

# *Случайная изменчивость*



**Неизменные величины в жизни встречаются крайне редко.  
Даже те величины, которые считаются постоянными,  
обычно подвержены изменчивости.**

**Помимо закономерной изменчивости почти всегда  
присутствует разнонаправленная случайная изменчивость,  
причины которой известны частично, а порой неизвестны  
вовсе.**

# **Примеры случайной изменчивости**

**В природе неизменные величины встречаются очень редко.**

**Большинство величин подвержены случайно изменчивости.**

## **Колебания напряжения в электрической сети**

Таблица 31. Измерения напряжения в бытовой сети, В

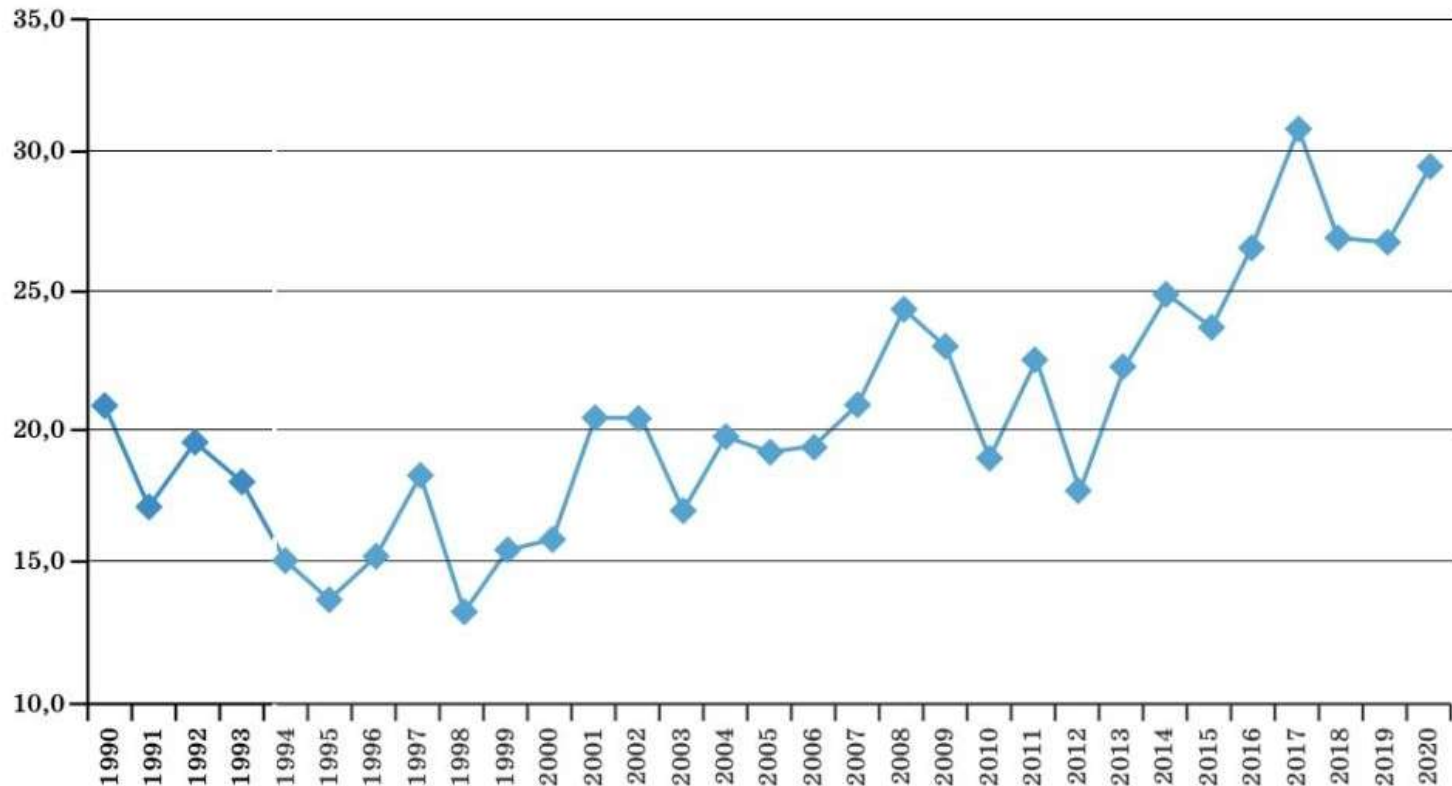
225	225	227	225	228
228	218	217	218	223
225	216	222	220	218
221	220	214	219	231
228	227	220	224	216

