

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Полоцкий государственный университет»

А. И. Козакевич

# МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Учебно-методический комплекс  
для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия»

Новополоцк  
ПГУ  
2014

УДК 528.5.089.68(075.8)

ББК 26.1(я73)

К59

Рекомендовано к изданию  
методической комиссией геодезического факультета  
в качестве учебно-методического комплекса (протокол № 7 от 30.03.2012)

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

начальник Новополоцкого инженерно-геодезического отряда  
Витебского отдела инженерных изысканий УП «Геосервис» А. А. КЛЕЩЕНОК;  
доцент, кандидат технических наук УО «ПГУ» А. М. ДЕГТЯРЕВ

#### **Козакевич, А. И.**

К59 Метрология, стандартизация и управление качеством : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия» / А. И. Козакевич. – Новополоцк : ПГУ, 2014. – 124 с.

ISBN 978-985-531-380-0.

Рассмотрены научно-методические основы метрологии, стандартизации и их роль в ускорении научно-технического прогресса в геодезическом производстве, значение стандартизации для организационной и хозяйственной деятельности государства, ее роль в развитии науки и техники, в повышении качества продукции, а также понимание принципов метрологического обеспечения средств измерений.

Предназначен для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия».

**УДК 528.5.089.68(075.8)**

**ББК 26.1(я73)**

**ISBN 978-985-531-380-0**

© Козакевич А. И., 2014

© УО «ПГУ», 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	5
Рабочая программа .....	6
1. История создания метрологии .....	10
1.1. Основные понятия геодезической метрологии .....	11
1.2. Виды геодезических измерений .....	14
2. Сущность и задачи метрологии .....	19
2.1. Общие основы теории измерений .....	19
2.2. Физические величины, применяемые в геодезии .....	21
3. Поверка средств измерений .....	24
3.1. Поверочные схемы .....	27
3.2. Государственные поверочные схемы для угловых и линейных измерений .....	31
4. Геодезические эталоны и средства поверки .....	33
4.1. Классификация средств поверки геодезических приборов .....	33
4.2. Требования к контрольно-измерительным средствам .....	35
5. Локальные поверочные схемы .....	36
5.1. Локальные поверочные схемы для теодолитов .....	36
5.2. Локальные поверочные схемы для нивелиров .....	37
5.3. Локальные поверочные схемы для средств измерений длины .....	39
6. Методы определения основной метрологической характеристики геодезических приборов .....	43
6.1. Методы определения средней квадратической погрешности ...	43
6.2. Методы определения средней квадратической погрешности измерения углов теодолитами .....	43
6.3. Методы определения средней квадратической погрешности измерения превышений нивелирами .....	47
6.4. Методы определения средней квадратической погрешности измерения длин дальномерами .....	48
7. Методы определения метрологических характеристик геодезических приборов .....	51
7.1. Метрологические характеристики геодезических средств измерений .....	51
7.2. Определение цены деления шкалы .....	51
7.3. Определение цены деления уровня на экзаменаторе .....	52
7.4. Определение цены деления линейной шкалы .....	54
7.5. Определение цены деления оптического микрометра нивелира .....	56

8. Стандартизация .....	57
8.1. Цели и принципы технического нормирования и стандартизации в Республике Беларусь .....	57
8.2. Сущность стандартизации. Основные термины и определения .....	58
8.2.1. Задачи стандартизации .....	60
8.2.2. Методические основы стандартизации .....	63
8.2.3. Технические регламенты. Порядок применения .....	66
8.2.4. Общая характеристика стандартов разных категорий .....	67
8.3. Государственная система стандартизации .....	69
8.4. Документы системы технического нормирования и стандартизации .....	74
8.5. Технические кодексы установившейся практики .....	78
8.6. Международные организации по стандартизации .....	80
9. Стандарты предприятий .....	85
9.1. Стандарты предприятий строительного профиля. Система менеджмента качества .....	86
9.2. Стандарты предприятий геодезического профиля .....	93
10. Сертификация .....	97
10.1. Система сертификации продукции .....	98
10.2. Национальная система сертификации .....	101
Практическая работа № 1. Правила пользования каталогом технических нормативных правовых актов .....	103
Практическая работа № 2. Расчет плоскостности строительной конструкции .....	105
Практическая работа № 3. Методика определения метрологических характеристик теодолитов .....	113
Литература .....	123

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Метрология, стандартизация и управление качеством» предусматривает изучение научно-методических основ метрологии, стандартизации и их роли в ускорении научно-технического прогресса в геодезическом производстве. Задачей будущих специалистов в области геодезии является представление значения стандартизации для организационной и хозяйственной деятельности государства, о ее роли в развитии науки и техники, повышения качества продукции, а также понимание принципов метрологического обеспечения средств измерений.

В процессе изучения дисциплины студенты должны освоить:

1. Основные положения теоретических и практических вопросов геодезической метрологии, включая основы теории измерений.
2. Применяемые единицы физических величин.
3. Действующие поверочные схемы для основных видов измерений.
4. Принципы организации поверочных работ.
5. Методы выполнения геодезических измерений.
6. Существующие эталоны.
7. Поверочное оборудование и рабочие средства измерений.
8. Инструментальные погрешности и методики их определения.
9. Пользование справочной литературой по метрологии и стандартизации.
10. Оценивание качества продукции и технологических процессов в топографо-геодезическом производстве.

Из перечня дисциплин, с которыми все уже знакомы, данная дисциплина связана с предметами, приведенными в таблице 1. Измерения в качестве основного объекта метрологии связаны как с физическими величинами, так и с величинами, относящимися к другим наукам (математике, психологии, медицине, общественным наукам и др.).

Таблица 1

Название дисциплины	Раздел темы
1. Высшая математика	Математическая статистика. Ряды предпочтительных чисел. Теория вероятностей
2. Физика	Системы единиц физических величин
3. Геодезия	Нормативно-технические документы топографо-геодезического производства
4. Геодезическое инструментоведение	Метрологические характеристики геодезических приборов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Учебная программа по дисциплине «Метрология, стандартизация и управление качеством» разработана для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия» в соответствии с требованиями образовательного стандарта Республики Беларусь ОСРБ 1-56 02 01-2007 и учебного плана указанной специальности.

Для изучения дисциплины необходимо знание всех разделов курсов «Высшая математика», «Физика», «Геодезия», «Теория математической обработки геодезических измерений».

В процессе изучения данной дисциплины **студент должен формировать и демонстрировать следующие компетенции:**

– разрабатывать и реализовывать новые направления в области метрологии, сертификации и стандартизации в топографо-геодезическом производстве;

– самостоятельно проводить научные исследования в определении метрологических характеристик геодезических приборов и обрабатывать результат исследования;

– уметь работать самостоятельно и постоянно повышать свой профессиональный уровень;

– применять полученные базовые научно-теоретические знания для решения практических задач;

– осуществлять комплексный подход к решению проблем;

– уметь работать в коллективе;

– участвовать в разработке производственных и технологических процессов;

– применять эффективную организацию производственных процессов;

– выбирать оптимальные варианты проведения научно-исследовательских работ.

**Целью изучения курса** является приобретение студентами навыков пользования нормативными документами, стандартами в современном производстве полевых и камеральных работ при проектировании и строительстве.

Для достижения данной цели **студентам необходимо изучить:**

– основные положения стандартизации в современном производстве;

– стандарты предприятий геодезического и строительного профилей;

– общие основы теории измерений;

– основные задачи геодезической метрологии, общие представления о содержании ее общетехнических систем;

– принципы нормирования метрологических характеристик;

- общие понятия о сертификации продукции;
- контроль качества продукции геодезического производства;
- контроль качества при производстве строительного-монтажного производства;
- формирование сочетания теоретических знаний и практического опыта, необходимого для решения производственных задач.

В результате изучения дисциплины **студенты должны знать:**

- основные направления развития метрологии, стандартизации и сертификации используемых в топографо-геодезическом и строительном производстве;
- общие основы теории измерений;
- основные задачи геодезической метрологии и общие представления о содержании ее общетехнических систем;
- принципы нормирования метрологических характеристик геодезических приборов.

Основными **методами (технологиями) обучения**, адекватно отвечающими целям изучения данной дисциплины, являются:

- проблемное обучение (проблемное изложение, частично-поисковый и исследовательский методы);
- технология обучения как учебное исследование;
- проектные технологии;
- коммуникативные технологии (дискуссия, учебные дебаты, круглый стол и т. д.);
- использование учебно-методического обеспечения по дисциплине.

Для управления учебным процессом и организации контрольно-оценочной деятельности рекомендуется использовать рейтинговые, кредитно-модульные системы оценки учебной и исследовательской деятельности студентов.

**Методика изучения данного курса** предусматривает применение мультимедийных устройств. Практические занятия должны проводиться в лабораториях университета и в полевых условиях с применением специализированных компараторов. Индивидуальная работа под руководством преподавателя ориентирована на ознакомление с нормативно-технической литературой используемой в топографо-геодезическом и строительном производстве.

**Особенность курса** «Метрология, стандартизация и управление качеством» заключается в том, что на современном этапе совершенствуются технологии, приборный парк, методики выполнения геодезических измерений, происходит унификация нормативной базы для решения производственных задач. Поэтому необходимо систематически отслеживать появле-

ние новых стандартов, нормативных документов, методик, приборного парка, а также вспомогательной литературы по дисциплине.

Процесс обучения должен обеспечивать подготовку специалистов, отвечающих требованиям стандарта специальности 1-56 02 01 «Геодезия».

**Организация самостоятельной работы студентов** обеспечивается деканатами, кафедрами, преподавателями в соответствии с Положением о самостоятельной работе студентов в Полоцком государственном университете от 02.06.2004 г. Компетентностный подход предполагает существенное усиление практикоориентированности образовательного процесса и роли управляемой самостоятельной деятельности студентов по разрешению задач и ситуаций, имитирующих социально-профессиональные проблемы.

Учебная программа дисциплины рассчитана на 77 часов, из них 42 часа аудиторных; примерное распределение по видам занятий: лекционных – 28 часов; практических – 14 часов.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование темы, раздела	Количество аудиторных часов		
	всего	лекционных	практических
1. Введение. История развития метрологии. Связь с другими дисциплинами. Геодезия и метрология. Правила пользования ТНПА	4	2	2
2. Сущность и задачи метрологии. Понятие физической величины и измерения	4	4	
3. Основные задачи геодезической метрологии. Расчет плоскостности строительных конструкций	6	2	4
4. Поверка средств измерений. Поверочные схемы. Локальные поверочные схемы для геодезических приборов	6	6	
5. Геодезические эталоны и средства поверки. Классификация средств поверки геодезических приборов	4	4	
6. Метрологические свойства и метрологические характеристики геодезических средств измерений. Методика определения метрологических характеристик теодолитов	10	2	8
7. Сущность и задачи стандартизации. Методические основы стандартизации. Органы и службы стандартизации в Республике Беларусь	3	3	
8. Основные понятия в области сертификации	2	2	
9. Стандарты предприятий геодезической и строительной отраслей. Стандарт качества продукции	3	3	
Итого	42	28	14



## 1. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ МЕТРОЛОГИИ

Метрология как наука и область практической деятельности возникла в древние времена. Слово *метрология* образовано из двух греческих слов: *метрон* – мера и *логос* – учение, что буквально означает – *учение о мерах*.

Основой системы мер в древнерусской практике послужили древнеегипетские единицы измерений, а они, в свою очередь, были заимствованы в древней Греции и Риме. Естественно, что каждая система мер отличалась своими особенностями, связанными не только с эпохой, но и с национальным менталитетом.

