

В.Л. Соломахо Б.В. Цитович С.С. Соколовский

# **НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

Для студентов учреждений высшего образования  
машиностроительных специальностей

В.Л. Соломахо Б.В. Цитович С.С. Соколовский

# НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Утверждено  
Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебника  
для студентов учреждений высшего образования  
по машиностроительным специальностям



Минск  
«Вышэйшая школа»  
2015

УДК [621.713+621:53.08](075.8)  
ББК 34.41я73  
С60

Рецензенты: кафедра стандартизации и метрологии Белорусского государственного аграрного технического университета (заведующий кафедрой кандидат технических наук, доцент *Н.А. Воробьев*); заведующий кафедрой технологий и оборудования машиностроительного производства Полоцкого государственного университета доктор технических наук, профессор *Н.Н. Попок*

*Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.*

**Соломахо, В. Л.**

С60 Нормирование точности и технические измерения : учебник / В.Л. Соломахо, Б.В. Цитович, С.С. Соколовский. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 367 с. : ил.  
ISBN 978-985-06-2597-7.

Комплексно изложены подходы к проблемам стандартизации норм точности, отражено современное состояние вопросов выбора и назначения точности геометрических параметров деталей с различной формой рабочих поверхностей, а также методы их технических измерений.

Рассмотрены общие принципы построения и конкретные системы допусков и посадок гладких цилиндрических поверхностей, углов и конусов, резьбовых, шпоночных и шлицевых сопряжений, зубчатых колес и передач, а также системы допусков формы, расположения, шероховатости и волнистости поверхностей.

Для студентов машиностроительных специальностей учреждений высшего образования. Может быть использовано инженерно-техническими работниками машиностроительных предприятий, научно-исследовательских и проектных организаций.

УДК [621.713+621:53.08](075.8)  
ББК 34.41я73

ISBN 978-985-06-2597-7

© Соломахо В.Л., Цитович Б.В.,  
Соколовский С.С., 2015  
© Оформление. УП «Издательство  
“Вышэйшая школа”», 2015

# СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
<b>1. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ .....</b>	<b>7</b>
1.1. Обеспечение качества изделий.....	7
1.2. Стандартизация и взаимозаменяемость .....	14
1.3. Основные понятия. Нормирование и контроль точности параметров .....	27
1.4. Методы нормирования точности параметров .....	40
<b>2. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ...</b>	<b>44</b>
2.1. Технический контроль .....	44
2.2. Метрологические основы технических измерений .....	46
2.2.1. Классификация измерений.....	47
2.2.2. Методы измерений.....	52
2.2.3. Погрешности измерений.....	56
2.2.4. Неопределенность измерений и ее отражение в описании результатов .....	71
2.2.5. Формы представления результатов измерений .....	74
2.3. Средства измерений.....	76
2.3.1. Классификация средств измерений.....	76
2.3.2. Метрологические характеристики средств измерений.....	80
2.4. Методики выполнения измерений .....	86
2.4.1. Общие требования к построению методики выполнения измерений.....	86
2.4.2. Выбор допустимой погрешности измерений.....	89
2.5. Эталоны единиц физических величин и система передачи единиц от эталонов к рабочим средствам измерений .....	92
2.6. Метрологическое обеспечение средств измерений .....	97
<b>3. НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ .....</b>	<b>102</b>
3.1. Принципы построения систем допусков и посадок.....	102
3.2. Нормирование точности гладких цилиндрических поверхностей деталей и их соединений .....	109
3.3. Нормирование точности формы и расположения поверхностей деталей.....	131
3.4. Общие допуски размеров, формы и расположения поверхностей деталей.....	220
3.5. Нормирование шероховатости и волнистости поверхностей деталей.....	225