## Урожайность зерновых культур

**Урожайность зерновых культур – это средняя масса зерна, полученного с одного засеянного гектара.**

**Это важный экономический показатель, который отражает эффективность сельского хозяйства.**

Диаграмма 16. Урожайность зерновых культур в России, ц/га



## **Массовое производство**

**На обертке шоколадного батончика написано, что его масса 50г. Это номинальная масса.**

**В таблице 32 даны массы 20 купленных одинаковых батончиков.**

Таблица 32. Масса шоколадных батончиков, г

49,1	50,0	49,7	50,5	48,1	50,3	49,7	51,6	49,8	50,1
49,7	48,8	51,4	49,1	49,6	50,9	48,5	52,0	50,7	50,6

## **Массовое производство**

*Если отклонение размера, массы мало отличается от заданного стандарта, т.е. находится в пределах допустимой погрешности, то изделие считается годным.*

*Оно поступает в продажу или дальнейшее производство.*

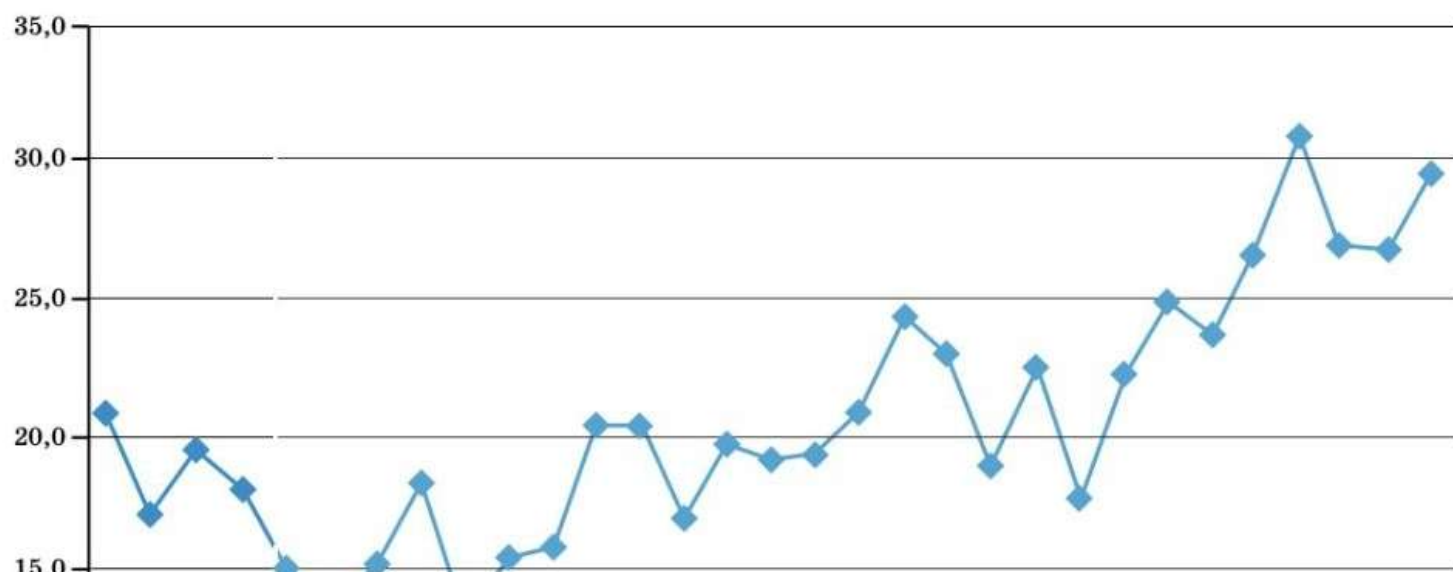
*Если отклонение превышает допуск, то изделие считается **бракованным**.*

*Для разных изделий допуски разные. Для продуктов питания допуски могут достигать несколько граммов, для деталей мебели – 1-2 мм, а для точных изделий, например подшипников, допуски не превышают сотых долей миллиметра.*