Наименования единиц и их размеры соответствовали возможности осуществления измерений «подручными» способами, не прибегая к специальным устройствам. Так, на Руси основными единицами длины были пядь и локоть, причем пядь служила основной древнерусской мерой длины и означала расстояние между концами большого и указательного пальца взрослого человека. Позднее, когда появилась другая единица – аршин – пядь (1/4 аршина) постепенно вышла из употребления.

Мера локоть пришла к нам из Вавилона и означала расстояние от сгиба локтя до конца среднего пальца руки (иногда – сжатого кулака или большого пальца).

В России, начиная с XVIII в., стали применяться дюйм, заимствованный из Англии (назывался он «палец»), а также английский фут. Особой русской мерой была сажень, равная трем локтям (около 152 см) и косая сажень (около 248 см).

Указом Петра I русские меры длины были согласованы с английскими, и это по существу – первая ступень гармонизации российской метрологии с европейской.

*Метрическая система мер* введена во Франции в 1840 г. Большую значимость ее принятия в России подчеркнул Д. И. Менделеев, предсказав большую роль всеобщего распространения метрической системы как средства содействия «будущему желанному сближению народов».

С развитием науки и техники требовались новые измерения и новые единицы измерения, что стимулировало, в свою очередь, совершенствование фундаментальной и прикладной метрологии.

Первоначально прототип единиц измерения искали в природе, исследуя макрообъекты и их движение. Так, секундой стали считать часть

периода обращения Земли вокруг оси. Постепенно поиски переместились на атомный и внутриатомный уровень. В результате уточнялись старые единицы (меры) и появились новые. Так, в 1983 г. было принято новое определение метра – это длина пути, проходимого светом в вакууме за  $1/299792458$  долю секунды. Это стало возможным после того, как скорость света в вакууме ( $299792458$  м/с) метрологи приняли в качестве физической константы. Интересно отметить, что теперь с точки зрения метрологических правил метр зависит от секунды.

В 1988 г. на международном уровне были приняты новые константы в области измерений электрических единиц и величин, а в 1989 г. принята новая Международная практическая температурная шкала – МТШ-90.

На этих нескольких примерах видно, что метрология как наука динамично развивается, что, естественно, способствует совершенствованию практики измерений во всех других научных и прикладных областях.

Качеством и точностью измерений определяется возможность разработки принципиально новых приборов, измерительных устройств для любой сферы техники, что говорит в пользу опережающих темпов развития науки и техники измерений, т. е. метрологии.

Существенный объем информации в геодезии получают из проводимых измерений. Необходимое качество геодезических работ немыслимо без соблюдения принципов обеспечения единства и требуемой точности измерений, поэтому формированию нормативной базы метрологического обеспечения геодезического производства, разработке и внедрению совершенных методов и средств геодезических измерений на всех этапах картографо-геодезической деятельности в бывшем постсоветском пространстве отводилась важная роль.

### **1.1. Основные понятия геодезической метрологии**

*Метрология* – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Метрология специально занимается погрешностями измерений.

В свою очередь, *геодезия* – научная и прикладная дисциплина, занимающаяся определением фигуры и размеров Земли, изучением ее гравитационного поля, разработкой и применением методов и средств измерений на поверхности Земли, в ее недрах, на континентальном шельфе, в около-

земном космическом пространстве, определением координат пунктов в единой системе, а также разработкой и реализацией методик проведения измерений, необходимых для решения разнообразных технических задач при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений.

И в геодезии, и в метрологии используются много общих принципов, главный из которых связан с необходимостью обеспечения единства измерений. При этом под *единством измерений* понимается такое состояние измерений, при котором их результаты выражаются в узаконенных единицах, а погрешности измерений известны с заданной вероятностью. Одна из главных задач измерений в процессе производства геодезических работ состоит не только в получении результата измерений, но и в оценке его достоверности. Этой задаче подчинена технология геодезических работ, обязательным условием построения которой является наличие избыточных измерений, обеспечивающих не только контроль работ, но и возможность количественной оценки их качества и надежности. Поэтому ту часть геодезии, которая занимается рассмотрением комплекса научных, технических, методических вопросов, необходимых для обеспечения единства и требуемой точности измерений, логично обозначить понятием *«геодезическая метрология»*. Важнейшими составными терминологическими элементами этого понятия являются *геодезические измерения, метод геодезических измерений, средство геодезических измерений, погрешность геодезических измерений, точность геодезических измерений*. В метрологии под измерением подразумевается действие, связанное с нахождением значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Под методом геодезических измерений понимается совокупность приемов использования технологических принципов и технических средств измерений. Средство геодезических измерений – это техническое средство (прибор, мера, установка, система), служащее для выполнения измерений в геодезическом и строительном производстве.

Измеренные величины имеют качественную и количественную характеристики. Формализованным отражением качественного различия измеряемых величин является их размерность [4]. Согласно международному стандарту ИСО размерность обозначается символом *dim*. Размерность

основных величин – длины, массы и времени – обозначается соответствующими заглавными буквами:

$$\dim l = L; \dim m = M; \dim t = T .$$

Размерность производной величины выражается через размерность основных величин с помощью степенного одночлена:

$$\dim X = L^\alpha \times M^\beta \times T^\gamma \dots,$$

где  $L, M, T$  – размерность соответствующих основных физических величин;  $\alpha, \beta, \gamma$  – показатели размерности (показатели степени, в которую возведены размерности основных величин [2]).

К существенным признакам геодезических измерений, которые значительно расширяют круг понятий, уже отмеченных выше, относятся:

- единство геодезических измерений;
- единообразие средств геодезических измерений;
- геодезическая величина.

В качестве геодезических величин выступают физические величины, значения которых определяют в результате производства геодезических измерений, а именно: *длина линии (стороны), горизонтальный угол, вертикальный угол (зенитное расстояние), угол наклона, азимут, превышение, высота (отметка), координаты (приращения координат) пункта.*

Под результатом геодезических измерений понимается совокупность данных измерений, полученных после их завершения, последующей математической обработки и оформлении в виде конечной или промежуточной продукции (информации).

Единообразие средств геодезических измерений заключается в том, чтобы их метрологические параметры (характеристики) соответствовали установленным нормам, регламентированным в нормативных документах. Это состояние обеспечивается через процедуры метрологического контроля.

Основное понятие метрологии – обеспечение единства измерений (ОЕИ) – можно представить в виде блок-схемы (рис. 1.1).

$$\boxed{\text{ОЕИ}} = \boxed{\text{ПОВЕРКА СИ}} + \boxed{\text{АТТЕСТАЦИЯ МВИ}}$$

Рис. 1.1. Блок-схема обеспечения единства измерений:

СИ – средства измерения; МВИ – методики выполнения геодезических измерений

Для достижения единства геодезических измерений необходимо обеспечить получение их результатов в узаконенных единицах геодезических величин с заданной точностью в соответствии с требованиями нормативных актов по технологии работ, применяя поверенные средства геодезических измерений (СИ-Г) и аттестованные методики выполнения геодезических измерений (МВИ).

В своем постоянном эволюционном развитии геодезическая метрология опирается, прежде всего, на геодезию как научную и прикладную дисциплину и основы метрологии, а также на достижения математики, физики, астрономии, механики, радиоэлектроники, гравиметрии, оптики, метеорологии и других научных дисциплин. Главная цель геодезической метрологии – метрологическое обеспечение топографо-геодезических и строительных работ. Естественно, что развитие метрологического обеспечения геодезических измерений происходит на основе комплексного решения ряда научно-технических задач.

На современном этапе становления и развития геодезии к основным задачам геодезической метрологии следует отнести:

- совершенствование технологии передачи размеров единиц геодезических величин от рабочих эталонов к рабочим средствам геодезических измерений;
- разработку и внедрение в поверочную практику современных контрольно-измерительных средств и поверочного оборудования;
- формирование и совершенствование нормативной базы метрологического обеспечения производства;
- хранение и поддержание в состоянии метрологической готовности эталонов и всех применяемых рабочих средств измерений;
- разработку и внедрение средств геодезических измерений на уровне современных требований;
- разработку и метрологическую аттестацию МВИ геодезического назначения;
- разработку совершенных методик поверки СИ-Г.

Следовательно, в геодезии метрология давно вышла за рамки обычной фоновой роли, т. к. она стала сильным технологическим средством. В топографо-геодезическом производстве вопросы ОЕИ традиционно решались на основе их глубокой научной проработки с учетом необходимости получения заданной точности конечных результатов, как при построении государственной геодезической сети, так и при выполнении топографо-геодезических работ.

## 1.2. Виды геодезических измерений

*Измерением* называют совокупность операций, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу величины и позволяющего сопоставить с нею измеряемую величину. Полученное значение величины и есть результат измерений. Интересно отметить соответствие в целом этой современной трактовки с толкованием данного термина философом П.А. Флоренским, которое вошло в «Техническую энциклопедию» издания 1931 г.: «Измерение – основной познавательный процесс науки и техники, посредством которого неизвестная величина количественно сравнивается с другою, однородною с ней и считаемою известной».

*Одна из главных задач метрологии – обеспечение единства измерений* – может быть решена при соблюдении двух условий, которые можно назвать основополагающими:

- 1) выражение результатов измерений в единых узаконенных единицах;
- 2) установление допустимых ошибок (погрешностей) результатов измерений и пределов, за которые они не должны выходить при заданной вероятности.

*Измерение физической величины* (измерение величины; измерение) – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.

*Единство измерений* – состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы.

Обеспечение единства измерений необходимо для обеспечения современного производства с разделением труда и кооперацией как в масштабах одной страны, так и в международных промышленно-экономических отношениях. Вот почему активно и с давних пор работают международные метрологические организации, принимаются общие для всех метрологические стандарты, гармонизируются требования к измерениям, средствам измерений и их поверке.

*Под единообразием средств измерений* понимают состояние средств измерений, характеризующееся тем, что они проградуированы в узаконен-

ных единицах и их метрологические свойства соответствуют нормам. Единообразие средств измерений есть необходимое, но недостаточное условие соблюдения единства измерений. В свою очередь, для обеспечения такого единообразия приходится разрабатывать представления об эталонах единиц физических величин, создавать эталоны как технические устройства, передавать значение единицы от эталонов другим, менее точным средствам измерений.

Метрология использует для повышения точности измерений новейшие достижения физики и других наук. Постоянно создаются новые, все более точные средства измерений, включая эталоны, совершенствуются методы измерений и передачи единиц физических величин рабочим средствам измерений, а также методы выявления и оценки погрешностей измерений. В соответствии с требованиями ОЕИ метрология уделяет особое внимание поиску и исключению систематических погрешностей измерений, а также вероятностной оценке случайных погрешностей, которые в принципе невозможно прогнозировать другими методами.

Особое место в метрологии занимает математическая обработка результатов измерений. Широко используется аппарат теории вероятностей и математической статистики для оценки случайных составляющих погрешности измерений. Для обработки результатов косвенных измерений, для построения моделей объектов измерений, для оценки систематических погрешностей используют различные разделы математического анализа, аналитической геометрии и других областей математики.

При геодезических работах подавляющий объем информации (в некоторых случаях до 95%) доставляется из измерений. Это лишний раз подчеркивает значимость метрологии для геодезической практики.

Геодезические измерения можно классифицировать по различным признакам: назначению, точности, объему и характеру получаемой информации, инструментальной природе получаемой информации, с позиций возможностей последующей обработки результатов, а также с точки зрения взаимозависимости результатов измерений.