3.6. Нормирование точности и посадки подшипников качения . . . . .	246
3.7. Контроль элементов деталей калибрами . . . . .	264
3.7.1. Контроль размеров . . . . .	264
3.7.2. Контроль отклонений от соосности наружных и внутренних номинально цилиндрических поверхностей . . . . .	271
3.8. Нормирование точности углов призматических элементов деталей, конических поверхностей и соединений . . . . .	273
3.8.1. Нормирование точности углов призматических элементов деталей . . . . .	273
3.8.2. Нормирование точности конических поверхностей и соединений . . . . .	280
3.9. Нормирование точности резьбовых деталей и соединений . . . . .	287
3.10. Нормирование точности штифтовых соединений . . . . .	305
3.11. Нормирование точности шпоночных соединений . . . . .	309
3.12. Нормирование точности шлицевых соединений . . . . .	318
3.13. Нормирование точности зубчатых колес и передач . . . . .	327
3.14. Цепи размерные . . . . .	351
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ . . . . .</b>	<b>358</b>
Приложение 1. Математическая обработка и формы представления результатов измерений . . . . .	358
Приложение 2. Методики вычисления стандартной неопределенности . . . . .	361
Приложение 3. Пример методики выполнения измерений . . .	364
<b>ЛИТЕРАТУРА . . . . .</b>	<b>368</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый учебник разработан в соответствии с учебной программой дисциплины «Нормирование точности и технические измерения» и состоит из трех частей:

1. Стандартизация и качество продукции.
2. Технический контроль и технические измерения.
3. Нормирование точности элементов деталей и их соединений.

В первой части рассмотрены общие вопросы обеспечения взаимозаменяемости и качества продукции за счет широкого использования стандартизации номинальных значений параметров и норм точности. Кратко описаны основные проблемы обеспечения взаимозаменяемости деталей и их элементов, приведены необходимые понятия в области нормирования точности. Представлены методы нормирования параметров по аналогии и на основании результатов исследований. Стандартизация рассматривается прежде всего как упорядочение и нормирование свойств технических изделий и процессов их изготовления.

Вторая часть посвящена описанию метрологических основ технических измерений, которые широко используют в техническом контроле изделий и процессов. Представлены классификация измерений, основные сведения о погрешностях измерений и неопределенности измерений, приведена математическая обработка результатов измерений и формы их представления. Вопросы выбора методик выполнения измерений рассмотрены в соответствии с возможными типовыми задачами измерений. Описание инструментальной поддержки единства измерений включает такие темы, как метрологическое обеспечение средств измерений, эталоны единиц физических величин и система передачи единиц от эталонов к рабочим средствам измерений, средства измерений и метрологические характеристики средств измерений.

В третьей части представлены вопросы стандартизации норм точности деталей и сопряжений, а также типовые решения, применяемые в ходе технических измерений и технического контроля геометрических параметров типовых деталей и их сопряжений, общие подходы к стандартизации норм точности. Рассмотрены допуски формы и расположения поверхностей, общие допуски размеров, формы и расположения поверхностей, вопросы

нормирования шероховатости и волнистости поверхностей. Описаны нормирование точности и посадки подшипников качения, системы допусков углов и конусов, а также конические сопряжения. Нормирование точности сложных сопряжений и их деталей представлено в виде описания норм точности резьбовых деталей и соединений, взаимозаменяемости, методов и средств контроля зубчатых колес и передач, штифтовых, шпоночных и шлицевых соединений. Даны методы обеспечения точности замыкающего звена и методы расчета цепей.

Настоящий учебник может быть использован при изучении дисциплины «Стандартизация норм точности», выполнении курсовых работ по «Нормированию точности и техническим измерениям», «Стандартизации норм точности», курсовых проектов по другим дисциплинам, а также при написании дипломных проектов. Будет полезен для конструкторов и технологов, занимающихся проектированием механических узлов и (или) изделий машино- и приборостроения.

# 1. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

## 1.1. Обеспечение качества изделий

Под **изделием** принято понимать единицу продукции, количество которой может исчисляться в штуках или экземплярах. При этом предполагается, что каждое изделие имеет геометрические размеры и массу, регламентированные определенными пределами. Промышленная продукция, выпуск которой оценивается в единицах длины, площади, объема или массы, выпускаемая в стандартной промышленной упаковке, повреждение которой может затруднить, снизить эффективность или исключить возможность ее использования, также рассматривается как изделие и называется **расходным**.

Таким образом, понятие «продукция» следует рассматривать как более общее по сравнению с понятием «изделие». Под **продукцией** понимается некоторый о вещественный результат народнохозяйственной деятельности, предназначенный для удовлетворения определенных потребностей, т.е. обладающий потребительной стоимостью. В соответствии с этим **качество продукции (изделий)** определяется совокупностью свойств продукции (изделий), обуславливающих ее (их) пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее (их) назначением.

