методические указания	34
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel..	34
Задание 2	36
Методические указания	37
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel..	37
Тема 3. Показатели вариации.....	39
3.1. Расчет показателей вариации	39
Задание	39
Методические указания	39

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel ..	40
3.2. Разложение вариации	42
Задание	42
Методические указания	43
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel ..	44
Тема 4. Дисперсионный анализ	49
Задание	49
Методические указания	49
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel ..	52
Тема 5. Корреляционный анализ	59
Задание	59
Методические указания	59
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel ..	62
Тема 6. Описательная статистика	65
Задание	65
Методические указания	66
Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel ..	67
Раздел 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	70
Методические указания	70
Контрольные задания	70
ЛИТЕРАТУРА	73

ПРЕДИСЛОВИЕ

В учебно-методическом пособии изложен материал, позволяющий студентам освоить основные приемы статистико-экономического метода исследования при обработке информации и выработать навыки использования этого метода при выполнении курсового и дипломного проектирования, а также изучении других дисциплин.

Учебно-методическое пособие состоит из 2 частей. В первой части даны методические указания и задания для практических занятий, включающие построение вариационных рядов, расчет средних величин и показателей вариации, дисперсионный анализ, корреляционный анализ, описательную статистику. Подробно описана методика выполнения заданий в табличном процессоре Microsoft Excel 2013. Во второй части учебно-методического пособия даны задания для самостоятельного выполнения контрольной работы.

Вариационные ряды характеризуют распределение единиц совокупности по качественному или количественному признаку. Их широко применяют при первичной обработке статистической информации, полученной в результате статистического наблюдения. Они служат базой для построения эмпирической функции распределения статистических единиц в составе статистической совокупности.

Средние величины используют для обобщающей характеристики совокупностей по существенным признакам, для сравнения уровней этих признаков в различных совокупностях. Показатели вариации применяют для оценки устойчивости изучаемых явлений, для определения различных причин, влияющих на колеблемость признаков. Применение средних величин и показателей вариации позволяет сравнить между собой группы животных, оценить эффективность работы отдельных сельскохозяйственных предприятий, производственных подразделений, внедрения достижений научно-технического прогресса, освоения передовых зоотехнических мероприятий, выявить внутривладельческие резервы и др.

Дисперсионный анализ предназначен для оценки существенности различий нескольких средних при выборочном методе. Его применяют при биометрической обработке многовариантных, многофакторных опытов, когда испытывается влияние двух, трех и большего числа факторов на изменение величины какого-либо признака и т. п.

Корреляционный анализ применяют для измерения связи между двумя или несколькими признаками. Его использование позволяет определить изменение какого-либо признака под влиянием одного или нескольких факторов, установить тесноту связи между результативным признаком и отдельными факторами или всем комплексом их, определить роль каждого фактора. В сельском хозяйстве корреляционный анализ широко применяют в технико-экономическом анализе, анализе экономических явлений, в прогнозировании сельскохозяйственного производства, продуктивности животных и т. п.

Инструмент «Описательная статистика» используют для расчета основных статистических показателей: средней арифметической простой, медианы, моды, выборочной дисперсии, выборочного среднего квадратического отклонения, эксцесса, асимметрии, размаха вариации, средней ошибки выборки, предельной ошибки выборки.

Учебно-методическое пособие предназначено для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов-заочников высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 36.03.02 – «Зоотехния».

Раздел 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Вариационные ряды распределения

Задание

Имеются данные о яйценоскости 50 кур-несушек за 1 год, содержащихся на птицеферме (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Яйценоскость кур-несушек

№ курицы-несушки	Яйценоскость, шт.	№ курицы-несушки	Яйценоскость, шт.	№ курицы-несушки	Яйценоскость, шт.	№ курицы-несушки	Яйценоскость, шт.	№ курицы-несушки	Яйценоскость, шт.
1	212	11	221	21	227	31	231	41	237
2	214	12	222	22	228	32	232	42	238
3	217	13	223	23	228	33	232	43	238
4	217	14	223	24	228	34	232	44	238
5	217	15	226	25	229	35	232	45	239
6	218	16	226	26	229	36	234	46	240
7	219	17	227	27	229	37	235	47	241
8	220	18	227	28	231	38	235	48	241
9	221	19	227	29	231	39	235	49	242
10	221	20	227	30	231	40	237	50	245

Требуется построить интервальный ряд распределения и отобразить его графически в виде гистограммы, полигона и кумуляты.

Методические указания

Видно, что признак варьирует от 212 до 245 яиц, полученных от несушки за 1 год.

В нашем примере по формуле Стержесса определим число групп:

$$k = 1 + 3,322 \lg 50 = 6,643 \approx 7.$$

Рассчитаем длину (размах) интервала по формуле:

$$h = \frac{245 - 212}{7} = 4,71 \approx 5.$$

Построим интервальный ряд с 7 группами и интервалом 5 шт. яиц (табл. 1.2). Для построения графиков в таблице рассчитаем середину интервалов и накопленную частоту.

Таблица 1.2. Интервальный ряд распределения яйценоскости

i	Группа кур-несушек по величине яйценоскости X_i	Число кур-несушек f_i	Середина интервала X_i'	Накопленная частота f_i'
1	212-217	5	214,5	5
2	217-222	7	219,5	12
3	222-227	9	224,5	21
4	227-232	14	229,5	35
5	232-237	6	234,5	41
6	237-242	8	239,5	49
7	242-247	1	244,5	50
	Итого	50	x	x

Построим гистограмму распределения яйценоскости (рис. 1.1).

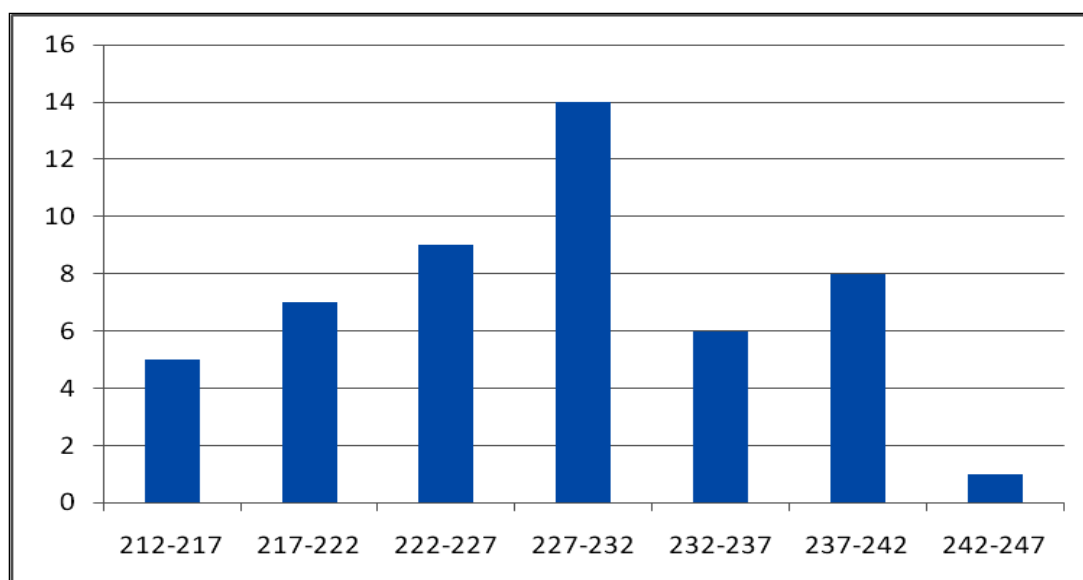


Рис. 1.1. Гистограмма распределения яйценоскости

Данные гистограммы показывают характерную для многих признаков форму распределения: чаще встречаются значения средних интервалов признака, реже – крайние (малые и большие) значения признака. Форма этого распределения близка к нормальному закону распределения, которое образуется, если на варьирующую переменную влияет большое число факторов, ни один из которых не имеет преобладающего значения.

Полигон и кумулята распределения яйценоскости имеют вид (рис. 1.2 и 1.3).

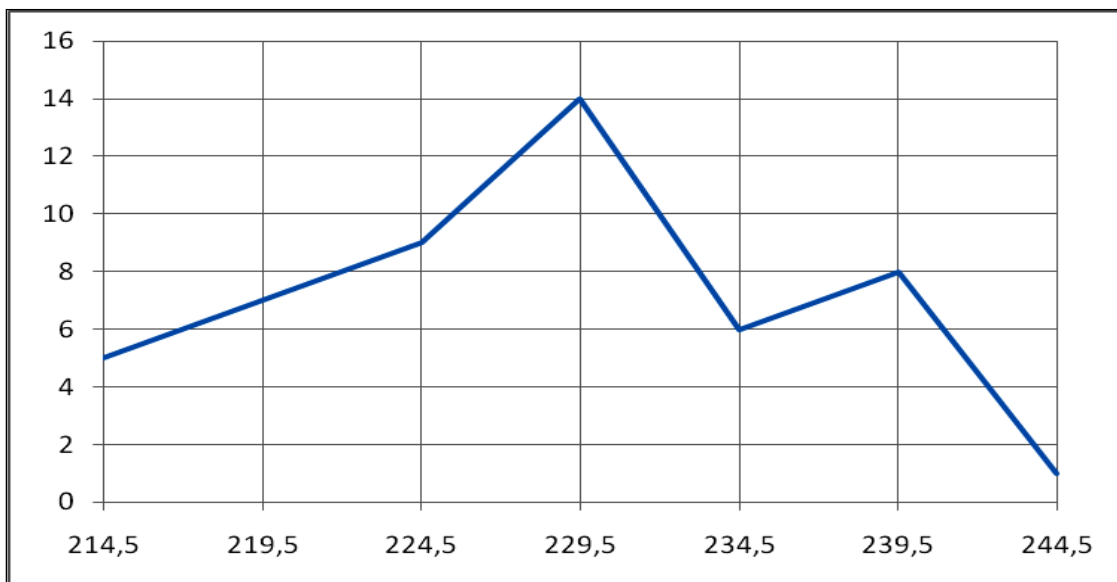


Рис. 1.2. Полигон распределения яйценоскости

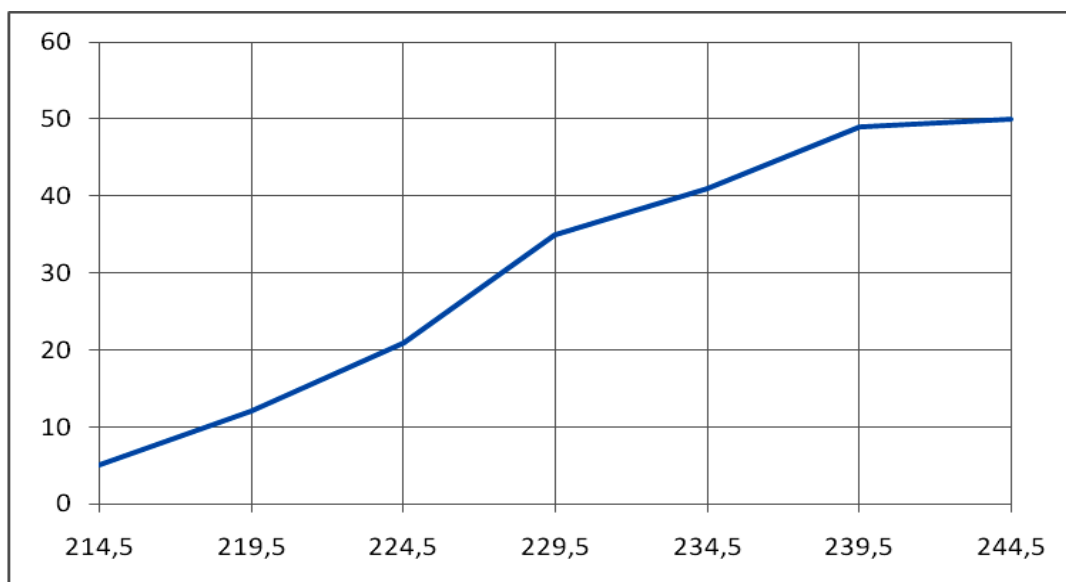


Рис. 1.3. Кумулята распределения яйценоскости

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel


1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 1.4.

	A	B	C	D	E	F
1	Яйценоскость кур-несушек, шт.					
2	212					
3	214					
51	245					
52						
53	Минимальное значение					
54	Максимальное значение					
55	Размах вариации					
56	Число групп вариации					
57	Число групп вариации после округления					
58	Длина интервала					
59	Длина интервала после округления					
60						
61	Интервальный ряд распределения яйценоскости					
62	Номер интервала	Группа кур-несушек по величине яйценоскости, X_i		Число кур-несушек f_i	Середина интервала X_i'	Накопленная частота f_i'
63		нижняя граница	верхняя граница			
64	1					
65	2					
66	3					
67	4					
68	5					
69	6					
70	7					
71	Итого				x	x

Рис. 1.4

2. Найдите минимальное и максимальное значение яйценоскости кур-несушек.

2.1. Выделите ячейку E53.

2.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

2.3. В диалоговом окне *Вставить функцию* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Статистические>, Выберите функцию → <МИН> (рис. 1.5).

2.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

2.5. На вкладке *МИН* установите параметры в соответствии с рис. 1.6.

2.6. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

2.7. Аналогично найдите максимальное значение яйценоскости, используя функцию *МАКС*. Результат занесите в ячейку E54.

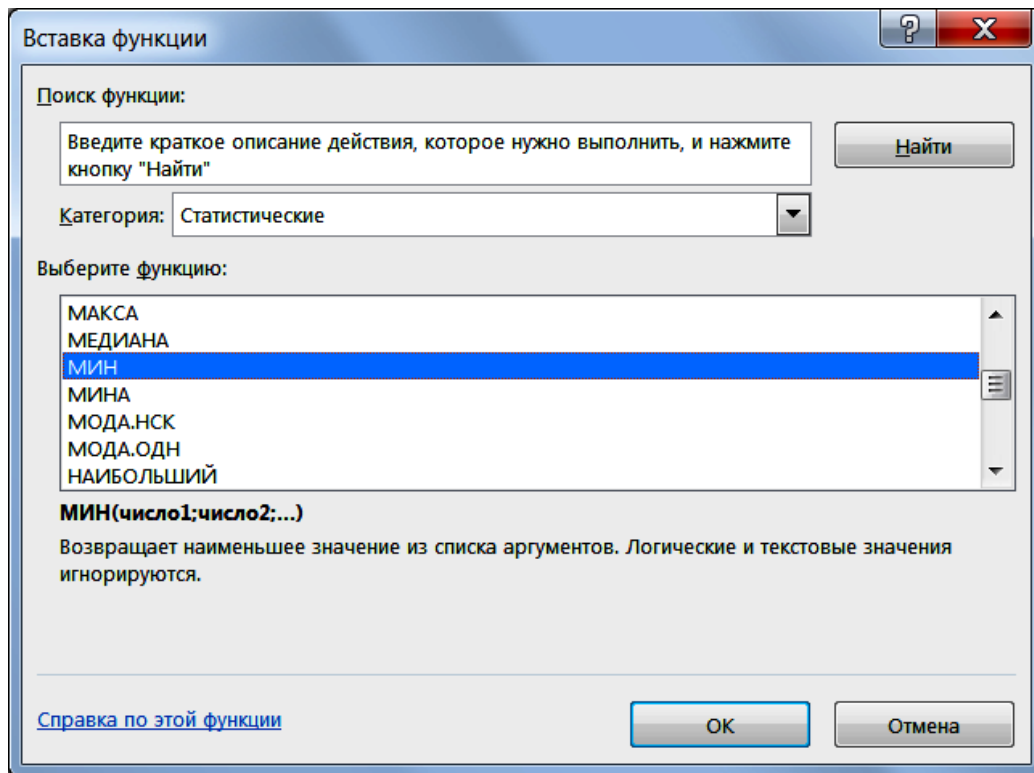


Рис. 1.5

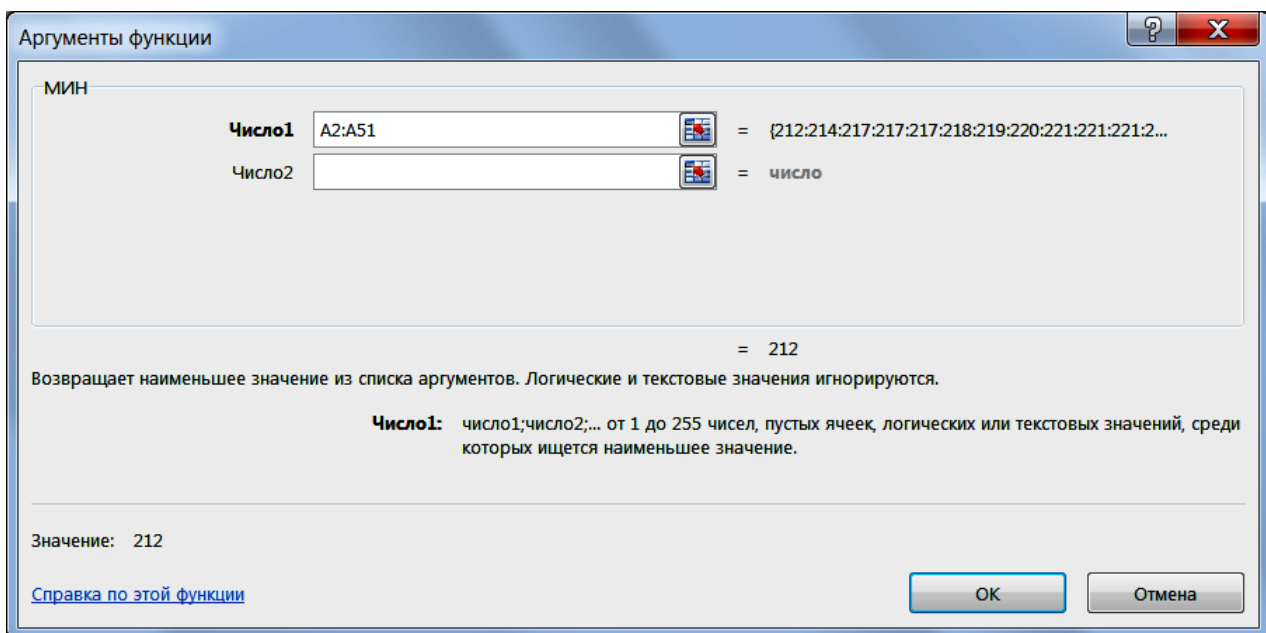


Рис. 1.6

3. Определите величину интервала для построения интервального ряд распределения.

3.1. Рассчитайте размах вариации. Для этого введите в ячейку E55 формулу =E54-E53.

3.2. Рассчитайте число групп вариации. Для этого введите в ячейку E56 формулу =1+3,322*LOG10(50).

3.3. Введите в ячейку E57 округленное число групп.

3.4. Рассчитайте длину интервала. Для этого введите в ячейку E58 формулу **=E55/E57**.

3.5. Введите в ячейку E59 округленную длину интервала.

4. Постройте интервальный ряд.

4.1. Скопируйте ячейку E53 в ячейку B64.

4.2. Введите в ячейку B65 формулу **=B64+\$E\$59**.

4.3. Скопируйте ячейку B65 в ячейки B66:B70.

4.4. Введите в ячейку C64 формулу **=B65**.

4.5. Введите в ячейку C65 формулу **=C64+\$E\$59**.

4.6. Скопируйте ячейку C65 в ячейки C66:C70.

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 1.7).

	A	B	C	D	E	F
53	Минимальное значение				212	
54	Максимальное значение				245	
55	Размах вариации				33	
56	Число групп вариации				6,6439784	
57	Число групп вариации после округления				7	
58	Длина интервала				4,7142857	
59	Длина интервала после округления				5	
60						
61	Интервальный ряд распределения яйценоскости					
62	Номер интервала	Группа кур-несушек по величине яйценоскости, X_i		Число кур-несушек	Середина интервала	Накопленная частота
63		нижняя граница	верхняя граница			
64	1	212	217	5	214,5	5
65	2	217	222	7	219,5	12
66	3	222	227	9	224,5	21
67	4	227	232	14	229,5	35
68	5	232	237	6	234,5	41
69	6	237	242	8	239,5	49
70	7	242	247	1	244,5	50
71	Итого			50	x	x

Рис. 1.7

5. Рассчитайте частоту интервалов.

5.1. Выполните команду **Данные, Анализ данных**, щелкнув поочередно левой кнопкой мыши.

5.2. В диалоговом окне *Анализ данных* с помощью левой кнопки мыши установите: Инструменты анализа → <Гистограмма> (рис. 1.8).

5.3. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

5.4. На вкладке *Гистограмма* установите параметры в соответствии с рис. 1.9.

5.5. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

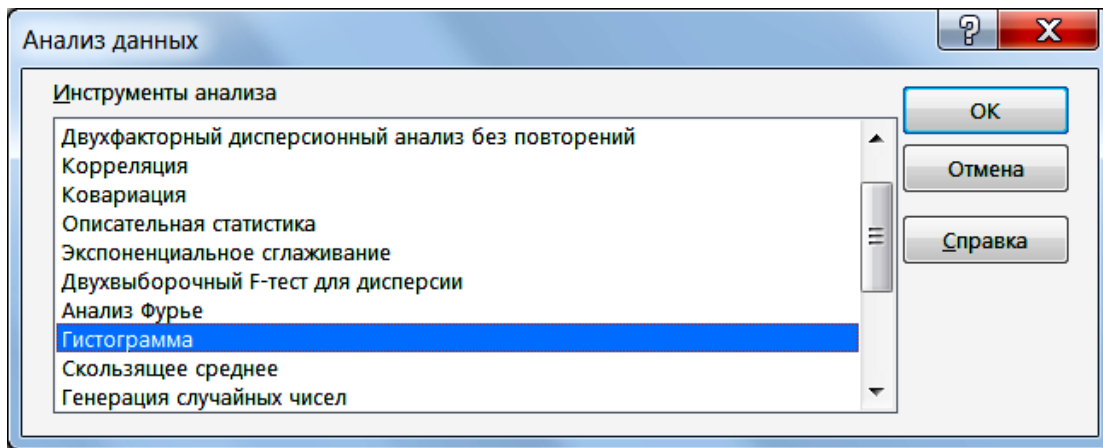


Рис. 1.8

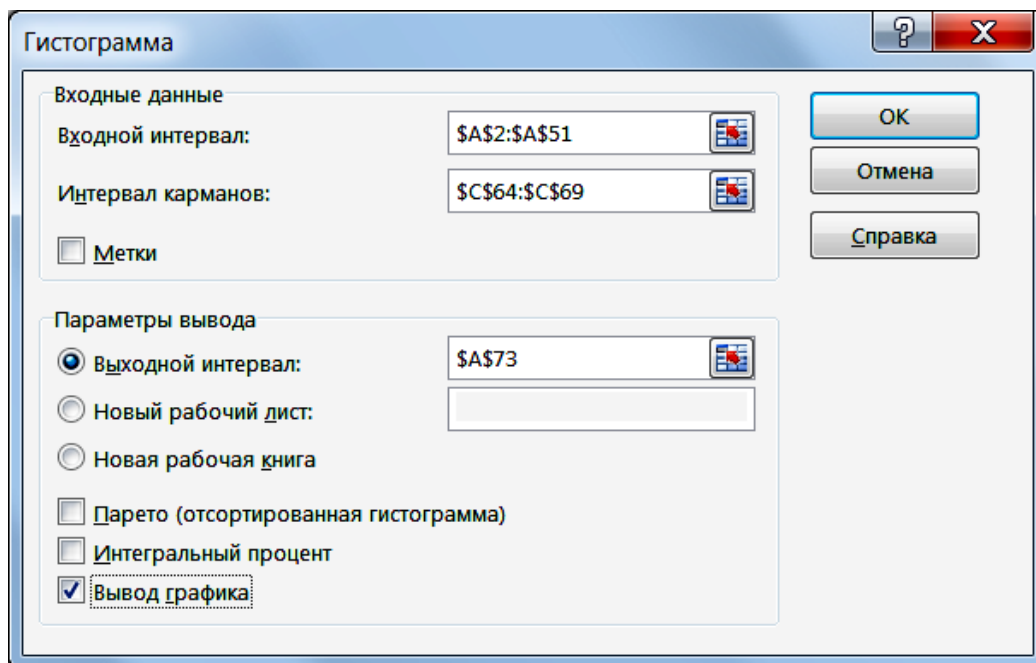


Рис. 1.9

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 1.10).