*По своему назначению геодезические измерения подразделяются на виды: угловые, линейные, нивелирные (измерения высот или превышений), координатные (измерения координат или их приращений), долготные (измерения времени), гравиметрические (абсолютные или относительные измерения ускорений силы тяжести).*

С учетом разновидностей геодезических измерений сформировались технологические процессы топографо-геодезических работ: *триангуляция,*

*трилатерация, полигонометрия, базисные измерения, астрономические определения, гравиметрические работы, топографические съемки, створные измерения, разбивочные работы, определение деформаций сооружений и земной коры и т. д.*

*По точности* геодезические измерения различаются в довольно широком диапазоне: от  $(1...3) \cdot 10^{-3}$  до  $(0,5...2) \cdot 10^{-6}$ . В технологических процессах и субпроцессах топографо-геодезического производства точность измерений определяют классом выполняемых работ (например, нивелирование I, II, III и IV классов, полигонометрия 1 и 2 разрядов). Принято также измерения делить на высокоточные, точные (средней точности), технические (малой точности), что связано с типажом применяемых средств измерений. С классификацией измерений по точности тесно связаны понятия *равноточных и неравноточных измерений*.

В зависимости *от объема получаемой информации* геодезические измерения подразделяют на *необходимые*, при которых располагают количеством измерений, достаточным для однозначного нахождения значения геодезической величины, и на *избыточные*, выполненные сверх необходимого их количества. Наличие избыточных измерений является принципиальной особенностью геодезических измерений, выделяющих их среди других технических измерений. Кроме того, это позволяет не только повысить надежность результатов измерений, но и оценить точность после выполнения программы измерений.

*По характеру получаемой информации* различают прямые, косвенные, совместные, совокупные измерения.

Наиболее характерный случай для геодезических работ – выполнение *прямых измерений*, при которых непосредственно находят значение искомой геодезической величины.

Широкое распространение получили и *косвенные измерения*. Примерами косвенных измерений могут служить следующие: определение горизонтального проложения по измеренной наклонной дальности и углу наклона линии (или разности высот конечных точек измеряемой линии); получение приращений координат по измеренным непосредственно дирекционному углу и длине линии от исходной точки до определяемой.

При *совместных измерениях* определяют зависимость между двумя или более физическими величинами, измеряемыми одновременно. Например, требуется исследовать зависимость угла  $i$  нивелира от температуры окружающей среды. С этой целью измеряют угол  $i$  нивелира и температуру  $t$  воздуха, после чего определяют функцию вида  $i = F(t)$ .



*При совокупных измерениях* в ряды наблюдений включают различные сочетания определяемых величин. Примером совокупных измерений в геодезии является способ Шрейбера для измерения горизонтальных углов на пунктах триангуляции или методика определения приборной поправки дальномера (тахеометра) из измерений линий во всевозможных комбинациях.

*По физической природе* носителей информации различаются *визуальные и невизуальные измерения*. При визуальных геодезических измерениях передача информации в системе «прибор – цель» осуществляется с участием наблюдателя (оператора). Невизуальные геодезические измерения в основе своей полностью или частично исключают участие наблюдателя. При организации таких измерений используются средства радиоэлектроники, телемеханики, фотоэлектроники, микропроцессорной техники, квантовой механики.

*Автоматизированные геодезические измерения* базируются на использовании управляющих технических систем, предусматривающих регистрацию измерительной и вспомогательной информации на специальные носители с последующей их обработкой на ЭВМ.

*Статистические измерения* связаны с определением характеристик случайных процессов, звуковых сигналов, уровня шумов и т. д. Статические измерения имеют место тогда, когда измеряемая величина практически постоянна.

*Динамические измерения* связаны с такими величинами, которые в процессе измерений претерпевают те или иные изменения.

Статические и динамические измерения в идеальном виде на практике редки.

*По количеству измерительной информации* различают однократные и многократные измерения.

*Однократные измерения* – это одно измерение одной величины, т. е. число измерений равно числу измеряемых величин. Практическое применение такого вида измерений всегда сопряжено с большими погрешностями. Следовательно, необходимо проводить не менее трех однократных измерений и находить конечный результат как среднее арифметическое.

*Многократные измерения* характеризуются превышением числа измерений количества измеряемых величин. Обычно минимальное число измерений в данном случае больше трех. Преимущество многократных измерений – в значительной мере снижается влияние случайных факторов на погрешность измерения.

По отношению к основным единицам измерения делятся на абсолютные и относительные.

*Относительные* измерения базируются на установлении отношения измеряемой величины к однородной, применяемой в качестве единицы. Искомое значение зависит от используемой единицы измерений.

*Абсолютными* измерениями называют такие, при которых используются прямое измерение одной (иногда нескольких) основной величины и физическая константа.

С измерениями связаны такие понятия, как «шкала измерений», «принцип измерений», «метод измерений».

*Шкала измерений* – это упорядоченная совокупность значений физической величины, которая служит основой для ее измерения. В качестве примера можно привести температурные шкалы.

В шкале Цельсия за начало отсчета принята температура таяния льда, в качестве интервала (опорная точка) – температура кипения воды. Одна сотая часть этого интервала является единицей температуры (градус Цельсия). В температурной шкале Фаренгейта за начало отсчета принята температура таяния смеси льда и нашатырного спирта (либо поваренной соли), а в качестве опорной точки взята нормальная температура тела здорового человека. За единицу температуры (градус Фаренгейта) принята одна девяносто шестая часть основного интервала.

В метрологической практике известны несколько разновидностей шкал: шкала наименований, шкала порядка, шкала отношений и др.

*Шкала наименований* – это своего рода качественная, а не количественная шкала, она не содержит нуля и единиц измерений. В качестве примера может служить атлас цветов (шкала цветов). Процесс измерения заключается в визуальном сравнении окрашенного предмета с образцами цветов (эталонными образцами атласа цветов).

*Шкала порядка* характеризует значение измеряемой величины в баллах (шкала землетрясений, силы ветра, твердости физических тел и т. д.)

*Шкала интервалов* (разностей) имеет условные нулевые значения, а интервалы устанавливаются по согласованию. В качестве примера таких шкал можно привести шкалу времени, шкалу длины и т. д.

*Шкала отношений* имеет естественное нулевое значение, а единица измерений устанавливается по согласованию. Например, шкала массы (так называемые весы), начиная с нуля, может быть градуирована по-разному, в зависимости от требуемой точности взвешивания (бытовые и аналитические весы).

## 2. СУЩНОСТЬ И ЗАДАЧИ МЕТРОЛОГИИ

### 2.1. Общие основы теории измерений

Процесс измерения характеризуется с одной стороны восприятием и отображением физической величины, а с другой стороны – нормированием, т. е. присвоением ей определенного числового значения (размера). В процессе измерений значение физической величины  $X$  выражают некоторым числовым значением  $x$  и установленной единицей измерений  $(X)$  в форме

$$X = x(X). \quad (2.1)$$

Совокупность единиц  $(X_1), (X_2), \dots, (X_n)$ , построенных по определенной закономерности и законодательно утвержденных, образует систему единиц. Если, например,  $X = AB$ , то

$$x(X) = a(A)b(B). \quad (2.2)$$

При этом справедливо выражение

$$(X) = \frac{ab}{x}(A)(B), \quad (2.3)$$

определяющее связь основных и производных единиц измерений.

Из формулы (2.1) следует, что

$$x = \frac{X}{(X)}. \quad (2.4, a)$$

Главной особенностью процесса измерений является то, что при многократных измерениях одной и той же физической величины (угла, длины) число  $x$ , называемое *отсчетом по шкале рабочей меры*, получается при каждом новом измерении разным. Кроме того, если сравнить  $x$  с некоторой теоретической моделью

$$x_0 = \frac{X}{(X)} \quad (2.4, б)$$

окажется, что  $x \neq x_0$ .

Выражение (2.1) называется уравнением измерения. Аксиома, вытекающая из выражений (2.4, а) и (2.4, б) и гласящая «*отсчет является случайным числом*», называется *основным постулатом метрологии*. Переход от безразмерного отсчета  $x$  к показанию  $X$  средства измерений происходит по формуле (2.1). Результат измерений  $Q$  получают после введения поправки  $\theta$ , т. е.  $Q = F(X, \theta)$ .

Из основного постулата метрологии следует, что отсчет по шкале измерительного прибора  $x$  является неоднозначным, вследствие чего эмпирическим описанием отсчета могут служить плотность распределения вероятностей  $p(x)$  и функция распределения вероятностей  $F(x)$ , получаемые по экспериментальным данным и зависящие от законов распределения результатов измерений.

Существует как бы три постулата теории измерений, суть которых сводится к следующему:

- существует истинное значение измеряемой величины;
- истинное значение измеряемой величины отыскать невозможно;
- истинное значение измеряемой величины постоянно.

Уравнение измерений для геодезического прибора, содержащего рабочую меру, можно записать в виде

$$x = \mu(A + a), \quad (2.5, a)$$

где  $\mu$  – деления шкалы;

$A$  – целое число;

$a$  – домер, выражаемый в долях деления шкалы рабочей меры.

Число  $A$  зависит от конструктивных свойств средства измерений, и поэтому выражение (2.5,  $a$ ) может быть включено как составная часть в уравнение вида

$$y = a + bx, \quad (2.5, б)$$

где  $x$  – отсчетная часть уравнения измерений.

Для погрешности измеряемой геодезической величины можно положить

$$\Delta x = \Delta A + \Delta a, \quad (2.6)$$

пренебрегая при этом погрешностью шкалы рабочей меры.

Если в результате измерений случайной величины  $X$  получено значение  $x_i$ , то можно считать, что истинное значение ее лежит в интервале  $(x_i + \Delta)$ , где  $\Delta$  – предельная погрешность средства измерений.

Для метрологической практики характерна ситуация, когда измерения выполняются по отношению к физической величине, значение которой известно с большей точностью, чем та, которую можно получить в результате измерений. Проявляется это при поверке рабочих средств измерений с использованием эталонных средств, а также при определении поправок к показаниям средств измерений при их исследовании, калибровке, компарировании.

## 2.2. Физические величины, применяемые в геодезии

Наличие ряда систем единиц физических величин, а также значительного числа внесистемных единиц привело к ряду неудобств, связанных с пересчетом при переходе от одной системы единиц к другой, требовало унификации единиц измерений. Рост научно-технических и экономических связей между разными странами обуславливал необходимость такой унификации в международном масштабе. Требовалась единая система единиц физических величин, практически удобная и охватывающая различные области измерений. При этом она должна была сохранить принцип когерентности (равенство единице коэффициента пропорциональности в уравнениях связи между физическими величинами). В 1954 г. X Генеральная конференция по мерам и весам установила шесть основных единиц (метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин и свеча) практической системы единиц. Система, основанная на утвержденных в 1954 г. шести основных единицах, была названа Международной системой единиц, сокращенно СИ (SI – начальные буквы французского наименования *Systeme International*). Был утвержден перечень шести основных, двух дополнительных и первый список двадцати семи производных единиц, а также приставки для образования кратных и дольных единиц.

Измерения основаны на сравнении одинаковых свойств материальных объектов. Для свойств, при количественном сравнении которых применяются физические методы, в метрологии установлено единое обобщенное понятие – физическая величина. *Физическая величина* – свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта. Например, в геодезии находят широкое применение метр, радиан (или градус дуги и его доли), секунда (времени) и т. п.

Мерой для количественного сравнения одинаковых свойств объектов служит *единица физической величины* – физическая величина, которой по соглашению присвоено числовое значение, равное 1. Единицам физических величин присваивается полное и сокращенное символьное обозначение – размерность. Например, масса – килограмм (кг), время – секунда (с), длина – метр (м).

Между единицами физических величин существует взаимосвязь, обусловленная законами природы и выраженная физическими формулами. Единицы большинства физических величин могут быть выражены через некоторое число независимых одна от другой основных единиц. Совокупность выбранных основных и образованных производных единиц называется *системой единиц (СИ)*.

В соответствии с основным постулатом метрологии измерительная процедура сводится к сравнению определяемого размера с известным (эта-

лонным) размером, в качестве которого выступает узаконенная единица действующей Международной системы единиц СИ.

