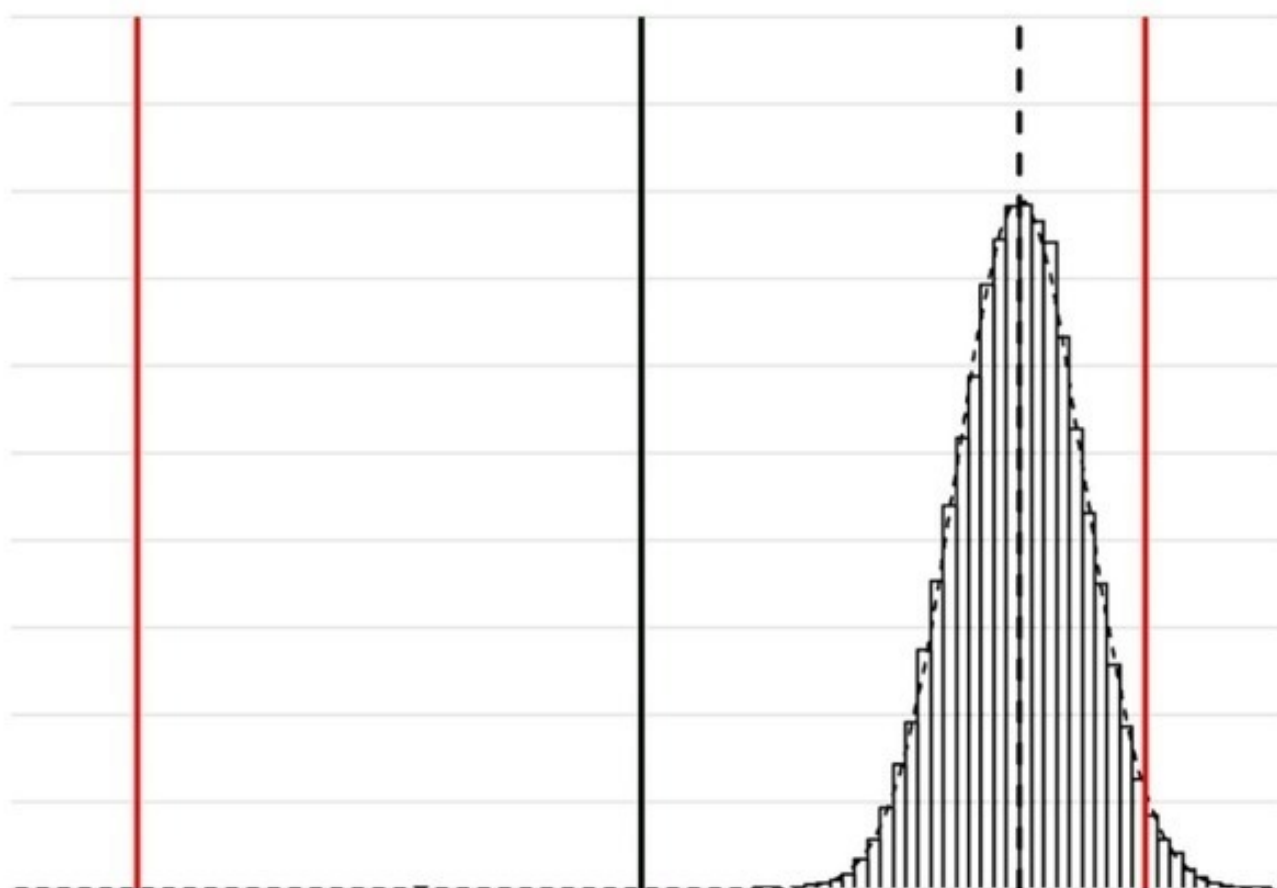


Валентин Юльевич Арьков  
*Применение гистограмм  
в управлении качеством*

Учебное пособие



Валентин Арьков

**Применение гистограмм  
в управлении качеством.  
Учебное пособие**

«Издательские решения»

**Арьков В. Ю.**

Применение гистограмм в управлении качеством. Учебное пособие  
/ В. Ю. Арьков — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-00-508083-7

Гистограмма — это один из самых простых инструментов статистического управления качеством производства. В этой работе будет использоваться электронная таблица для создания исходных данных, а также для построения и анализа гистограммы. Можно также использовать любой другой программный инструмент, позволяющий строить гистограммы.