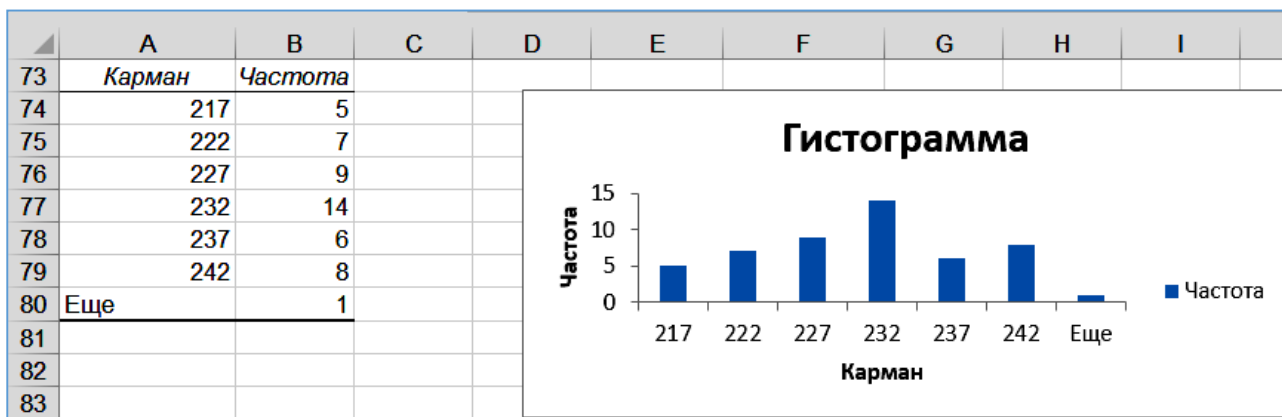


Рис. 1.10

6. Заполните таблицу «Интервальный ряд распределения».

6.1. Скопируйте ячейки B74:B80 в ячейки D64:D70.

6.2. Рассчитайте сумму частот. Для этого выделите ячейки D64:D70 и щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Σ Автосумма>.

6.3. Рассчитайте середину интервалов. Для этого введите в ячейку E64 формулу $=\text{(B64+C64)}/2$ и скопируйте в ячейки E65:E70.

6.4. Рассчитайте накопленные частоты. Для этого скопируйте ячейку D64 в ячейку F64. В ячейку F65 введите формулу $=\text{F64+D65}$ и скопируйте в ячейки F66:F70.

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 1.11).

	A	B	C	D	E	F
61	Интервальный ряд распределения яйценоскости					
62	Номер интервала	Группа кур-несушек по величине яйценоскости, X_i		Число кур-несушек f_i	Середина интервала X_i'	Накопленная частота f_i'
63		нижняя граница	верхняя граница			
64	1	212	217	5	214,5	5
65	2	217	222	7	219,5	12
66	3	222	227	9	224,5	21
67	4	227	232	14	229,5	35
68	5	232	237	6	234,5	41
69	6	237	242	8	239,5	49
70	7	242	247	1	244,5	50
71	Итого			50	x	x

Рис. 1.11

7. Отредактируйте гистограмму.

7.1. Щелкните правой кнопкой мыши на диаграмме на названии «Карман» и измените на название «Яйценоскость кур-несушек».

7.2. Щелкните правой кнопкой мыши на диаграмме на названии «Частота» (справа) и на появившейся вкладке нажмите кнопку <Удалить>.

7.3. Щелкните правой кнопкой мыши на диаграмме и на появившейся вкладке нажмите кнопку <Выбрать данные>.

7.4. В диалоговом окне *Выбор источника данных* измените подписи горизонтальной оси. Для этого щелкните на кнопке <Изменить>. (рис. 1.12).

7.5. На вкладке *Диапазон подписей данных* выделите ячейки B64:C70 (рис. 1.13).

7.6. Щелкните поочередно левой кнопкой мыши на кнопках <ОК>.

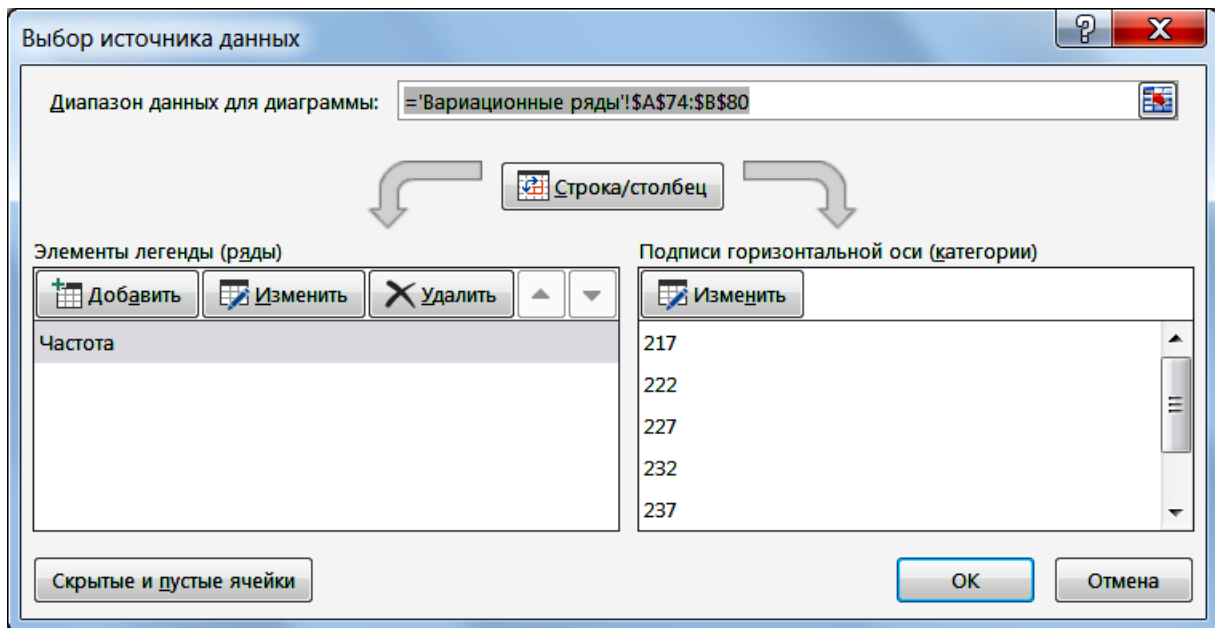


Рис. 1.12

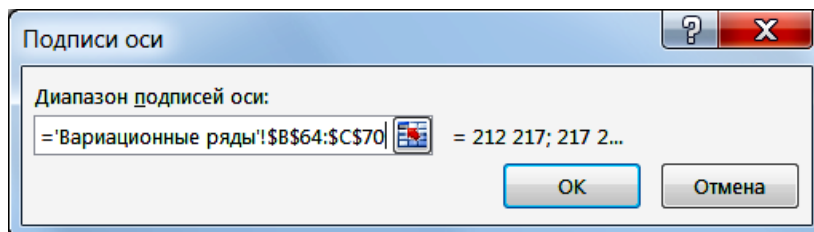


Рис. 1.13

Результаты выводятся на экран в следующем виде (рис. 1.14).

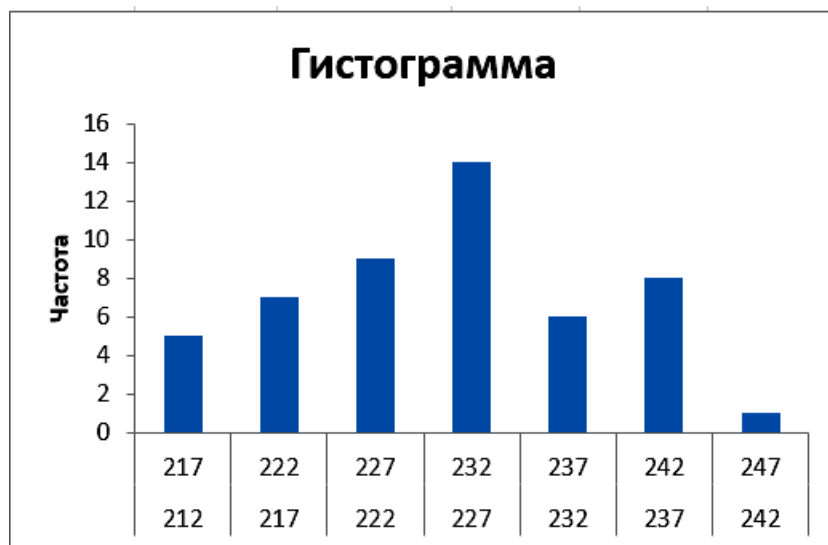


Рис. 1.14

8. Постройте полигон распределения яйценоскости.

8.1. Скопируйте гистограмму в ячейку K73.

8.2. Щелкните правой кнопкой мыши на диаграмме и на появившейся вкладке нажмите кнопку <Изменить тип диаграммы>.

8.3. В диалоговом окне *Изменение типа диаграммы* с помощью левой кнопки мыши выберите вместо <Гистограммы> → <График> (рис. 1.15).

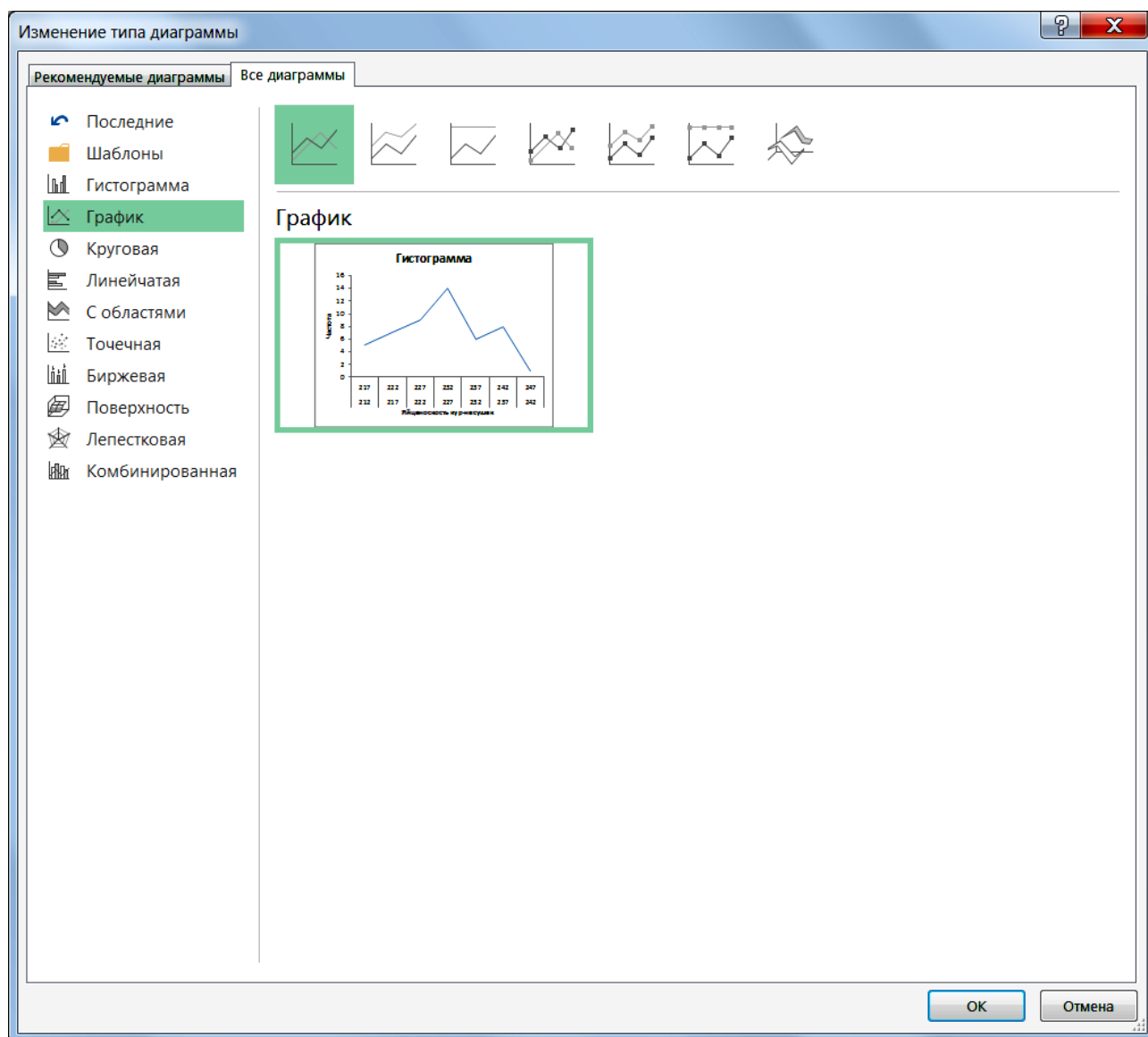


Рис. 1.15

8.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

8.5. Щелкните правой кнопкой мыши на диаграмме и на появившейся вкладке нажмите кнопку <Выбрать данные>.

8.6. В диалоговом окне *Выбор источника данных* измените подписи горизонтальной оси. Для этого щелкните на кнопке <Изменить>. (рис. 1.16).

8.7. На вкладке *Диапазон подписей данных* выделите ячейки B64:C70 (рис. 1.17).

8.8. Щелкните поочередно левой кнопкой мыши на кнопках <ОК>.

8.9. Измените название диаграммы на «Полигон».

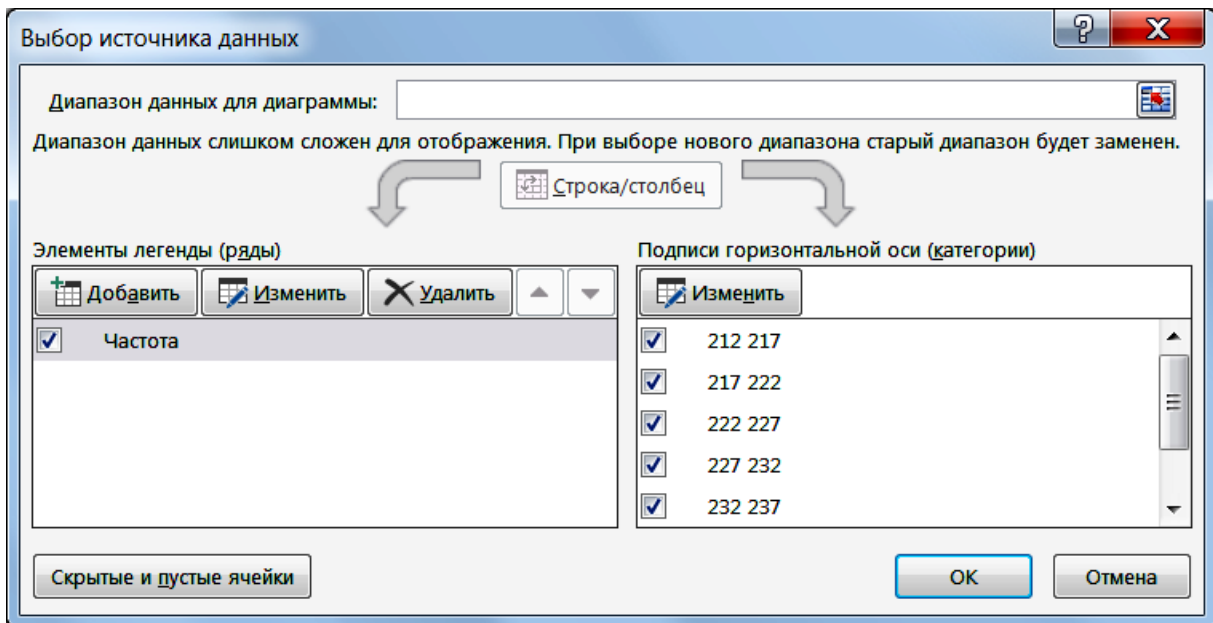


Рис. 1.16

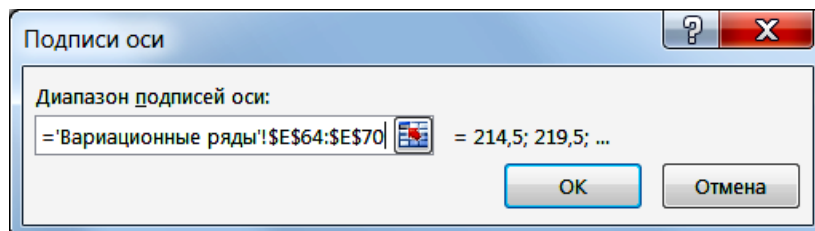


Рис. 1.17

Результаты выводятся на экран в следующем виде (рис. 1.18).

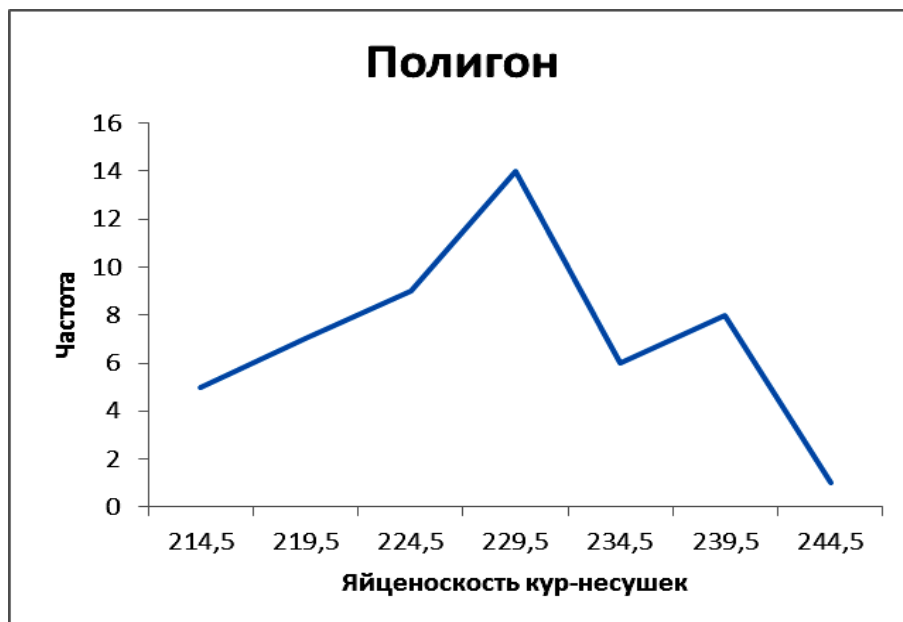


Рис. 1.18

9. Постройте кумуляту распределения яйценоскости.

9.1. Скопируйте полигон в ячейку D93.

9.2. Щелкните правой кнопкой мыши на диаграмме и на появившейся вкладке нажмите кнопку <Выбрать данные>.

9.3. В диалоговом окне *Выбор источника данных* установите параметры в соответствии рис. 1.19.

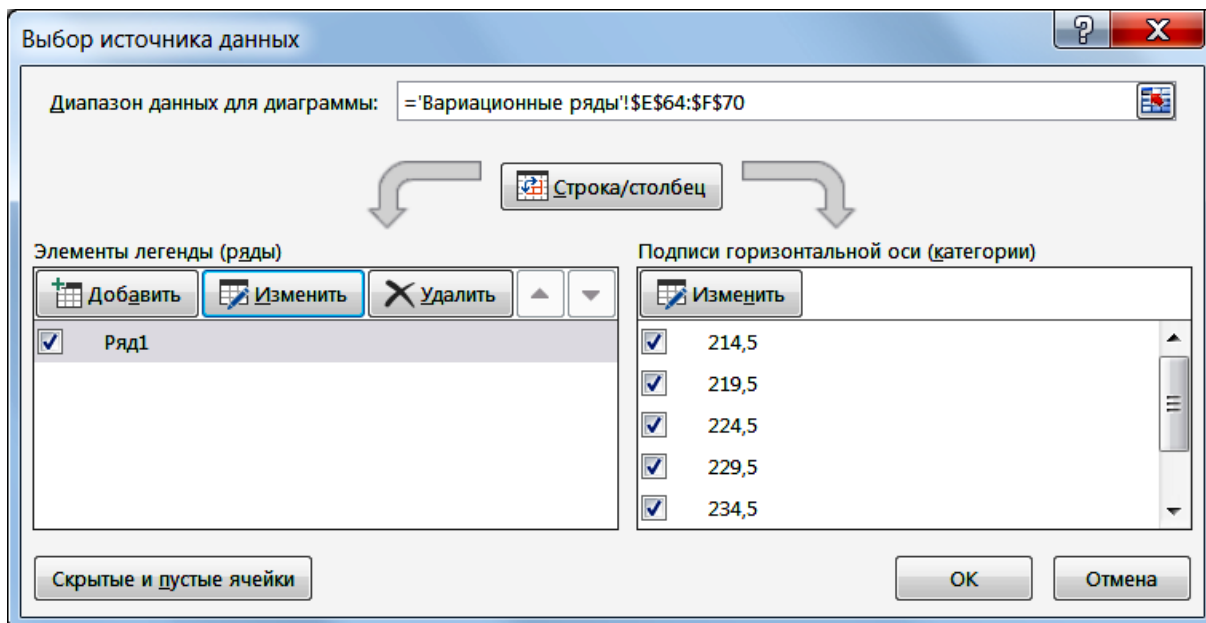


Рис. 1.19

9.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <OK>.

9.5. Измените название диаграммы на «Кумулята».

Результаты выводятся на экран в следующем виде (рис. 1.20).

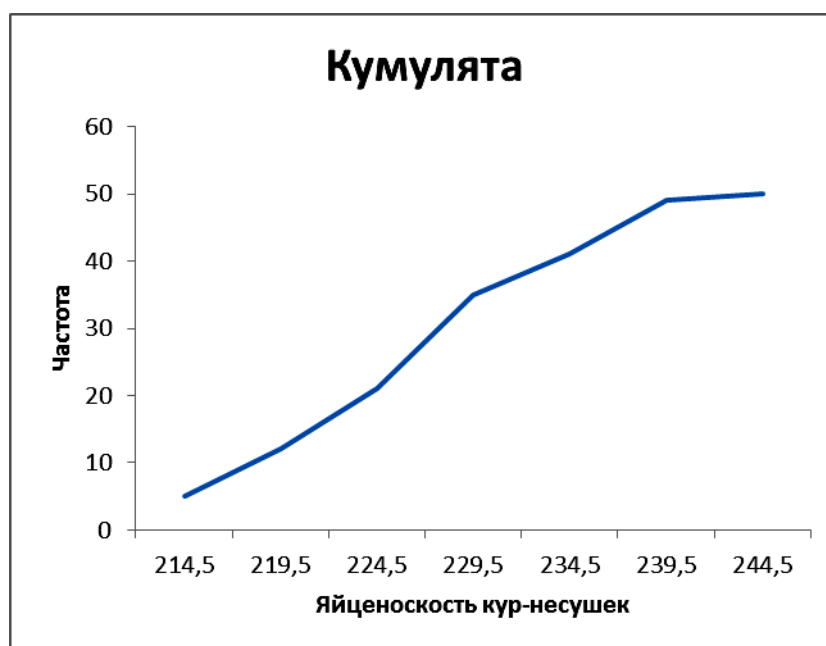


Рис. 1.20

Тема 2. Средние величины

2.1. Средняя арифметическая

Задание 1

Имеются данные по 8 коровам об их удое за год (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Удой коровы

№ коровы	Удой коровы за год, кг
	x
1	3811
2	3600
3	3480
4	3758
5	4059
6	4222
7	4160
8	3971
Итого	$\sum x = 31061$

Требуется определить средний удой на одну корову за год.