*Международная система единиц СИ (SI)* содержит семь основных и две дополнительные единицы (табл. 2.1). *К основным единицам относятся* длина – метр; масса – килограмм; время – секунда; сила электрического тока – ампер; термодинамическая температура – кельвин; сила света – кандела; количество вещества – моль. *Дополнительные единицы* приняты для измерения плоского угла – радиан и телесного угла – стерadian.

Таблица 2.1

Международная система единиц

Величина	Единица измерения	Сокращенное обозначение единицы	
		русское	международное
Длина	метр	м	m
Масса	килограмм	кг	kg
Время	секунда	с	s
Сила электрического тока	ампер	А	A
Терм, температура	кельвин	К	K
Сила света	кандела	кд	cd
Количество вещества	моль	моль	mol

*Радиан* – угол между двумя радиусами окружности, длина дуги между которыми равна радиусу. Переход к градусной системе исчисления угла производится с учетом соотношения:  $1 \text{ рад} = 57^{\circ}17'44,8''$ .

*Телесным углом* называют часть пространства, заключенную внутри одной полости конической поверхности с замкнутой направляющей. За меру  $\alpha$  телесного угла с вершиной  $S$  принимают отношение площади, вырезаемой телесным углом на поверхности шара, описанного произвольным радиусом из центра  $S$  к квадрату радиуса этого шара.

Производные единицы Международной системы образуются на основании определений физических величин или законов, устанавливающих связь между физическими величинами, например, угловая скорость (рад/с), ускорение ( $\text{м/с}^2$ ).

*Метр* равен расстоянию, которое проходит свет в вакууме за промежуток времени, равный  $\frac{1}{299792458}$  секунды.

С помощью интерференционного компаратора аттестуются концевые и штриховые меры длины, находящиеся во главе поверочных схем для средств измерений длины. Единица длины по указанной схеме воспроизводится со стандартным отклонением не более  $5 \cdot 10^{-10}$  м.

Единицу угла – радиан применяют в основном для теоретических расчетов, на практике же углы измеряют в угловых градусах и его долях (минутах и секундах), реже – в градах или гонах (1/400 доли окружности).

Килограмм равен массе международного прототипа килограмма.

Секунда равна 9192631770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

Ампер равен силе неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, вызывает на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную  $2 \cdot 10^{-7}$  Н.

Кельвин равен  $1/273,16$  части термодинамической температуры тройной точки воды.

Моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг.

Государственный первичный эталон плоского угла хранится в «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» и представляет собой комплекс средств измерений, включающий:

- 36-гранную кварцевую призму с углами  $10^\circ$ ;
- угломерную автоколлимационную установку с двумя цифровыми фотоэлектрическими коллиматорами;
- установочный столик для размещения и регулировки многогранной призмы.

Инструментальная погрешность воспроизведения единицы плоского угла составляет 0,02".

### ***Дополнительные единицы СИ***

Международная система единиц включает в себя две дополнительные единицы для измерения плоского и телесного углов.

Единица плоского угла – *радиан* (рад) – угол между двумя радиусами окружности, дуга между которыми по длине равна радиусу. В градусном исчислении радиан равен  $57^\circ 17' 48''$ .

*Стерadian* (ср), принимаемый за единицу телесного угла,  $Q$  – телесный угол, вершина которого расположена в центре сферы и который вырезает на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, по длине равной радиусу сферы.

Дополнительные единицы СИ использованы для образования единиц угловой скорости, углового ускорения и некоторых других величин. Сами по себе радиан и стерадиан применяются в основном для теоретических построений и расчетов, так большинство важных для практики значений углов (полный угол, прямой угол и т. д.) в радианах выражаются трансцендентными числами ( $2\pi$ ,  $\pi/2$  и т. д.).

### 3. ПОВЕРКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Поверка средств измерений – совокупность операций, выполняемых органами государственной метрологической службы (ГМС) и субъектами хозяйствования с целью определения и подтверждения соответствия средств измерений установленным требованиям.

Поверку средств измерений проводят органы Госстандарта или субъекты хозяйствования с целью установления их соответствия метрологическим и техническим требованиям, установленным в нормативных документах (НД), и признания средств измерений пригодными к применению.

В зависимости от того, какой метрологической службой выполняется поверка, она подразделяется на государственную и ведомственную.

Обязательной государственной поверке подлежат средства измерений, используемые в торговле, здравоохранении, обеспечении защиты и безопасности государства, промышленности, строительстве, сельском хозяйстве, гидрометрии, связи, коммунальном хозяйстве, на транспорте и других сферах деятельности:

- 1) при проведении торгово-коммерческих, таможенных, почтовых и налоговых операций;
- 2) диагностике и лечении заболевания человека;
- 3) контроле за медикаментами;
- 4) контроле за состоянием окружающей среды;
- 5) хранении, перевозке и уничтожении токсичных, легковоспламеняющихся, взрывчатых и радиоактивных веществ;
- 5) контроле за безопасностью и условиями труда;
- 6) определении безопасности и качества продукции, соответствие ее реальных характеристик заданным;
- 7) контроле за всеми видами сырья и продуктов питания;
- 8) проведении испытаний, поверке и метрологической аттестации;
- 9) проведении измерений, результаты которых служат основанием для регистрации национальных и международных спортивных рекордов.

Перечень средств измерений, подлежащих обязательной поверке в органах ГМС, устанавливается Госстандартом.

Другие средства измерений подлежат поверке МС субъектов хозяйствования. В отдельных случаях по согласованию с Госстандартом допускается замена обязательной государственной поверки, поверкой в метрологических службах субъектов хозяйствования. Средства измерений, поверка которых не может быть обеспечена субъектами хозяйствования, предоставляются на поверку либо в органы ГМС, либо на предприятия, в организации и учреждения других министерств и ведомств, имеющих право такой поверки.



Предельный срок нахождения средств измерений, поступивших на государственную поверку при условии представления их в соответствии с графиком государственной поверки, составляет 15 дней.

Процедура поверки регламентируется специальной НД: стандартами на методы и средства поверки, инструкциями по поверке, методическими указаниями и т. д.

Как правило, поверку средств измерений проводят по методикам поверки, разработанным в соответствии с требованиями РД РБ 50.8103 проведенных государственных испытаний по СТБ.

В зависимости от целей и назначения результатов поверки различают первичную, периодическую, внеочередную, инспекционную и экспертную поверки средств измерений.

На рисунке 3.1 показана схема проведения поверок геодезических приборов.

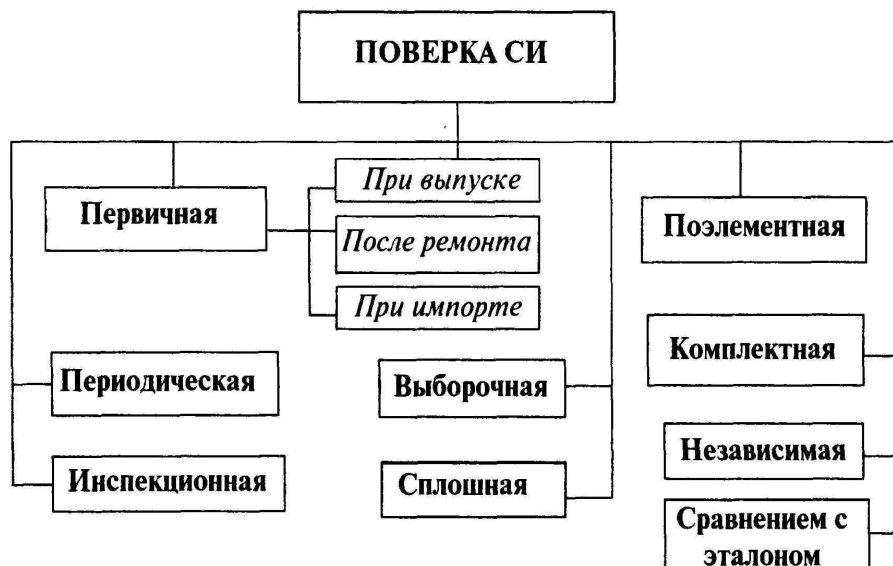


Рис. 3.1. Виды поверки средств измерений

*Первичную поверку* проводят при выпуске средств измерений из производства или ремонта, а также при ввозе их по импорту, прошедших государственные приемочные испытания по СТБ 8001-93. Импортные средства измерений не подлежат первичной поверке в случае, когда результаты поверки, проведенной в других странах, признаны Госстандартом РБ в соответствии с международными соглашениями о взаимном признании результатов испытаний и поверки. Допускается выборочная первичная поверка средств измерений.

*Периодическая поверка* средств измерений проводится через межповерочные интервалы, установленные с учетом обеспечения пригодности

СИ к применению в период между поверками в соответствии МИ 2187-92. Эту поверку проводят при эксплуатации и хранении средств измерений согласно графику поверки.

Межповерочные интервалы устанавливаются при проведении государственных приемочных испытаний или метрологической аттестации средств измерений, исходя из показателей надежности. Они должны гарантировать метрологическую исправность средств измерений в период между поверками. Годовые календарные графики периодической поверки утверждаются руководством предприятия. Графики составляются отдельно для средств измерений, представленных на поверку в ГМС и метрологическую службу субъектов хозяйствования.

Средства измерений, находящиеся на хранении, срок которого превышает межповерочный интервал, не подвергаются периодической поверке при условии соблюдения нормативных требований к их консервации, условиям хранения, виду консервации и упаковки. Такие средства измерений подвергаются поверке перед началом эксплуатации.

В метрологической практике имеются сигнализирующие средства (индикаторы), которые не относятся к средствам измерений и не поверяются. Право перевода средств измерений в разряд индикаторов предоставлено метрологическим службам субъектов хозяйствования. Согласно НД на лицевой стороне таких средств должно быть нанесено обозначение «И».

Средства измерений, используемые в учебных целях, периодической поверке не подвергаются, и на них наносится обозначение «У», использовать такие средства для измерений запрещено.

*Внеочередная поверка* проводится органами ГМС и МС субъектов хозяйствования при эксплуатации и хранении средств измерений независимо от срока периодической поверки в следующих случаях:

- 1) при необходимости подтверждения годности к применению;
- 2) при вводе в эксплуатацию после длительного хранения;
- 3) при корректировке межповерочных интервалов;
- 4) при контроле результатов периодической поверки;
- 5) при повреждении поверительного клейма, пломбы или утере документа, подтверждающего прохождение необходимой поверки;
- 6) при применении в качестве комплектующих, передаче на длительное хранение или отправке потребителю по истечении половины межповерочного интервала на них.

Внеочередную поверку рекомендуется проводить перед началом эксплуатации новых средств измерений и средств, поступивших из ремонта, со склада, после хранения и после транспортировки.

*Инспекционная поверка* проводится выборочно при осуществлении государственного метрологического надзора и контроля со стороны субъектов хозяйствования за состоянием и применением средств измерений для выявления их пригодности к применению, оценки качества поверочных работ и правильности назначения межповерочных интервалов согласно условиям эксплуатации. Результаты инспекционной поверки указываются в акте поверки состояния и применения средств измерений.

При неудовлетворительном состоянии средств измерений поверительные клейма погашают, свидетельства аннулируют, а в паспортах или эксплуатационной документации делают запись о их непригодности к применению.

*Экспертную поверку* осуществляют при проведении метрологической экспертизы средств измерений органами ГМС. Эту поверку проводят с целью обоснования заключения о пригодности средств измерений к применению по письменному требованию милиции, судебно-следственных органов, Госарбитража, а также по заявкам предприятий и организаций с указанием причины.

Если данные экспертной поверки свидетельствуют о злоупотреблениях, руководитель органа государственной метрологической службы обязан сообщить об этом в следственные органы.