Несколько веков назад кустарное производство изделий было индивидуальным и основанным на пригонке деталей друг к другу. На определенном этапе развития общества появилась необходимость серийно выпускать «промышленные» изделия. Первыми серийно выпускаемыми изделиями были различные виды оружия (пушки, стрелковое оружие), которое тиражировалось в больших количествах.

Серийный выпуск изделий потребовал пропорционального увеличения ресурсов и мог стать рентабельным только при сокращении вложенного в них о вещественного труда. Снизить себестоимость изделий можно было за счет создания условий для обеспечения их повторяемости, в том числе упрощения конструкции (в первую очередь отказа от «излишеств» – дорогих материалов, трудоемких украшений, сложных и по этой причине трудновыполняемых деталей и сборочных единиц), и изменения технологии. Конечно, уровень качества таких изделий трудно

поднять до наивысшего, но при их проектировании можно заложить приемлемый (удовлетворительный) уровень качества, который представляет собой компромисс между желаниями потребителя и возможностями изготовителя. Изменение характеристики производства при его трансформации от индивидуального изготовления изделий к серийному представлен на рис. 1.1.

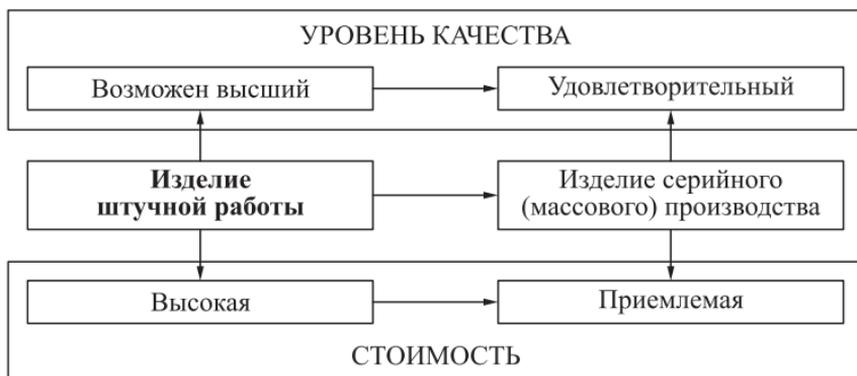


Рис. 1.1. Качество и стоимость изделий при индивидуальном и серийном производстве

Для упрощения изготовления изделий был выбран путь разделения труда и кооперации производства. Разделение труда в данном случае можно представить как членение технологического процесса изготовления изделия на операции – простейшие технологические процедуры, каждая из которых выполняется, как правило, одним работником (оператором). Научиться выполнению операции можно за короткий промежуток времени. Выигрыш от такой организации труда – высокая производительность при относительно невысоких требованиях к квалификации исполнителя.

Очевидно, что качество изделий в значительной степени обеспечивает изготовитель. Если изделие сделано плохо, оно плохо работает. Но если спроектировано морально устаревшее изделие, оно будет неконкурентоспособным на рынке даже при отличном качестве изготовления. Следовательно, уровень качества любого изделия в первую очередь определяет его разработчик. Плохое производство способно существенно снизить уровень качества, а хорошее – всего лишь обеспечить заложенный проектировщиком уровень.

Неправильное использование даже высококачественного изделия приведет к его быстрой поломке, и разговор о качестве теряет всякий смысл. В связи с ростом экологических проблем существенное внимание уделяют также утилизации изделий. Например, опыт работы с такими объектами, как атомные и тепловые электростанции или атомные подводные лодки, заставляет обращать внимание не только на эффективность функционирования, но и на угрозу загрязнения окружающей среды. Таким образом, качество изделия оценивается на протяжении всего «жизненного цикла» от проектирования, через изготовление и эксплуатацию – до физического или морального его «старения» (рис. 1.2).