ISBN 978-5-00-508083-7

© Арьков В. Ю.  
© Издательские решения

# Содержание

Введение	6
1. Управление качеством	7
2. Нормальное распределение	9
3. Отчёт и задание	10
4. Форма распределения	11
5. Конструкция и технология	15
Конец ознакомительного фрагмента.	17

# **Применение гистограмм в управлении качеством Учебное пособие**

**Валентин Юльевич Арьков**

© Валентин Юльевич Арьков, 2020

ISBN 978-5-0050-8083-7

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

## Введение

Материал в этом пособии разбит на короткие разделы – для удобства изучения. После каждого раздела есть вопрос на усвоение материала. На защите нужно уметь отвечать на ЛЮБОЙ из этих вопросов, а также продемонстрировать умение ВЫПОЛНЯТЬ любые действия, описанные в тексте.

Все примеры и объяснения даются очень УПРОЩЁННО. Названия использованы не слишком строгие. Это нужно для ПЕРВОГО ЗНАКОМСТВА с материалом и для бóльшего ПОНИМАНИЯ. В реальном производстве всё гораздо сложнее. Есть целая система международных стандартов. Как в любой профессии, есть свои сложные термины. Но при этом ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ и идеи остаются неизменными.

**Вопрос.** Для чего упрощают материал?

Статистика – это обработка большого количества случайных данных. В массовом производстве создают много «одинаковых» изделий, очень похожих друг на друга. Соответственно, данные об этих изделиях должны быть ОДНОРОДНЫМИ, то есть обладающими близкими статистическими характеристиками. Здесь и появляется возможность использования статистики для обеспечения качества продукции за счёт управления качеством производства.

**Вопрос.** Почему статистику можно использовать именно в массовом производстве?

Самый простой статистический инструмент – это ГИСТОГРАММА – столбиковая диаграмма частот. Это оценка формы РАСПРЕДЕЛЕНИЯ по фактическим данным. Напомним, что распределение  $p(x)$  – это функция, которая описывает вероятность  $p$  появления различных значений случайной величины  $x$ . Гистограмму начали использовать в управлении производством многие десятки лет назад – задолго до появления вычислительной техники.

**Вопрос.** Что такое гистограмма и как она связана с распределением?

В данной работе мы будем использовать пакет электронных таблиц **Microsoft Excel** для того, чтобы сгенерировать исходные данные, и для того, чтобы построить и проанализировать гистограмму. Рекомендуем использовать последнюю версию пакета, которая позволяет легко и быстро строить гистограмму, а также настраивать её параметры. Средства построения гистограмм есть и в других электронных таблицах.

**Вопрос.** Почему в данной работе используется последняя версия Excel?

## 1. Управление качеством

КАЧЕСТВО можно рассматривать с разных точек зрения. Потребителя интересует качество продукта производства (товара или услуги). Точка зрения производителя другая: качество продукции определяется качеством производственных (технологических) процессов.

**Задание.** Прочитайте в **Википедии** следующие статьи:

- Качество продукции
- Обеспечение качества
- Контроль качества
- Управление качеством
- Менеджмент качества
- Quality control
- Quality management

При необходимости можно использовать машинный перевод. Функция автоматического перевода веб-страниц есть в браузере Google Chrome.

**Вопрос.** Что означают следующие термины: качество, контроль качества, управление качеством и менеджмент качества?

В области управления качеством используют выражения **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ** и **СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМИ**. Давайте разберёмся, что они означают.

**Задание.** Прочитайте в **Википедии** статьи:

- Технологический процесс
- Process (engineering)
- Статистическое управление процессами
- Statistical process control

**Вопрос.** Что означают выражения **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ** и **СТАТИСТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМИ**?