**Таблица 31. Измерения напряжения в бытовой сети, В**

225	225	227	225	228
228	218	217	218	223

**Диаграмма 16. Урожайность зерновых культур в России, ц/га**



**Таблица 32. Масса шоколадных батончиков, г**

49,1	50,0	49,7	50,5	48,1	50,3	49,7	51,6	49,8	50,1
49,7	48,8	51,4	49,1	49,6	50,9	48,5	52,0	50,7	50,6

## **Точность и погрешность измерений**

**Возникают неизбежные погрешности, т.е. случайные отклонения от истинного значения.**

**Главный источник погрешности - изменчивость самой измеряемой величины.**

**Кроме, того измерительный инструмент также обладает погрешностью.**

## Расстояние между городами

*Как измерить расстояние между двумя точками?*

*В России за расстояние между городами принимают расстояние между их центральными почтовыми отделениями вдоль главных дорог. Этот способ определения расстояния появился одновременно с регулярной почтовой службой.*



## Расстояние между городами

*Например, протяженность автомобильной дороги М10 «Россия» между Москвой и Санкт-Петербургом равна 664 км.*

*А длина автомагистрали М11 «Нева» между этими же городами равна 669 км.*

*Железнодорожники считают что между Москвой и Санкт-Петербургом 650 км.*

*Пилоты регулярных рейсов измеряют расстояние от Москвы до Санкт-Петербурга в соответствии с полетным планом, который может меняться даже в ходе полета.*

*Выбирать точность измерения изменчивых величин нужно так, чтобы погрешность не влияла на последующие выводы.*

*Слишком высокая точность измерения не нужна, а иногда даже вредна.*

*Излишне точные измерения отнимают время, силы и даже могут породить ошибки.*

*Допустимая погрешность приборов определяется стандартом.*

**Пример 1. Допустимая погрешность весов зависит от класса точности весов. Чем выше класс точности, тем меньше погрешность и тем дороже весы.**

*Не очень точные весы (III класс точности), которые рассчитаны на груз от 20 до 30000 кг, в соответствии с ГОСТ имеют разные допустимые погрешности при разной нагрузке.*

Таблица 33. Допустимая погрешность весов при эксплуатации

$$64 \text{ кг} \leq m \leq 66 \text{ кг}$$

Нагрузка, кг	Допустимая погрешность, кг
От 20 до 200	$\pm 1$
От 200 до 2000	$\pm 2$
От 2000 до 3000	$\pm 3$

**Пример 2. Согласно ГОСТу автомобильный спидометр при температуре окружающего воздуха  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  не должен иметь погрешности в меньшую сторону, а допустимые погрешности в большую сторону зависят от скорости.**

**Таблица 34. Допустимая погрешность автомобильного спидометра**

<b>Диапазон скорости, км/ч</b>	<b>Допустимая погрешность при <math>T = 20 \pm 5^\circ\text{C}</math>, км/ч</b>
<b>0—60</b>	<b>+4</b>
<b>60—80</b>	<b>+5</b>
<b>80—100</b>	<b>+6</b>
<b>100—120</b>	<b>+7</b>
<b>120—140</b>	<b>+8</b>