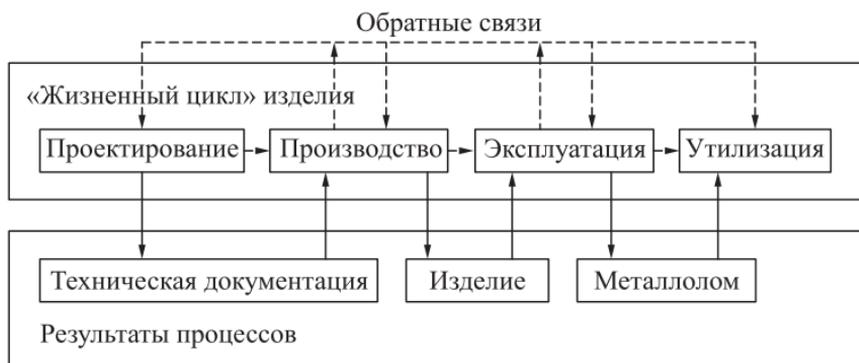


Рис. 1.2. «Жизненный цикл» изделия

«Жизненный цикл» изделия строится с учетом не только прямых связей (качество сложного изделия закладывается при проектировании, обеспечивается в ходе производства, реализуется при эксплуатации), но и обратных связей, которые используются для корректирования требований, гарантирующих приемлемый уровень качества объекта.

Качество любого объекта (проекта, изделия, процесса) можно оценить и на этой основе сравнить уровни качества объектов одинакового назначения. Качество изделия является наиболее общим его свойством.

Простые свойства объектов, которые могут быть выражены в единицах физических величин (масса, длина, твердость и др.), далее будем называть параметрами. **Функциональные параметры** эле-

ментов изделия — это параметры, определяющие уровень его эксплуатационных показателей. К ним могут быть отнесены геометрические, физико-механические, электрические, магнитные и др.

Номенклатура функциональных параметров зависит от назначения изделия, его состава, конструкции и работы. Например, вращающий момент двигателя внутреннего сгорания зависит от объема камеры сгорания, давления при сгорании смеси, а также от площади зазоров в системе «цилиндр—кольцо—поршень». От твердости рабочих поверхностей поршневых колец и стенок цилиндра зависит их износостойкость, а следовательно, и долговечность двигателя. Эксплуатационные показатели, определяющие качество изделий, зависят в значительной степени от геометрических параметров деталей. Для нормальной работы соединений деталей (сопряжений) и изделия в целом нужно обеспечить требуемую точность размеров, формы и расположения поверхностей, а также необходимые параметры их микрогеометрии (шероховатости).

Шарик в узле подшипника должен быть достаточно правильной (сферической) формы, чтобы свободно вращаться, а не скользить при своем перемещении по желобу. При этом соотношение размеров шарика и желоба должно исключить, с одной стороны, «заклинивание» шарика в ходе эксплуатации подшипника, а с другой — появление большого зазора, что может привести к возникновению биения и последующему разрушению узла.

В процессе изготовления деталей необходимо соблюдать требуемую точность не только по геометрическим параметрам. Например, наиболее важные детали оптико-механического прибора (микроскопа, фотоаппарата, бинокля) изготавливаются из стекла или пластмасс, и для них весьма существенными являются оптические свойства материала. Точность геометрических размеров оптических деталей (радиусов и толщины линз, углов и толщины призм, правильность формы и расположения сферических элементов и плоских поверхностей линз и зеркал, параметры микрогеометрии рабочих поверхностей и т.д.) также будет влиять на качество собранного изделия.

Для обеспечения определенного качества серийно выпускаемых изделий необходимо, чтобы все составляющие детали одного назначения (номенклатуры, типоразмера) были практически одинаковыми. В таком случае из любого полного комплекта де-

талей можно собрать изделие, соответствующее установленным требованиям. Детали и более сложные изделия, если они отвечают всем поставленным требованиям и допускают возможность равноценной замены одного другим, являются взаимозаменяемыми. Поскольку абсолютно одинаковых изделий не существует, следует добиться такого состояния производства, при котором различия между «одинаковыми деталями» должны быть столь незначительны, чтобы они собирались с любыми ответными деталями, обеспечивая удовлетворительную работоспособность сопряжения. Собранные из взаимозаменяемых деталей сложные изделия также будут взаимозаменяемыми.

Взаимозаменяемость однородных изделий означает «одинаковость» их основных параметров. Но единообразие подходов к нормированию параметров не исключает возможности разработки и выпуска различающихся изделий одного назначения (например, разных моделей фотоаппаратов, часов, принтеров, станков).

Для того чтобы запустить изделия в серийное и массовое производство, техническая документация на них должна содержать жестко нормированные значения основных функциональных параметров. Чтобы разброс параметров, неизбежно возникающие при изготовлении элементов, не оказывали существенного влияния на работу изделия, их ограничивают определенными нормами. Параметры могут быть ограничены с одной стороны (сверху или снизу), но наиболее жестко определяет параметр двухстороннее ограничение.

