

# Специальная математика и основы статистики

## Наглядное представление статистических данных

### Вопрос 1. Статистическая таблица и ее элементы

Результаты сводки и группировки материалов статистического наблюдения, как правило, представляются в виде таблиц.

**Статистической** называется таблица, которая содержит сводную числовую характеристику исследуемой совокупности по одному или нескольким существенным признакам.

Табличной называется форма расположения числовой информации, при которой число располагается на пересечении четко сформулированного заголовка по вертикальному столбцу, называемому *графой*, и названия по соответствующей горизонтальной полосе - *строке*. Таблица представляет собой пересечение граф и строк, которые формируют **остов** (основу) таблицы (рис. 1.).

#### Название таблицы (общий заголовок)

Наименование подлежащего			Наименование сказуемого						
			Верхние заголовки						
а	б	в	1	2	3	4	5	...	← Нумерация граф
Боковые заголовки									← ← ← ← Строки
									← Итоговая строка

↑

↑

↑

↑

↑

↑

Графы (столбцы, колонки)

Итоговая графа

Примечания и сноски к таблице

Рисунок 1 – Остов статистической таблицы.

Статистическая таблица содержит три вида заголовков: общий, верхние и боковые. Общий заголовок отражает содержание всей таблицы (к какому объекту, месту и времени относится числовая информация) и располагается над макетом таблицы по центра

заголовки характеризуют содержание граф(столбцов), а боковые - строк. Остов таблицы, заполненный заголовками, образует **макет** таблицы. При работе с большими по размеру таблицами для удобства переноса информации (например, с одной страницы на другую) принято обозначать графы в служебной строке - первой строке после верхних заголовков.

По логическому содержанию таблица представляет собой «статистическое предложение», состоящее из подлежащего и сказуемого.

**Подлежащим** статистической таблицы называется объект, который характеризуется цифрами. Обычно подлежащее таблицы дается в левой части, в наименовании строк.

**Сказуемое** статистической таблицы образует система показателей, которыми характеризуется подлежащее таблицы. Сказуемое формирует верхние заголовки и составляет содержание граф. Расположение подлежащего и сказуемого в отдельных случаях может меняться местами для более полного и лучшего способа прочтения и анализа информации.

Классификация статистических таблиц:

1) По структуре подлежащего различают статистические таблицы простые и сложные (рис. 2.).

**Простой** называется таблица, в подлежащем которой дается перечень каких-либо объектов или территориальных единиц. Простые *монографические* таблицы характеризуют не всю совокупность, а только какую-либо одну ее группу.

**Групповыми** называются таблицы, подлежащее которых содержит группировку единиц совокупности по одному количественному или качественному признаку. Групповые таблицы позволяют выявить и охарактеризовать социально-экономические типы явлений, их структуру в зависимости только от одного признака. Простейшим видом групповых таблиц являются ряды распределения.

**Комбинационными** называются таблицы, подлежащее которых содержит группировку объектов по двум и более признакам.

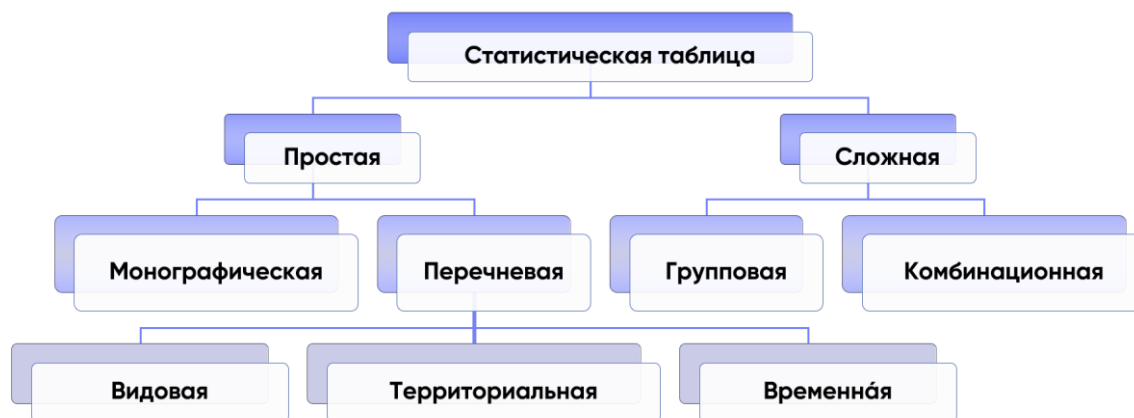


Рис. 2. Виды статистических таблиц по структуре подлежащего

2) В сказуемом статистической таблицы указываются показатели, которые являются характеристикой изучаемого объекта. Различают статистические таблицы с простой и сложной разработкой сказуемого.