Результаты экспертной поверки отражаются в заключении, которое утверждается руководителем органа государственной метрологической службы.

### **3.1. Поверочные схемы**

Поверку осуществляют по поверочным схемам (ПС), которые устанавливают систему передачи размера единицы физической величины от государственного эталона к рабочим средствам измерений.

Поверочная схема – это нормативный документ, устанавливающий средства, методы и точность передачи размера единицы от эталона или исходного образцового рабочим средствам измерений. Требования к содержанию и построению схем установлены ГОСТ 8.061-80.

Схемы подразделяются на государственные, ведомственные и локальные. *Государственные поверочные схемы* разрабатываются Главным центром государственных эталонов, являющимся хранителем государственного эталона единицы данной величины и утверждаются в качестве государственного стандарта. Нижестоящие (ведомственные и локальные) поверочные схемы разрабатываются субъектами хозяйствования.

Поверочная схема должна включать не менее двух ступеней передачи размера единицы. В поверочной схеме должна быть представлена передача размера только одной физической величины. Схемы должны состоять из текстовой части и чертежа (рис. 3.2).

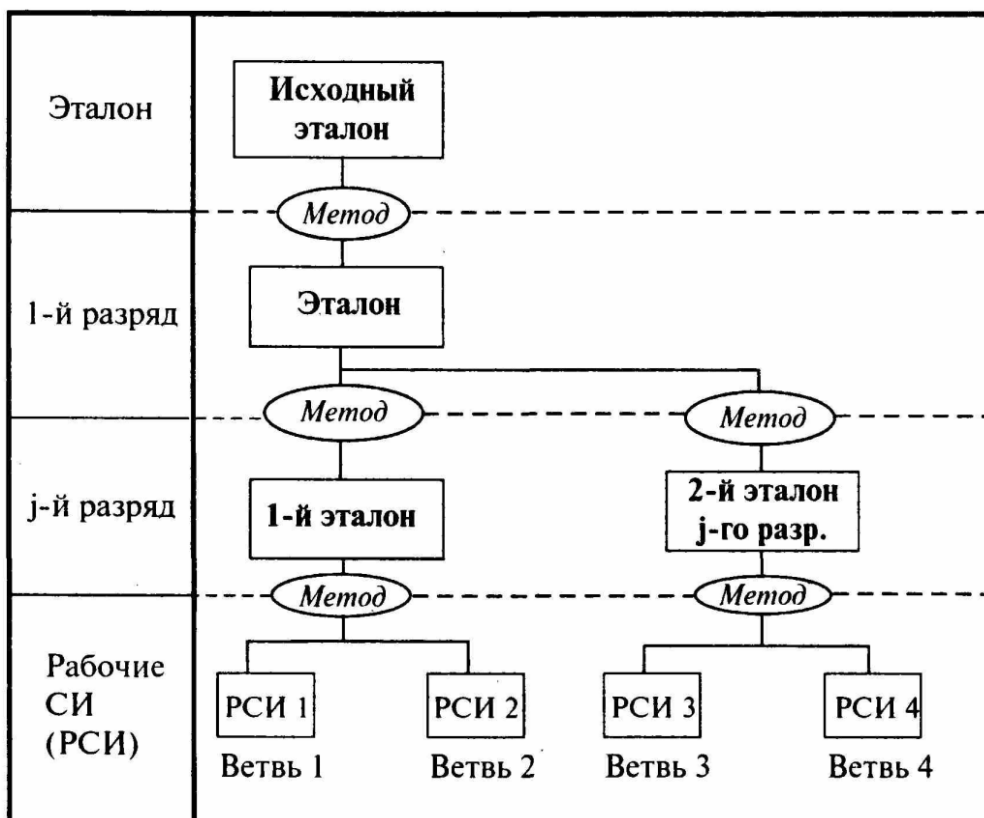


Рис. 3.2. Типовая структура поверочной схемы

Текстовая часть схемы состоит из вводной части и пояснений к элементам ПС, несущим дополнительную информацию. Вводная часть охватывает назначение государственных поверочных эталонов (ГПЭ) и государственных поверочных схем (ГПС), основные метрологические характеристики (МХ) эталона и порядок передачи размера единицы физической величины от первичного эталона при помощи вторичных эталонов и образцовых средств измерений рабочим средствам.

В тексте приводится научно-техническое обоснование ПС с позиций оптимальности структуры схемы, т. е. образцовых средств измерений, числа ступеней передачи размера и др. Это обоснование должно проводиться с учетом следующего:

- 1) оптимальных соотношений погрешности поверяемого и образцового средств измерений;
- 2) допускаемой вероятности признания годным метрологически неисправного средства измерений;
- 3) допускаемого отношения числа метрологически исправных, но забракованных средств измерений к общему числу метрологически исправных средств измерений.

Далее в текстовой части приводятся разделы эталонов, образцовых средств измерений и рабочих. Каждый раздел начинается с перечня средств измерений, которые могут быть использованы как эталонные и образцовые. Указываются МХ, доверительные вероятности при определении погрешностей. Приводятся наименования средств измерений, которые могут быть поверены эталонами или образцовыми средствами измерений с указанием метода поверки и его погрешности.

Графическая часть ПС должна состоять из нескольких горизонтальных полей, соответствующих ступеням передачи размера единицы физической величины от государственного эталона к рабочим средствам измерений. В левой части чертежа указывается наименование полей (эталонные, образцовые средства измерений 1 разряда, средства измерений 2 разряда и т. д., рабочие средства измерений). В верхнем поле чертежа ПС указываются наименования эталонов в порядке их соподчиненности. Под полем эталонов располагается поле образцовых средств измерений 1 разряда, 2 разряда и т. д. Под полем образцового средства измерений низшего разряда помещаются поля рабочих средств измерений, слева направо в порядке убывания точности: наивысшей, высшей, высокой, средней и низшей.

Наименования эталонов, образцовых и рабочих средств измерений, заключают в прямоугольники с указанием номинальных значений или диапазонов измерений и погрешностей. Наименование методов поверки заключают в круги или горизонтальные овалы, которые располагаются между прямоугольниками с наименованием средств измерений. Здесь же указывается допускаемая погрешность метода поверки.

Метрологические характеристики средств измерений в схемах должны быть представлены следующим образом:

- 1) погрешности эталонов по ГОСТ 8.057-80:
  - а) неисключенной систематической погрешностью;
  - б) случайной погрешностью;
  - в) нестабильностью;
- 2) погрешности образцовых средств измерений, выраженные:
  - а) пределом допускаемой погрешности ( $\Delta$ ,  $\Delta_0$  – соответственно для абсолютной и относительной формы);
  - б) доверительной погрешностью ( $\delta$ ,  $\delta_0$  – соответственно для абсолютной и относительной формы);
- 3) погрешность рабочих средств, выражающаяся пределом допускаемой погрешности.

Доверительная вероятность выбирается из ряда: 0,90; 0,95; 0,99.

Наименования средств измерений, их номинальные значения и диапазоны значений физических величин, погрешности в поверочных схемах должны соответствовать стандартам и техническим условиям.

Методы поверки на схемах должны соответствовать одному из следующих общих методов:

- 1) непосредственное сличение (без средств сравнения);
- 2) сличение при помощи компаратора или других средств сравнения;
- 3) поверка средств измерений по образцовой мере путем измерения им величины, воспроизведенной мерой;
- 4) прямое измерение образцовым средством измерений величины воспроизводимой подвергаемой поверке мерой;
- 5) косвенное измерение величины воспроизводимой мерой или измеряемым прибором, которые подвергаются поверке.

В метрологической практике существует независимая (автономная) поверка, т. е. поверка без применения образцовых средств измерения. Эта поверка возникла при разработке особо точных средств измерений, которые не могут быть поверены традиционными методами ввиду отсутствия еще более точных средств измерений с соответствующими пределами измерений.

Сущность метода заключается в сравнении величин, воспроизводимых отдельными элементами схемы поверяемого средства измерений, с величиной, выбранной в качестве опорной и конструктивно воспроизводимой в самом поверяемом средстве измерений.

Соотношение допускаемых погрешностей образцовых и поверяемых средств измерений устанавливается с учетом принятого метода поверки, характера погрешностей и других факторов. Обычно это соотношение принимается равным 1:3 при условии введения поправок на показания образцовых средств измерений. При отсутствии поправок исходят из соотношения 1:5.

Погрешности метода передачи размера единицы в ПС допускается не указывать, если их значения не превышают 20% от погрешности поверяемого средства измерений. Для геодезических приборов эта ситуация вполне реальная, учитывая возможности компенсации систематических и случайных составляющих методическим путем. Погрешности средств измерений в поверочных схемах в метрологии принято указывать с доверительными вероятностями 0,9...0,99. В геодезической практике основную метрологическую характеристику принято задавать средней квадратической погрешностью (СКП), т. е. погрешностью с доверительной вероятностью 0,67.

Эталон передачи размера единицы и метод поверки образуют ступень поверочной схемы. Число ступеней поверочной схемы можно рассчитать по формулам:

$$q_{\min} = \left( \frac{\ln 2N_{\Sigma}}{\ln 2N + 1} \right); \quad (3.1, a)$$

$$q_{\max} = \left( \frac{\ln \lambda_1}{\ln \lambda_2 + 1} \right), \quad (3.1, б)$$

где  $N_{\Sigma}$  – общее количество средств измерений, на которые распространяется ПС;

$N$  – количество средств измерений, которое может быть поверено в течении межповерочного интервала  $T$ ;

$\lambda_1$  – отношение погрешностей эталона и поверяемого средства измерений;

$\lambda_2$  – расчетное отношение погрешностей средств измерений, находящихся на соседних ступенях ПС.

Следует иметь в виду, что

$$N = T\tau_0 N_0 / T_1, \quad (3.2)$$

где  $\tau_0$  – доля времени, в течение которого эталон может быть использован для поверочных целей;

$N_0$  – количество средств измерений, поверяемых одновременно;

$T_1$  – время, затрачиваемое на поверку одного средства измерений.

Значение  $q$  в интервале ( $q_{\min} - q_{\max}$ ) выбирается на основании технико-экономического анализа элементов ПС.

### **3.2. Государственные поверочные схемы для угловых и линейных измерений**

Государственная поверочная схема для средств угловых измерений регламентируется ГОСТ 8.016. На рисунке 3.3 приведен фрагмент поверочной схемы применительно к теодолитам.

В основу измерений угла на плоскости в диапазоне  $360^0$  лежит государственный первичный эталон, состоящего из комплекса средств измерений (36-гранная призма; угломерная автоколлимационная установка с двумя цифровыми фотоэлектрическими коллиматорами; установочный столик...). Государственный первичный эталон воспроизводит единицу со

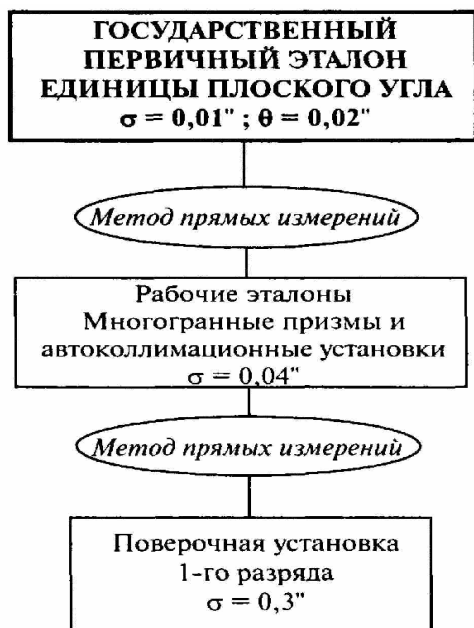


Рис. 3.3. Государственная поверочная схема для средств угловых измерений

средним квадратическим отклонением не более 0,01" при неисключенной систематической погрешности 0,2" и используется для передачи размера единицы плоского угла рабочим эталонам посредством прямых измерений.