Чем меньше допускаемый диапазон рассеяния параметра, тем дороже обходится его достижение (рис. 1.3). Поэтому избыточные требования к точности параметров неоправданно удорожают изделие, а пониженные требования могут сделать изделие неработоспособным.

Одинаковые номинальные значения параметров и единообразные нормы их рассеяния позволяют обеспечить взаимозаменяемость изделий. Изделия будут взаимозаменяемыми только в том случае, если на одинаковые номи-

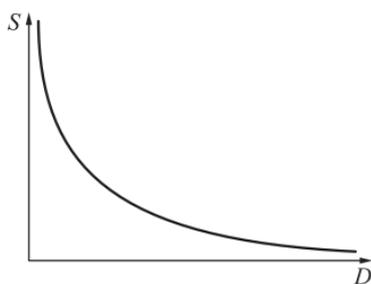


Рис. 1.3. Повышение относительной стоимости с увеличением точности параметра:

$D$  – диапазон допускаемого рассеяния параметра;  $S$  – относительная стоимость получения параметра с установленной точностью

нальные значения параметров будут назначены одинаковые допуски и реальные значения параметров будут соответствовать установленным требованиям.

## Номенклатура допусков геометрических параметров

**Допуск** — норма, которая ограничивает возможное рассеяние параметра заданными пределами и тем самым гарантирует получение нужного эффекта (в производстве — годность изделия, соответствие режимов техпроцесса заданным и т.д.). Для большого числа параметров нормирование осуществляют только ограничением предельных значений, например, назначая температуру в помещении  $(20 \pm 2)$  °С, напряжение от 210 до 240 В или электрическое сопротивление резистора  $100 \text{ Ом} \pm 5\%$ . Здесь использованы разные способы оформления норм, но рассеяние всех параметров нормировано однотипно (путем двухпредельного ограничения в соответствии с выбранным уровнем точности).

$$T_A = A_{\max} - A_{\min},$$

где  $T_A$  — допуск параметра  $A$ ;  $A_{\max}$  и  $A_{\min}$  — наибольшее и наименьшее разрешенные значения параметра  $A$  соответственно.

В нормировании встречаются и более сложные ситуации. Нормирование геометрических параметров является достаточно сложным из-за их пространственного характера и разнообразия. Так, для плоских и цилиндрических поверхностей деталей принято нормировать допуски размеров, формы и расположения (макрогеометрия поверхностей), а также параметры шероховатости (микрогеометрия поверхностей). Рассмотрим деталь простейшей геометрической формы — тело качения шарикового подшипника — шарик. Идеальная поверхность шара — сфера, характеризуется одним номинальным параметром (диаметром  $d$ ). Для того чтобы реальные шарики (с размерами  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ ) нормально работали в подшипнике, размеры их должны быть практически одинаковы, т.е.

$$d_1 \approx d_2 \approx d_3 \approx \dots \approx d_n.$$

Разность размеров отдельных шариков зависит от требуемого качества подшипника и нормируется допуском размера  $T_d$ :

$$T_d = d_{\max} - d_{\min},$$

а размеры всех шариков должны соответствовать неравенству

$$d_{\min} \leq (d_1, d_2, d_3, \dots, d_n) \leq d_{\max}.$$

Различие размеров отдельных шариков шарикоподшипника определенной номенклатуры – понятие скорее геометрическое, чем техническое, и основано на допущении, что каждый шарик характеризуется одним размером, т.е. имеет идеальную геометрическую форму. Реальный шарик имеет бесконечное множество размеров (толщин), которые хоть и незначительно, но отличаются друг от друга. Следовательно, в рассматриваемом случае допуск размера  $T_d$  ограничивает допустимые разности размеров каждого шарика и тем самым всех шариков одного подшипника.

Одновременно с назначением допуска размеров шарика устанавливаются требования к его форме. Но часто возникают ситуации, когда требования к форме должны быть жестче, чем это предусмотрено назначенным допуском размера.

Допуски формы и расположения поверхностей необходимо назначать и в тех случаях, когда они непосредственно не ограничиваются жесткими допусками функционально важных размеров. Часто нужны хорошие привалочные плоскости плит, кронштейнов и других деталей, прямолинейность направляющих, параллельность и перпендикулярность плоскостей. Требования к точности размеров могут при этом практически не устанавливаться или назначаться весьма свободно.