**При простой разработке сказуемого** показатель, определяющий его, не подразделяется на подгруппы и итоговые значения получают путем простого суммирования значений по каждому признаку

**Сложная разработка сказуемого** предполагает деление признака, формирующего его, на подгруппы. При этом получается более полная и подробная характеристика объекта.

Основные правила построения статистических таблиц:

1. Таблица должна быть компактной, а цифровой материал легко восприниматься при чтении его слева направо и сверху вниз.
2. Заголовок таблицы и названия граф и строк должны быть четкими, краткими. В названии таблицы отражаются объект, признак, время и место совершения события. Например: «Курс доллара США на торгах ММВБ на 01.01.2016г.» Названия таблицы, граф и строк пишутся без сокращений, за исключением общепринятых и сокращений единиц измерения показателей.
3. Таблицы должны иметь итоговую строку «Итого» или «Всего». Она может завершать таблицу или быть первой, соединяясь с раскрывающими ее вариантами словами «В том числе».
4. Взаимосвязанные данные располагаются в соседних графах, например, число предприятий и удельный вес предприятий (в % к итогу). Графы с одинаковыми названиями, имеющие общие термины и единую смысловую нагрузку, объединяются общим заголовком.
5. Графы и строки нумеруются в служебной строке и графе. Графы слева, заполненные названием строк, принято обозначать буквами (А, Б, В и т.д.), а все последующие - номерами в порядке возрастания.
6. В графах и строках указываются единицы измерения занесенных в них показателей. Если все данные в таблице имеют одинаковые единицы измерения, достаточно указать их один раз в названии таблицы.
7. Округление чисел в пределах одной графы или строки следует проводить с одинаковой степенью точности (до целого, десятого и т.д.). Очень малые значения данных обозначают (0,0) или (0,00).
8. Отсутствие данных отмечается в таблице многоточием «...» или «нет свед.». Если явление отсутствует полностью, то указывается «тире» (—). Если позиция вообще не подлежит заполнению, ставится знак «Х».
9. Дополнения или пояснения к данным таблицы оформляются цифровой сноской и раскрываются в примечании в конце таблицы.

## Вопрос 2. Графический метод в статистике

**Графиком** в статистике называется изображения статистических данных в виде различных геометрических образов: точек, линий, фигур и т.п.

Графики используются для облегчения восприятия статистических данных, для их обобщения и анализа. При помощи графиков легче уяснить закономерности развития, распределения и размещения явлений. Во многих случаях ошибки в данных выявляются именно при применении графиков.

Графики прочно вошли в практику экономического анализа в связи с использованием новых математических методов и современных пакетов прикладных программ компьютерной графики. Наиболее распространенными среди них являются: «Excel», «Stat Graff», «Super call», «Hazard graphics» и др. Они облегчают построение графиков и помогают заменить громоздкие таблицы компактными изображениями.

### Общие правила построения графических изображений

Каждый график состоит из графического образа и вспомогательных элементов **Графический образ (основа графика)** - это геометрические знаки - точки, линии, фигуры, с помощью которых изображаются данные. **Вспомогательные элементы** делают возможным чтение графика, его понимание и использование. К ним относятся:

1. экспликация графика;
2. масштабные ориентиры;
3. поле графика.

**Экспликация графика** - словесное описание его содержания. Оно включает в себя общий заголовок графика, подписи вдоль масштабных шкал и пояснения к отдельным частям графика.

Заголовок графика должен в краткой и ясной форме отражать основное содержание (тему) изображаемых данных и объект, к которому они относятся. Если заголовок является частью текста (в книге, статье, дипломной работе), то он помещается под изображением графика. Если график представляется отдельно от текста, (например, в приложении) заголовок указывается сверху графика более крупным шрифтом, чем все остальные надписи на графике.