В качестве рабочих эталонов служат автоколлимационные установки и многогранные кварцевые призмы.

Схема передачи размера единицы длины от первичного эталона к рабочим эталонам и эталонам, которые используются в локальных поверочных схемах для средств линейных измерений, показана на рисунке 3.4.

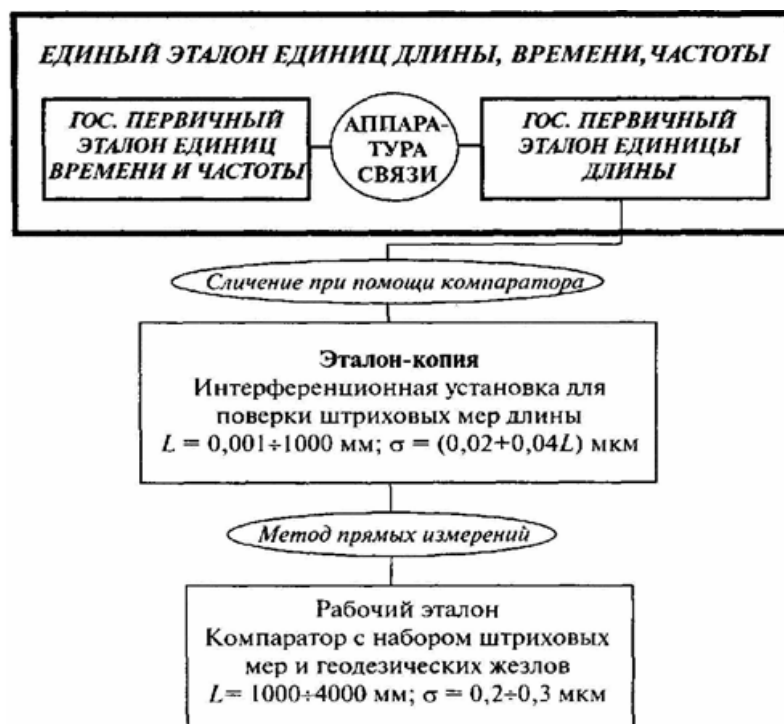


Рис. 3.4. Схема передачи размеров единиц длины

В качестве эталона-копии применяется интерференционная установка. Эталон-копия предназначена для поверки штриховых мер длины и геодезических жезлов. Погрешности средств измерений на схеме даны с доверительной вероятностью 0,99.



## 4. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

### 4.1. Классификация средств поверки геодезических приборов

Для поверки и испытаний геодезических приборов применяются различные контрольно-измерительные средства (КИС) и поверочное оборудование. Их многообразие предопределяется конструктивной сложностью геодезической техники, наличием большого количества нормируемых метрологических характеристик, необходимостью их получения с достаточной надежностью. В поверочной практике выделяют КИС двух групп: общетехнические и специализированные.

*Общетехнические средства* широко используются в машиностроении, приборостроении, энергетике, на транспорте и в других отраслях экономики. *Специализированные средства* геодезического назначения служат для контроля параметров и характеристик исключительно топографо-геодезических приборов. Приведем общую классификацию контрольно-измерительных средств (рис. 4.1).

Среди общетехнических средств контроля, используемых в геодезической практике поверочных работ, имеет место группа технических средств для оптических измерений:

- оптические скамьи (для оценки качества изображения оптических систем зрительных труб);
- шаровые фотометры (для проверки светопропускания и светорассеяния зрительных труб);
- фокометры (для измерения фокусного расстояния оптических систем);
- электро- и радиоизмерительные приборы (ЭРИ): вольтметры, амперметры, комбинированные приборы для измерения напряжения, силы тока, сопротивления; осциллографы, частотомеры, фазометры, генераторы и другие.

Среди угломерных средств – многогранные призмы, автоколлиматоры, экзаменаторы, уровни; среди средств линейных измерений – микроскопы, измерительные машины, катетометры, штриховые меры, жезлы, концевые меры, интерферометры, компараторы.

Кроме того, существует группа вспомогательных средств для измерения характеристик внешней среды (метеорологические средства измерений) – барометры, психрометры, гигрометры, анемометры, термометры.



Рис. 4.1. Классификация контрольно-измерительных средств

Различают следующие специализированные КИС геодезического назначения (рис. 4.2):

- геодезические компараторы;
- геодезические имитаторы;
- контрольно-поверочные сети (КПС);
- геодезические специализированные установки;
- геодезические меры длины.

КИС используется при проведении исследований, испытаний геодезических приборов и ремонтно-восстановительных работ (например, испытатели винтов, установки для исследования лимбов УИЛ, имитаторы дальности).



Рис. 4.2. Классификация специализированных контрольно-измерительных средств

#### 4.2. Требования к контрольно-измерительным средствам

Основные требования к контрольно-измерительным средствам, используемым при поверке геодезических приборов, сводятся к следующему:

- обеспечение оперативного и объективного контроля проверяемых параметров и характеристик;
- метрологическая надежность КИС;
- удобство в техническом обслуживании и эксплуатации при проведении поверочных работ;
- малая энергоемкость и соответствие требованиям безопасности эксплуатации.

## 5. ЛОКАЛЬНЫЕ ПОВЕРОЧНЫЕ СХЕМЫ

### 5.1. Локальные поверочные схемы для теодолитов

В качестве основной метрологической характеристики теодолитов принята средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального угла одним приемом (инструментальная погрешность).

Поверочная схема для теодолитов (рис. 5.1) включает в себя 5 ступеней и 5 ветвей.

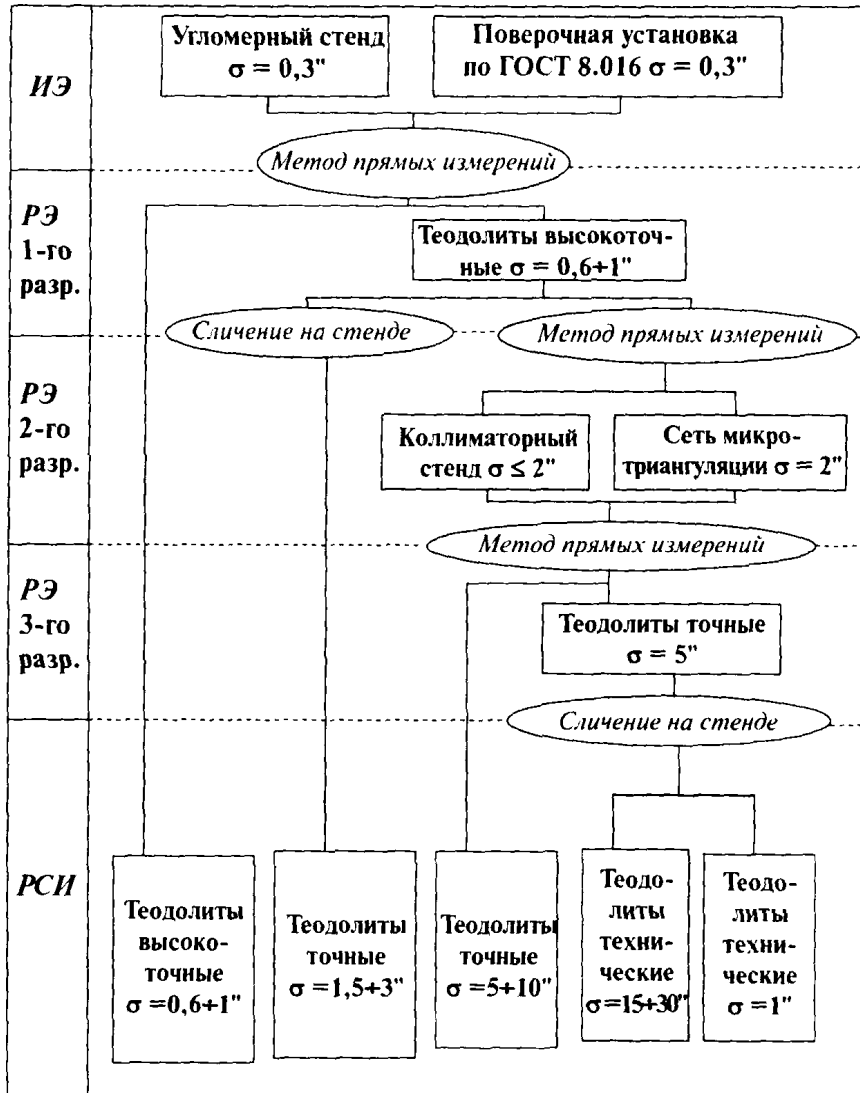


Рис. 5.1. Локальная поверочная схема теодолитов

В качестве исходного эталона (ИЭ) принят угломерный стенд, работающий в диапазоне от 0 до 360° со средней квадратической погрешностью 0,3".

В качестве рабочего эталона (РЭ) 1 разряда в ЛПС используется высокоточный теодолит с СКП измерений 0,6...0,8". Поверка теодолита та-

кого типа осуществляется на поверочной установке методом прямых измерений; практически возможно осуществление поверки также и в сети триангуляции на эталонном геодезическом полигоне.

В качестве РЭ 2 разряда в ЛПС служат коллиматорный стенд, обеспечивающий СКП контрольных углов не более 2", и сеть микротриангуляции геополигона, углы в которой должны быть известны с погрешностью не более 23". Их поверка осуществляется методом прямых измерений с помощью высокоточного теодолита.

Для поверки теодолитов с СКП более 15" в ЛПС задействован РЭ 3 разряда, в качестве которого выступает точный теодолит с СКП измерений не более 5". Его поверка обеспечивается методом прямых измерений на коллиматорном стенде или в сети микротриангуляции геополигона.

В ЛПС для средств измерений угла широко представлены рабочие средства измерений: высокоточные, точные и технические теодолиты. По месту в поверочной схеме можно выделить 5 основных ветвей теодолитов: высокоточные с погрешностью измерений 0,6...1", точные теодолиты (или, как их иногда называют, теодолиты повышенной точности) с погрешностью 1,5...3", точные теодолиты (теодолиты средней точности) с погрешностью 5...10", технические теодолиты с погрешностью измерения углов 15...30" и, наконец, теодолиты малой точности с погрешностью до 1 мин.

Основные методы поверки рабочих средств измерений в ЛПС – это метод прямых измерений, сличение при помощи угломерного стенда (коллиматоров, автоколлиматоров), а также метод независимой поверки (без использования эталонов).

## **5.2. Локальные поверочные схемы для нивелиров**

Измерения высот (превышений) относятся к линейным измерениям, выполняемым с помощью нивелиров в вертикальной плоскости, поэтому их единицей служит метр и его дольные единицы.

Нивелиры выпускаются в соответствии с ГОСТ 10528. Локальные поверочные схемы для нивелиров (рис. 5.2) содержат 4 ступени, ориентированные на обслуживание нивелиров с различными погрешностями – от 0,5 до 10 мм на 1 км двойного нивелирного хода.

В качестве исходного эталона (ИЭ) принят высотный стенд, обеспечивающий воспроизведение единицы превышения с СКП не более 0,2 мм.

Методом прямых измерений превышений на высотном стенде осуществляется поверка рабочего эталона (РЭ) 1 разряда – высокоточного нивелира типа Н-05 или Н-05К, обеспечивающего измерение превышений

с СКП не более 0,5 мм на 1 км двойного нивелирного хода. Методика работы на высотном стенде описана в ГОСТ 10528. Поверку высокоточного нивелира можно также выполнить путем проложения замкнутого нивелирного хода так, чтобы общая длина ходов была не менее 6...8 км.