Методические указания

Так как даны индивидуальные значения удоя молока по каждой корове, то средний удой определяется по формуле средней арифметической простой:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{31061}{8} = 3883 \text{ кг.}$$

Таким образом, среднегодовой удой от коровы за год составляет 3883 кг.

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel


1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 2.1.

	A	B	C
1	№ коровы	Удой коровы за год, кг	
2	1	3811	
3	2	3600	
4	3	3480	
5	4	3758	
6	5	4059	
7	6	4222	
8	7	4160	
9	8	3971	
10			
11	Средний удой за год, кг		

Рис. 2.1

2. Рассчитайте средний удой на корову за год как среднюю арифметическую простую.

2.1. Выделите ячейку C11.

2.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

2.3. В диалоговом окне *Вставить функцию* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Статистические>, Выберите функцию → <СРЗНАЧ> (рис. 2.2).

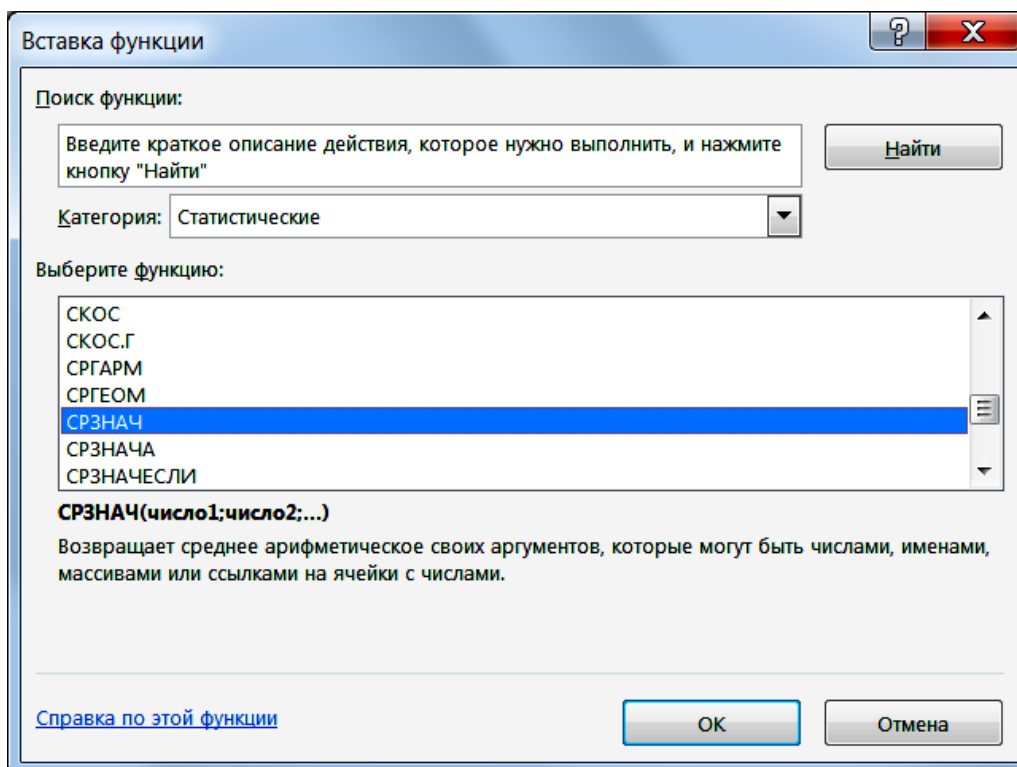


Рис. 2.2

2.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

2.5. На вкладке *СРЗНАЧ* установите параметры в соответствии с рис. 2.3.

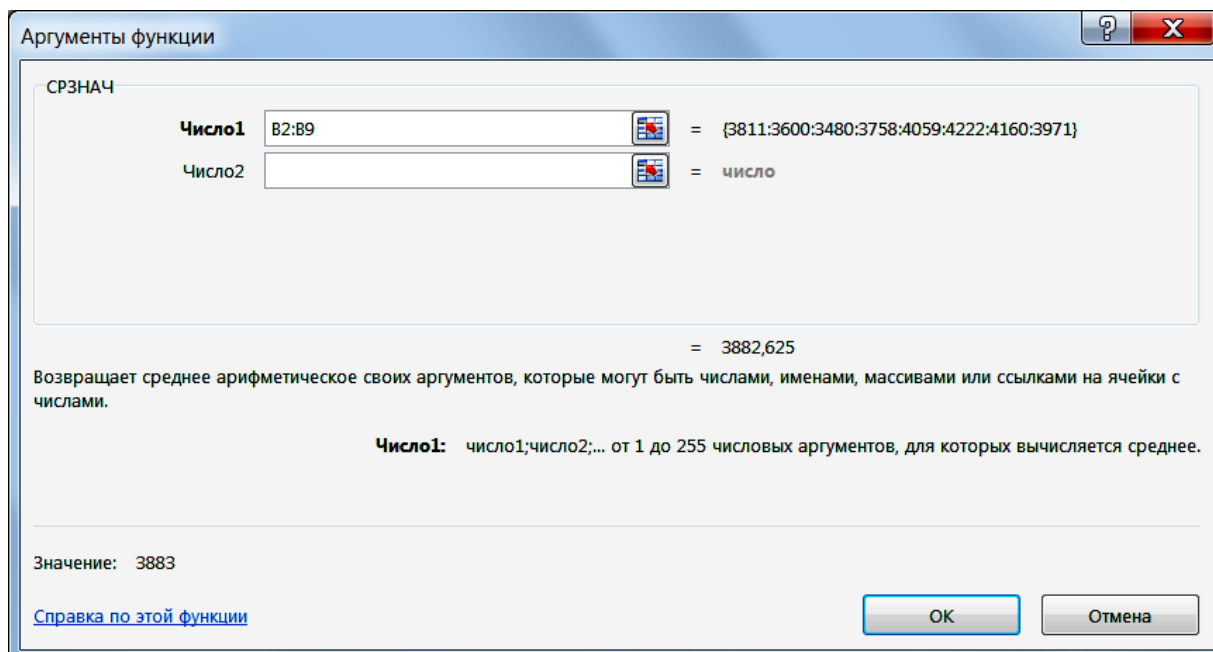


Рис. 2.3

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 2.4).

	A	B	C
1	№ коровы	Удой коровы за год, кг	
2	1	3811	
3	2	3600	
4	3	3480	
5	4	3758	
6	5	4059	
7	6	4222	
8	7	4160	
9	8	3971	
10			
11	Средний удой за год, кг		3883

Рис. 2.4

Задание 2

Имеются данные по сельскохозяйственному предприятию о поголовье коров на фермах и среднегодовом удое коровы по каждой ферме (табл. 2.2).

Требуется определить среднегодовой удой коровы по хозяйству.

Таблица 2.2. **Поголовье коров и удой молока**

Ферма	Поголовье коров, гол.	Среднегодовой удой ко- ровы, кг	Валовой надой молока, кг
	f	x	xf
1	230	3905	898150
2	187	4287	801669
3	441	4030	1777230
4	345	3964	1367580
5	284	4189	1189676
Итого	$\sum f = 1487$	\times	$\sum xf = 6034305$

Методические указания

Поскольку индивидуальные значения признака в совокупности встречаются несколько раз (например, на 1-й ферме – 230 раз), средняя определяется по формуле средней арифметической взвешенной. Для этого общий валовой надой молока по сельскохозяйственному предприятию необходимо разделить на все поголовье коров:

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{\sum f} = \frac{6034305}{1487} = 4058 \text{ кг.}$$

Среднегодовой удой молока коровы в целом по сельскохозяйственному предприятию составляет 4058 кг.

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel

1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 2.5.

	A	B	C	D
1	Ферма	Поголовье коров, гол.	Среднегодовой удой коровы, ц	
2	1	230	3905	
3	2	187	4287	
4	3	441	4030	
5	4	345	3964	
6	5	284	4189	
7				
8	Общее поголовье коров, гол.			
9	Валовой надой молока за год, кг			
10	Среднегодовой удой молока, кг			

Рис. 2.5

2. Рассчитайте общее поголовье.

2.1. Выделите ячейку D8.


2.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Σ Автосумма>.

2.3. Выделите ячейки B2:B6.

2.4. Нажмите клавишу <Enter>.

3. Рассчитайте валовой надой молока за год.

3.1. Выделите ячейку D9.

3.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

3.3. В диалоговом окне *Вставка функции* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Математические>, Выберите функцию → <СУММПРОИЗВ> (рис. 2.6).

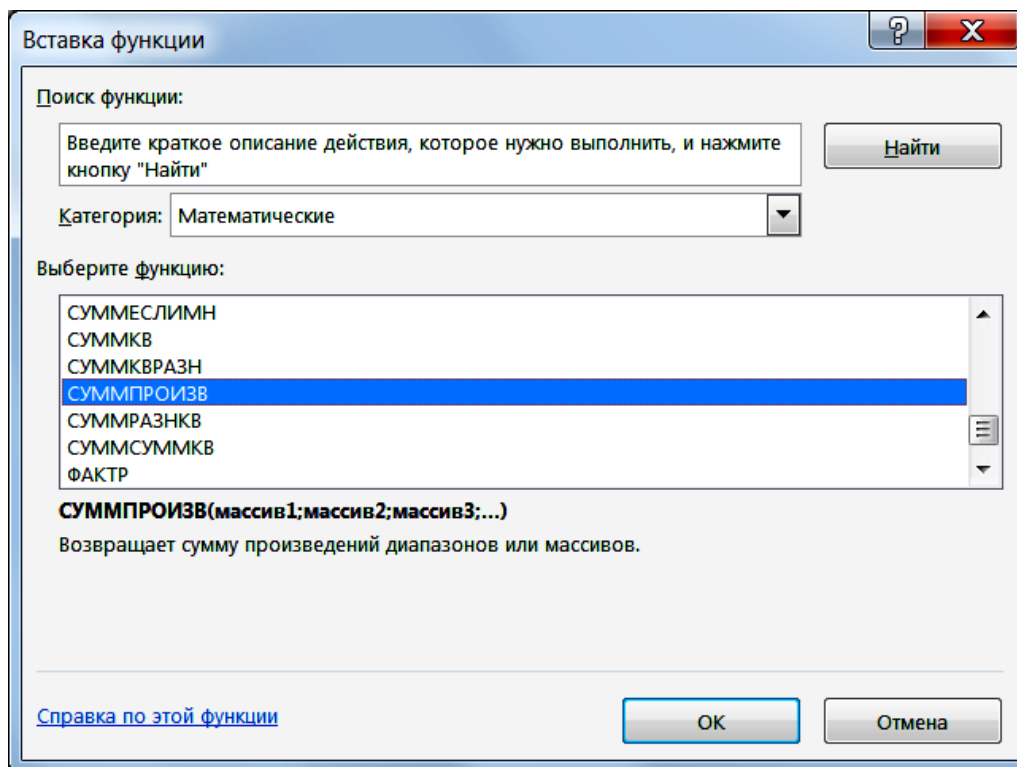


Рис. 2.6

3.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

3.5. На вкладке *СУММПРОИЗВ* установите параметры в соответствии с рис. 2.7.

3.6. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

4. Рассчитайте среднегодовой удой молока от коровы по сельскохозяйственному предприятию как среднюю арифметическую взвешенную. Для этого введите в ячейку D10 формулу =D9/D8.

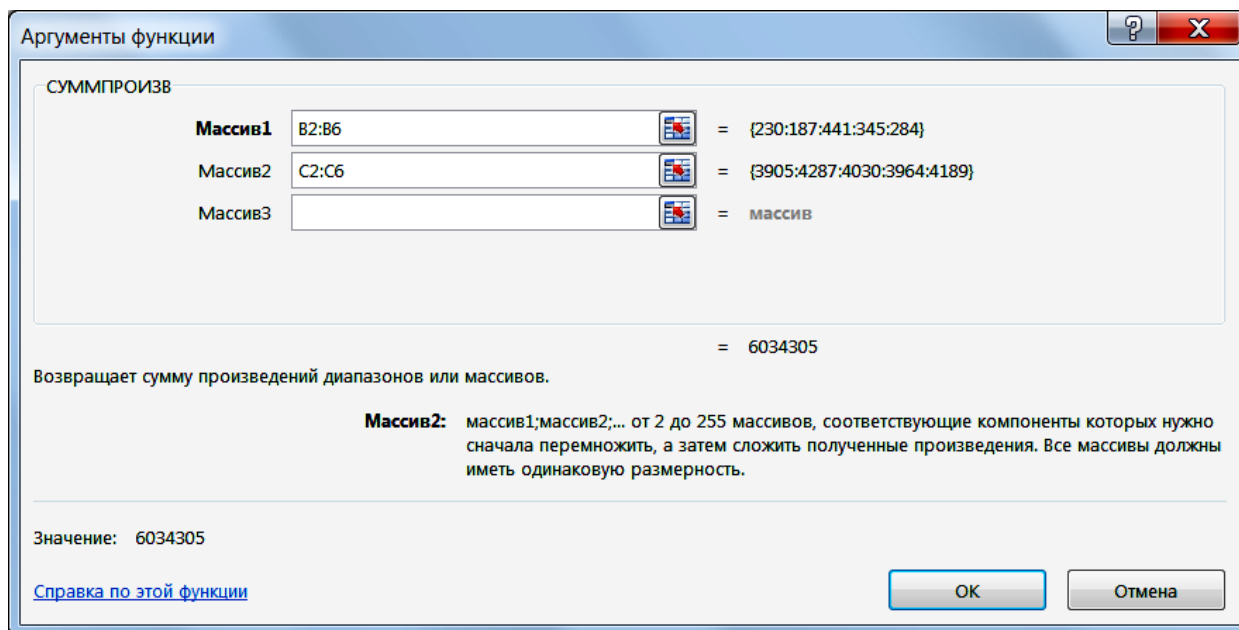


Рис. 2.7

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 2.8).

	A	B	C	D
8	Общее поголовье коров, гол.			1487
9	Валовой надой молока за год, кг			6034305
10	Среднегодовой удой молока, кг			4058

Рис. 2.8

2.2. Средняя гармоническая

Задание

Имеются данные по сельскохозяйственному предприятию о поголовье коров на фермах и среднегодовом удое коровы по каждой ферме (табл. 2.3).

Таблица 2.3. Затраты на производство молока

Ферма	Валовой надой молока за год, кг	Среднегодовой удой коровы, ц	Поголовье коров, гол.
	w	x	$\frac{w}{x}$
1	898150	3905	230
2	801669	4287	187
3	1777230	4030	441
4	1367580	3964	345
5	1189676	4189	284
Итого	$\sum w = 6034305$	\times	$\sum \frac{w}{x} = 1487$

Требуется определить среднегодовой удой коровы по хозяйству.

Методические указания

Для расчета средней необходимо определить общий валовой надой молока по всем фермам и общее поголовье коров. Среднегодовой удой молока коровы будет рассчитываться по формуле средней гармонической:

$$\bar{x} = \frac{\sum w}{\sum \frac{w}{x}} = \frac{6034305}{1487} = 4058 \text{ ц.}$$

Среднегодовой удой молока коровы в целом по сельскохозяйственному предприятию составляет 4058 кг.

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel

1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 2.9.

	A	B	C	D
	Ферма	Валовой надой молока за год, кг	Среднегодовой удой коровы, ц	Поголовье коров, гол.
1				
2	1	898150	3905	
3	2	801669	4287	
4	3	1777230	4030	
5	4	1367580	3964	
6	5	1189676	4189	
7				
8	Общий валовой надой молока за год, кг			
9	Общее поголовье коров, гол.			
10	Среднегодовой удой молока, кг			

Рис. 2.9

2. Рассчитайте поголовье коров по фермам.

2.1. Введите в ячейку D2 формулу =B2/C2.

2.2. Скопируйте ячейку D2 в ячейки D3:D6.

3. Рассчитайте общий валовой надой молока.

3.1. Выделите ячейку D8.

3.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопку <Σ Автосумма>.

3.3. Выделите ячейки B2:B6.

3.4. Нажмите клавишу <Enter>.

4. Рассчитайте общее поголовье коров. Для этого вставьте в ячейку D9 математическую функцию =СУММ(D2:D6). Порядок расчетов изложен в пункте 3.

5. Рассчитайте среднегодовой удой молока как среднюю гармоническую. Для этого введите в ячейку D10 формулу =D8/D9.

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 2.10).

	A	B	C	D
	Ферма	Валовой надой молока за год, кг	Среднегодовой удой коровы, ц	Поголовье коров, гол.
1				
2	1	898150	3905	230
3	2	801669	4287	187
4	3	1777230	4030	441
5	4	1367580	3964	345
6	5	1189676	4189	284
7				
8	Общий валовой надой молока за год, кг			6034305
9	Общее поголовье коров, гол.			1487
10	Среднегодовой удой молока, кг			4058

Рис. 2.10

2.3. Средняя геометрическая

Задание

Имеются данные об ежегодных темпах изменения поголовья крупного рогатого скота на сельскохозяйственном предприятии (табл. 2.4).

Таблица 2.4. Коэффициенты роста поголовья крупного рогатого скота

Год	Коэффициент роста поголовья
2010	0,942
2011	1,021
2012	0,995
2013	1,084
2014	1,152

Требуется определить средний коэффициент изменения поголовья крупного рогатого скота.

Методические указания

Так как общий объем прироста поголовья определяется как произведение коэффициентов роста, для определения среднего коэффициента роста необходимо применить среднюю геометрическую:

$$\bar{x} = \sqrt[n]{\prod x} = \sqrt[5]{0,942 \cdot 1,021 \cdot 0,995 \cdot 1,084 \cdot 1,152} = 1,036.$$

Средний рост поголовья крупного рогатого скота за 5 лет составил 1,036, то есть в среднем ежегодно поголовье увеличивалось в 1,036 раза или на 3,6%.

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel

1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 2.11.

	А	В	С
1	Год	Коэффициент роста поголовья	
2	2010	0,942	
3	2011	1,021	
4	2012	0,995	
5	2013	1,084	
6	2014	1,153	
7			
8	Средний коэффициент роста		

Рис. 2.11

2. Рассчитайте средний коэффициент роста поголовья крупного рогатого скота как среднюю геометрическую.

2.1. Выделите ячейку С8.

2.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

2.3. В диалоговом окне *Вставка функции* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Статистические>, Выберите функцию → <СРГЕОМ> (рис. 2.12).

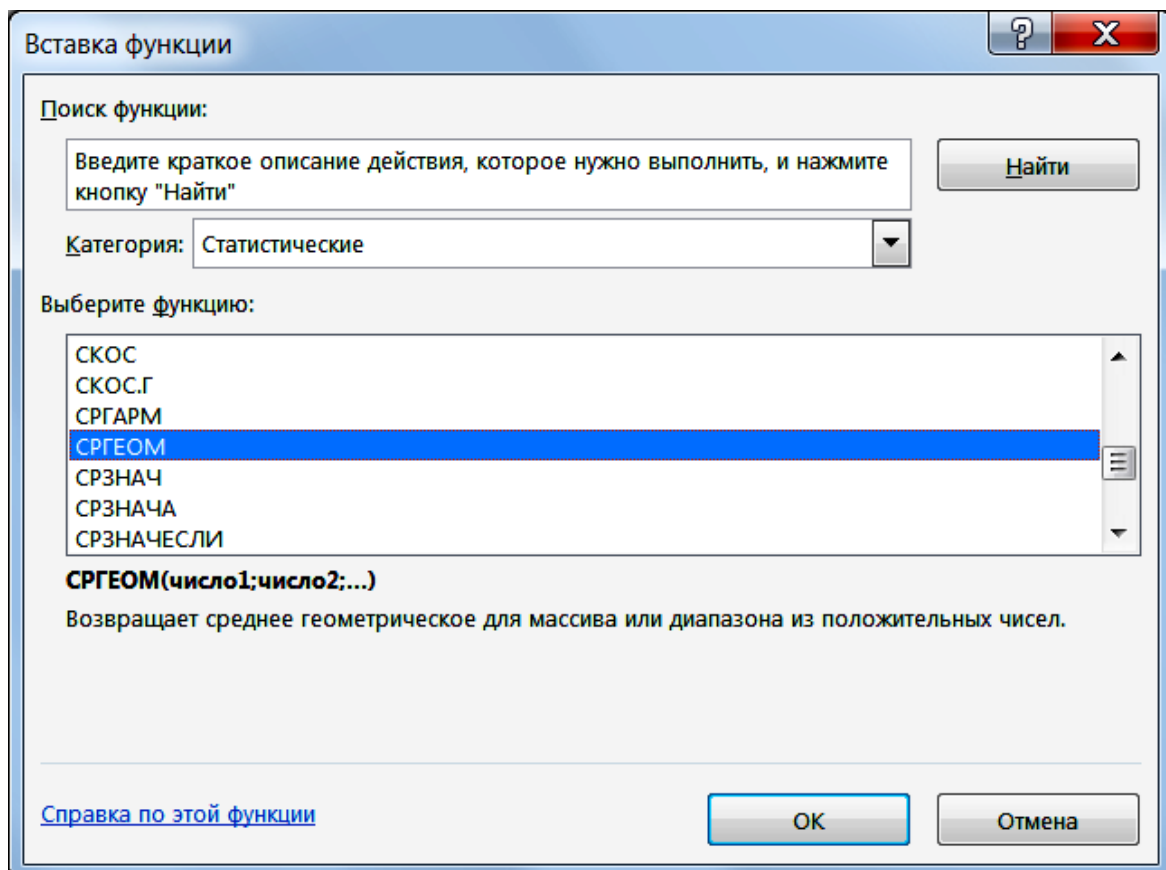


Рис. 2.12

2.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

2.5. На вкладке *СРГЕОМ* установите параметры в соответствии с рис. 2.13.