На графике обязательно даются словесные пояснения условных знаков и смысла отдельных элементов графического образа. Сюда относятся названия и цифры масштабов, названия ломаных линий, цифры, характеризующие величины отдельных частей графика, ссылки на источники и т.д. Пояснительные надписи могут быть помещены на самом графике либо в виде **ключа или легенды**, вынесенного за его пределы (рис.4.7).



**Масштабные ориентиры** статистического графика определяются *масштабом* и системой *масштабных шкал*<sup>^</sup>

**Масштаб** статистического графика - это мера перевода числовой величины в графическую. Например, 1 см высоты столбика равен 50 тыс. руб. уставного капитала коммерческого банка;  $1\text{см}^2 = 100\text{ км}^2$  территории области, масштабы выбирают так, чтобы на графике ясно выступало различие изображаемых величин и не терялась возможность их сравнения.

**Масштабной шкалой** называется линия, точки которой могут быть прочитаны как определенные числа. В шкале различают: линию (или носитель шкалы), деления шкалы, цифровое обозначение делений. Как правило, цифровым обозначением снабжаются не все, а лишь некоторые деления. Числовое значение помещают строго против соответствующих точек, а не между ними (рис. 3).

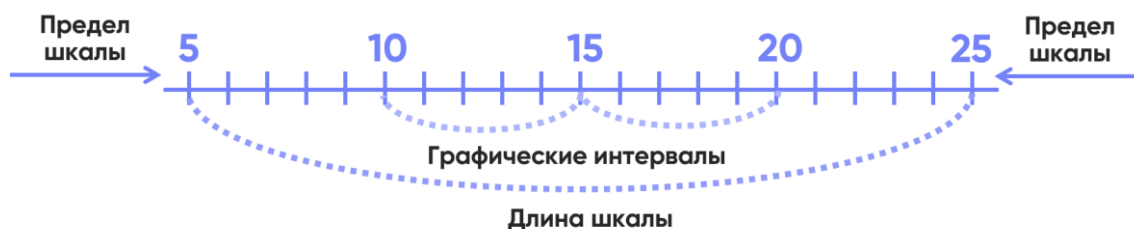


Рис. 3. Масштабная шкала

**Поле графика** - то пространство, в котором размещаются образующие график геометрические знаки. Поле графика характеризуется его форматом, т.е. размером и пропорциями (соотношением сторон).

Считается, что наиболее удобной для восприятия глазом человека пропорцией, является прямоугольник  $1: \sqrt{2}$ , т.е.  $1:1,414$  (примерно 5:7). Это сочетание принято в стандарте бумаги для копировально-множительной техники с форматом А4, т.е. 210 мм:297 мм. Примерно такие же пропорции должны быть выдержаны и в размерах графических изображений.

### Вопрос 3. Классификация основных видов статистических графиков

По **форме графического образа** различают графики объемные, линейные и плоскостные. По **способу построения** графики можно разделить на диаграммы и статистические карты (рис. 4).

Диаграмма представляет собой чертеж, показывающий соотношение данных при помощи геометрических и изобразительных средств.

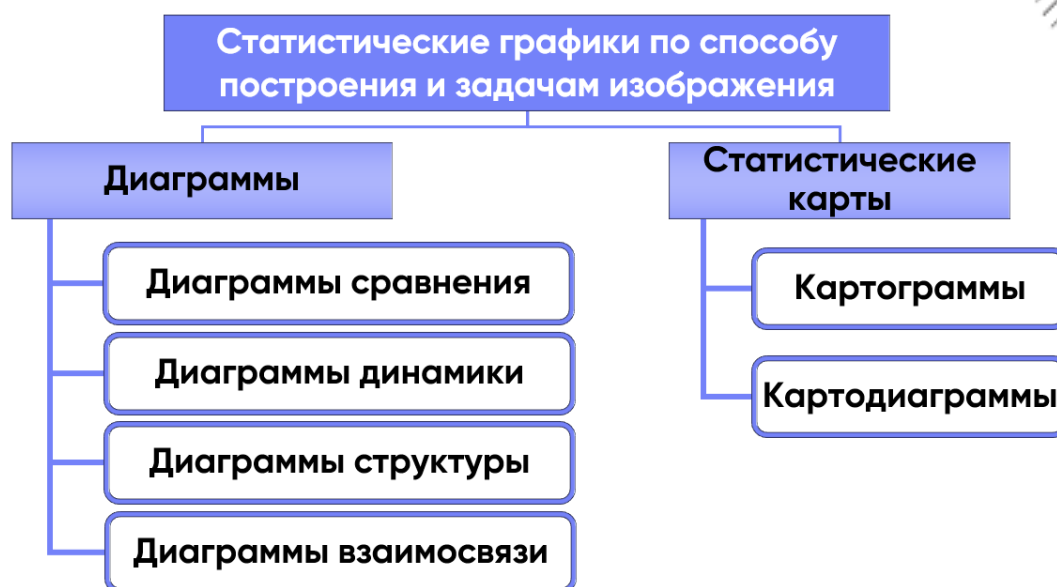


Рис. 4. Классификация статистических графиков по способу построения и содержанию изображаемых данных