Управление качеством – это целенаправленное воздействие на процесс производства (технологический процесс) для того, чтобы обеспечить качество выпускаемой продукции. Напомним, что в данной работе мы часто упрощаем объяснения и используем упрощённые названия. Управление качеством с помощью гистограммы включает следующие этапы:

- сбор данных;
- построение гистограммы;
- анализ гистограммы;
- принятие решения.

**Вопрос.** Какие этапы включает управление качеством с помощью гистограммы?

**СБОР ДАННЫХ** о ходе производства в настоящее время может производиться с помощью компьютеров. В этом случае данные будут сразу же представлены в цифровом виде, удобном для машинной обработки. Исходными данными могут быть любые параметры выпускаемых изделий. Например, если на станке изготавливают деталь заданной длины, то нужно измерять размер произведённой детали. Это может делаться для каждой произведённой детали или выборочно – для каждой десятой, или сотой, или тысячной.

**Вопрос.** Что делают на этапе сбора данных?

**ПОСТРОЕНИЕ ГИСТОГРАММЫ** на компьютере делается так, чтобы можно было достаточно подробно рассмотреть форму распределения. Для этого нужно выбрать подходящее количество интервалов группировки данных. В последней версии пакета Excel такая настройка гистограммы делается в диалоговом режиме. Процедуру построения гистограммы мы подробно рассмотрели в рамках работы на тему «Сводка и группировка данных» [1].

**Вопрос.** Что делают на этапе построения гистограммы

**АНАЛИЗ ГИСТОГРАММЫ** включает два этапа:

- 1) сравнение с нормальным распределением;
- 2) сравнение с номиналом и допусками.

На первом этапе полученный график сравнивают с теоретическим распределением. Гистограмма должна быть похожа по форме на график нормального распределения. Любые отклонения от симметрично колоколообразной формы говорят о нежелательных изменениях.

На втором этапе на график гистограммы наносят номинальный размер и допуски, чтобы обнаружить отклонение размера от заданного значения. Если форма гистограммы соответствует нормальному распределению, но размер отклоняется от заданного, нужно провести перенастройку (переналадку) оборудования и вернуть настройки в начальное состояние.

**Вопрос.** Что делают на этапе анализа гистограммы?

**ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ** – это главный этап управления качеством производства. **УПРАВЛЕНИЕ** по определению – это принятие решений на основе фактов. Здесь требуется найти причину обнаруженных изменений. А затем определить, как устранить найденную причину, чтобы вернуть характеристики процесса в заданное, исходное состояние.

**Вопрос.** Что делают на этапе принятия решения?

Когда производство изделия уже закончено, можно проверить его качество и забраковать те экземпляры, которые не соответствуют требованиям. Однако, исправить забракованные изделия, скорее всего, уже не получится. Это будет или слишком дорого, или вообще невозможно. Статистика позволяет следить за результатами каждой операции – на каждом шаге производства. За счёт этого можно обеспечить качество **КАЖДОГО ЭТАПА** производства. Это значит, что можно будет отбраковать некачественные детали, не дожидаясь окончательного результата. В дальнейшем производство пойдут только качественные составные части.

**Вопрос.** Почему важно контролировать качество на каждом этапе производства?

Статистика позволяет выявить **НАЧАЛО** отклонения параметров производственного процесса от заданных. Продукция *всё ещё соответствует* заданным требованиям, но изменения уже начались. Это может быть постепенный износ оборудования, изменение свойств сырья, усталость работника, внешние воздействия и т. д. Если в этот момент устранить нежелательные изменения, то процесс производства удастся вернуть в исходное состояние. В этом случае брак даже не начинает производиться.

**Вопрос.** Что позволяет обнаружить статистика при управлении качеством производства?

## 2. Нормальное распределение

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ – это зависимость вероятности от значения случайной величины. Это вероятность появления разных значений. Это функция  $p(x)$ , где  $p$  – вероятность,  $x$  – значение случайной величины. Английское название: DISTRIBUTION.