2.6. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

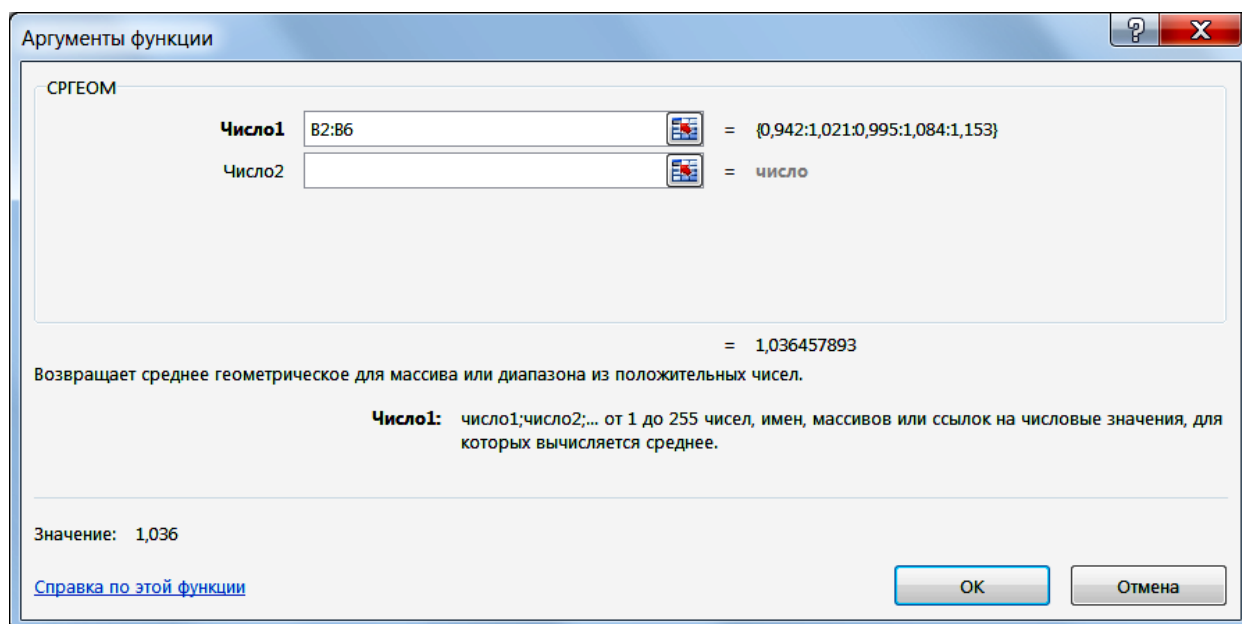


Рис. 2.13

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 2.14).

	А	В	С
1	Год	Коэффициент роста поголовья	
2	2010	0,942	
3	2011	1,021	
4	2012	0,995	
5	2013	1,084	
6	2014	1,153	
7			
8	Средний коэффициент роста		1,036

Рис. 2.14

2.4. Средняя квадратическая

Задание 1

Имеются данные о длине 10 шкурок кролика (табл. 2.5). Требуется определить среднюю длину шкурок.

Таблица 2.5. Длина шкурок кролика

Шкурки	Длина шкурок, дм	Квадрат длины шкурок
	x	x^2
1	4,85	23,5225
2	4,96	24,6016
3	4,58	20,9764
4	4,67	21,8089
5	4,68	21,9024
6	4,81	23,1361
7	4,79	22,9441
8	4,63	21,4369
9	4,90	24,0100
10	4,53	20,5209
Итого	\times	$\sum x^2 = 224,8598$

Методические указания

Поскольку длина шкурок является линейной мерой их площади и признаки встречаются по одному разу, средняя длина определяется по формуле средней квадратической простой:

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}} = \sqrt{\frac{224,8598}{10}} = 4,74 \text{ дм.}$$

Средняя длина шкурок кролика составляет 4,74 дм.

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel


1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 2.15.

	А	В	С
1	Шкурки	Длина шкурок, дм	
2	1	4,85	
3	2	4,96	
4	3	4,58	
5	4	4,67	
6	5	4,68	
7	6	4,81	
8	7	4,79	
9	8	4,63	
10	9	4,9	
11	10	4,53	
12			
13	Сумма квадратов длины шкурок		
14	Средняя длина шкурок, дм		

Рис. 2.15

2. Рассчитайте сумму квадратов длины шкурок.

2.1. Выделите ячейку С13.

2.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

2.3. В диалоговом окне *Вставка функции* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Математические>, Выберите функцию → <СУММКВ> (рис. 2.16).

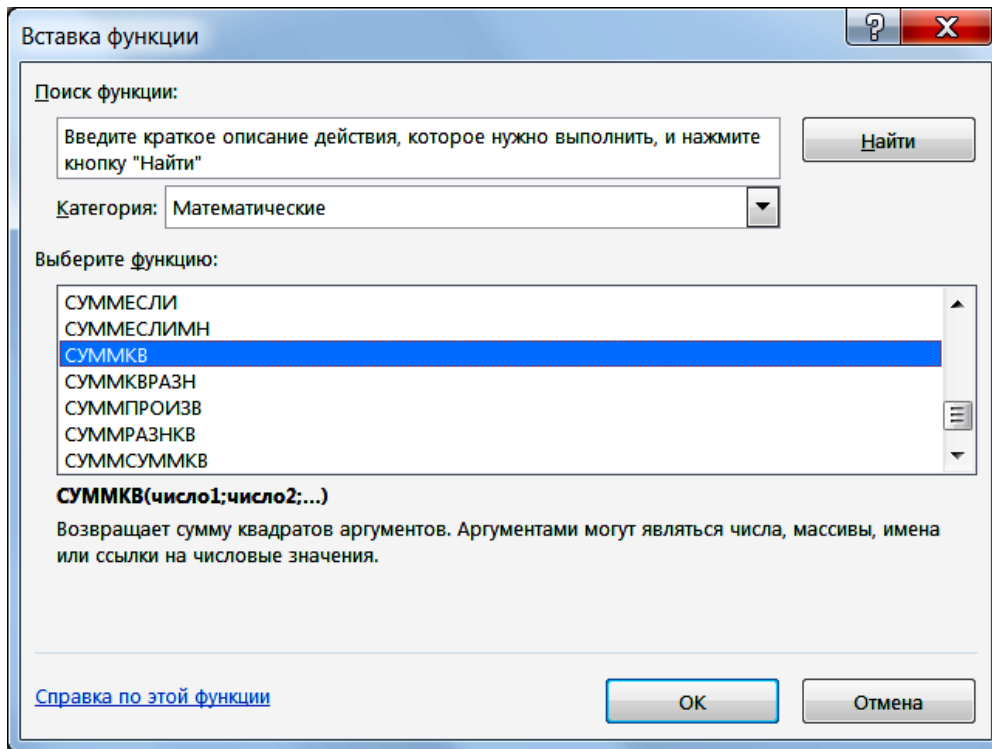


Рис. 2.16

2.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <OK>.

2.5. На вкладке *СУММКВ* установите параметры в соответствии с рис. 2.17.

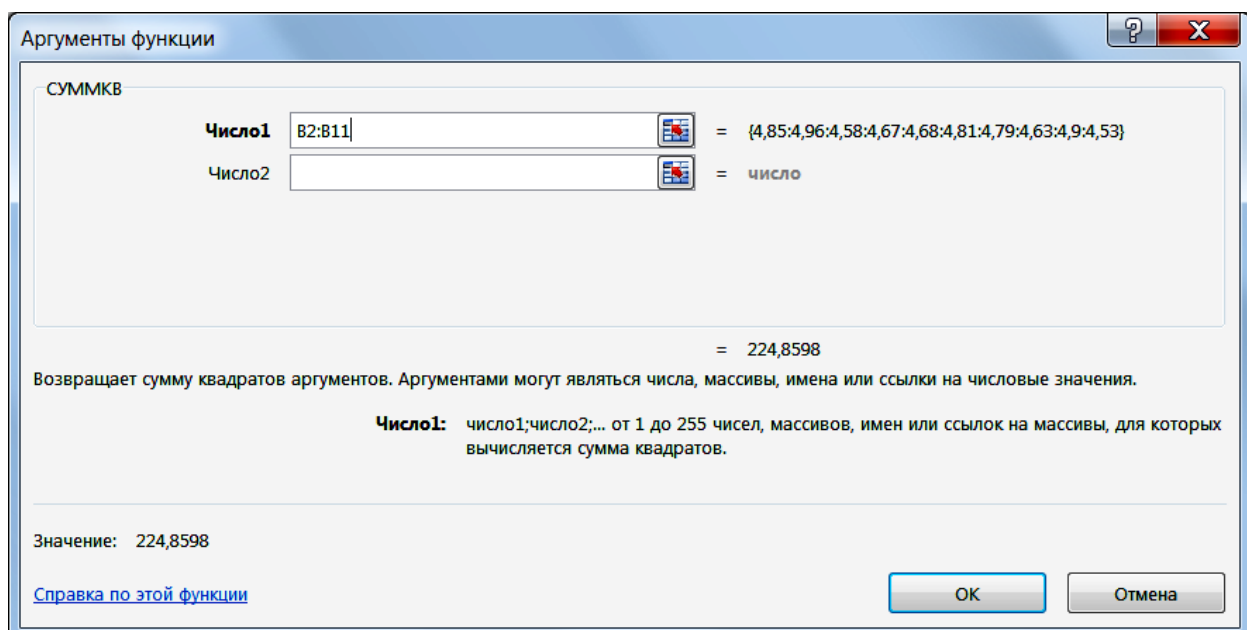



Рис. 2.17

2.6. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

3. Рассчитайте среднюю длину шкурок как среднюю квадратическую простую.

3.1. Выделите ячейку C14.

3.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

3.3. В диалоговом окне *Вставка функции* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Математические>, Выберите функцию → <КОРЕНЬ> (рис. 2.18).

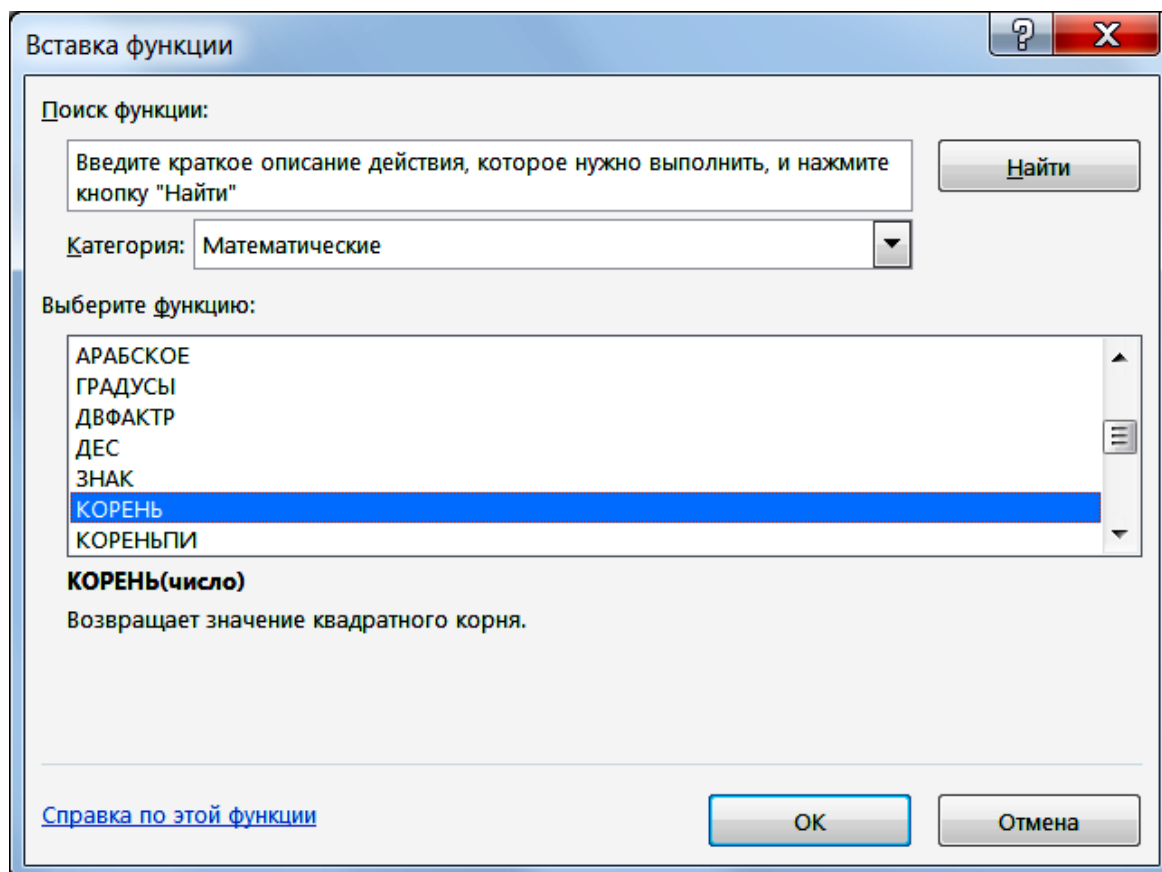


Рис. 2.18

3.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

3.5. На вкладке *КОРЕНЬ* установите параметры в соответствии с рис. 2.19.

3.6. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

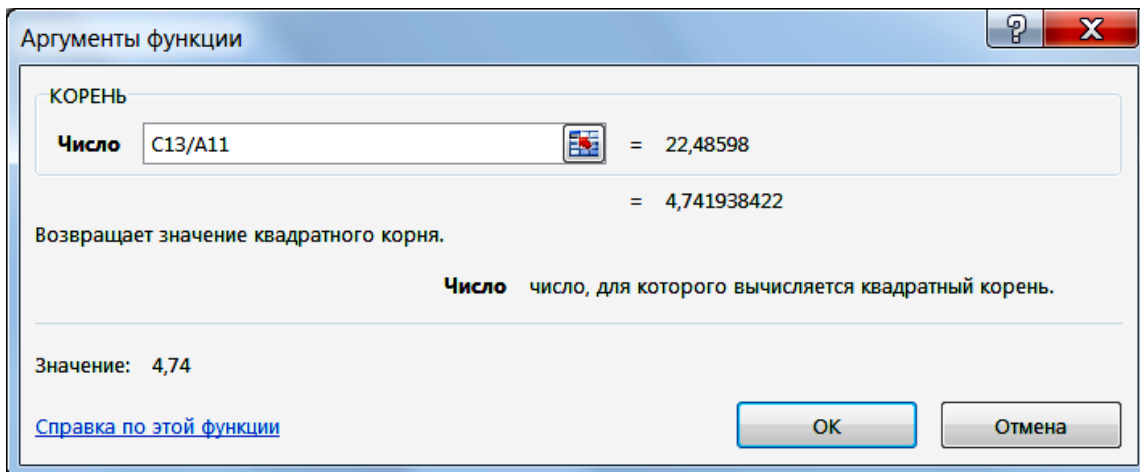


Рис. 2.19

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 2.20).

	А	В	С
13	Сумма квадратов длины шкурок		224,8598
14	Средняя длина шкурок, дм		4,74

Рис. 2.20

Задание 2

Имеются данные о диаметре сосков вымени у коровы (табл. 2.6).

Таблица 2.6. Диаметр сосков вымени у коровы

№ п/п	Диаметр сосков вымени у коровы, мм	Число случаев	Квадрат вариант	Размер квадратов вариант
	x	f	x^2	$x^2 f$
1	16	3	256	768
2	17	11	289	3179
3	18	9	324	2916
4	19	17	361	6137
5	20	16	400	6400
6	21	20	441	8820
7	22	18	484	8712
8	23	17	529	8993
9	24	4	576	2304
10	25	2	625	1250
Итого	×	$\sum f = 117$	×	$\sum x^2 f = 49479$

Требуется определить средний диаметр сосков вымени у коровы.

Методические указания

В данном примере необходимо использовать формулу средней квадратической взвешенной:

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum x^2 f}{\sum f}} = \sqrt{\frac{49479}{117}} = 20,6 \text{ мм.}$$

Средний диаметр сосков вымени у коровы составляет 20,6 мм.

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel

1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 2.21.

	А	В	С
1	№ п/п	Диаметр сосков вымени у коровы, мм	Число случаев
2	1	16	3
3	2	17	11
4	3	18	9
5	4	19	17
6	5	20	16
7	6	21	20
8	7	22	18
9	8	23	17
10	9	24	4
11	10	25	2
12			
13	Общее число случаев		
14	Общий размер квадратов вариант		
15	Средний диаметр сосков, мм		

Рис. 2.21

2. Рассчитайте общее число случаев.

2.1. Выделите ячейку С13.


2.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Σ Автосумма>.

2.3. Выделите ячейки С2:С11.

2.4. Нажмите клавишу <Enter>.

3. Рассчитайте общий размер квадратов вариант.

3.1. Выделите ячейку С14.

3.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

3.3. В диалоговом окне *Вставка функции* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Математические>, Выберите функцию → <СУММПРОИЗВ> (рис. 2.22).

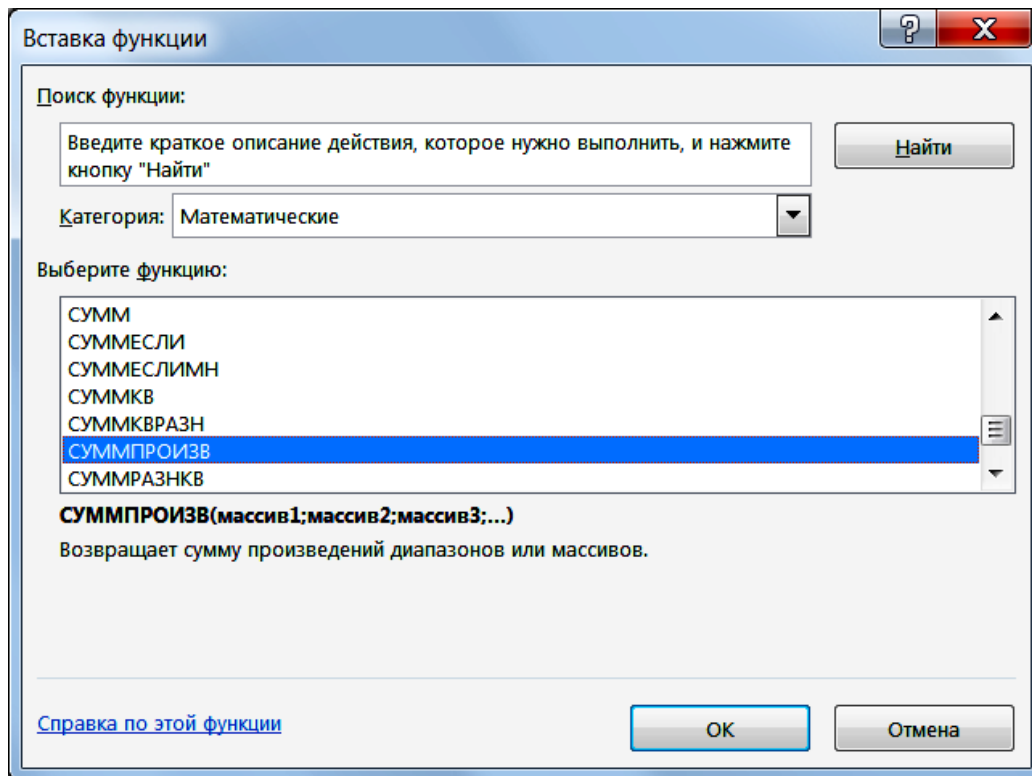


Рис. 2.22

3.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

3.5. На вкладке *СУММПРОИЗВ* установите параметры в соответствии с рис. 2.23.

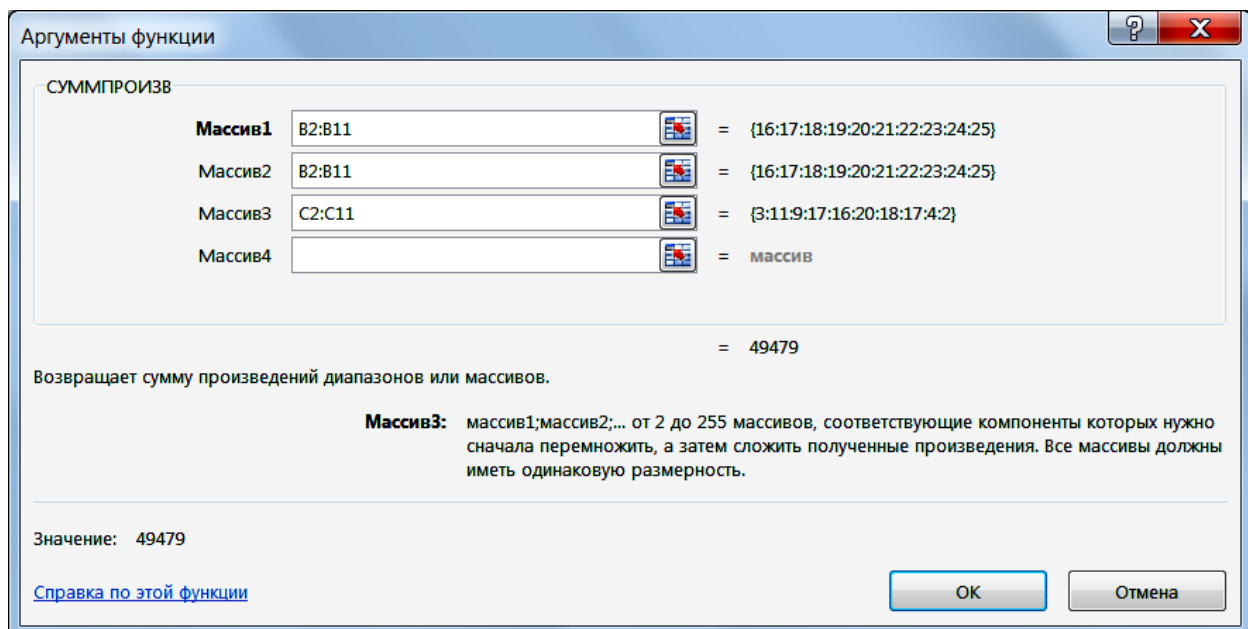



Рис. 2.23

3.6. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

4. Рассчитайте средний диаметр сосков на вымени у коровы как среднюю квадратическую взвешенную.

4.1. Выделите ячейку C15.

4.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

4.3. В диалоговом окне *Вставка функции* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Математические>, Выберите функцию → <КОРЕНЬ> (рис. 2.24).

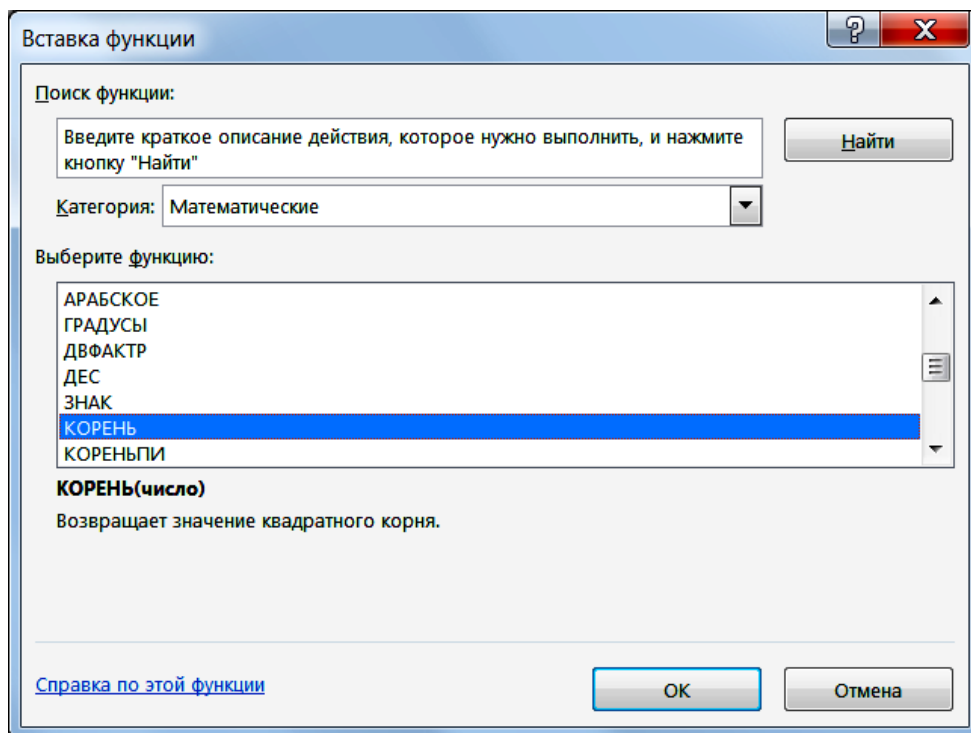


Рис. 2.24

4.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

4.5. На вкладке *КОРЕНЬ* установите параметры в соответствии с рис. 2.25.