Статистические карты предназначены для графического изображения одноименных показателей, относящихся к разным территориям. Для этого в основу изображения берется географическая карта.

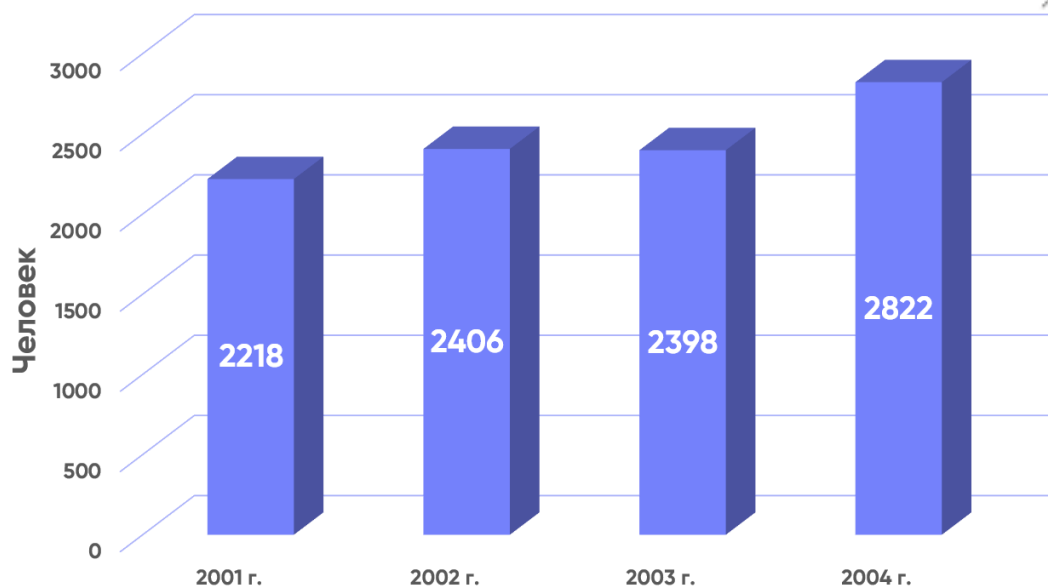
По **содержанию** можно выделить графики сравнения в пространстве, графики структуры и динамики, графики взаимосвязи и размещения по территории.

#### 1) **Диаграммы сравнения:**

Диаграммы сравнения применяются для изображения одноименных статистических данных, характеризующих разные территории или объекты. Наиболее распространенным видом таких диаграмм являются **столбиковые диаграммы**. Они представляют собой график, в котором размеры данных представлены расположенными в высоту прямоугольниками («столбиками») одинаковой или разной высоты. Столбиковые диаграммы применяются также для сравнения развития объектов или явлений во времени.'