**Вопрос.** Что такое РАСПРЕДЕЛЕНИЕ?

Нормальное распределение, или распределение Гаусса, или гауссовское распределение – это хорошо исследованный, известный, стандартный закон распределения случайной величины.

**Вопрос.** Как ещё называется НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ?

Нормальное распределение появляется при воздействии большого количества независимых случайных факторов. В производстве такими факторами могут быть температура и давление воздуха, состояние работника, качество сырья и материалов, настройка оборудования, состояние и износ инструмента, погрешности измерения, колебания напряжения питания, изменение освещённости и т. д.

В теории вероятностей говорится, что нормальное распределение образуется при сложении бесконечного большого количества независимых случайных величин. В реальной жизни мы всегда имеем ограниченное количество чего угодно. Поэтому реальное распределение не будет в точности идеальным нормальным, но будет очень похоже на него по форме.

**Вопрос.** В каких случаях образуется нормальное распределение?

Слово НОРМАЛЬНОЕ в данном случае НЕ означает «хорошее» или «правильное». А ещё оно НЕ означает, что всё остальное – «ненормальное, неправильное, нехорошее». Это просто очень специальное название из области математики и статистики, связанное с возведением в квадрат, построением прямого угла и прочими операциями.

Вот одно из объяснений: распределение называется НОРМАЛЬНЫМ, потому что оно образуется само собой при выполнении определённых условий в теории вероятностей. Кроме того, такое название не требует указывать фамилию учёного, который *первым* открыл этой явление природы (видимо, чтобы никого не обидеть). Один учёный решил назвать распределение таким словом. Потом это название стали использовать другие специалисты. Теперь это общепринятое название.

**Вопрос.** Что означает слово НОРМАЛЬНОЕ?

### 3. Отчёт и задание

Переходим к выполнению работы. Параллельно с выполнением работы мы сразу же оформляем отчёт – на каждом шаге, с каждым действием. Тогда не придётся делать двойную работу – сначала всё сделать, а потом вспоминать и описывать.

Требования к оформлению отчёта описаны в работе [1]. Там есть подробное объяснение, как вставить в отчёт зарисовки и рукописные формулы. Отчёт оформляется в электронном виде и записывается в файле **Excel** в формате **\*.XLSX**.

**Задание.** Оформите титульный лист и оглавление отчёта.

В таблице 3.1 представлены варианты заданий. Нулевой вариант используется для демонстрации методики работы. Студенты используют варианты с 1 по 10. Номер варианта соответствует последней цифре номера зачётной книжки. Если номер зачётки заканчивается на 0, используйте вариант 10.

Таблица 3.1. Варианты заданий

Вариант	Номинал	Допуск	Сигма
0	1000	40	5
1	500	20	3
2	600	25	4
3	700	30	5
4	800	25	3
5	900	30	4
6	500	35	5
7	600	15	3
8	700	20	4
9	800	25	5
10	900	15	3

Объём выборки равен 30000. Исходные данные округляем до десятых, то есть до одного знака после запятой.

**Задание.** Укажите в отчёте номер варианта и опишите его.

## 4. Форма распределения

Вначале рассмотрим форму нормального распределения. Мы будем использовать функцию плотности вероятности  $p(x)$ . Нормальное распределение в общем виде описывается уравнением (4.1).

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (4.1)$$

В этой формуле использованы следующие обозначения:

$x$  – значение случайной величины;

$p$  – вероятность того, что случайная величина примет значение, равное  $x$ ;

$\mu$  – математическое ожидание – для дальнейшей работы почти то же самое, что и среднее значение;

$\sigma$  – с.к.о., или среднее квадратичное отклонение, или стандартное отклонение, или сигма – параметр распределения, характеризующий разброс вокруг среднего значения;

$\pi$  – число «пи», равное 3,14159...;

$e$  – число Эйлера, равное 2,718...