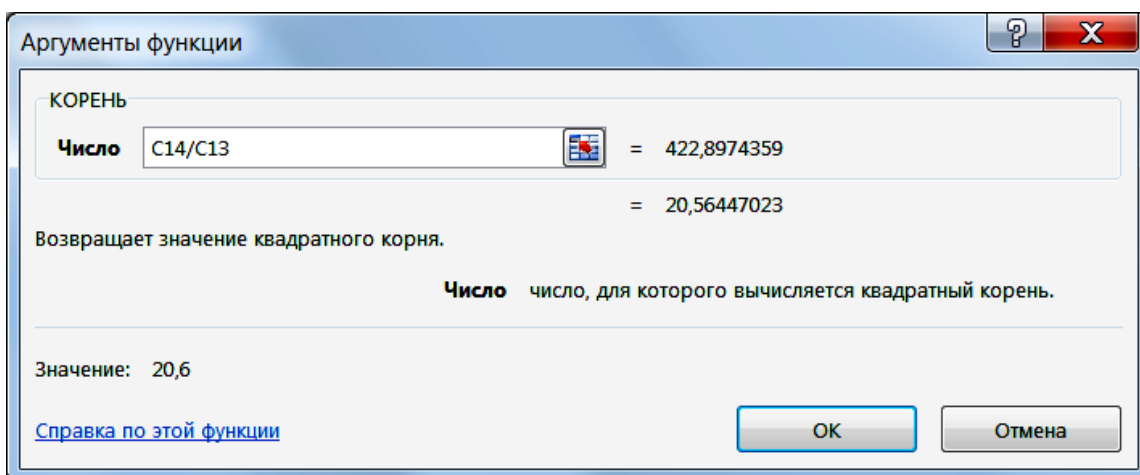


Рис. 2.25

4.6. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 2.26).

	A	B	C
13	Общее число случаев		117
14	Общий размер квадратов вариант		49479
15	Средний диаметр сосков, мм		20,6

Рис. 2.26

2.5. Мода и медиана

Задание 1

По данным табл. 1.1 определите моду и медиану распределения яйценоскости кур-несушек.

Методические указания

Медианой будет признак с номером $\frac{50}{2} + 0,5 = 25,5 \approx 26$, то есть курица-несушка с яйценоскостью 229 шт. яиц.

Для определения моды рассчитаем частоту для различной яйценоскости кур-несушек (табл. 2.7).

Таблица 2.7. **Яйценоскость и численность кур-несушек**

Яйценос- кость, шт.	Числен- ность, гол.	Яйценос- кость, шт.	Числен- ность, гол.	Яйценос- кость, шт.	Числен- ность, гол.
212	1	223	2	235	3
214	1	226	2	237	2
217	3	227	5	238	3
218	1	228	3	239	1
219	1	229	3	240	1
220	1	231	4	241	2
221	3	232	4	242	1
222	1	234	1	245	1

Самую большую частоту – 5 имеют куры-несушки с яйценоскостью 227 шт. яиц, следовательно, мода равна 227.

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel


1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 2.27.

	А	В
1	№ курицы-несушки	Яйценоскость кур-несушек, шт.
2	1	212
3	2	214
51	50	245
52		
53	Мода	
54	Медиана	

Рис. 2.27

2. Рассчитайте моду.

2.1. Выделите ячейку В53.

2.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

2.3. В диалоговом окне *Вставка функции* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Статистические>, Выберите функцию → <МОДА.ОДН> (рис. 2.28).

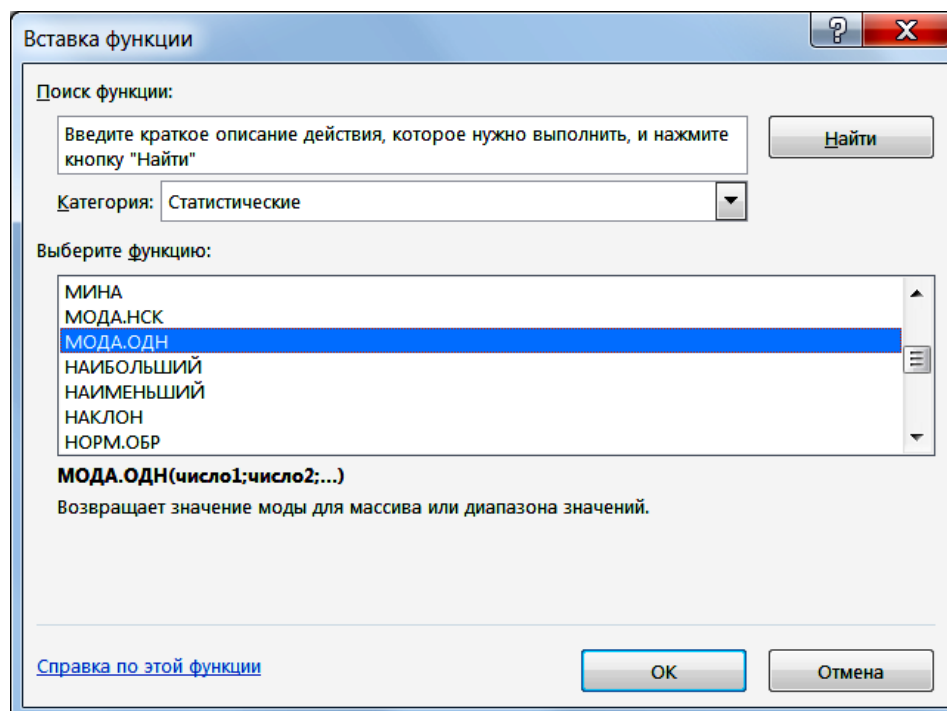


Рис. 2.28

2.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

2.5. На вкладке *МОДА.ОДН* установите параметры в соответствии с рис. 2.29.

2.6. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

3. Аналогично найдите медиану, используя функцию *МЕДИАНА*. Результат занесите в ячейку В54.

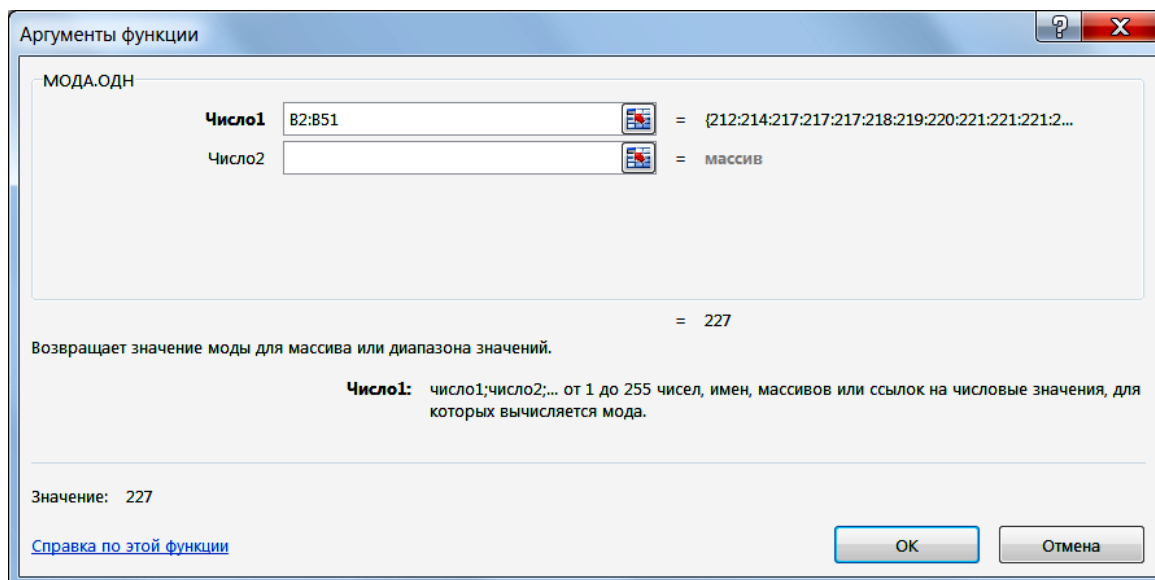


Рис. 2.29

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 2.30).

	А	В
	№ курицы-несушки	Яйценоскость кур-несушек, шт.
1		
2	1	212
3	2	214
51	50	245
52		
53	Мода	227
54	Медиана	227

Рис. 2.30

Задание 2

Имеются данные о среднесуточных приростах живой массы у молодняка крупного рогатого скота (табл. 2.8).

Таблица 2.8. Среднесуточный прирост живой массы ремонтных телок на откорме

Группы скота по среднесуточному приросту живой массы, г	Поголовье скота, гол.	Накопленные частоты
	f	s
500–525	21	21
525–550	36	57
550–575	98	155
575–600	143	298
600–625	136	434
625–650	100	534
650–675	86	620
675–700	10	630
Итого	$\sum f = 630$	×

Требуется определить моду и медиану.

Методические указания

Моду и медиану рассчитывают по формулам для интервального вариационного ряда.

Для нахождения моды необходимо определить модальный интервал. Таким будет интервал 575–600 с наибольшей частотой 143. Отсюда мода равна:

$$Mo = x_{Mo} + h_{Mo} \frac{f_{Mo} - f_{Mo-1}}{2f_{Mo} - f_{Mo-1} - f_{Mo+1}} = 575 + 25 \cdot \frac{143 - 98}{2 \cdot 143 - 98 - 136} = 597$$

Для нахождения медианы надо определить медианный интервал. Половина суммы частот равна 315 (630 : 2). Следовательно, согласно накопленным частотам медианным интервалом будет 600 – 625 (315 < 434). Медиана равна:

$$Me = x_{Me} + h_{Me} \frac{\sum f - s_{Me-1}}{f_{Me}} = 600 + 25 \cdot \frac{630 - 298}{143} = 603$$

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel

1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 2.31.

	А	В	С
	Группы скота по среднесуточному приросту живой массы, г	Поголовье скота, гол.	Накопленные частоты
1			
2	500-525	21	
3	525-500	36	
4	550-575	98	
5	575-600	143	
6	600-625	136	
7	625-650	100	
8	650-675	86	
9	675-700	10	
10			
11	Мода		
12	Медиана		

Рис. 2.31

2. Рассчитайте накопленные частоты.

2.1. Скопируйте ячейку В2 в ячейку С2.

2.2. Введите в ячейку С3 формулу =С2+В3.

2.3. Скопируйте ячейку С3 в ячейки С4:С9.

3. Рассчитайте моду. Для этого введите в ячейку В11 формулу =575+25*(В5-В4)/(2*В5-В4-В6).

4. Рассчитайте моду. Для этого введите в ячейку В12 формулу $=600+25*(C9/2-C5)/B5$.

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 2.32).

	А	В	С
	Группы скота по среднесуточному приросту живой массы, г	Поголовье скота, гол.	Накопленные частоты
1			
2	500-525	21	21
3	525-500	36	57
4	550-575	98	155
5	575-600	143	298
6	600-625	136	434
7	625-650	100	534
8	650-675	86	620
9	675-700	10	630
10			
11	Мода	597	
12	Медиана	603	

Рис. 2.32

Тема 3. Показатели вариации

3.1. Расчет показателей вариации

Задание

Имеются данные о поголовье, поступившем на мясокомбинат (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Поголовье, поступившее на мясокомбинат

№ партии	Поголовье бычков, гол.	Поголовье бычков	
		абсолютные отклонения	квадрат отклонений
	x	$ x - \bar{x} $	$(x - \bar{x})^2$
1	19	8	64
2	32	5	25
3	31	4	16
4	25	2	4
5	30	3	9
6	32	5	25
7	27	0	0
8	18	9	81
9	26	1	1
10	30	3	9
Итого	$\sum x = 270$	$\sum x - \bar{x} = 40$	$\sum (x - \bar{x})^2 = 234$

Необходимо определить колеблемость поголовья бычков по всей совокупности.

Методические указания

Колеблемость охарактеризуем по всем рассмотренным выше показателям вариации.

Колеблемость поголовья бычков определяется с помощью средней арифметической простой.

Среднее поголовье бычков в партии:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{270}{10} = 27 \text{ гол.}$$

Размах вариации поголовья бычков:

$$R = x_{\max} - x_{\min} = 32 - 18 = 14 \text{ гол.}$$

Среднее линейное отклонение поголовья бычков от средней:

$$L = \frac{\sum |x - \bar{x}|}{n} = \frac{40}{10} = 4 \text{ гол.}$$

Дисперсия поголовья бычков:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} = \frac{234}{10} = 23,4.$$

Среднее квадратическое отклонение поголовья бычков от средней:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{23,4} = 4,84 \text{ гол.}$$

Коэффициент вариации поголовья бычков:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} 100 = \frac{4,84}{27} \cdot 100 = 17,9\%.$$

Среднее квадратическое отклонение показывает, что поголовье бычков по данной совокупности колеблется в пределах $\pm 4,84$ гол., а коэффициент вариации равен $\pm 17,9\%$ по отношению к среднему уровню. Остальные показатели вариации предназначены для сравнения подобных совокупностей, то есть вариации поголовья по другим партиям.

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel


1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 3.1.

	A	B	C
	№ партии	Поголовье бычков, гол.	
1			
2	1	19	
3	2	32	
4	3	31	
5	4	25	
6	5	30	
7	6	32	
8	7	27	
9	8	18	
10	9	26	
11	10	30	
12			
13	Средняя арифметическая		
14	Минимальное значение		
15	Максимальное значение		
16	Размах вариации		
17	Среднее линейное отклонение		
18	Дисперсия		
19	Среднее квадратическое отклонение		
20	Коэффициент вариации		

Рис. 3.1

2. Рассчитайте среднее поголовье бычков в партии как среднюю арифметическую простую.

2.1. Выделите ячейку C13.

2.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

2.3. В диалоговом окне *Вставка функции* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Статистические>, Выберите функцию → <СРЗНАЧ> (рис. 3.2).

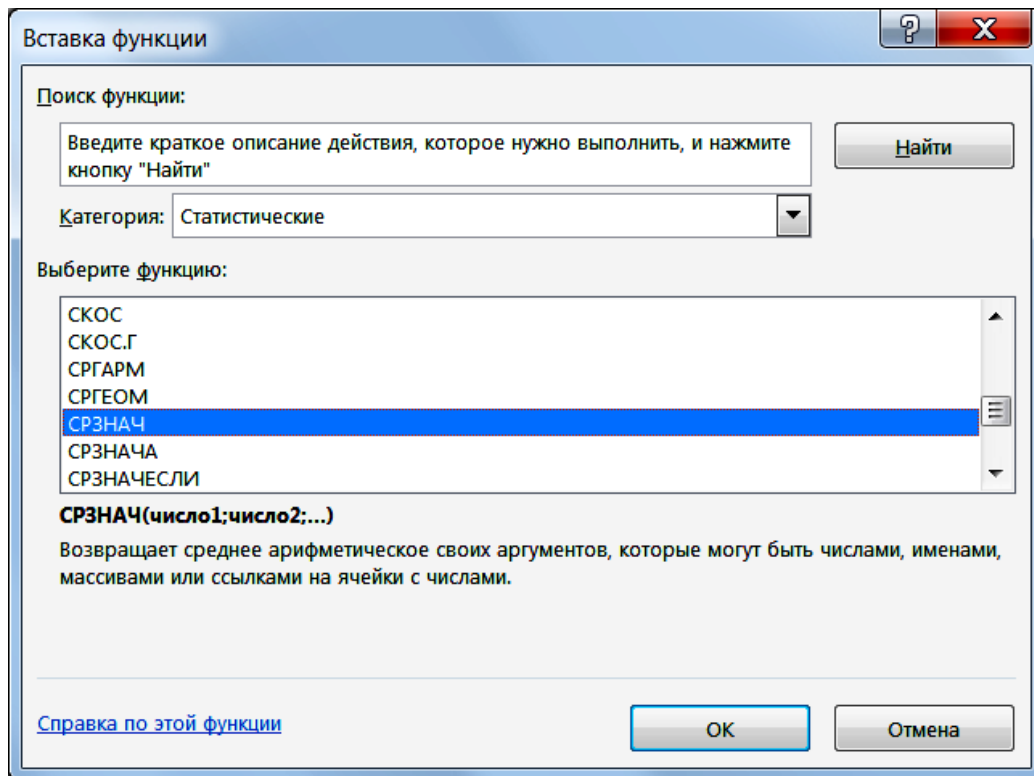


Рис. 3.2

2.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

2.5. На вкладке *СРЗНАЧ* установите параметры в соответствии с рис. 3.3.

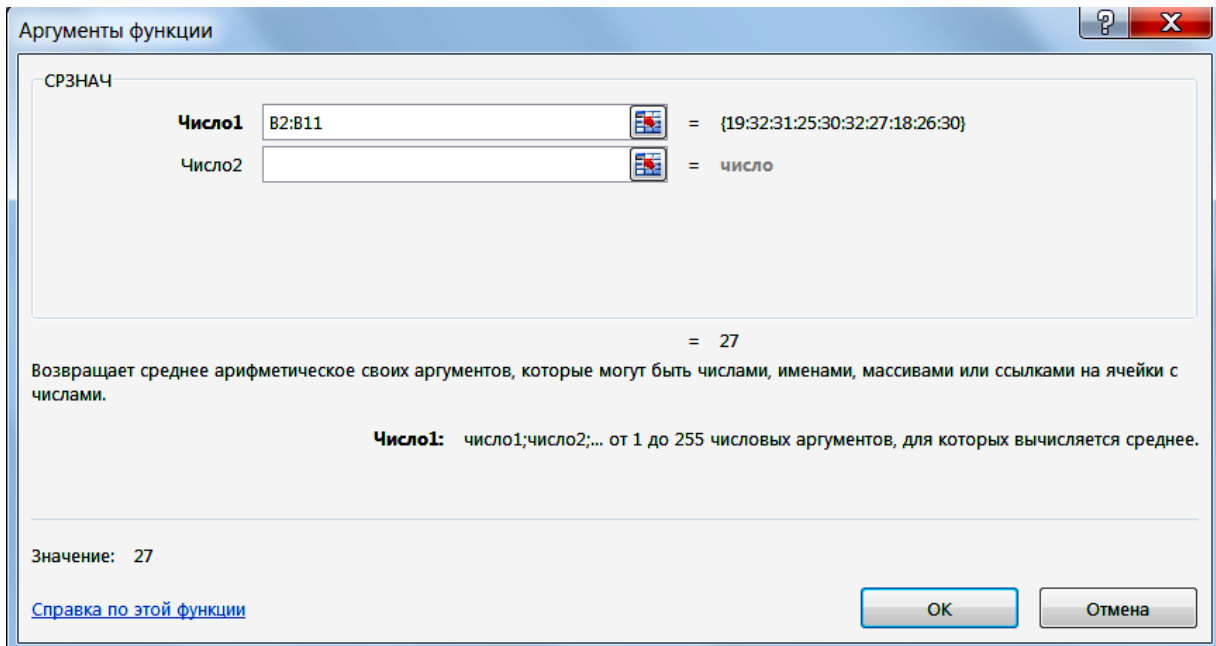


Рис. 3.3

2.6. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

3. Определите минимальное и максимальное значение поголовья бычков, используя статистические функции *МИН* и *МАКС*. Для этого вставьте в ячейки

C14 и C15 функции =МИН(B2:B11) и =МАКС(B2:B11). Порядок вставки изложен в пункте 2.

4. Рассчитайте размах вариации. Для этого введите в ячейку C16 формулу =C15-C14.

5. Рассчитайте среднее линейное отклонение, дисперсию и среднее квадратическое отклонение, используя статистические функции СРОТКЛ, ДИСП.Г и СТАНДОТКЛОН.Г. Для этого вставьте в ячейки C17, C18 и C19 функции =СРОТКЛ(B2:B11), =ДИСП.Г(B2:B11) и =СТАНДОТКЛОН.Г(B2:B11). Порядок вставки изложен в пункте 2.

6. Рассчитайте коэффициент вариации. Для этого введите в ячейку C20 формулу =C19/C13*100.

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 3.4).

	А	В	С
13	Средняя арифметическая		27
14	Минимальное значение		18
15	Максимальное значение		32
16	Размах вариации		14
17	Среднее линейное отклонение		4
18	Дисперсия		23,4
19	Среднее квадратическое отклонение		4,84
20	Козэффициент вариации		17,9

Рис. 3.4

3.2. Разложение вариации

Задание

Имеются данные об удое первотелок от разных отцов на трех сельскохозяйственных предприятиях (табл. 3.2).

Необходимо охарактеризовать вариацию удоев первотелок: общую, связанную с качествами, унаследованными от быка-отца, и определяемую прочими факторами.

Таблица 3.2. Удой первотелок, кг

Номер быка-отца	Номер сельскохозяйственного предприятия			Сумма	Средний квадрат суммы
	1	2	3		
		x_{ij}			$\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$
1	–	4615	4420	9035	40815613
2	–	4634	5233	9867	48678845
3	5134	5421	5317	15472	79794261
4	5726	5589	6945	18260	111142533
5	5918	5273	–	11191	62619241
Итого	×	×	×	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} = 63825$	$\sum_{i=1}^k \left(\frac{\left(\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}\right)^2}{n_i} \right) = 343050492$

Методические указания

Для характеристики вариации определим общую, групповую и остаточные вариации.

Для расчета показателей вариации удой первотелок возведем в квадрат (табл. 3.3).

Таблица 3.3. Квадраты удоя первотелок

Номер быка-отца	Номер сельскохозяйственного предприятия			Сумма квадратов
	1	2	3	
		x_{ij}^2		
1	–	21298225	19536400	40834625
2	–	21473956	27384289	48858245
3	26357956	26224641	27217089	79799686
4	32787076	31236921	48233025	112257022
5	35022724	27804529	–	62827253
Итого	×	×	×	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 = 344576831$

Показатели вариации равны:
общая:

$$w_o = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{N} = 344576831 - \frac{63825^2}{12} = 5107612 ;$$

групповая:

$$w_{gp} = \sum_{i=1}^k \left(\frac{\left(\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{n_i} \right) - \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{N} = 343050492 - \frac{63825^2}{12} = 3581273 ;$$

остаточная:

$$w_{ост} = w_o - w_{gp} = 5107612 - 3581273 = 1526339 .$$

Общая вариация удоев первотелок (5107612) разложена на вариацию, обусловленную качествами, унаследованными от быка-отца, (3581273) и вариацию, вызванную остальными, неучтенными факторами (1526339). К таким факторам относятся уровень кормления, условия содержания и др. Таким образом, 70,1 % (3581273 : 5107612 · 100) общей колеблемости удоев первотелок определяется качествами, унаследованными от быка-отца, а 29,9 % (100 – 70,1) обусловлено другими факторами.

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel

1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 3.5.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Номер быка-отца	Номер сельскохозяйственного предприятия			Сумма	Численность групп	Средний квадрат суммы
2		1	2	3			
3		1	4615	4420			
4	2		4634	5233			
5	3	5134	5121	5217			
6	4	5726	5589	6945			
7	5	5918	5273				
8	Итого	×	×	×			
9							
10	Сумма квадратов						
11	Общая вариация						
12	Групповая вариация						
13	Остаточная вариация						

Рис. 3.5

2. Рассчитайте сумму удоев первотелок по группам и в целом по совокупности.
2.1. Выделите ячейку E3.

2.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Σ Автосумма>.


2.3. Выделите ячейки B3:D3.

2.4. Нажмите клавишу <Enter>.

2.5. Скопируйте ячейку E3 в ячейки E4:E7.

3. Определите численность групп и всей совокупности.

3.1. Выделите ячейку F3.

3.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

3.3. В диалоговом окне *Вставка функции* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Статистические>, Выберите функцию → <СЧЁТ> (рис. 3.6).