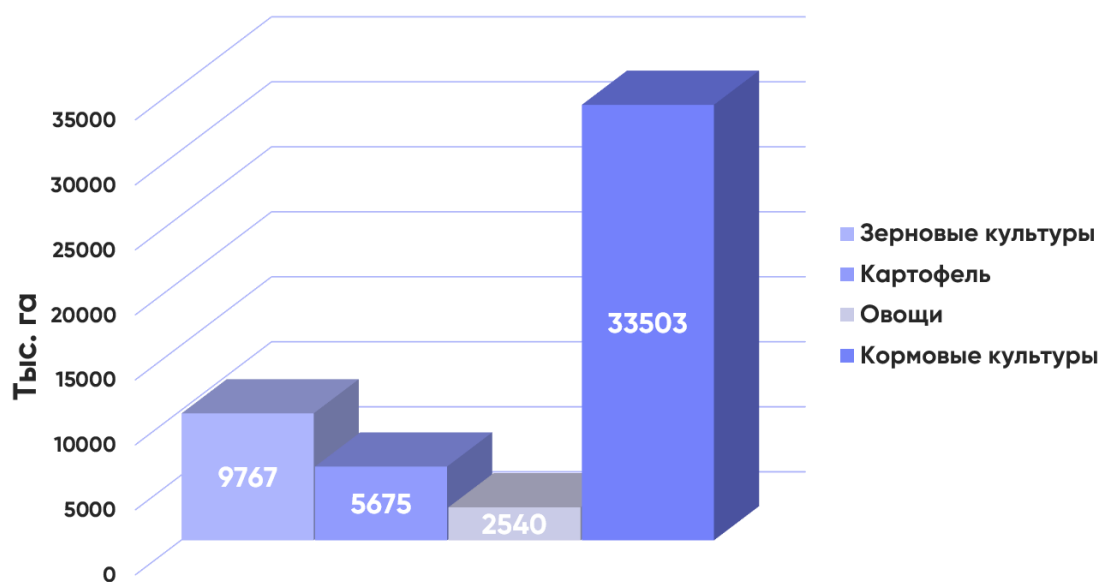
Высота столбика определяется по **вертикальной масштабной шкале**. На ней записываются лишь круглые или округленные значения. На осях графика указываются единицы измерения каждого показателя.

**Пример:** Изобразим с помощью столбиковой диаграммы данные о трудоустройстве граждан органами государственной службы занятости региона (цифры условные): в 2004 г. трудоустроено 2822 чел.; в 2003 г. - 2398 чел.; в 2002 г. - 2406 чел.; в 2001 г. - 2218 чел. Примем масштаб: 500 чел. соответствует 1 см. Наглядность достигается сравнением высоты столбиков (рис. 5).



*Рис. 5. Динамика трудоустройства граждан органами государственной службы занятости в регионе за 2001-2004 гг.*

На рис. 6. с помощью столбиковой диаграммы показана структура посевных площадей сельхозпредприятий N-ой области РФ за 2004 г. (цифры условные). Масштаб графика: 1 см = 5000\_тыс.\_га.



*Рис. 6. Структура посевных площадей сельскохозяйственных предприятий N-ой области РФ в 2004 г.*

Для построения диаграмм в качестве образа может использоваться изображение объекта, к которому относятся эти данные, например, фигура магнитофона для изображения данных об их продажах. Такие диаграммы называются **фигурными** (рис. 7).

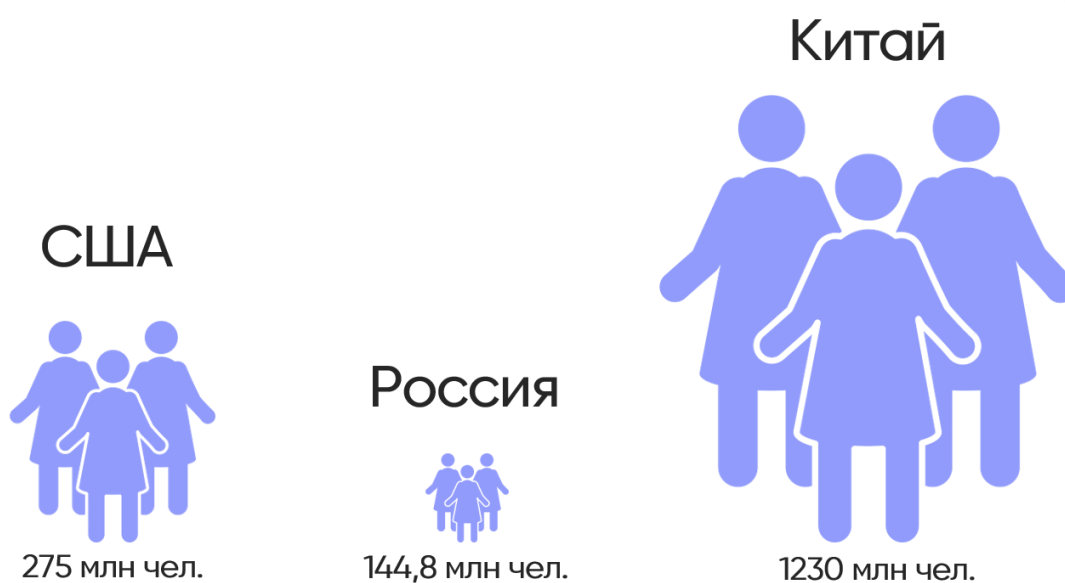


Рис. 7. Диаграмма фигур знаков среднегодовой численности населения некоторых стран мира в 2018г.