**Вопрос.** Что такое СКО?

**Задание.** Напишите формулу для нормального распределения на листе бумаги и вставьте в электронный отчёт.

Зная характеристики распределения, можно приблизительно оценить общий вид графика – симметричный, колоколообразный. Единственная вершина соответствует среднему значению. Правило трёх сигм даёт возможность определить примерные границы значений:

**СРЕДНЕЕ ПЛЮС-МИНУС ТРИ СИГМЫ.**

За пределами этого диапазона значений почти нет. График спадает до нуля. Подробности можно найти в работе [1]. Пример для нулевого варианта приводится на рис. 4.1.

Вариант	0	
$\mu =$	1000	
$\sigma =$	5	

$$p(x) = \frac{1}{5\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-1000)^2}{2 \cdot 5^2}}$$

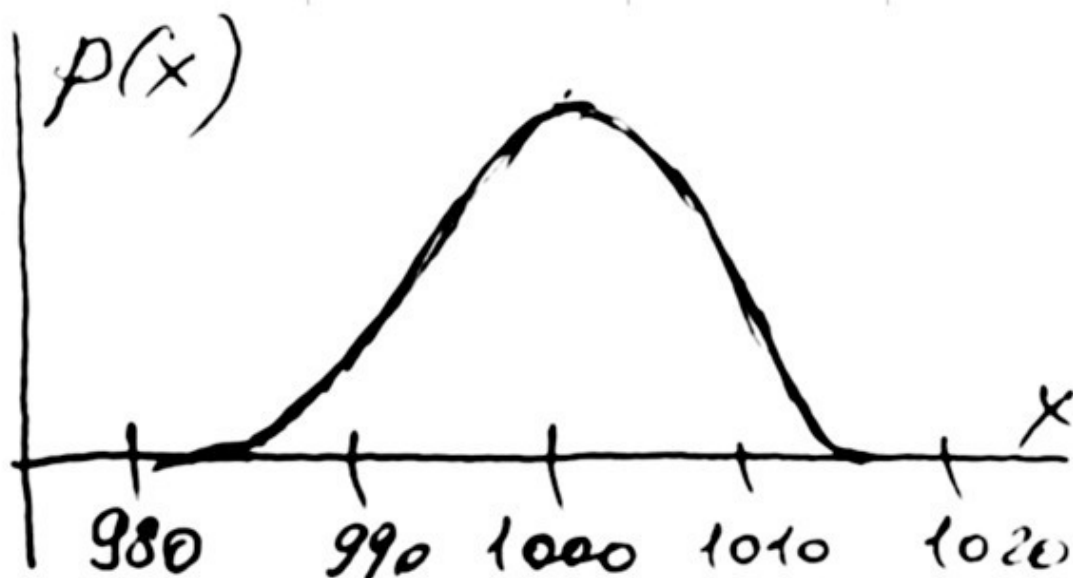


Рис. 4.1. Форма распределения

**Задание.** Сделайте зарисовку формы распределения для своего варианта задания и вставьте в отчёт. Зарисовка делается СХЕМАТИЧНО. Особая точность и художественный талант в этом задании не требуются.

При вычислениях нам придётся столкнуться с особенностями работы Excel. Эта программа различает минус как **ЗНАК ЧИСЛА** и минус как операцию **ВЫЧИТАНИЯ**. На вид это один и тот же символ. Но программа обрабатывает их по-разному. Различается порядок выполнения операций.

Чтобы познакомиться с этой особенностью, введём следующие формулы:

$$= -2^2$$

$$= 2-2^2$$

$$= -(2^2)$$

Результаты опыта приведены на рис. 4.2.

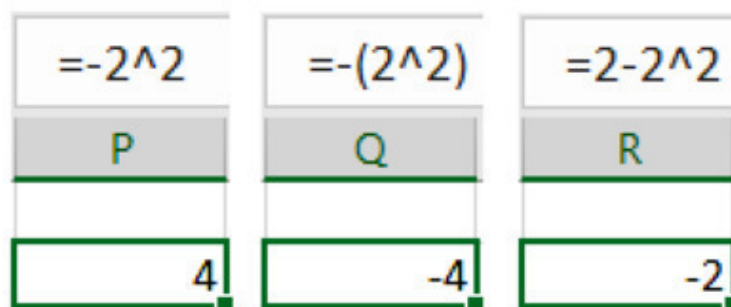


Рис. 4.2. Обработка минуса

Выясняется, что знак числа обрабатывается до возведения в степень. Поэтому при возведении в квадрат могут понадобиться дополнительные скобки.