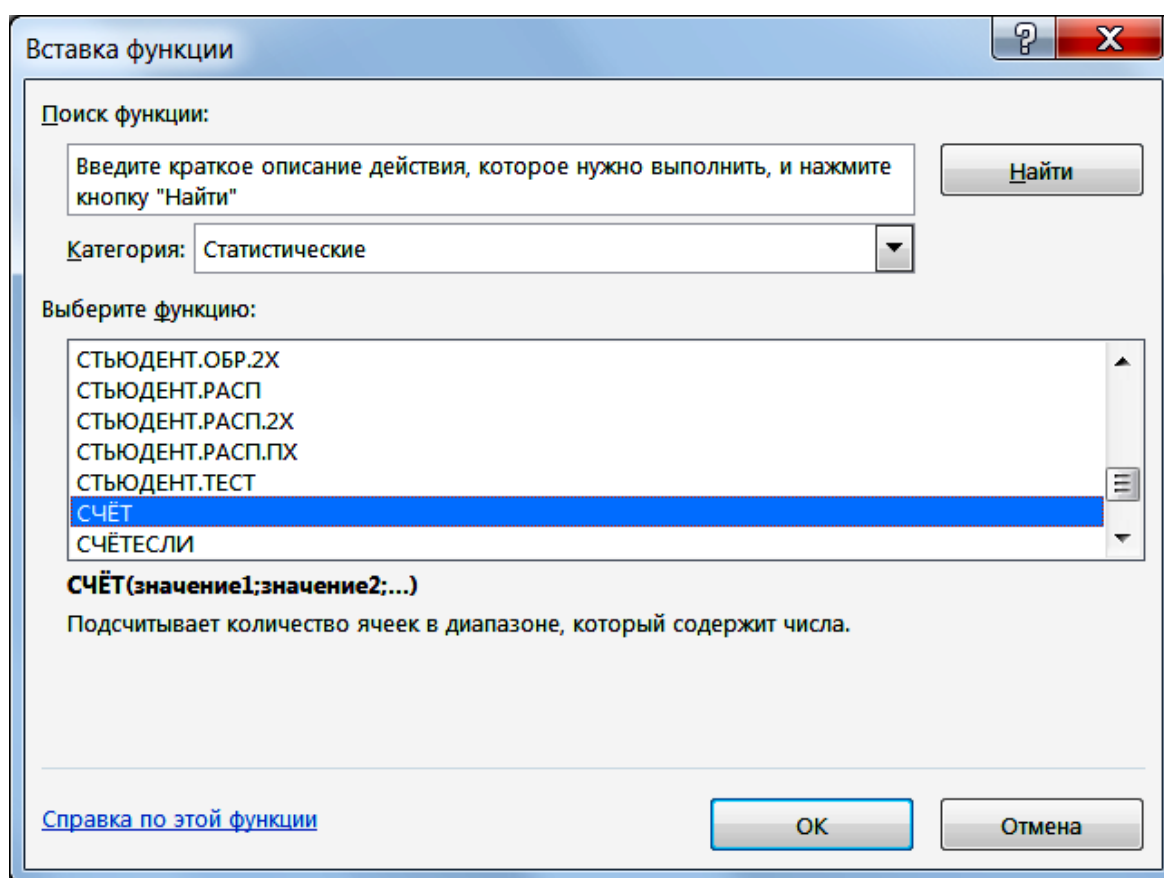


Рис. 3.6

3.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <OK>.

3.5. На вкладке *СЧЁТ* установите параметры в соответствии с рис. 3.7.

3.6. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <OK>.

3.7. Скопируйте ячейку F3 в ячейки F4:F7.

4. Рассчитайте средний квадрат суммы и сумму средних квадратов.

4.1. Введите в ячейку G3 формулу $=E3^2/F3$.

4.2. Скопируйте ячейку G3 в ячейки G4:G7.

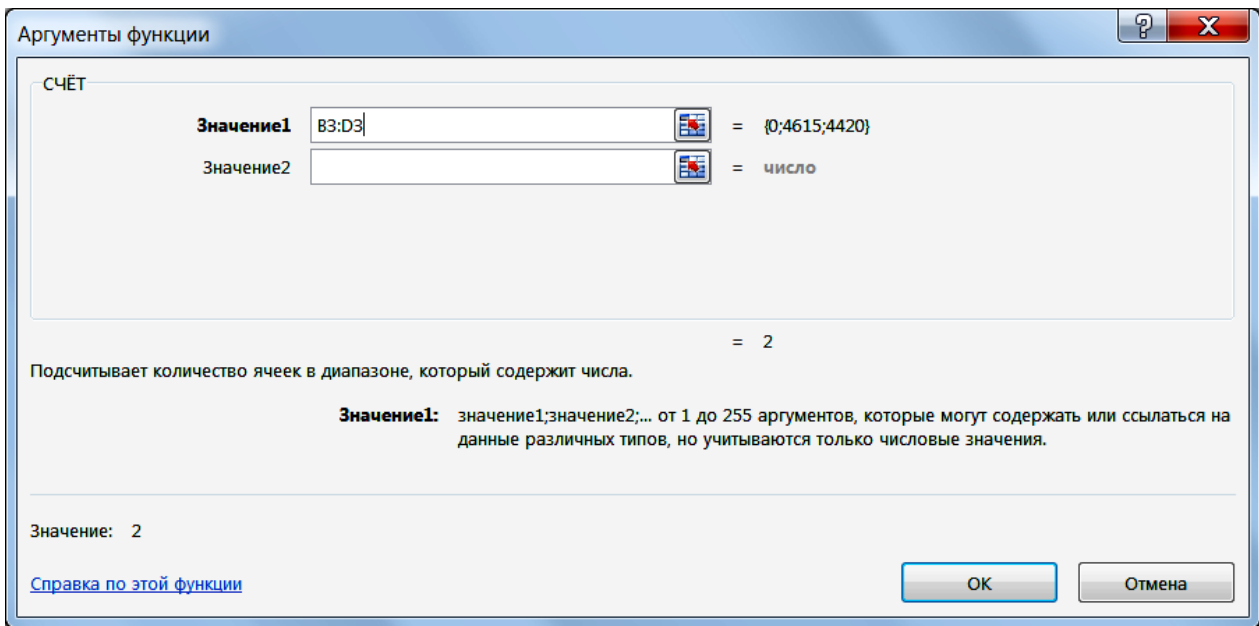


Рис. 3.7

5. Рассчитайте сумму удоев первотелок, их численность и средний квадрат суммы в целом по совокупности.

5.1. Выделите ячейку E8.

5.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Σ Автосумма>.


5.3. Выделите ячейки E3:E7.

5.4. Нажмите клавишу <Enter>.

5.5. Скопируйте ячейку E8 в ячейки F8:G8.

6. Рассчитайте сумму квадратов удоев первотелок.

6.1. Выделите ячейку D10.

6.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

6.3. В диалоговом окне *Вставка функции* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Математические>, Выберите функцию → <СУММКВ> (рис. 3.8).

6.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

6.5. На вкладке *СУММКВ* установите параметры в соответствии с рис. 3.9.

6.6. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

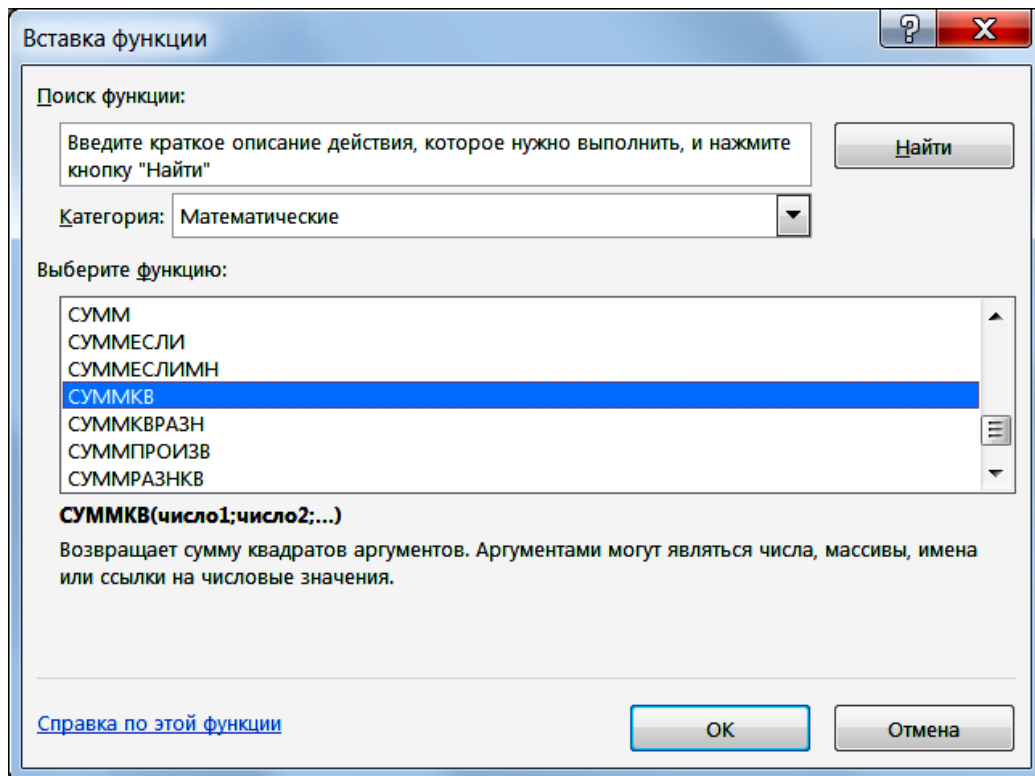


Рис. 3.8

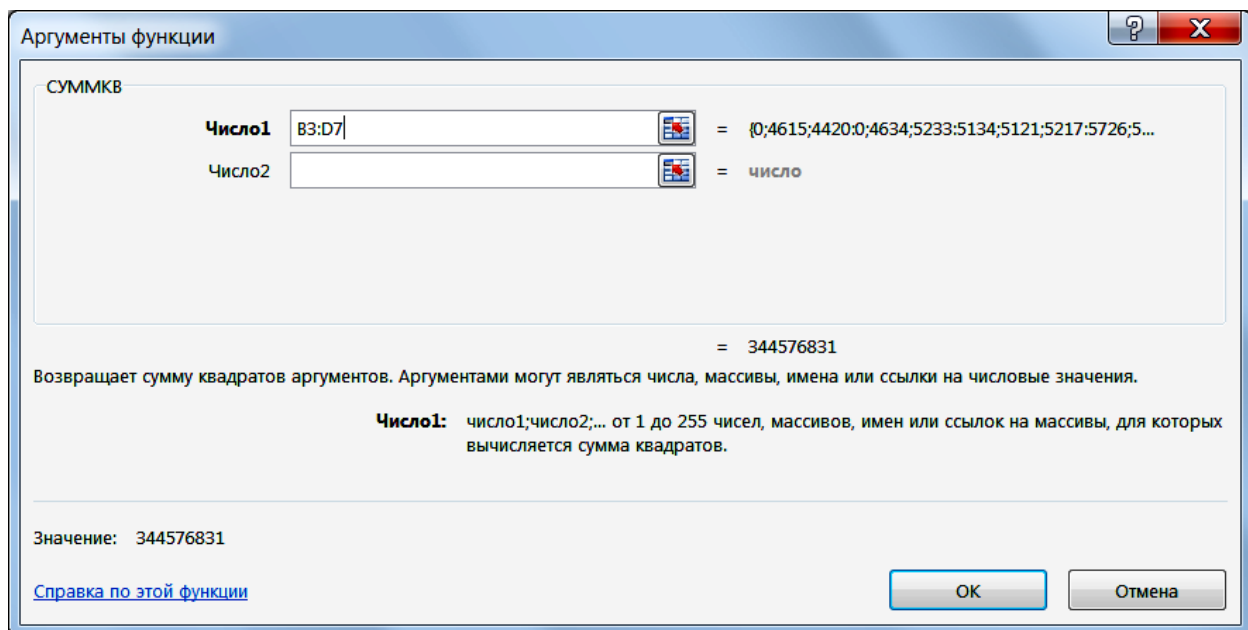


Рис. 3.9

7. Рассчитайте показатели вариации.

7.1. Введите в ячейку D11 формулу $=D10-E8^2/F8$.

7.2. Введите в ячейку D12 формулу $=G8-E8^2/F8$.

7.3. Введите в ячейку D13 формулу $=D11-D12$.

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 3.10).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Номер быка-отца	Номер сельскохозяйственного предприятия			Сумма	Численность групп	Средний квадрат суммы
2		1	2	3			
3	1		4615	4420	9035	2	40815613
4	2		4634	5233	9867	2	48678845
5	3	5134	5121	5217	15472	3	79794261
6	4	5726	5589	6945	18260	3	111142533
7	5	5918	5273		11191	2	62619241
8	Итого	×	×	×	63825	12	343050492
9							
10	Сумма квадратов			344576831			
11	Общая вариация			5107612			
12	Групповая вариация			3581273			
13	Остаточная вариация			1526339			

Рис. 3.10

Тема 4. Дисперсионный анализ

Задание

Имеются данные о настриге шерсти и живой массе овец (табл. 4.1).

Таблица 4.1. **Настриг шерсти и живая масса овец, кг**

№ п/п	Живая масса овец, кг	Настриг шерсти овец, кг
1	55,0	6,8
2	55,7	7,1
3	53,7	6,9
4	52,6	6,4
5	54,0	5,7
6	51,7	6,1
7	56,7	6,9
8	50,4	5,7
9	53,5	6,3
10	56,3	6,3
11	52,8	6,8
12	51,6	6,3
13	51,5	5,9
14	55,4	7,1
15	55,9	7,2
16	55,3	7,0
17	52,4	6,5
18	53,3	6,3
19	53,0	6,1
20	54,5	6,7

Требуется определить достоверность разницы в настриге шерсти овец в зависимости от их живой массы с уровнем вероятности суждения 0,05.

Методические указания

Для определения достоверности разницы в настриге шерсти овец построим группировку зависимости настрига шерсти от живой массы овец.

Для этого определим вначале минимальное и максимальное значение группировочного признака, которым является живая масса овец:

$$x_{min} = 50,4 \text{ кг}; x_{max} = 56,7 \text{ кг}.$$

Затем построим интервальный ряд. Для этого группировочный признак разобьем на три интервала, величина которого определяется по формуле:

$$h = \frac{x_{max} - x_{min}}{k} = \frac{56,7 - 50,4}{3} = 2,1 \text{ кг}.$$

Используя величину интервала группировочного признака, определим интервалы групп и составим группировочную таблицу (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Настриг шерсти овец, кг

Живая масса овец, кг	Овцы								Сумма	Численность групп	Средняя	Средний квадрат суммы
	1	2	3	4	5	6	7	8				
	x_{ij}											
50,4–52,5	5,7	6,3	5,9	6,5	6,1	–	–	–	30,5	5	6,1	186,05
52,5–54,6	5,7	6,3	6,9	6,8	6,4	6,1	6,3	6,7	51,2	8	6,4	327,68
54,6–56,7	7,2	7,1	6,9	6,3	7,0	6,8	7,1	–	48,4	7	6,9	334,65
Итого	×	×	×	×	×	×	×	×	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} = 130,1$	$\sum_{i=1}^k n_i = N = 20$	6,5	$\sum_{i=1}^k \left(\frac{\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}}{n_i} \right)^2 = 848$

Рассчитаем показатели вариации. Для этого настриг шерсти овец возведем в квадрат (табл. 4.3).

Таблица 4.3. Квадрат настрига шерсти овец

Живая масса овец, кг	Овцы								Сумма квадратов
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	x_{ij}^2								$\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2$
50,4–52,5	32,46	39,69	34,81	42,25	37,21	–	–	–	186,45
52,5–54,6	32,49	39,69	47,61	46,24	40,96	37,21	39,69	44,89	328,78
54,6–56,7	51,84	50,41	47,61	39,69	49,00	46,24	50,41	–	335,2
Итого	×	×	×	×	×	×	×	×	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 = 850,43$

Показатели вариации будут равны:

общая вариация:

$$w_o = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{N} = 850,43 - \frac{130,1^2}{20} = 4,1295;$$

групповая вариация:

$$w_{гр} = \sum_{i=1}^k \left(\frac{\left(\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{n_i} \right) - \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{N} = 848,38 - \frac{130,1^2}{20} = 2,0809;$$

остаточная вариация:

$$w_{ост} = w_o - w_{гр} = 4,1295 - 2,0809 = 2,0486.$$

Рассчитаем число степеней свободы вариации:

общей:

$$v_o = N - 1 = 20 - 1 = 19;$$

групповой:

$$v_{гр} = k - 1 = 3 - 1 = 2;$$

остаточной вариации:

$$v_{ост} = N - k = 20 - 3 = 17.$$

Отсюда дисперсии будут равны:

общая:

$$s_o^2 = \frac{w_o}{v_o} = \frac{4,1295}{19} = 0,2173;$$

групповая:

$$s_{гр}^2 = \frac{w_{гр}}{v_{гр}} = \frac{2,0809}{2} = 1,0405;$$

остаточная:

$$s_{\text{ост}}^2 = \frac{w_{\text{ост}}}{v_{\text{ост}}} = \frac{2,0486}{17} = 0,1205.$$

Фактическое значение F -критерия для групповой и остаточной дисперсий:

$$F_{\text{факт}} = \frac{s_{\text{гр}}^2}{s_{\text{ост}}^2} = \frac{2,0809}{0,1205} = 8,63.$$

Табличное значение F -критерия при уровне значимости 0,05, 2 степенях свободы для групповой дисперсии и 17 степенях свободы для остаточной дисперсии равно 3,59 (таблица «Значение F -критерия Фишера при уровне значимости 0,05»).

Результаты дисперсионного анализа представлены в табл. 4.4.

Таблица 4.4. **Однофакторный дисперсионный анализ**

Источники вариации	Вариация (сумма квадратов отклонений)	Степень свободы вариации	Дисперсия	Отношение дисперсий	
				фактическое	табличное
Групповая	4,1295	19	0,2173	8,63	3,59
Остаточная	2,0809	2	1,0405	1	×
Общая	2,0486	17	0,1205	×	×

Данные таблицы показывают, что фактическое отношение дисперсий больше табличного, следовательно, разница в среднем настриге шерсти по группам овец с различной живой массой достоверна. Живая масса овец оказывает влияние на их настриг шерсти.

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel


1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 4.1.

	A	B	C
1	№ п/п	Живая масса овец, кг	Настриг шерсти овец, кг
2	1	55,0	6,8
3	2	55,7	7,1
21	20	54,5	6,7
22			
23			
24	Минимальное значение		
25	Максимальное значение		
26	Число групп вариации		3
27	Длина интервала		

Рис. 4.1

2. Найдите минимальное и максимальное значение живой массы овец.

2.1. Выделите ячейку C24.

2.2. Щелкните левой кнопкой мыши на панели инструментов на кнопке <Вставить функцию> .

2.3. В диалоговом окне *Вставка функции* с помощью левой кнопки мыши установите: Категория → <Статистические>, Выберите функцию → <МИН> (рис. 4.2).

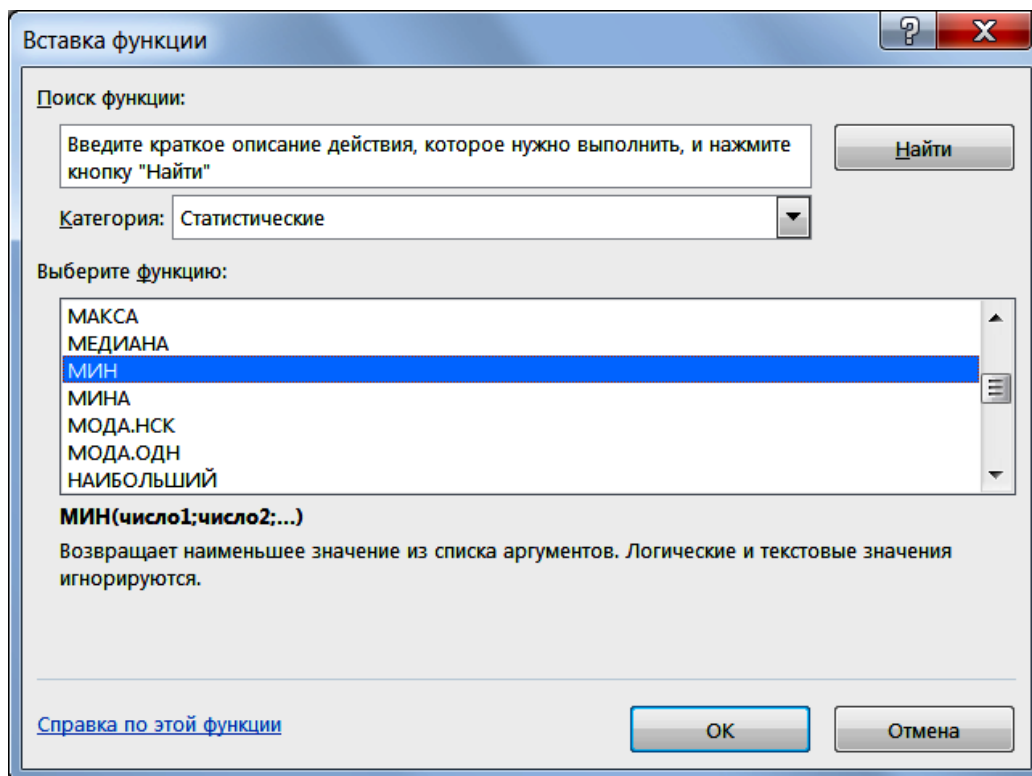


Рис. 4.2

2.4. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

2.5. На вкладке *МИН* установите параметры в соответствии с рис. 4.3.

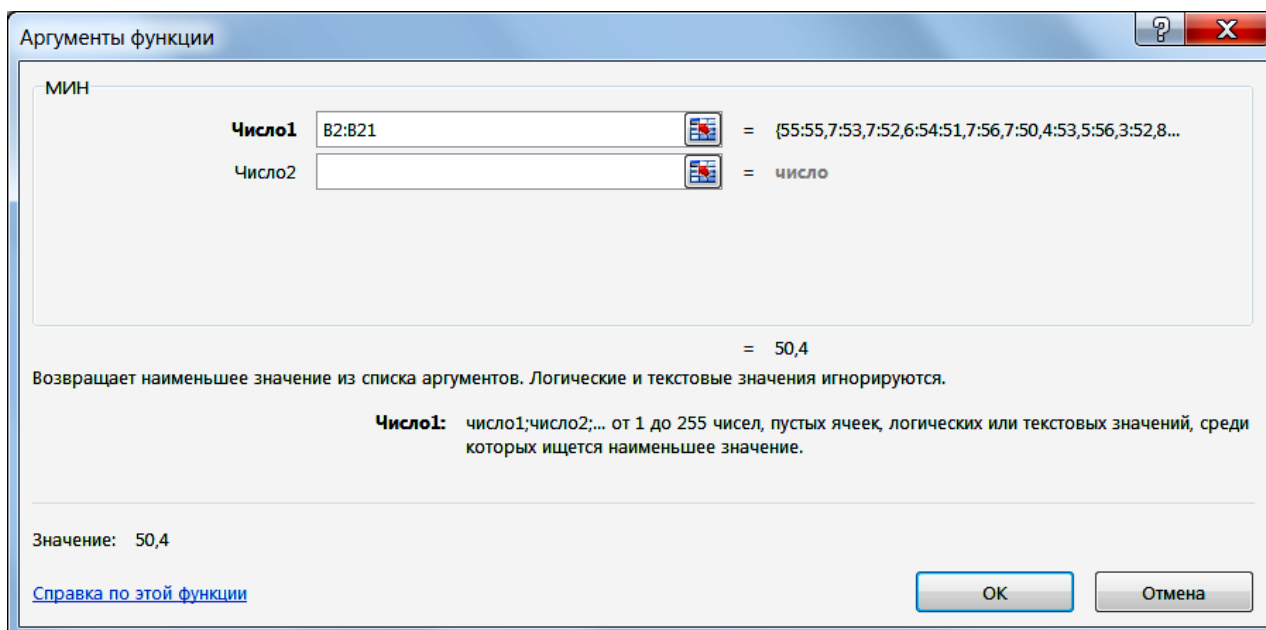


Рис. 4.3

2.6. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

2.7. Аналогично найдите максимальное значение яйценоскости, используя функцию *МАКС*. Результат занесите в ячейку C25.