## 2) Диаграммы структуры:

Структурные диаграммы изображают строение статистической совокупности. **Секторные диаграммы структуры** строятся следующим образом: вся величина явления принимается за 100%, затем рассчитываются доли отдельных составных частей. Круг разбивается на секторы пропорционально частям изображаемого целого. Таким образом, на 1% приходится 3,6 градуса.

**Пример.** Построим секторную диаграмму по данным о структуре иностранных инвестиций в РФ в 2015г.:

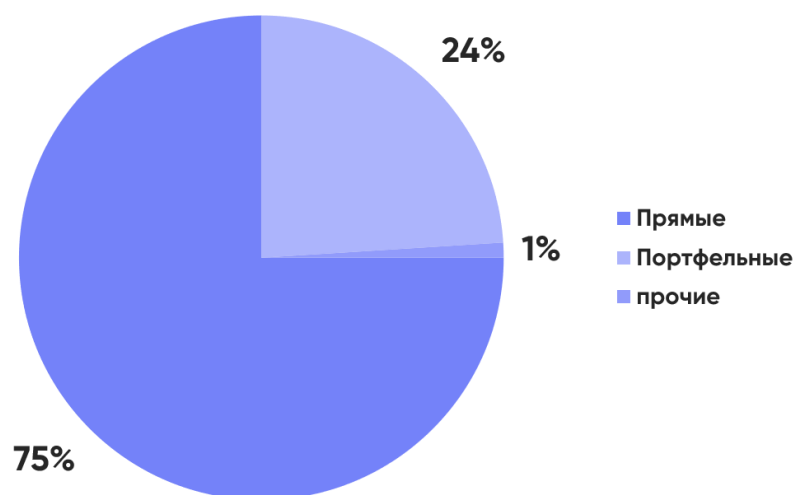


Рис. 8. Структура иностранных инвестиций в РФ за 2015 г.

Определим центральные углы секторов. Для этого долю каждого типа инвестиций умножаем на 3,6 градуса, т.е.  $20 \cdot 3,6 = 72^\circ$ ;  $2 \cdot 3,6 = 7,2^\circ$ ;



$78 \cdot 3,6 = 280,8^\circ$ . По найденным значениям углов круг делится на соответствующие сектора (рис. 8).

■ ■ ■

### 3) Диаграммы динамики:

Для изображения развития явления во времени используются диаграммы динамики; Чаще других в этих целях используются **линейные диаграммы**, которые воспроизводят процесс развития данных в виде непрерывной ломаной линии.

Для построения линейных диаграмм по оси X откладывается время (годы, месяцы, даты и т.д.), а по оси Y - масштабы для данных. Если масштаб шкалы на оси X очень растянут по сравнению с масштабом оси Y, то колебания в динамике явлений мало выделяются, и наоборот, преувеличение масштаба по оси Y дает на графике резкие колебания показателя.