**Иногда погрешности измеряются в процентах самой величины – относительные погрешности.**

**Например, допустимая погрешность длины веревки или шнура в мотке обычно дается в процентах.**



Рисунок 6

**На рис.6 - катушка, на которую намотан шнур.**

**На ярлыке указана длина шнура: 250 м ± 10%**

**Это значит, что истинная длина шнура находится в пределах:**

**От  $250 \cdot 0,9 = 225$  (м) до  $250 \cdot 1,1 = 275$  (м)**

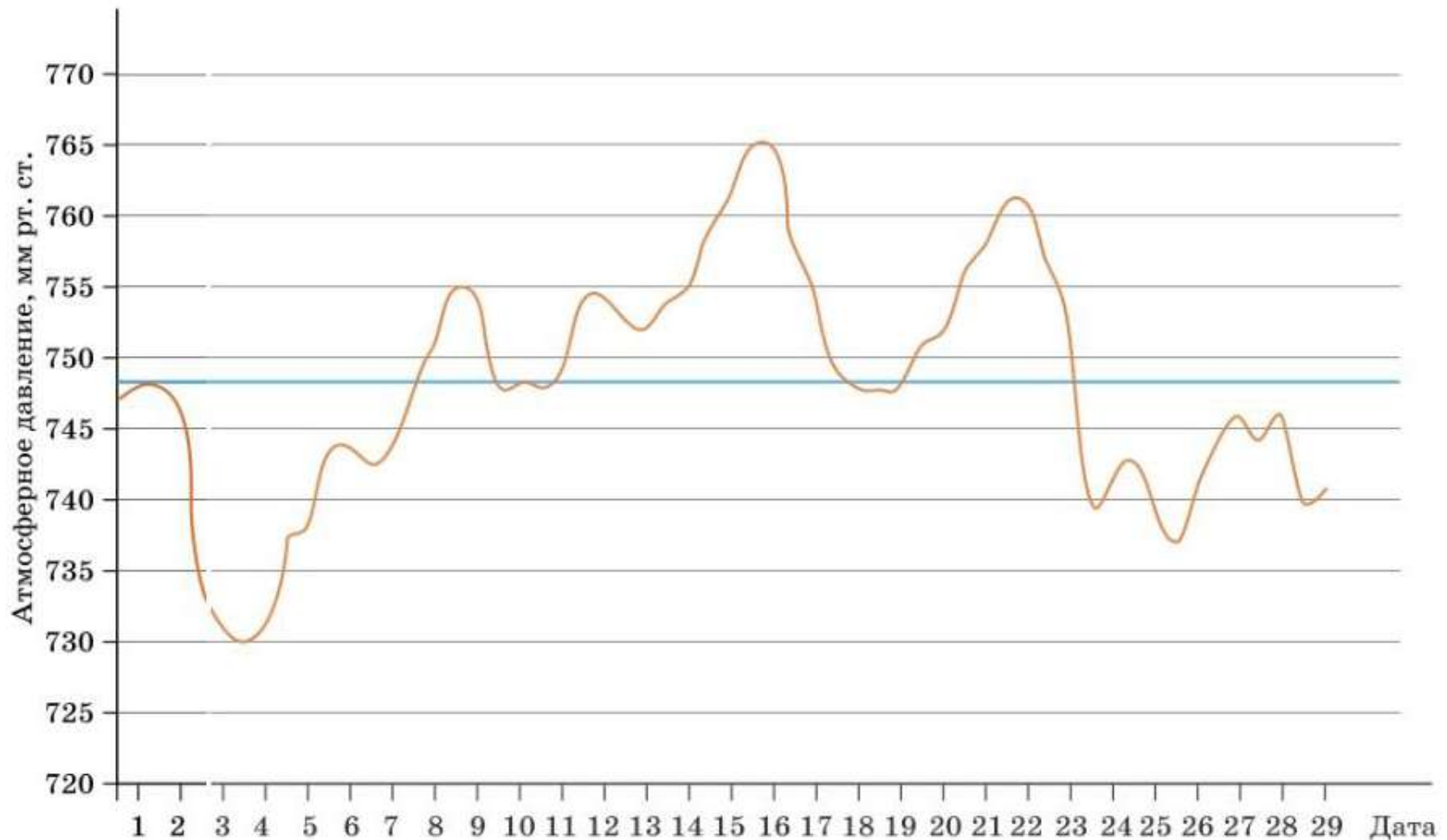
$$225 \text{ м} \leq l \leq 275 \text{ м}$$

**$l$  – истинная длина шнура**

# Тенденции и случайные отклонения

**Пример 1.** *Нормальное атмосферное давление в каждой местности свой: оно зависит от широты, высоты над уровнем моря, от температуры и влажности воздуха и еще – от случайности.*

Диаграмма 17. Атмосферное давление в Ижевске. Февраль 2020 г.



Каков размах данных по отношению к среднему?