3. Рассчитайте длину интервала. Для этого введите в ячейку E58 формулу $=(C25-C24)/3$.

4. Постройте группировку.

4.1. Выполните команду **Вставка, Сводная таблица**, щелкнув поочередно левой кнопкой мыши.

4.2. На вкладке *Создание сводной таблицы* установите параметры в соответствии с рис. 4.4.

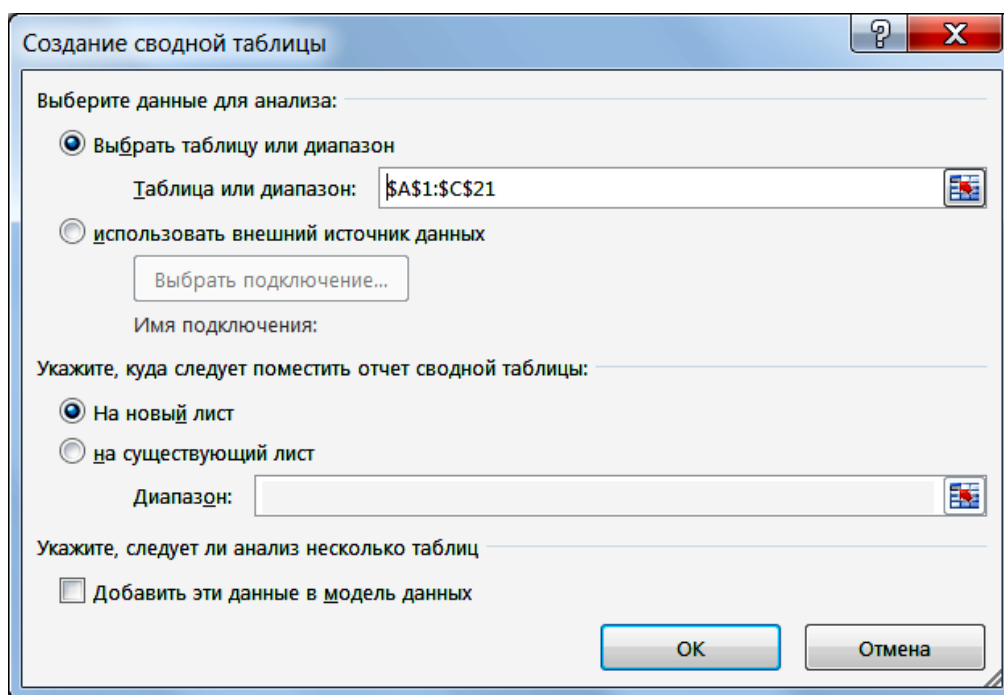


Рис. 4.4

4.3. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

4.4. На вкладке *Поля сводной таблицы и диаграмм – макет* с помощью левой кнопки мыши перетащите кнопки полей в нужные области сводной таблицы в соответствии с рис. 4.5.

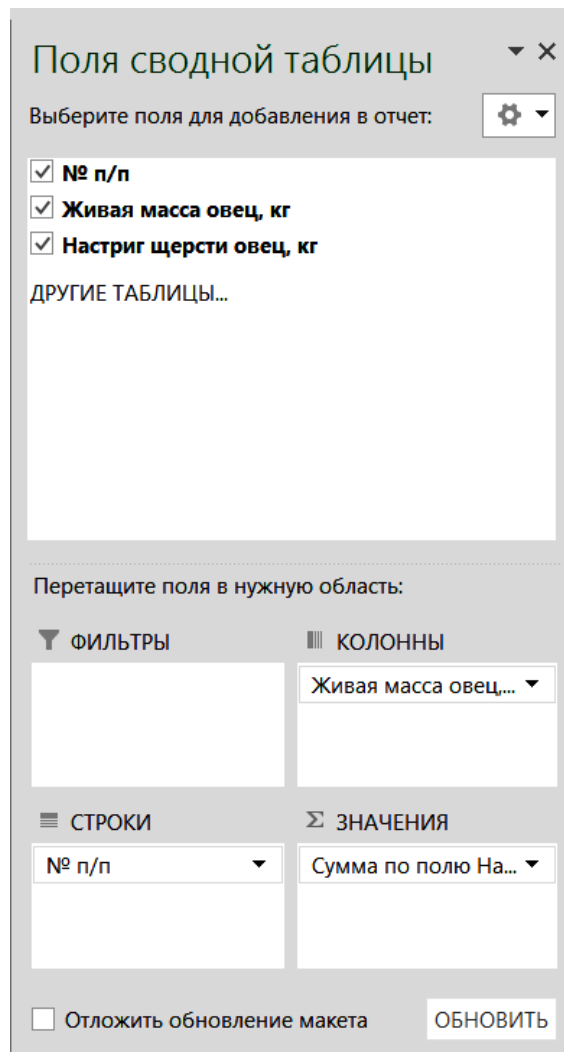


Рис. 4.5

4.5. Сводная таблица выводится на экран в следующем виде (рис. 4.6).

	A	B	C	D	E
1					
2					
3	Сумма по полю Настриг шерсти овец, кг	Названия столбцов ▾			
4	Названия строк ▾	50,4-52,5	52,5-54,6	54,6-56,7	Общий итог
5	1			6,8	6,8
6	2			7,1	7,1
7	3		6,9		6,9
8	4		6,4		6,4
9	5		5,7		5,7
10	6	6,1			6,1
11	7			6,9	6,9
12	8	5,7			5,7
13	9		6,3		6,3
14	10			6,3	6,3
15	11		6,8		6,8
16	12	6,3			6,3
17	13	5,9			5,9
18	14			7,1	7,1
19	15			7,2	7,2
20	16			7	7
21	17	6,5			6,5
22	18		6,3		6,3
23	19		6,1		6,1
24	20		6,7		6,7
25	Общий итог	30,5	51,2	48,4	130,1

Рис. 4.6

5. Проведите дисперсионный анализ.

5.1. Выполните команду **Данные, Анализ данных**, щелкнув поочередно левой кнопкой мыши.

5.2. В диалоговом окне *Анализ данных* с помощью левой кнопки мыши установите: Инструменты анализа → <Однофакторный дисперсионный анализ> (рис. 4.7).

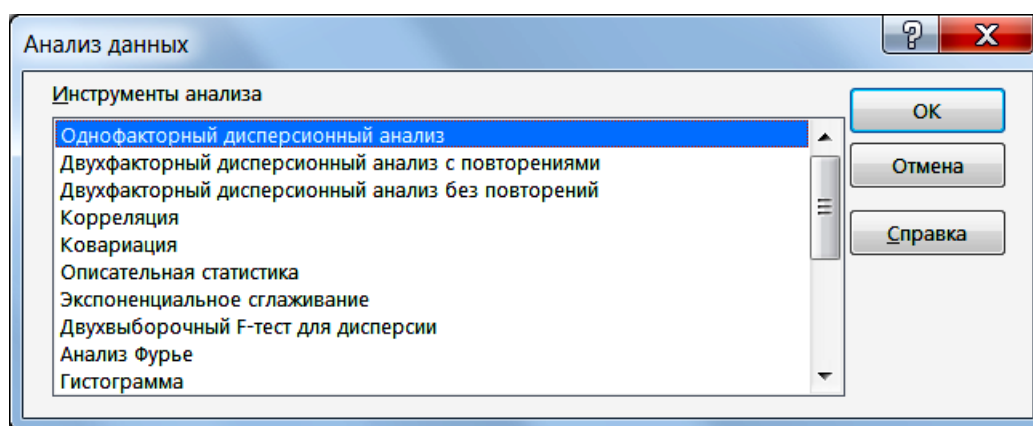


Рис. 4.7

5.3. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <OK>.

5.4. На вкладке *Однофакторный дисперсионный анализ* установите параметры в соответствии с рис. 4.8.

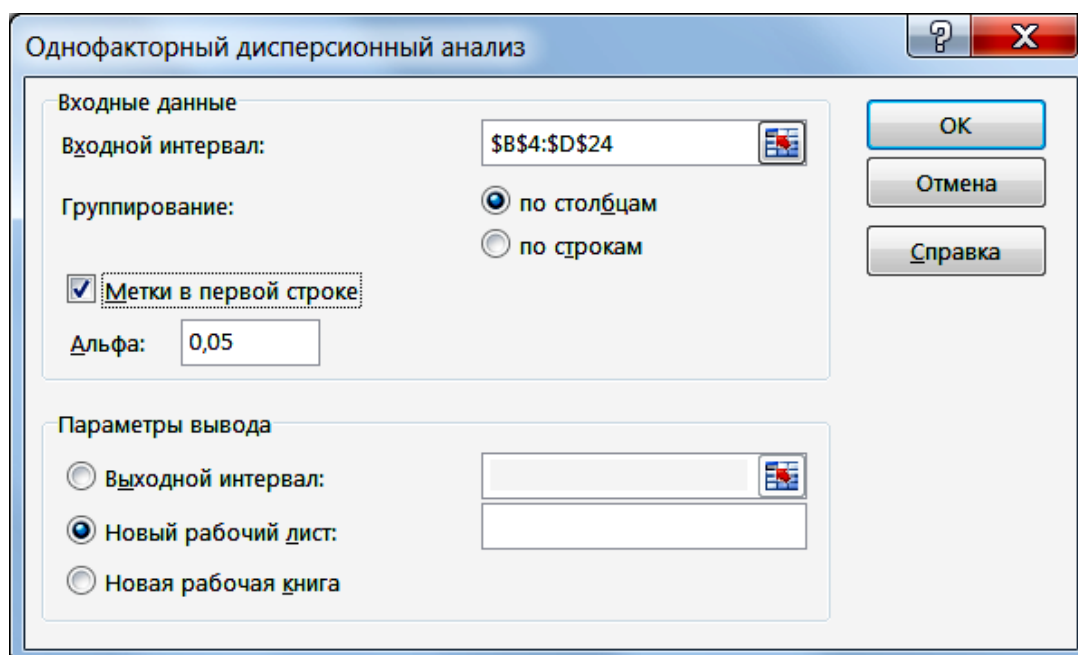


Рис. 4.8

5.5. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>. Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 4.9).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Однофакторный дисперсионный анализ						
2							
3	ИТОГИ						
4	<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>		
5	50,4-52,5	5	30,5	6,1	0,1		
6	52,5-54,6	8	51,2	6,4	0,1571429		
7	54,6-56,7	7	48,4	6,914286	0,0914286		
8							
9							
10	Дисперсионный анализ						
11	<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
12	Между группами	2,080929	2	1,040464	8,6342573	0,00258349	3,591530568
13	Внутри групп	2,048571	17	0,120504			
14							
15	Итого	4,1295	19				

Рис. 4.9

Пояснения к названию отдельных показателей на рис. 4.9 приведены в табл. 4.5.

Таблица 4.5. Название показателей, выводимых с помощью надстройки Анализ данных

Наименование в Microsoft Excel	Принятые наименования
SS	Вариация
df	Число степеней свободы вариации
MS	Дисперсия
F	Фактическое значение F -критерия
P -значение	Фактический уровень значимости
F критическое	Табличное значение F -критерия

Тема 5. Корреляционный анализ

Задание

По выборочным данным получены сведения о среднегодовом удое коров и расходе кормов на голову (табл. 5.1).

Таблица 5.1. Среднегодовой удой коровы и расход кормов на корову

№ п/п	Среднегодовой удой коровы, кг	Расход кормов на корову, корм. ед.	Произведение вариант	Квадрат среднегодового удоя	Квадрат расхода кормов	Ожидаемый среднегодовой удой коровы, ц
	y	x	xy	y^2	x^2	\hat{y}_x
1	3003	3431	10303293	9018009	11771761	3358
2	3225	3417	11019825	10400625	11675889	3339
3	3231	3526	11392506	10439361	12432676	3486
4	3622	3532	12792904	13118884	12475024	3494
5	3781	3421	12934801	14295961	11703241	3344
6	3205	3588	11499540	10272025	12873744	3570
7	3537	3571	12630627	12510369	12752041	3547
8	3859	3690	14239710	14891881	13616100	3708
9	3671	3585	13160535	13476241	12852225	3566
10	3793	3636	13791348	14386849	13220496	3635
11	3884	3714	14425176	15085456	13793796	3740
12	3706	3635	13471310	13734436	13213225	3633
13	3628	3687	13376436	13162384	13593969	3703
14	4049	3919	15868031	16394401	15358561	4017
15	4260	3977	16942020	18147600	15816529	4095
16	4113	3958	16279254	16916769	15665764	4069
17	4435	4264	18910840	19669225	18181696	4482
18	4356	4145	18055620	18974736	17181025	4322
19	4278	4174	17856372	18301284	17422276	4361
20	4522	4352	19679744	20448484	18939904	4601
Итого	$\sum y =$ 76158	$\sum x =$ 75222	$\sum xy =$ 288629892	$\sum y^2 =$ 293644980	$\sum x^2 =$ 284539942	×

Требуется определить зависимость удоя молока от уровня кормления коров.

Методические указания

Анализ данных показывает, что с увеличением расхода кормов среднегодовой удой молока от коровы повышается. Это подтверждает и график (рис. 5.1).

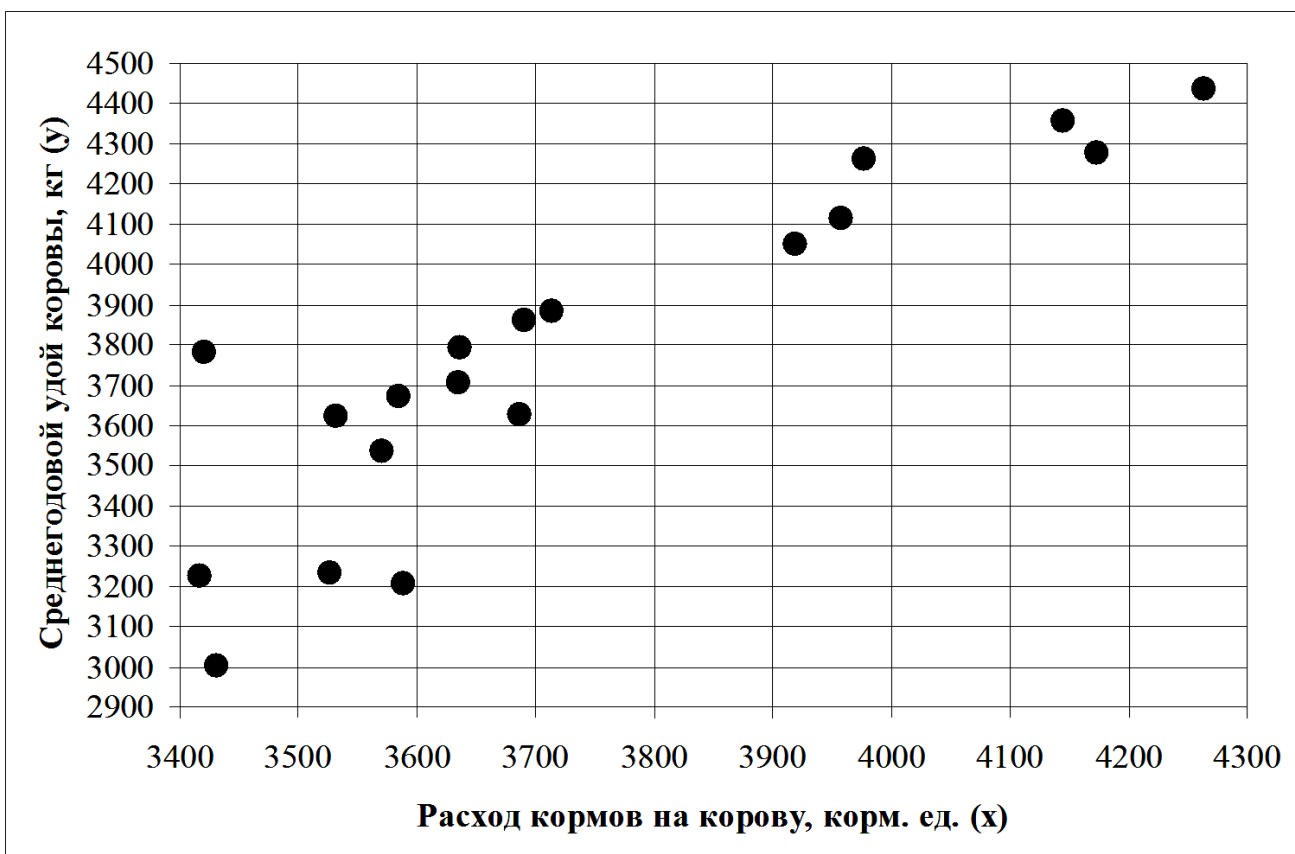


Рис. 5.1. Зависимость удоя коров от расхода кормов

Расположение точек на графике показывает, что связь между признаками имеет прямолинейный характер и поэтому может быть выражена уравнением прямой линии:

$$\hat{y}_x = a_0 + a_1 x.$$

Для определения неизвестных параметров уравнения a_0 и a_1 необходимо решить систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} \sum y = na_0 + a_1 \sum x \\ \sum xy = a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 \end{cases}$$

Значения $\sum y$, $\sum x$, $\sum xy$ и $\sum x^2$ определим по данным наблюдения (табл. 5.1) и подставим в уравнения:

$$\begin{cases} 76158 = 20a_0 + 75222a_1 \\ 288629892 = 75222a_0 + 284539942a_1 \end{cases}$$

После решения системы уравнений получим значения параметров:

$$a_0 = -1274; a_1 = 1,35.$$

Уравнение регрессии имеет вид:

$$\hat{y}_x = -1274 + 1,35x.$$

Величина $a_0 = -1274$ в уравнении регрессии не имеет смысла. Коэффициент регрессии $a_1 = 1,35$ характеризует изменение продуктивности коров по данной совокупности в зависимости от уровня кормления. При увеличении или уменьшении расхода кормов на 1 корм. ед. среднегодовой удой коровы, соответственно увеличивается или уменьшается на 1,35 кг.

Полученное уравнение регрессии, кроме оценки влияния уровня кормления на продуктивность коров, позволяет прогнозировать ее в зависимости от величины данного фактора. При этом, уровень кормления должен находиться в пределах его изменения в исходной выборочной совокупности. Ожидаемый удой молока в зависимости от расхода кормов представлен в последней графе табл. 5.1.

Для оценки тесноты связи рассчитаем коэффициент корреляции:

$$r = \frac{\bar{x}\bar{y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}} =$$

$$r = \frac{20 \cdot 288629892 - 75222 \cdot 76158}{\sqrt{(20 \cdot 284539942 - 75222^2) \cdot (20 \cdot 293644980 - 76158^2)}} = 0,902.$$

Его значение близко к единице, поэтому можно утверждать, что полученное уравнение регрессии достаточно хорошо описывает исследуемую зависимость. Коэффициент детерминации $r^2 = 0,813$ показывает, что 81,3 % колеблемости в среднегодовом удое коровы объясняется уровнем кормления.

Оценим достоверность коэффициента корреляции с помощью F -критерия и t -критерия Стьюдента.

Фактическое значение F -критерия равно:

$$F_{\text{факт}} = \frac{r^2(n-k)}{(1-r^2)(k-1)} = \frac{0,902^2 \cdot (20-2)}{(1-0,902^2) \cdot (2-1)} = 78,57.$$

Табличное значение F -критерия при уровне значимости 0,05 и при $\nu_1 = k-1 = 2-1 = 1$ и $\nu_2 = n-k = 20-2 = 18$ степенях свободы вариации составляет 4,41 (таблица «Значение F -критерия Фишера при уровне значимости 0,05»).

Фактическое значение критерия выше табличного, поэтому с вероятностью 0,95 можно утверждать, что связь между признаками достоверна, и уравнение регрессии в полной мере отражает эту связь.

Фактическое значение t -критерия равно:

$$t_{\text{факт}} = \frac{r\sqrt{n-k}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0,902 \cdot \sqrt{20-2}}{\sqrt{1-0,902^2}} = 8,86.$$

Табличное значение t -критерия при уровне значимости 0,05 и при $\nu = n-k = 20-2 = 18$ степенях свободы вариации составляет 2,1009 (таблица «Значение t -критерия Стьюдента при уровне значимости 0,10, 0,05 и 0,01»).

Фактическое значение критерия выше табличного, следовательно, вывод о достоверности связи между признаками подтверждается.

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel

1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 5.2.

	A	B	C
1	№ п.п.	Среднегодовой удой коровы, кг	Расход кормов на корову, корм.ед.
2		у	х
3	1	3003	3431
4	2	3225	3417
22	20	4522	4352

Рис. 5.2

2. Рассчитайте параметры уравнения линейной регрессии $\hat{y}_x = a_0 + a_1x$.

2.1. Выполните команду **Данные, Анализ данных**, щелкнув поочередно левой кнопкой мыши.

2.2. В диалоговом окне *Анализ данных* с помощью левой кнопки мыши установите: Инструменты анализа → <Регрессия> (рис. 5.3).

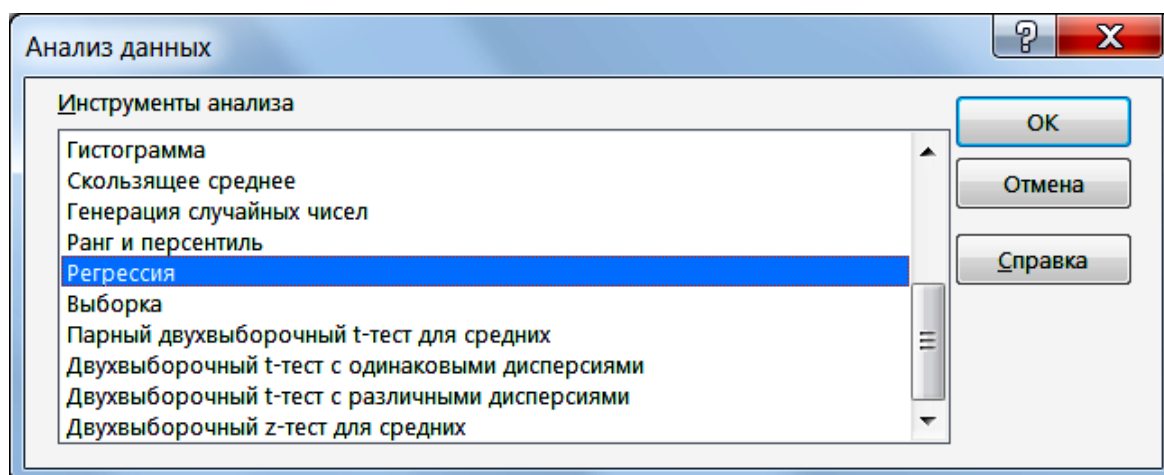


Рис. 5.3

2.3. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

2.4. На вкладке *Регрессия* установите параметры в соответствии с рис. 5.4.