**Пример.** Построим линейную диаграмму по данным о валовом сборе кормовых культур в регионе в 1995-2004 гг.

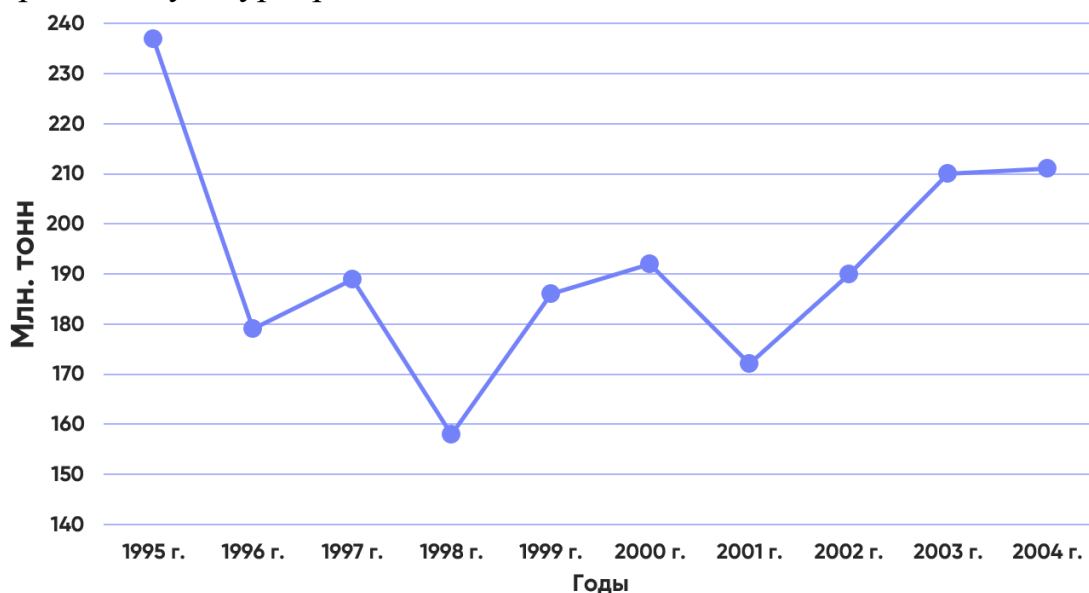
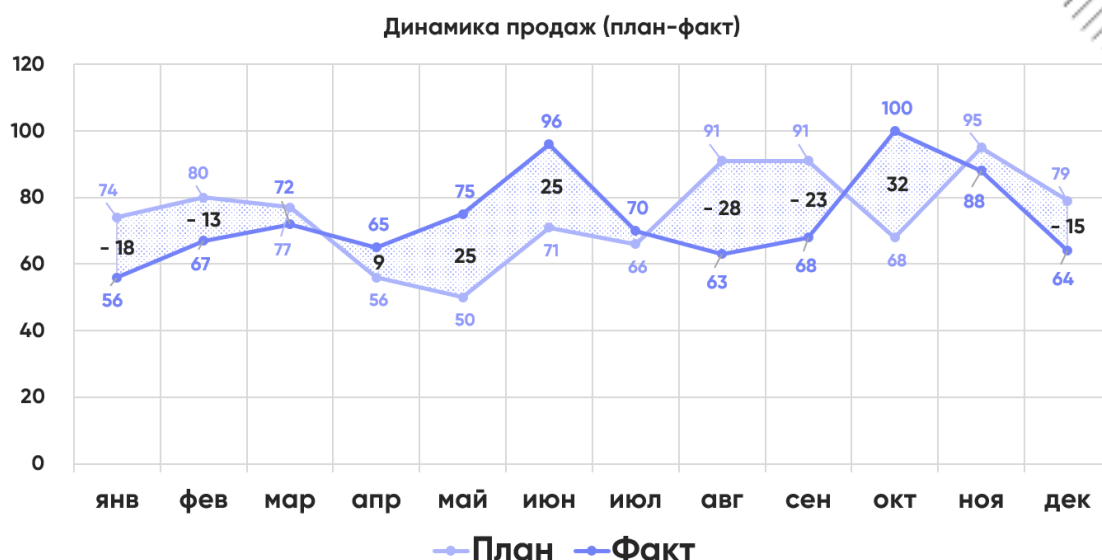


Рис. 9. Динамика валового сбора кормовых культур в регионе за 1995-2004 гг.

Для изображения динамики валового сбора кормовых культур масштабная шкала значений разрывается по оси Y недалеко от нулевой линии и на диаграмму попадает лишь информативная часть поля графика. Это позволит избежать изображения пустот, за счет чего динамика изменения показателя отобразится диаграммой более четко (рис. 9).

■ ■ ■

На одном графике могут изображаться несколько кривых для сравнения динамики различных показателей, имеющих одинаковые единицы измерения, или одного, но относящегося к разным объектам (рис. 10).



*Рис. 9. Динамика планового и фактического уровня объема продаж товара в январе 2019 – декабре 2020гг.*

Для изображения сезонных процессов часто используют **радиальные диаграммы динамики**. Год изображается в виде круга, радиус которого равен среднемесячному показателю. Круг делится радиусами на 12 секторов. Каждый радиус изображает месяц. На радиусах в соответствии с масштабом обозначаются размеры показателя, и отметки месяцев соединяются отрезками (рис. 10).