**Задание.** Проведите описанный опыт над минусами.

**Вопрос.** Как Excel обращается со знаком минус при вычислениях?

Построим график нормального распределения для своего варианта по формуле (4.1). Для этого создадим столбец в несколько десятков чисел в пределах «среднее плюс-минус три сигмы». Для нулевого варианта возьмём числа от 980 до 1020 с шагом 1. Вставим график на той же странице отчёта, где находится зарисовка для нашего варианта (рис. 4.3). Используем «точечный график», в котором задают массив «иксов» и массив «игреков»:

**Insert – Charts – Insert Scatter (X, Y) or Bubble Chart – Scatter – Scatter with Straight Lines.**

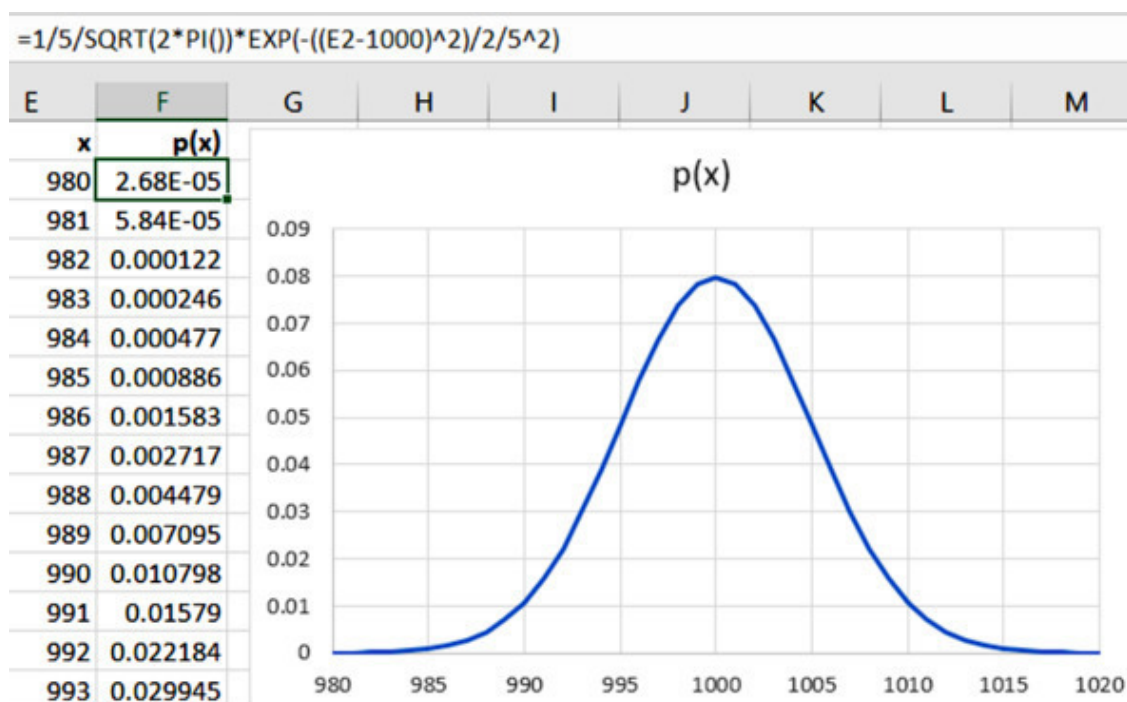


Рис. 4.3. Расчётное распределение

**Задание.** Постройте график распределения по своему варианту.

Рассмотрим график распределения и отметим его особенности. При анализе (чтении) гистограммы нам придётся следить за тремя свойствами:

1. Форма кривой СИММЕТРИЧНАЯ относительно среднего значения.
2. График по форме напоминает КОЛОКОЛ. Поэтому говорят, его форма колоколообразная.
3. У графика всего ОДНА ВЕРШИНА. Положение этой вершины, или пика, или максимума, соответствует среднему значению. Этот  $x$  называется МОДА – значение случайной величины, которое встречается чаще всего. То есть с наибольшей частотой. То есть с максимальной вероятностью.