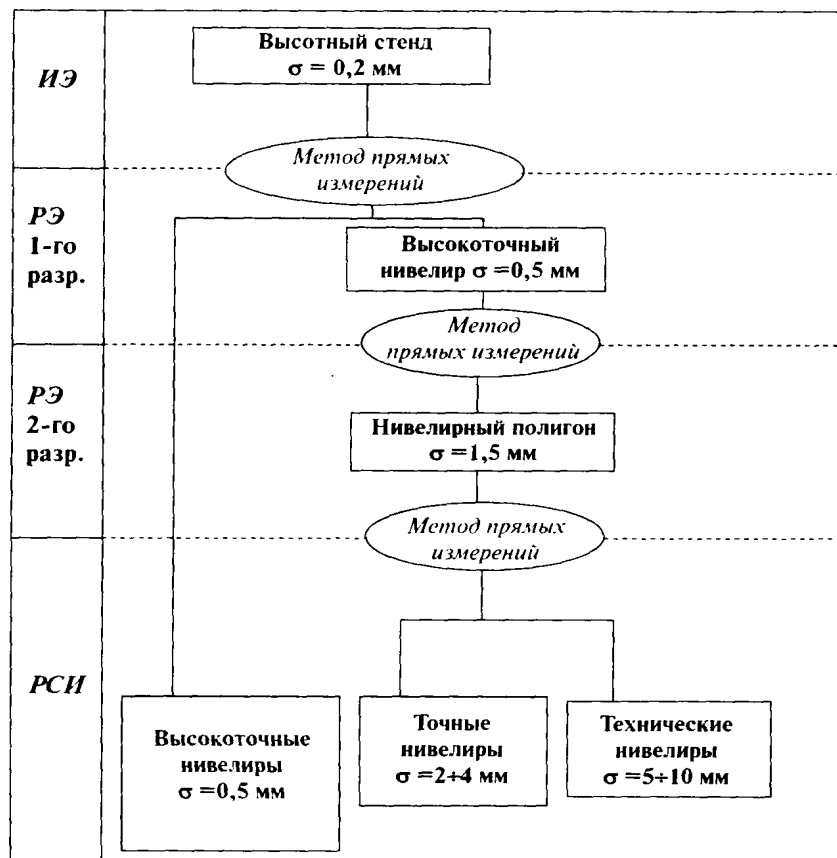


Рис. 5.2. Локальная поверочная схема нивелиров

В качестве РЭ 2 разряда используется нивелирный полигон с периметром  $L \geq 6...8$  км или эталонный ход длиной 1 км, который может быть измерен  $n$  раз поверяемым прибором. Поверка нивелирного полигона производится методом прямых измерений высокоточным нивелиром с погрешностью не более 1,5 мм на 1 км двойного хода.

Рабочие средства измерений (РСИ) в ЛПС представлены высокоточными, точными и техническими нивелирами, инструментальные погрешности которых установлены в соответствии с ГОСТ 23543 и ГОСТ 10528.

Следует отметить, что преимущественное распространение в нивелирных работах во всех странах мира получили нивелиры с горизонтальным лучом визирования. В качестве устройств для стабилизации визирной оси в них применяются пузырьковые уровни и оптико-механические компенсаторы. Для считывания информации по рейке в современных электронных нивелирах применяется цифровой отсчет.

### 5.3. Локальные поверочные схемы для средств измерений длины

Линейные измерения в геодезии – наиболее распространенный вид измерений. Диапазон линейных измерений весьма широк и колеблется в пределах от нескольких миллиметров до нескольких десятков километров. Погрешности линейных измерений изменяются в зависимости от производственных целей в относительной мере в пределах от  $(3...5) \cdot 10^{-3}$  до  $(0,5...1) \cdot 10^{-6}$ . Технический прогресс в области линейных измерений в геодезическом производстве сейчас предопределяется развитием электромагнитных дальномеров и спутниковых приемников.

Вопросы создания и применения поверочных схем для средств измерений длины разработаны наиболее полно на разных уровнях: государственном, отраслевом, в масштабе отдельных предприятий. В связи с большим многообразием средств линейных измерений в геодезии целесообразно выделить две их большие группы. Рассмотрим две поверочные схемы:

- в диапазоне до 4 м (рис. 5.3), где применяются топографические линейки, рейки, планиметры, курвиметры;
- в диапазоне до 30 км (рис. 5.4), где используются дальномеры всех типов и механические средства откладывания длины (ленты, рулетки, проволоки).

Исходным эталоном в ЛПС в диапазоне до 4 м (см. рис. 5.3) используется геодезический инварный жезл длиной 1 м, обеспечивающий воспроизведение единицы длины с СКП не более 1 мкм.

В качестве РЭ 1 разряда в ЛПС служит инварный жезл длиной 1 м с СКП измерений не более 8 мкм. Его поверка проводится методом сличения на компараторе с помощью ИЭ.

Рабочий элемент 2 разряда представлен хорошо известной в метрологической практике линейкой типа КЛ длиной 1 м, которая относится к штриховым мерам IV типа. Деления двух линейных шкал КЛ нанесены через 1 мм и 0,2 мм на металлической поверхности трапецеидального сечения. Линейки КЛ проверяются методом сличения при помощи компаратора с СКП 15 мкм.

В данной поверочной схеме РСИ являются инварные и деревянные нивелирные рейки, топографические (деревянные, дуралюминиевые, пластиковые) рейки, топографические линейки (Дробышева, ЛБЛ, ЛПМ), картометрические приборы (курвиметры, планиметры, картометры). Их

поверка (калибровка) осуществляется методами прямых измерений или сличением при помощи компаратора. Погрешности упомянутых РСИ колеблются в достаточно широких пределах: от 50 мкм до 1...2 мм.

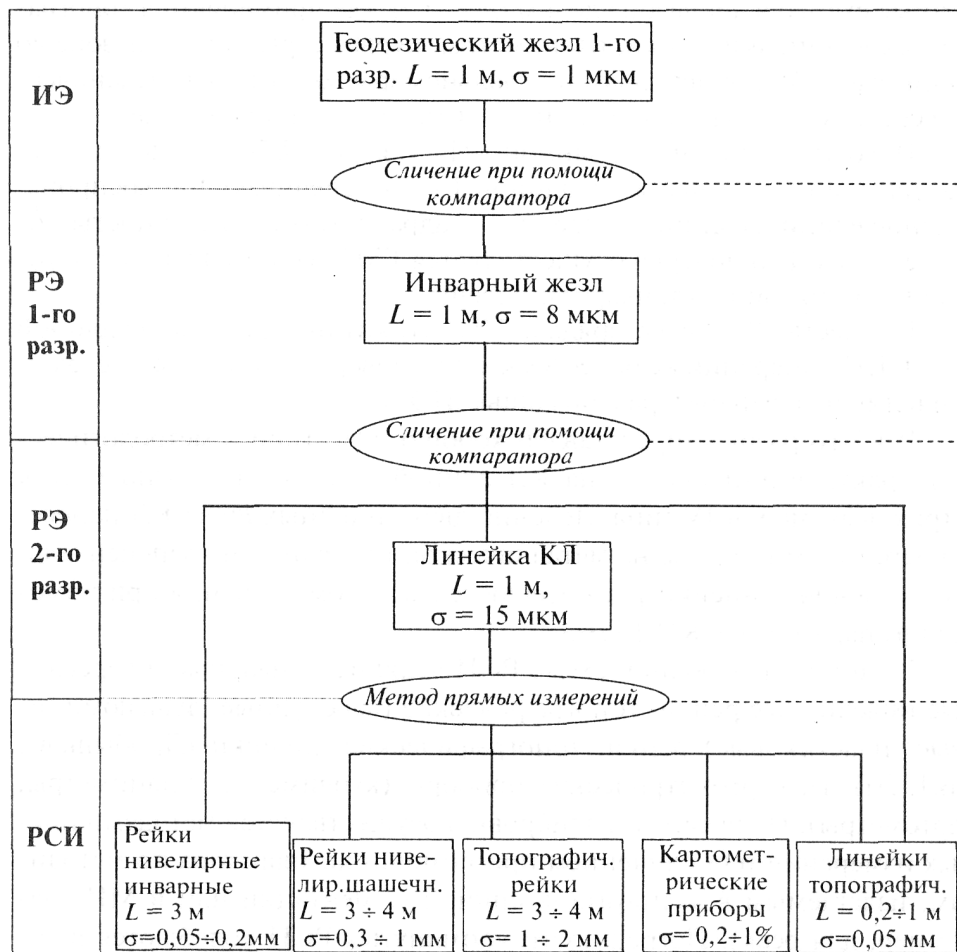


Рис. 5.3. Локальная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне до 4 метров

Локальная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне до 30 км (см. рис. 5.4) – наиболее сложная и разветвленная в геодезической практике; она содержит 5 ступеней и 5 ветвей.

В качестве рабочего эталона в этой ЛПС используется базисный прибор БП-1, включающий комплект из 8 инварных проволок длиной 24 м каждая, в совокупности своего применения обеспечивающие воспроизведение длины пролета с СКП в 4 мкм. Поверка инварных проволок производится на компараторе методом сличения с длиной 3-метрового геодезического жезла, периодически сличаемого с первичным эталоном длины. Не исключено также применение в качестве ИЭ группы фазовых светодальномеров из 2-3 приборов в диапазоне до 5 км, обеспечивающих СКП измерений порядка  $(2...5) \cdot 10^{-7}$ .



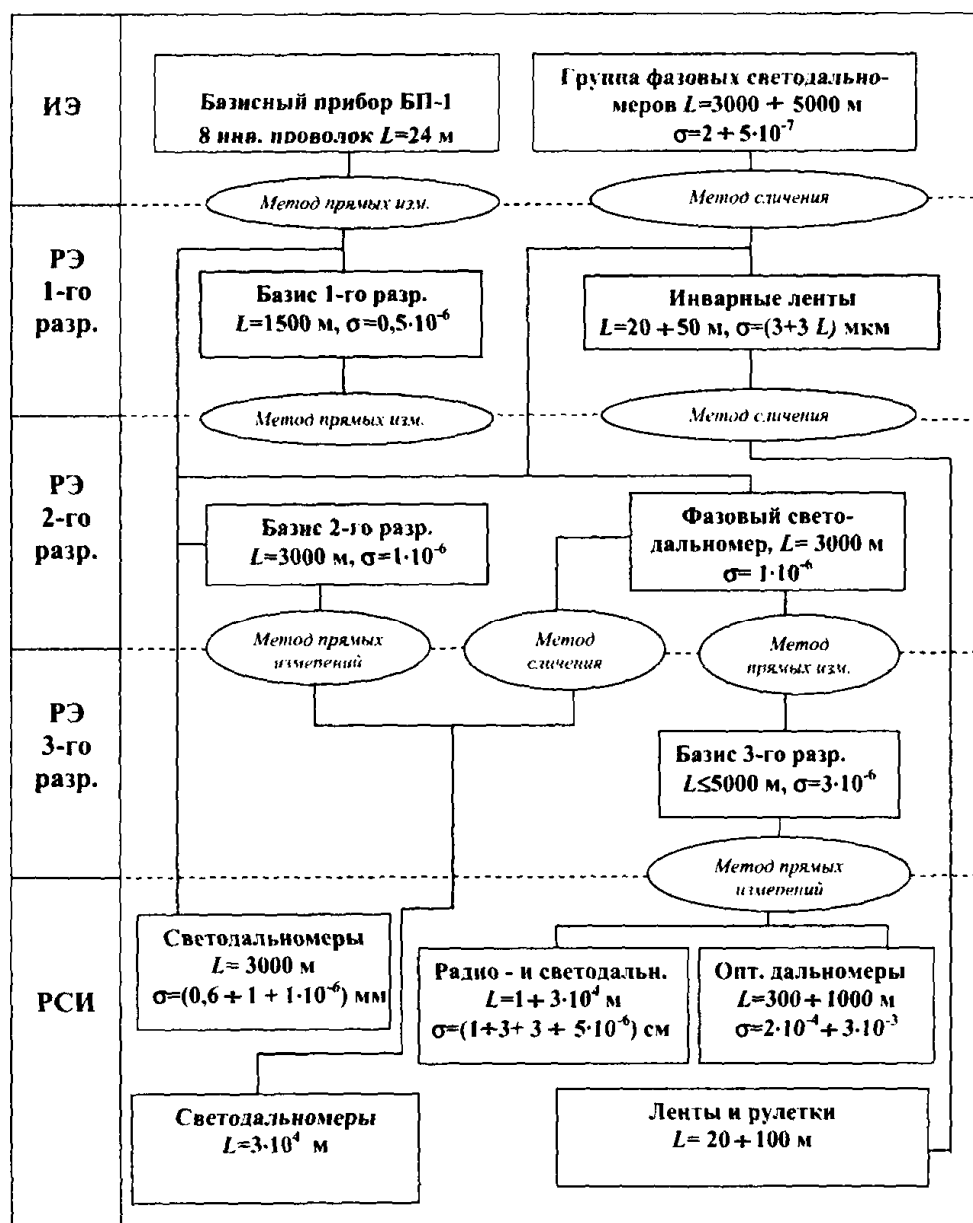


Рис. 5.4. Локальная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне до 30 км