Микрогеометрия поверхностей настолько существенно влияет на качество подвижных и неподвижных сопряжений, что ее нормирование обязательно. В современном машиностроении и приборостроении принято нормировать высотные, шаговые и некоторые другие параметры шероховатости поверхности, а также и некоторые характеристики микрогеометрии поверхностей, например, направление микронеровностей.

Недостаточно только назначить нормы точности, следует убедиться в том, что они были выдержаны при изготовлении. Иными словами, необходим контроль точности изготовления изделий.

При этом под контролем подразумевается определение соответствия действительного значения контролируемого параметра некоторым установленным для него требованиям или нормам. В свою

очередь, действительным значением параметра называется значение, полученное экспериментально (путем измерения) с некоторой допустимой для данного случая погрешностью измерения.

Для придания часто употребляемым нормам официального статуса широко используется стандартизация. Стандартизуют сложные изделия и их составные части, процессы, основные параметры. Всем известны стандартные источники электрического питания, стандартное напряжение электрической сети, стандартные размеры оптических дисков, скорости записи и воспроизведения информации.

## **1.2. Стандартизация и взаимозаменяемость**

Существование любой современной технической структуры невозможно без высокого уровня упорядоченности. Упорядочение, т.е. приведение знаний и других объектов в систему, начинается на базе накопления определенной информации и продолжается вплоть до «отмирания» или замены данной системы новой, более общей или более строгой.

Объектами упорядочения являются не только изделия, но и различные процессы (например, технологические процессы обработки изделий и оказания услуг), а также условные обозначения (знаки), применяемые в самых различных областях (цифры, обозначения единиц физических величин, дорожные знаки и др.). Полнота упорядочения объектов зависит от их характера и назначения.

Практически в любом сложном объекте в большей или меньшей степени используются стандартные элементы (материалы, конструктивные решения, комплектующие изделия). Встречаются изделия, которые можно считать упорядоченными комплексно, поскольку они полностью состоят из унифицированных частей.

Упорядочение осуществляется с помощью норм и правил, специальная разработка которых связана с необходимостью:

- контролировать свойства (параметры и характеристики) объекта;
- оценивать качество объекта;
- выявлять зависимости между свойствами объекта в целом и функциональными (в том числе и точностными) параметрами и характеристиками его элементов.

Под **параметром** объекта понимается его количественный признак, представляющий собой объективную числовую оценку отдельного свойства, а под **характеристикой** – свойство, которое не удастся оценить инструментальными методами. Принято различать основные свойства (характеристики, параметры), из которых могут быть выделены главные и второстепенные. К основным характеристикам и параметрам относят те, которые определяют существенные свойства объекта.

Для упорядоченного описания и последующего нормирования свойств необходимо выделить существенные свойства сложных объектов с помощью анализа назначения объекта и сопоставления объектов одинакового или близкого назначения. К существенным относят те свойства, которыми обладают все однородные объекты, а также особые свойства, определяющие их принципиальные различия.

После выявления существенных свойств их обычно распределяют в соответствии с уровнем значимости для потребителя (ранжируют). Выделенные главные и второстепенные свойства нормируют, по возможности ограничивая номенклатуру свойств, на которые устанавливают жесткие нормы.

Деятельность по установлению технических требований в целях их всеобщего и многократного применения в отношении постоянно повторяющихся задач, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в области разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказания услуг, называется **стандартизацией**. Важнейшими результатами стандартизации являются повышение степени соответствия продукции, процессов и услуг их функциональному назначению, устранение барьеров в торговле и содействие научно-техническому и экономическому сотрудничеству.

Объекты стандартизации (продукты производства, процессы, услуги, информационные объекты) весьма разнообразны. Стандартизируют конкретные изделия, организационные и технологические процессы, условные обозначения.

Документ, содержащий правила, общие принципы, характеристики, касающиеся определенных видов деятельности или их результатов, и доступный широкому кругу потребителей (пользователей), называется «Технический нормативный правовой акт»

(ТНПА). Технические нормативные правовые акты достаточно разнообразны по номенклатуре: стандарты (международные, региональные, национальные, стандарты субъектов хозяйствования), руководящие документы по стандартизации (РД), методические указания по стандартизации (МУ) и др. Обобщенно их называют нормативными документами по стандартизации (НД).