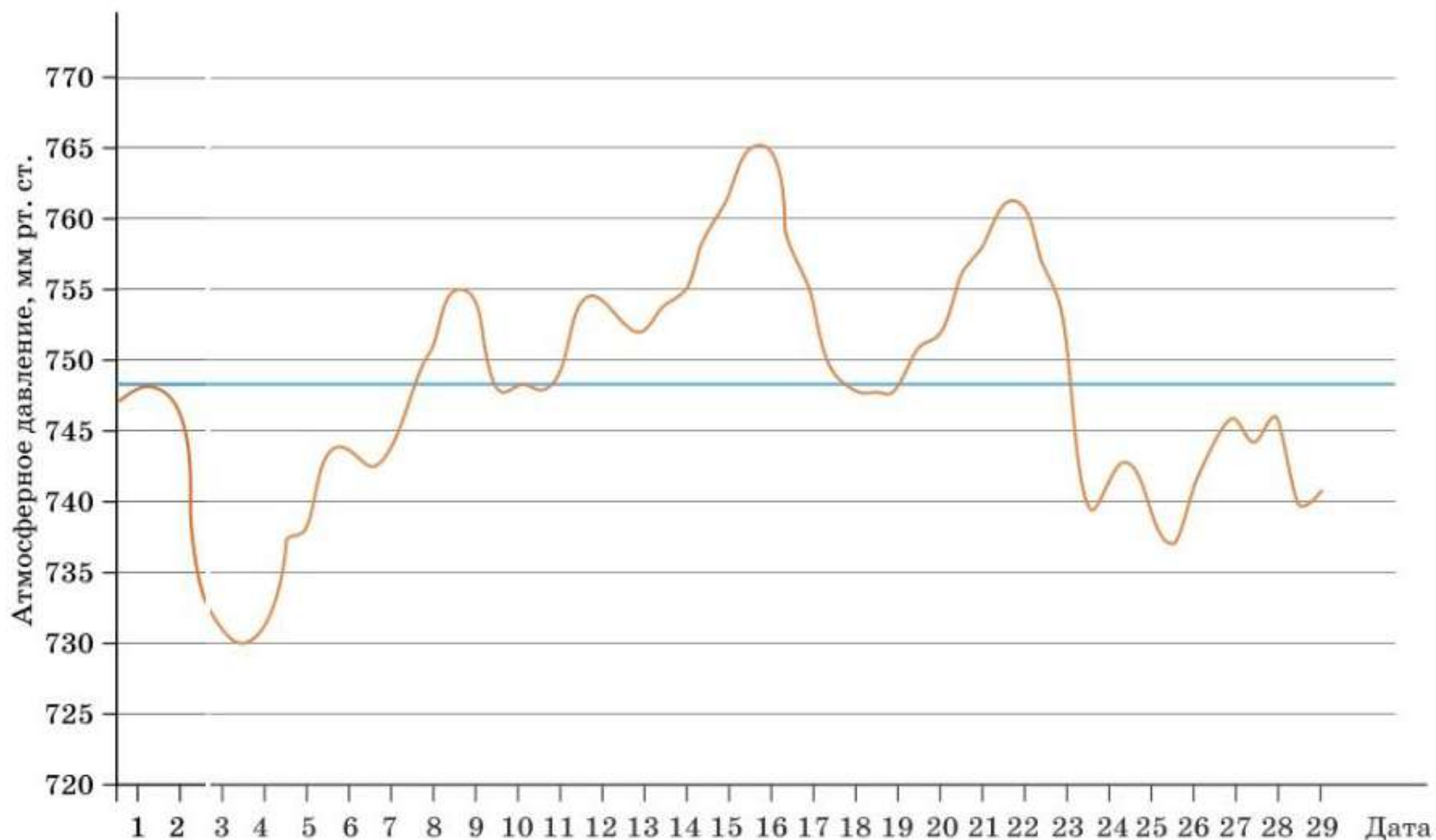
Наименьшее давление – 730 мм.рт.ст.

Наибольшее давление – 765 мм.рт.ст.

Размах = 35 мм.рт.ст.

$35 : 748,4 * 100\% = 4,7\%$

Диаграмма 17. Атмосферное давление в Ижевске. Февраль 2020 г.