Любое отклонение от трёх перечисленных свойств нужно рассматривать как сигнал о нежелательных изменениях в производственном процессе.

**Вопрос.** Какие три свойства нормального распределения учитывают при чтении гистограммы?

**Вопрос.** Что такое МОДА?

**Задание.** Рассмотрите свой график. Выполняются ли три указанных свойства?

## 5. Конструкция и технология

При изготовлении любой детали вначале разрабатывают *конструкторско-технологическую* документацию. Документацию передают в цех, где другие люди займутся производством продукции. Рабочие по этим документам изготавливают отдельные детали и собирают из них изделие.

Инженер-конструктор продумывает КОНСТРУКЦИЮ и рисует чертёж. На чертеже он указывает НОМИНАЛЬНЫЙ РАЗМЕР – заданное значение размера. Кроме этого, конструктор задаёт ДОПУСК, указывая предельное (максимальное ДОПУСТИМОЕ) отклонение от номинального размера. Поэтому на чертеже можно встретить надпись типа  $1000 \pm 40$ . Если не указаны единицы измерения, то скорее всего это миллиметры. Пример чертежа с указанием номинального размера и допуска приводится на рис. 5.1.

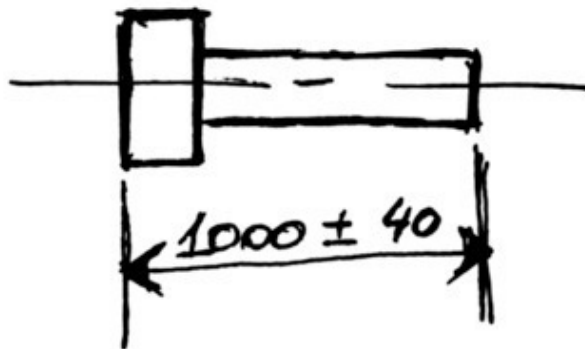


Рис. 5.1. Размер и допуск

**Вопрос.** Чем занимается инженер-конструктор?

**Вопрос.** Что такое НОМИНАЛЬНЫЙ РАЗМЕР?

**Вопрос.** Что такое ДОПУСК?

При выходе за границы допуска деталь будет считаться БРАКОМ. Бракованную деталь придётся переделывать. А если брак исправить невозможно, то выкинуть. Конструктор больше всего заботится о том, чтобы изделие работало и выполняло свою функцию. А соблюдение требований по допускам нужно для того, чтобы изделие было РАБОТОСПОСОБНО.

**Вопрос.** Что считается браком?

После того как разработана конструкция изделия, за дело берётся инженер-технолог. Он прорабатывает ТЕХНОЛОГИЮ ИЗГОТОВЛЕНИЯ детали. Он решает, какое оборудование использовать. Затем технолог описывает весь процесс изготовления детали – каждое действие и каждый инструмент или станок, которые для этого действия нужно будет использовать. Технолога интересует прежде всего сам технологический процесс изготовления, производства. Технолог может уточнить требования по допускам – чтобы изделие можно было произвести.

**Вопрос.** Чем занимается инженер-технолог?

Конструктор и технолог должны работать над одним и тем же изделием, и желательно это делать СОВМЕСТНО. Конструктор назначает требования по допускам – для того, чтобы изделие работало, но с учётом того, как можно изготовить конкретную деталь и как эта деталь войдёт в состав собранного изделия. Технолог выбирает способ изготовления и обработки каждой

детали – с учётом требований конструктора – и продумывает не только изготовление отдельных частей, но и процесс сборки. Поэтому конструктор должен представлять себе работу технолога, а технолог должен быть знаком с работой конструктора. В этом случае можно будет изготовить и собрать работающее изделие в разумные сроки и за разумные деньги.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.