Все нормативные документы, действующие в стране, можно считать системой, которая складывается из элементов (отдельных НД) и подсистем (их по традиции называют «системы стандартов»). Национальную стандартизацию можно считать частью международной стандартизации, которая охватывает ряд стран (например, стандартизация в рамках СНГ) или большинство стран мира (стандартизация в рамках ИСО).

Научные основы стандартизации включают системный подход, оптимизацию параметров и формализацию параметрических рядов.

Установление норм с помощью НД по стандартизации и их применение подчиняется определенным условиям и преследует цели в первую очередь экономического характера. Нормирование любых объектов направлено на минимизацию средств, необходимых для получения удовлетворительных результатов. Математические методы оптимизации параметров объектов стандартизации используют для достижения «всеобщей оптимальной экономии» как в сфере эксплуатации стандартных изделий, так и при их изготовлении. При этом нормы на изделия и процессы должны ограничивать уровень качества объектов снизу, защищая интересы потребителя.

Нормирование конкретных параметров объектов осуществляется в соответствии со следующими правилами:

- 1) соблюдение принципов нормирования;
- 2) использование определенных методов нормирования;
- 3) оформление назначенных требований в соответствии с действующими нормами.

**Принципы нормирования** включают:

- полноту охвата параметров;
- однозначность требований;
- оптимальность нормирования параметров.

Нормы должны быть установлены на все функционально важные параметры. Полнота охвата будет достаточной, если от-

существование каких-то норм не скажется отрицательно на качестве изделия. При нормировании параметров необходимо учитывать, что ненормированные параметры могут быть истолкованы изготовителем произвольно; из-за неопределенности толкования они не поддаются объективному контролю и могут привести к снижению уровня качества.

Задавать нормы следует настолько определенно, чтобы их могли объективно проверить изготовитель, контролер и потребитель продукции.

Значения норм необходимо устанавливать исходя из экономических критериев. Следует жестко нормировать функционально важные параметры и более свободно – все остальные. Применение этого правила направлено на достижение экономии совокупного общественно полезного труда на изготовление и эксплуатацию изделия.

В случаях, когда работа изделия связана с обеспечением безопасности людей, или выход его из строя может привести к большим экономическим потерям, авариям и т.д., экономичность самого изделия отодвигается на второй план, а основным критерием является безотказность.

Все назначенные нормы, на которые распространяются требования НД, должны соответствовать этим требованиям по содержанию и оформлению.

**Использование методов нормирования** предусматривает:

– заимствование норм, например, прямым переносом норм объекта-прототипа на проектируемый объект (в литературе – «метод прецедентов или аналогов»), заимствование апробированных решений подобных задач из ранее выполненных проектов, справочной и научно-технической литературы и других источников («метод подобия»);

– назначение норм по итогам специально проведенной исследовательской работы, которая может включать теоретическое прогнозирование результатов при выбранных нормах либо экспериментальное исследование вариантов изделий с произвольно (интуитивно, методом проб) назначенными нормами.

Допускается смешанное использование этих двух подходов. Готовый опыт решения типовых задач обеспечивает значительное сокращение времени нормирования. Назначение норм при решении тривиальных задач можно осуществлять, применяя го-

Учебное издание

**Соломахо** Владимир Леонтьевич  
**Цитович** Борис Васильевич  
**Соколовский** Сергей Степанович

## **НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

Учебник

Редактор *Е.Н. Шульганова*  
Художественный редактор *В.А. Ярошевич*  
Технический редактор *Н.А. Лебедевич*  
Корректор *Е.З. Липень*  
Компьютерная верстка *Н.В. Шабуня*

Подписано в печать 02.09.2015. Формат 84×108/32. Бумага офсетная. Гарнитура «Ньютон». Офсетная печать. Усл. печ. л. 19,32. Уч.-изд. л. 21,3. Тираж 500 экз. Заказ 2163.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013.

Пр. Победителей, 11, 220048, Минск.  
e-mail: market@vshph.com <http://vshph.com>

Республиканское унитарное предприятие «Белорусский Дом печати».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 2/102 от 01.04.2014.

Пр. Независимости, 79, 220013, Минск.