**Иногда случайная величина в целом растет или убывает со временем, при этом испытывая случайные колебания.**

**Говорят, что изменчивость складывается из тенденции и случайных колебаний.**

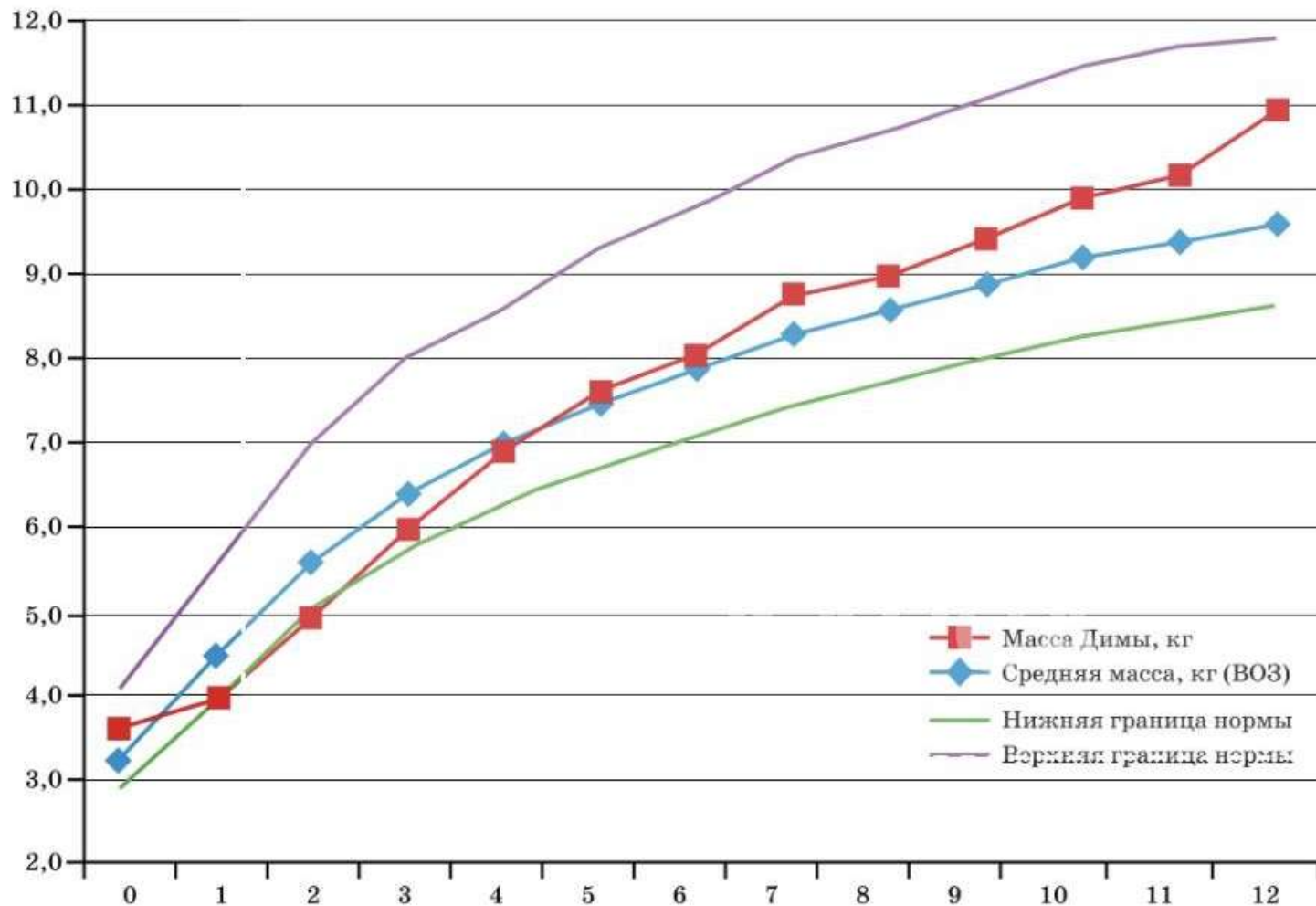
**Тенденция (тренд) – характерное, устойчивое изменение. Как правило, тенденция обусловлена долгосрочными факторами, которые заставляют величину расти или убывать.**

**В примере с атмосферным давлением можно сказать, что тенденция в феврале отсутствовала или была нулевой.**

**В отличие от тенденции, случайные колебания непредсказуемы, потому что вызваны кратковременными случайными и разнонаправленными факторами.**

**Пример 2.** На диаграмме 18 показано, как растет масса мальчиков от рождения до года. Эти данные медицинской статистики получены в России за много лет наблюдений.