*Рис. 10. Радиальная диаграмма производства мяса в одном из регионов РФ в январе-декабре 2019г., млн. т.*

#### **4) Диаграммы взаимосвязи:**

Для отображения зависимости одного показателя от другого строится диаграмма взаимосвязи. Один показатель принимается за X, а другой за Y (т.е. функцию от X). Строится прямоугольная система координат

с масштабами для  $X$  и  $Y$  и по ней наносятся точки. При установленной взаимосвязи между  $X$  и  $Y$  точки на графике соединяются ломаной линией. Если взаимосвязь не установлена, соединение точек не производится.

На рис. 11 показана взаимосвязь между стоимостью квартиры и ее жилой площадью. По графику видно, что с ростом жилой площади увеличивается стоимость квартиры.



*Рис. 11. Зависимость цены квартиры от ее жилой площади в одном из городов Центрального Федерального округа в 2019г.*

### 5) Статистические карты:

**Статистические карты** представляют собой вид изображений данных на схематичной географической карте, характеризующей уровень или степень распространения изучаемого явления на определенной территории. Средствами изображения на карте являются штриховка, фоновая раскраска или геометрические фигуры. Различают картограммы и картодиаграммы.

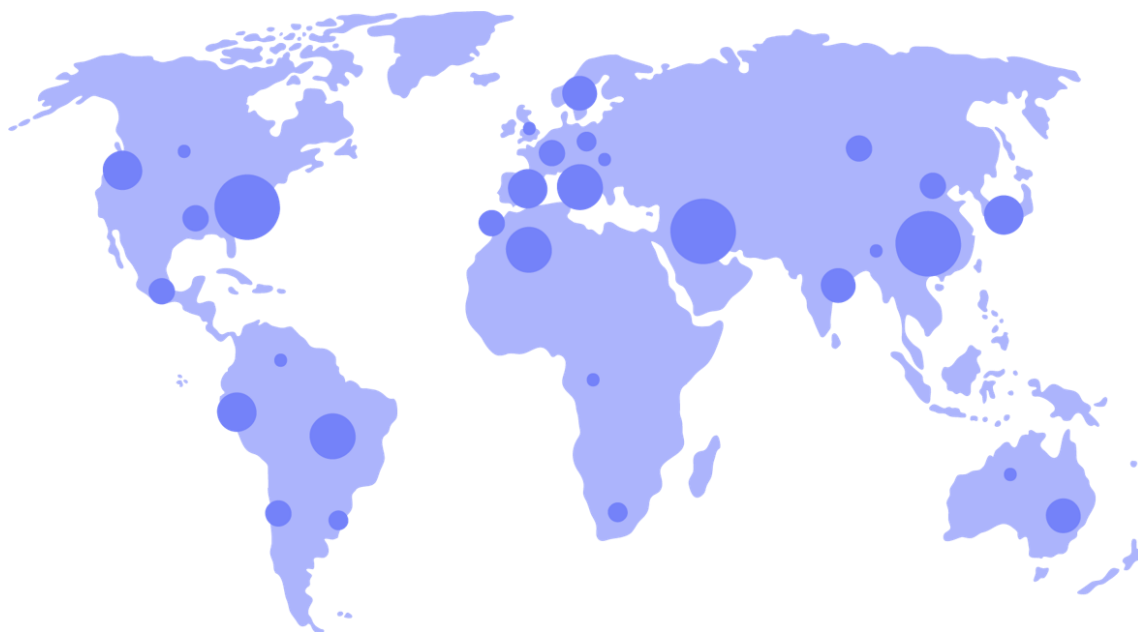


*Рис. 12. Картограмма числа смертей населения по регионам РФ в первом полугодии 2020г. в % от 1 полугодия 2019г.*

**Картограмма** - это схематическая географическая карта, на которой средствами изображения показывается сравнительная интенсивность изучаемого показателя в пределах каждой единицы нанесенного на карту территориального деления.

Например, на сайте Федеральной службы государственной статистики РФ (<http://www.gks.ru/gis/>) в виде картограмм изображены сравнительные данные о социально-экономическом положении РФ (рис. 12 - картограмма числа смертей в 1 полугодии 2020г. в % от первого полугодия 2019г.). Области и регионы РФ закрашены в соответствии с принятой цветовой шкалой.

**Картодиаграмма** представляет собой график, где в качестве изобразительных знаков используются диаграммные фигуры (столбики, квадраты, круги, фигуры, полосы), которые размещаются на контуре географической карты (рис. 13).



*Рис. 13. Картодиаграмма стран производителей золота и серебра*