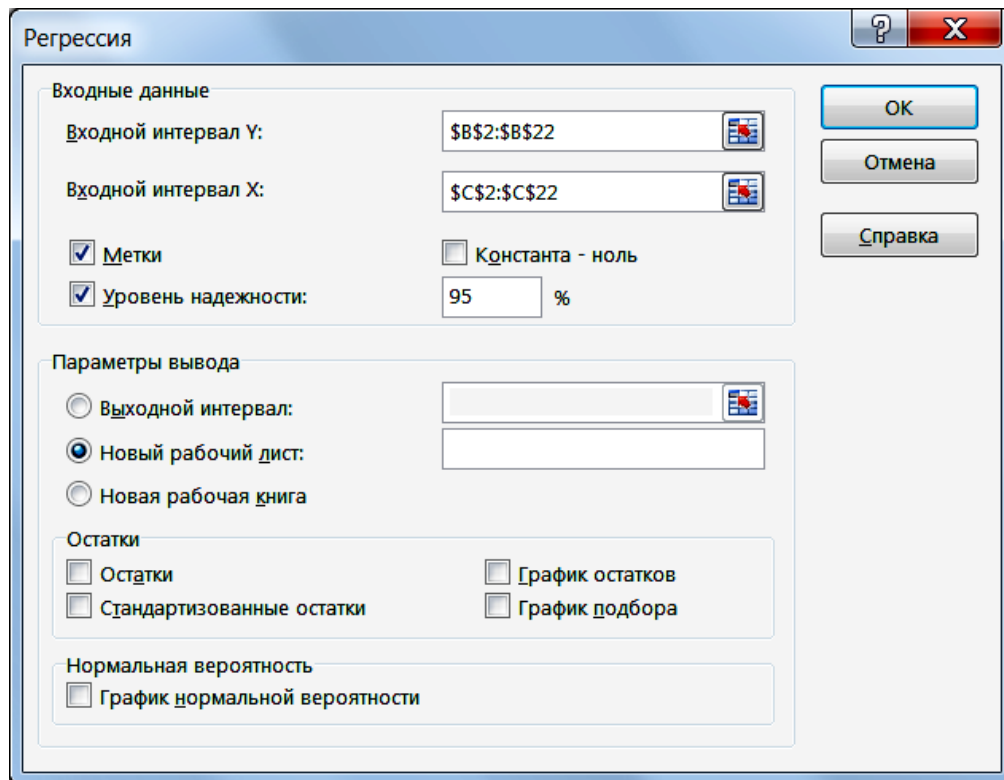


Рис. 5.4

2.5. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 5.5).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ВЫВОД ИТОГОВ								
2									
3	<i>Регрессионная статистика</i>								
4	Множественный R	0,90164							
5	R-квадрат	0,812955							
6	Нормированный R-квадрат	0,802563							
7	Стандартная ошибка	194,564							
8	Наблюдения	20							
9									
10	<i>Дисперсионный анализ</i>								
11		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
12	Регрессия	1	2961539	2961539	78,23346	5,7E-08			
13	Остаток	18	681392,7	37855,15					
14	Итого	19	3642932						
15									
16		<i>Кoeffициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
17	Y-пересечение	-1273,51	576,1422	-2,21041	0,040264	-2483,94	-63,08	-2483,94	-63,08
18	x	1,351044	0,152747	8,844968	5,7E-08	1,030134	1,671953	1,030134	1,671953

Рис. 5.5

Пояснения к названию отдельных показателей на рис. 5.5 приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Название показателей, выводимых с помощью надстройки Анализ данных

Наименование в Microsoft Excel	Принятые наименования
Множественный R	Коэффициент (индекс) множественной корреляции (в рассмотренном примере парной корреляции)
R -квадрат	Коэффициент (индекс) детерминации
df	Число степеней свободы вариации
SS	Сумма квадратов
MS	Дисперсия
F	F -критерий
t -статистика	t -критерий

Тема 6. Описательная статистика

Задание

Имеются выборочные данные о суточном удое по 40 коровам (табл. 6.1).

Таблица 6.1. Суточный удой коров

№ п/п	Суточный удой коровы, кг x	Квадрат суточного удоя x^2	Нормированное отклонение от средней	
			в третьей степени $\left(\frac{x - \bar{x}}{s}\right)^3$	в четвертой степени $\left(\frac{x - \bar{x}}{s}\right)^4$
1	14,6	213,16	-6,30552	11,64917
2	15,0	225,00	-4,58224	7,61092
3	15,1	228,01	-4,20710	6,79167
4	15,4	237,16	-3,20557	4,72650
5	15,4	237,16	-3,20557	4,72650
6	15,7	246,49	-2,37711	3,17249
7	16,0	256,00	-1,70532	2,03739
8	16,1	259,21	-1,51336	1,73749
9	16,2	262,44	-1,33638	1,47199
10	16,8	282,24	-0,55488	0,45597
11	17,0	289,00	-0,38661	0,28164
12	17,1	292,41	-0,31703	0,21617
13	17,2	295,84	-0,25634	0,16284
14	17,4	302,76	-0,15922	0,08630
15	17,8	316,84	-0,04493	0,01597
16	18,1	327,61	-0,01003	0,00216
17	18,4	338,56	-0,00043	0,00003
18	18,5	342,25	-0,00002	0,00000
19	18,6	345,96	0,00001	0,00000
20	18,6	345,96	0,00001	0,00000
21	19,1	364,81	0,01574	0,00394
22	19,2	368,64	0,02626	0,00780
23	19,2	368,64	0,02626	0,00780
24	19,2	368,64	0,02626	0,00780
25	19,3	372,49	0,04065	0,01398
26	19,6	384,16	0,11318	0,05475
27	19,9	396,01	0,24249	0,15121
28	20,1	404,01	0,36835	0,26405
29	20,2	408,04	0,44500	0,33974
30	20,3	412,09	0,53160	0,43064
31	20,6	424,36	0,85725	0,81434
32	20,7	428,49	0,98976	0,98638
33	20,9	436,81	1,29440	1,41067
34	20,9	436,81	1,29440	1,41067
35	21,0	441,00	1,46773	1,66800
36	21,1	445,21	1,65589	1,95903
37	21,3	453,69	2,07910	2,65359
38	21,5	462,25	2,56890	3,51827
39	21,5	462,25	2,56890	3,51827
40	21,9	479,61	3,76771	5,86277
Итого	742,5	13962,07	-9,78783	70,22893

Требуется рассчитать основные статистические показатели, характеризующие данную выборочную совокупность.

Методические указания

Средний суточный удой коров:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{742,5}{40} = 18,56 \text{ кг.}$$

Медиана:

$$Me = x_{20} + \frac{x_{21} - x_{20}}{2} = 18,6 + \frac{19,1 - 18,6}{2} = 18,85 \text{ кг.}$$

Мода равна 19,2 кг, поскольку данное значение признака встречается в выборочной совокупности наибольшее число раз (3 раза).

Экссесс суточного удоя коров:

$$\begin{aligned} \varepsilon_k &= \left[\frac{n(n-1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{x - \bar{x}}{s} \right)^4 \right] - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} = \\ &= \left[\frac{40 \cdot (40-1)}{(40-1) \cdot (40-2) \cdot (40-3)} \cdot 70,22893 \right] - \frac{3 \cdot (40-1)^2}{(40-2) \cdot (40-3)} = -1,14494. \end{aligned}$$

Асимметрия суточного удоя коров:

$$A_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum \left(\frac{x - \bar{x}}{s} \right)^3 = \frac{40}{(40-1) \cdot (40-2)} \cdot (-9,78783) = -0,26418.$$

Размах вариации суточного удоя коров:

$$R = x_{\max} - x_{\min} = 21,9 - 14,6 = 7,3 \text{ кг.}$$

Выборочная дисперсия суточного удоя коров:

$$s^2 = \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)} = \frac{40 \cdot 13962,07 - 4474^2}{40 \cdot (40-1)} = 4,6004.$$

Выборочное среднее квадратическое отклонение суточного удоя коров:

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{162,5404} = 12,7491$$

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{4,6004} = 2,1448 \text{ кг.}$$

Средняя ошибка выборки среднего суточного удоя коров:

$$m = \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \sqrt{\frac{4,6004}{40}} = 0,3391 \text{ кг.}$$

Табличное нормированное отклонение при уровне значимости 0,05 (уровне вероятности суждения 0,95) и $\nu = n - 1 = 40 - 1 = 39$ степенях свободы вариации в соответствии с данными табличных значений t -критерия Стьюдента составляет 2,0227. Отсюда предельная ошибка выборки среднего суточного удоя коров равна:

$$\varepsilon = tm = 2,0096 \cdot 0,3391 = 0,686 \text{ кг.}$$

Технология решения задачи в табличном процессоре Microsoft Excel

1. Введите исходные данные в соответствии с рис. 6.1.

	А	В
1	№ п/п	Суточный удой коровы, кг
2	1	14,6
3	2	15,0
41	40	21,9

Рис. 6.1

2. Рассчитайте статистические показатели.

2.1. Выполните команду **Данные, Анализ данных**, щелкнув поочередно левой кнопкой мыши.

2.2. В диалоговом окне *Анализ данных* с помощью левой кнопки мыши установите: Инструменты анализа → <Описательная статистика> (рис. 6.2).

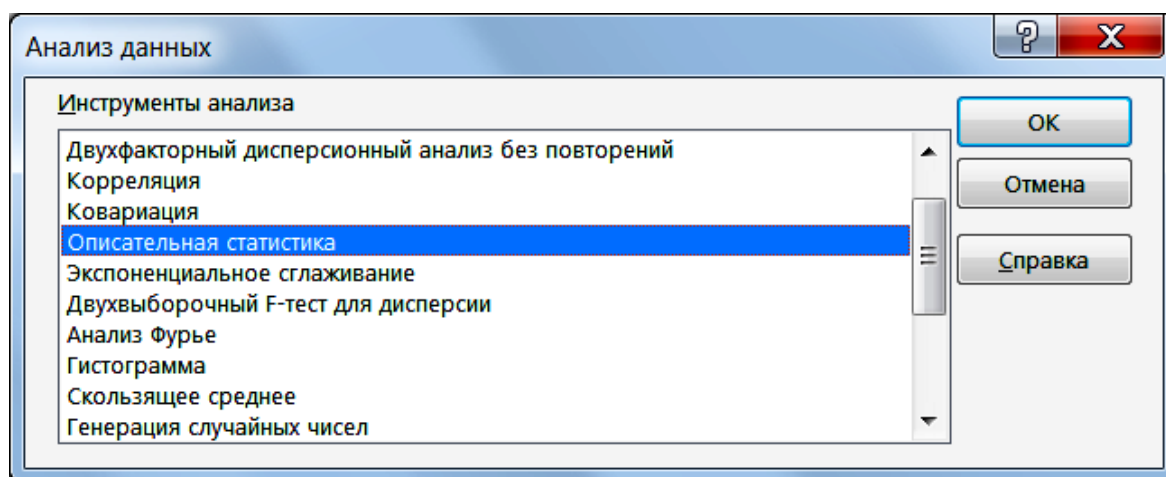


Рис. 6.2

2.3. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

2.4. На вкладке *Описательная статистика* установите параметры в соответствии с рис. 6.3.

2.5. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке <ОК>.

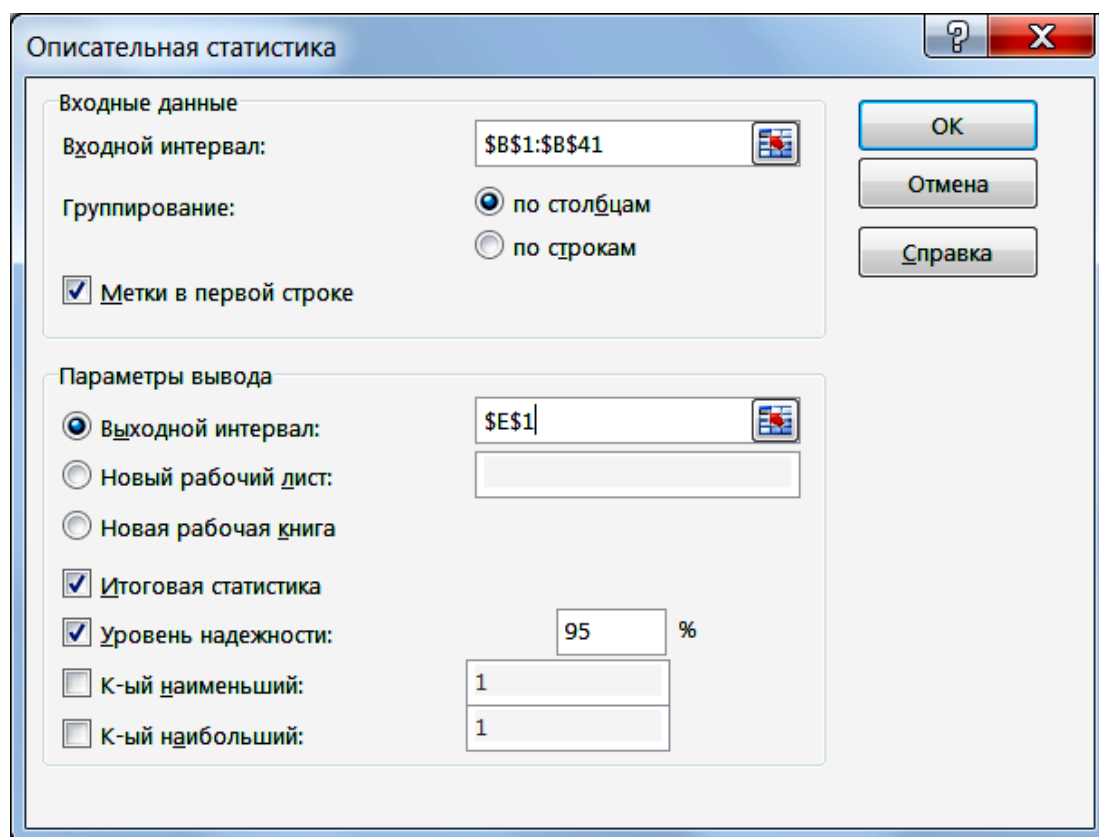


Рис. 6.3.

Результаты решения выводятся на экран в следующем виде (рис. 6.4).

	E	F
1	<i>Суточный удой коровы, кг</i>	
2		
3	Среднее	18,5625
4	Стандартная ошибка	0,339129
5	Медиана	18,85
6	Мода	19,2
7	Стандартное отклонение	2,144843
8	Дисперсия выборки	4,600353
9	Эксцесс	-1,14494
10	Асимметричность	-0,26418
11	Интервал	7,3
12	Минимум	14,6
13	Максимум	21,9
14	Сумма	742,5
15	Счет	40
16	Уровень надежности(95,0%)	0,685954

Рис. 6.4

Пояснения к названию отдельных показателей на рис. 6.4 приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2. Название показателей, выводимых с помощью надстройки Анализ данных

Наименование в Microsoft Excel	Принятые наименования
Среднее	Средняя арифметическая простая
Стандартная ошибка	Средняя ошибка выборки
Медиана	Медиана
Мода	Мода
Стандартное отклонение	Выборочное среднее квадратическое отклонение
Дисперсия выборки	Выборочная дисперсия
Экцесс	Экцесс
Асимметричность	Асимметрия
Интервал	Размах вариации
Минимум	Минимальное значение признака
Максимум	Максимальное значение признака
Сумма	Сумма значений признака
Счет	Численность выборки
Уровень надежности (95,0 %)	Предельная ошибка выборки

Раздел 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Методические указания

Задание для контрольной работы содержит одну задачу. Номера вариантов определяются в таблицах с исходными данными по последней и предпоследней цифрам номера зачетной книжки. При решении задачи следует привести формулы, развернутый арифметический расчет с краткими пояснениями и анализ полученных результатов.

При выполнении контрольного задания необходимо пользоваться методическими указаниями, изложенными в разделе 1.

Контрольную работу желательно выполнить на листах формата А4 и сброшюровать в скоросшивателе. Страницы работы должны быть пронумерованы и на каждой из них оставлены поля размером 3-4 см для замечаний и предложений рецензента. В конце работы ставится подпись и дата выполнения задания.

Контрольные задания

По 25 овцам имеются данные о настриге шерсти и длины волоса шерсти (табл. 1 и 2).

Требуется:

- 1) рассчитать средние значения (см. с. 17) и показатели вариации (см. с.39-40) настрига и длины волоса шерсти овец;
- 2) с помощью дисперсионного анализа (см. с. 49-52) рассчитать достоверность разницы в настриге шерсти овец в зависимости от длины волоса шерсти;
- 3) по данным корреляционного анализа (см. с. 59-62) найти зависимость настрига от длины волоса шерсти овец.

Таблица 1. **Настриг шерсти, кг (у)**

Номер овцы	Предпоследняя цифра номера зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3,9	4,2	4,0	4,1	4,2	4,2	4,1	4,1	4,2	4,2
2	5,0	4,9	5,2	5,1	5,1	5,1	4,9	5,0	5,1	4,8
3	4,6	4,8	4,5	4,7	4,8	4,6	4,8	4,8	4,7	4,9
4	4,9	4,8	4,8	4,8	4,7	4,6	4,6	4,6	4,8	4,7
5	5,2	5,4	5,1	5,3	5,4	5,1	5,4	5,3	5,2	5,3
6	4,8	4,6	4,8	4,8	4,7	4,5	4,8	4,7	4,5	4,7
7	4,5	4,6	4,7	4,8	4,5	4,7	4,5	4,6	4,8	4,6
8	4,2	4,5	4,1	4,1	4,4	4,4	4,2	4,2	4,3	4,5
9	5,1	5,2	5,2	5,2	5,2	5,4	5,3	5,4	5,4	5,2
10	5,4	5,3	5,1	5,3	5,5	5,1	5,4	5,3	5,2	5,4
11	4,9	4,7	4,7	4,6	4,8	4,6	4,7	4,8	4,9	4,6
12	4,6	4,8	4,8	4,8	4,5	4,6	4,8	4,9	4,5	4,8
13	4,6	4,7	4,9	4,8	4,7	4,8	4,7	4,9	4,9	4,7
14	4,5	4,5	4,3	4,1	4,2	4,1	4,5	4,1	4,2	4,5
15	4,8	4,8	4,8	4,9	4,6	4,6	4,6	4,7	4,9	4,8
16	4,9	5,1	5,0	5,0	4,8	4,9	4,9	5,0	4,9	4,8
17	5,0	4,9	4,9	5,0	4,9	5,0	4,8	5,0	4,8	5,0
18	4,4	4,4	4,2	4,6	4,6	4,4	4,5	4,4	4,4	4,2
19	4,8	5,2	4,9	5,1	5,1	5,2	5,1	5,0	5,1	5,2
20	3,9	4,2	4,0	4,1	3,9	3,9	4,0	4,1	4,0	3,9
21	5,1	5,1	4,9	5,0	5,1	4,9	5,1	5,0	5,0	5,2
22	4,4	4,5	4,4	4,2	4,5	4,3	4,1	4,5	4,2	4,4
23	4,5	4,6	4,6	4,8	4,9	4,6	4,7	4,8	4,8	4,7
24	4,5	4,3	4,3	4,5	4,3	4,5	4,6	4,4	4,1	4,4
25	4,1	4,2	4,6	4,3	4,2	4,1	4,5	4,3	4,3	4,5

Таблица 2. Длина волоса шерсти, см (х)

Номер овцы	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	11,3	11,9	12,1	12,1	11,9	13,4	12,9	13,4	13,7	12,4
2	20,8	21,0	21,2	20,6	20,4	22,1	22,4	19,8	21,3	22,3
3	17,9	18,9	17,6	18,2	17,1	18,8	16,9	17,0	18,8	19,5
4	18,7	17,7	18,5	18,4	18,3	18,9	17,0	17,4	17,5	16,8
5	22,5	22,9	23,0	24,7	22,6	24,5	23,5	24,8	23,4	24,2
6	19,0	17,2	17,9	19,2	19,1	17,6	17,3	18,8	18,1	17,4
7	17,1	19,2	18,0	16,8	16,8	18,8	19,1	17,6	18,3	17,3
8	14,0	15,6	16,4	14,0	15,5	16,4	15,8	15,8	15,0	14,5
9	21,8	20,2	20,4	19,6	20,9	20,0	22,0	22,1	20,8	21,3
10	22,8	24,7	22,9	22,7	24,4	24,6	22,8	23,9	24,4	22,7
11	18,7	19,6	19,2	16,9	18,7	17,7	16,9	18,9	19,0	16,8
12	19,8	22,1	20,1	19,8	22,0	19,5	19,5	22,3	19,8	20,6
13	17,5	18,8	18,6	17,3	18,0	18,3	16,7	17,4	18,2	17,4
14	14,5	16,5	16,1	14,1	15,0	15,7	15,6	14,1	14,9	14,9
15	18,5	18,1	17,7	17,0	18,7	18,6	18,1	19,2	17,3	16,9
16	21,7	21,4	21,5	21,6	20,3	22,3	22,0	22,2	22,2	22,5
17	19,7	22,3	21,2	22,5	20,6	19,6	20,7	21,4	22,2	20,8
18	16,7	19,2	16,7	19,6	19,0	17,6	16,7	17,5	17,7	18,0
19	22,2	20,9	22,2	21,4	21,3	19,8	21,3	19,9	21,9	20,0
20	11,8	13,8	11,5	12,8	13,2	11,5	13,4	12,7	12,1	13,0
21	20,4	20,5	20,2	20,8	22,3	20,0	20,5	20,9	21,5	21,3
22	14,1	16,5	15,4	15,9	15,0	15,1	15,4	14,2	15,5	15,4
23	19,5	19,9	20,9	20,4	22,3	21,1	22,4	20,6	20,7	21,2
24	15,3	15,7	16,1	16,0	16,0	15,4	16,8	14,2	16,7	14,4
25	13,3	12,4	11,4	12,6	13,9	11,5	13,7	13,0	11,9	13,8

ЛИТЕРАТУРА

1. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики: Учебник.– М.: Финансы и статистика, 2004.– 656 с.
2. Ефимова М.Р., Ганченко О.И., Петрова Е.В. Практикум по общей теории статистики: Учебное пособие.– М.: Финансы и статистика, 2004.– 336 с.
3. Ильшев А.М. Общая теория статистики: Учебник.– М.: Юнити-Дана, 2012.– 535 с.
4. Назарова М.Г. Общая теория статистики: Учебник.– М.: Омега-Л, 2010.– 410 с.
5. Соболев А.Д., Локтионова Г.Р. Сборник задач по общей теории статистики.– М.: МГАВМиБ, 2012.– 40 с.
6. Соболев, А.Д. Основы вариационной статистики: Учебное пособие.– М.: МГАВМиБ, 2003.– 110 с.
7. Шмойлова Р.А., Минашкин В.Г., Садовникова Н.А. Практикум по теории статистики: Учебное пособие.– М.: Финансы и статистика, 2006.– 416 с.
8. Яковлев В.Б. Методы биометрической обработки данных в Microsoft Excel: Учебное пособие.– Germany, Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2012.– 252 с.

Люблю **книги**
ljubljuknigi.ru



yes
i want morebooks!

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн - в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов!
Мы используем экологически безопасную технологию "Печать-на-Заказ".

Покупайте Ваши книги на
www.ljubljuknigi.ru

Buy your books fast and straightforward online - at one of the world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at
www.get-morebooks.com

OmniScriptum Marketing DEU GmbH
Heinrich-Böcking-Str. 6-8
D - 66121 Saarbrücken
Telefax: +49 681 93 81 567-9

info@omniscrptum.de
www.omniscrptum.de

OMNIScriptum