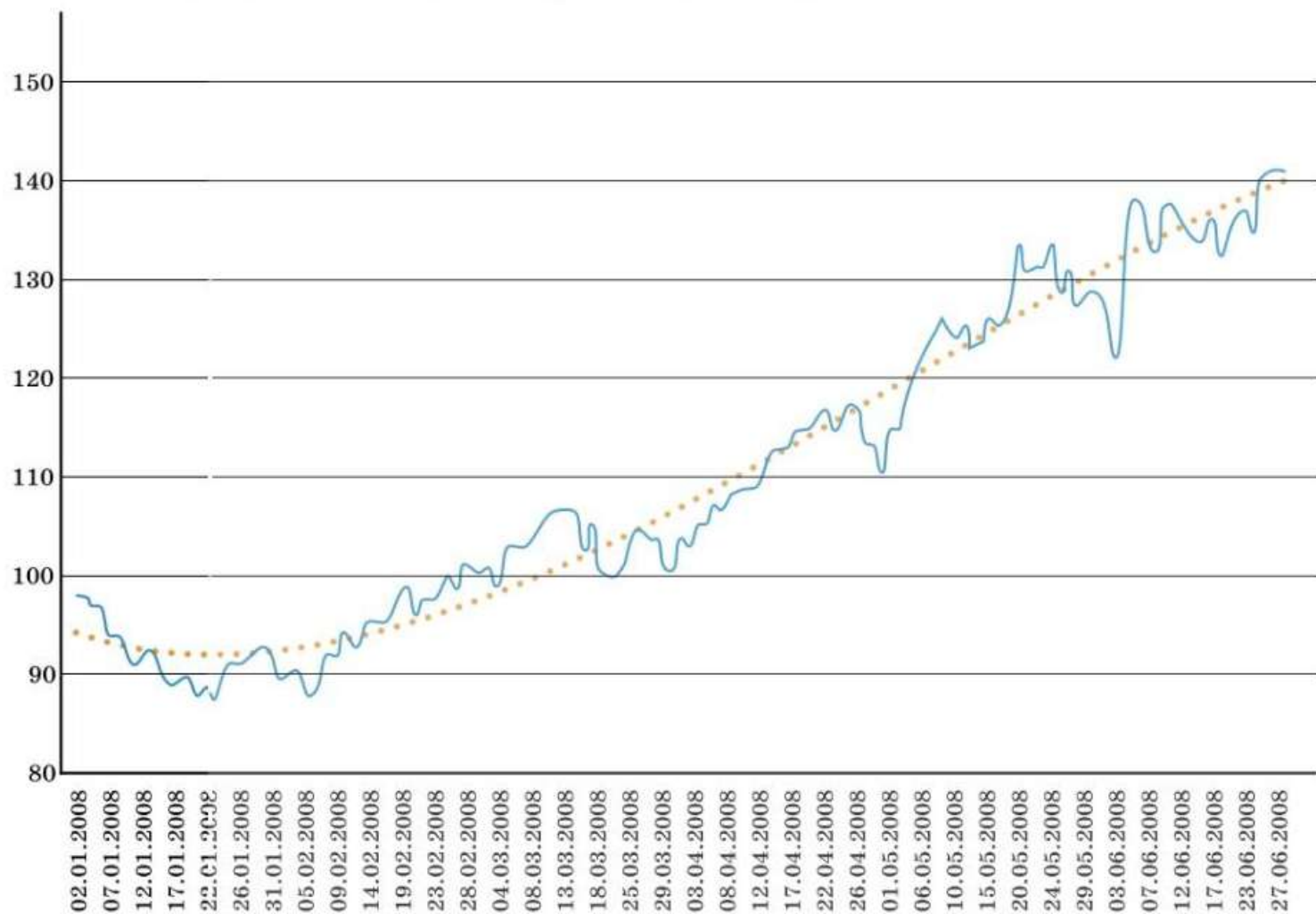
Диаграмма 18. Масса мальчиков от рождения до года, кг



**Однако бывает так, что изменчивая величина не имеет аналогов ни в прошлом ни в настоящем, а потому невозможно сказать, насколько она соответствует норме.**

**Таких уникальных, изменчивых явлений много в экономике, где условия все время меняются, и настоящее нельзя сравнить с прошлым.**

Диаграмма 19. Цена барреля нефти в первом полугодии 2008 г.

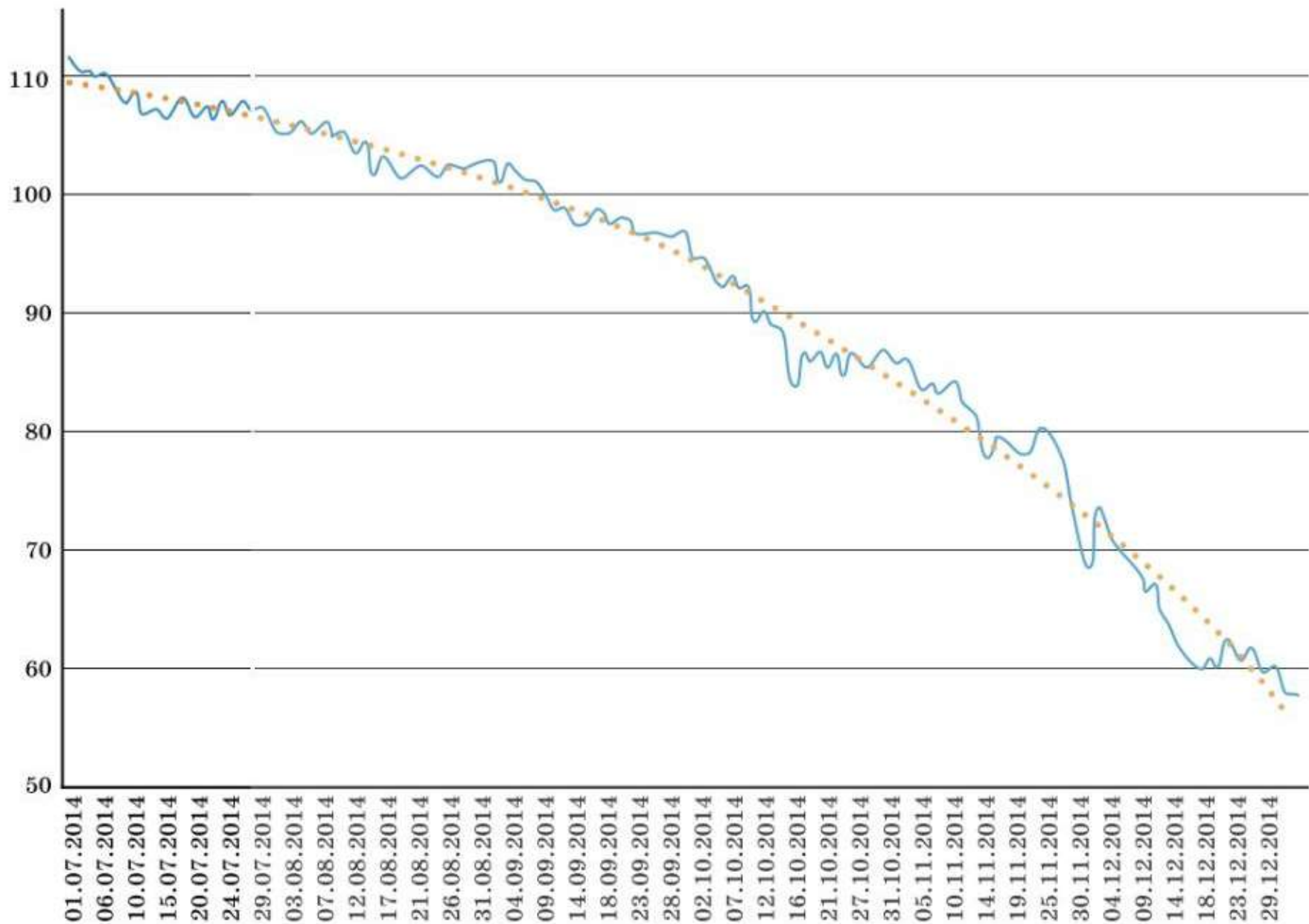


# **Пример 3. Цена нефти на мировых биржах традиционно измеряется в долларах США за баррель.**

Диаграмма 19. Цена барреля нефти в первом полугодии 2008 г.



Диаграмма 20. Цена барреля нефти во втором полугодии 2014 г.



**Часто изменчивость в природных, экономических и социальных явлениях состоит из двух составляющих.**

**Первая составляющая – тенденция, которая обусловлена серьезными и долгосрочными факторами.**

**Вторая составляющая – случайные отклонения, вызванные разнонаправленными краткосрочными действиями, которые зачастую невозможно предвидеть.**

**Одна из задач статистики – научиться выделять тенденции в изменчивых явлениях и отличать их от незначительных случайных колебаний.**