Для механических средств измерения длины в качестве РЭ 1 разряда в ЛПС служат измерительные ленты до 50 м, обеспечивающие погрешность измерений, описываемую формулой  $(3 + 3L)$  в микрометрах, где  $L$  – длина в метрах. Их поверка осуществляется органами ГМС на оптико-механических компараторах.

В качестве РЭ 2 разряда в ЛПС используются базисы 2-го разряда длиной до 3 км, интервалы которых известны с относительной погрешностью не более  $1 \cdot 10^{-6}$ . Поверка таких базисов проводится методом прямых измерений базисным прибором БП-1. Функции РЭ 2 разряда может вы-

полнять фазовый светодальномер, имеющий верхний предел измерений 3...5 км и СКП измерений в относительной мере не более  $1 \cdot 10^{-6}$ . Его поверка проводится методом сличения при помощи компаратора, длина которого определяется групповым эталоном из двух фазовых светодальномеров, обеспечивающим погрешность измерений не более  $5 \cdot 10^{-7}$ .

В качестве РЭ 3 разряда в ЛПС используется базис 3-го разряда длиной до 5 км, который обеспечивает хранение и воспроизведение единицы с СКП не более  $3 \cdot 10^{-6}$ .

Рабочими средствами измерений в ЛПС являются:

- светодальномеры и электронные тахеометры для прикладной геодезии с диапазоном до 3...5 км и инструментальной погрешностью измерений не более 0,6...2,0 мм;
- светодальномеры геодезические с верхним пределом измерений до 30 км и инструментальной погрешностью 3...10 мм;
- светодальномеры топографические с максимальной дальностью до 10 км и инструментальной погрешностью 3...10 мм;
- радиодальномеры с дальностью 30 км и инструментальной погрешностью 3...10 см;
- дальномеры геометрического типа (оптические) с верхним пределом измерений до 1000 м и СКП измерений  $3 \cdot 10^{-3} \dots 2 \cdot 10^{-4}$ ;
- механические меры длины (ленты, рулетки измерительные) длиной 10, 20, 24, 30, 50, 100 м.

Сюда же можно отнести дальномерные блоки тахеометров (электронных и оптико-механических). В качестве поверочных средств для РСИ используются РЭ соответствующих разрядов ЛПС, при этом допустимо применять метод прямых измерений длины, задаваемой линейным базисом, или метод сличения при помощи компаратора, если в качестве РЭ используется высокоточный фазовый светодальномер.

В перспективе в эту поверочную схему может влиться спутниковая геодезическая аппаратура, с помощью которой в геодезии измеряют длины сторон и координаты (приращения координат). При этом двухчастотные спутниковые приемники могут выполнять в ПС двоякую функцию: рабочих средств измерений, а также эталонов – при поверке контрольных базисов 2-го и 3-го разрядов, а также электромагнитных дальномеров.

## **6. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНОЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ**

### **6.1. Методы определения средней квадратической погрешности**

Основной метрологической характеристикой геодезических приборов является средняя квадратическая погрешность измерения в заданном диапазоне. При этом решающий вклад в значение погрешности должны вносить инструментальные составляющие, получению которых при испытаниях и поверке средств измерений должны способствовать методики их определения.

Для определения СКП в метрологической практике используют следующие методы:

– *поэлементный метод*, при котором находят отдельные составляющие основной погрешности, а затем на основе теории погрешностей измерений вычисляют СКП;

– *комплектный метод*, при котором непосредственно получают значение СКП путем сравнения результатов измерений поверяемым прибором с эталонным значением величины.

В геодезической практике широко распространен метод независимой поверки, при котором СКП получают непосредственно, не используя эталонов, но оперируя истинными погрешностями измерений, в качестве которых выступают невязки условных уравнений погрешностей, определяемые на основе математических связей между результатами измерений.

Далее остановимся на рассмотрении методов определения основной метрологической погрешности теодолитов, нивелиров и дальномеров.

### **6.2. Методы определения средней квадратической погрешности измерения углов теодолитами**

Основную метрологическую погрешность теодолита – среднюю квадратическую погрешность измерения угла одним приемом можно получить следующими методами:

- по сходимости результатов независимых многократных измерений;
- по сравнению с эталонными значениями угла;

- по невязкам условных уравнений;
- по результатам измерения углов во всевозможных комбинациях;
- расчетным путем – по отдельным составляющим инструментальных погрешностей измерений углов.

При оценке результатов угловых измерений по внутренней сходимости приемов следует выделять способ приемов и способ Струве (круговых приемов).

*Способ приемов* основан на многократных измерениях угла, на симметричных установках горизонтального круга через шаг  $\Delta\varphi$ , определяемый по формуле

$$\Delta\varphi = \frac{180^\circ}{n}, \quad (6.1)$$

где  $n$  – количество приемов измерений.

Горизонтальный угол, называемый контрольным, образуют двумя коллиматорами (или автоколлиматорами), марками или предметными визирными целями; его значение целесообразно задавать в пределах  $90^\circ \pm 30^\circ$ . Зенитные расстояния по направлениям, образующим угол, должны различаться не менее чем на  $20^\circ$ . Главное требование к контрольному углу – его стабильность в период выполнения угловых измерений. Обычно при проведении поверочных работ  $n$  принимают равным 6...12; при  $n = 12$  надежность оценки СКП измерения угла составляет 25%. Среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтального угла одним приемом вычисляют по формуле

$$\sigma_\beta = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}, \quad (6.2)$$

где  $v$  – отклонение результата измерения в отдельном приеме от среднего значения в программе измерений.

В способе круговых приемов наблюдают  $n$  приемами  $k$  направлений, при этом, как правило,  $k = 3...6$  и  $n = 4...12$ . Начальные установки лимба при наведении зрительной трубы на первое направление в приемах различаются на  $\Delta\varphi$ , определяемые по формуле (6.1). Обработка измерений заключается в получении для каждого приема приведенных направлений относительно общего начала и вычислении средних значений одноименных

направлений. Среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтального угла одним приемом определяют по формуле

$$\sigma_{\beta} = \sqrt{\frac{2\sum v^2}{(n-1)(k-1)}}, \quad (6.3, a)$$

где  $\sum v^2 = \sum (v_{ij})^2 - \frac{1}{k} \sum |v_{ij}|$ ;  $v_{ij} = A_{cp} - A_{ij}$ ;  $A_{ij}$  – значение направления  $j$ , приведенное к общему началу в  $i$ -м приеме.

Оценка СКП по формуле (6.3, а) закреплена в немецком стандарте DIN 18723, нашедшем широкое признание в общеевропейской практике.

При геодезических работах часто вместо формулы (6.3, а) применяют упрощенную формулу Петерса:

$$\sigma_{\beta} = \frac{1.25 \sum |v^2|}{k \sqrt{n(n-1)}}. \quad (6.3, б)$$

Недостатками способа круговых приемов являются большой объем измерений, чем в способе приемов, и необходимость одинаковых условий видимости по всем направлениям одновременно, что в полевых условиях не всегда достижимо.

Если известно эталонное значение  $\beta_0$  угла с погрешностью не более 1/3 от погрешности поверяемого теодолита, то, измерив его  $n$  приемами, можно получить СКП по разностям  $\Delta_i = \beta_i - \beta_0$ , используя известную формулу

$$\sigma_{\beta} = \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n}}. \quad (6.4)$$

В качестве истинной погрешности измерений угла может выступать невязка условного уравнения, например, горизонта:

$$\omega = (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \dots + \beta_i) - 360^\circ, \quad (6.5)$$

или фигуры, в частности, треугольника:

$$\omega = (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3) - 180^\circ. \quad (6.6)$$

Если выполнено  $n$  приемов измерений на симметричных установках лимба, будем иметь  $n$  невязок  $\omega_i$ , которые позволят вычислить СКП измерений одним приемом:

$$\sigma_{\beta} = \sqrt{\frac{\omega_i^2}{3n}}. \quad (6.7)$$

Если на некотором пункте  $O$  имеем  $k$  направлений, можно составить  $(k-1)(k-2)$  независимых углов, которые можно измерить во всевозможных комбинациях. При этом каждый отдельный угол измеряют описанным выше способом приемов, количество которых зависит от веса  $p$  направлений на пункте и числа направлений  $k$ , чтобы обеспечить условие  $p = kn$ . Для каждого угла вычисляют среднее значение и уравнивают углы на пункте, располагая непосредственно измеренным значением угла и вычисленным из всевозможных комбинаций, число которых составит  $(k-2)$ . Разности между непосредственно измеренным углом и его средним арифметическим с учетом всех комбинаций (т. е. уравненным значением угла)  $v_i = \beta_i - \beta_{cp}$  позволят вычислить СКП горизонтального угла из одного приема:

$$\sigma_{\beta} = \sqrt{\frac{2n \sum v_i^2}{(k-1)(k-2)}}. \quad (6.8)$$

Серьезным недостатком данного способа является относительно небольшое число приемов  $n$  при  $k = 5 \dots 6$ .

Наконец, существует расчетный метод определения СКП измерений угла, основанный на использовании формулы при наличии случайных  $\delta$  и систематических  $\theta$  составляющих для однократного измерения величины  $\chi$  в виде

$$\sigma_{\chi} = \sqrt{\sum \sigma_{\delta}^2 + \sum \sigma_{\theta}^2}, \quad (6.9)$$

для реализации которой нужно знать отдельные составляющие инструментальных погрешностей теодолита. Этот способ достаточно надежен, однако он требует большой кропотливости в работе и потому трудоемок. Тем не менее для эталонных приборов и высокоточных теодолитов он может оказаться единственно возможным и доказательным.

Используя инструментальные составляющие, можно получить

$$\sigma_{\beta} = \sqrt{(\sigma_{dbp}^2 + \sigma_o^2 + \sigma_{OC}^2 + \sigma_{\varphi}^2 + \sigma_v^2 + \sigma_{\zeta}^2)}, \quad (6.10)$$

где в дополнение к уже известным погрешностям обозначены:  $\sigma_{OC}$  – погрешность отсчетной системы;  $\sigma_{\zeta}$  – погрешности прочие, в том числе связанные с механическими последствиями в узлах прибора.

Подход к оценке СКП измерения вертикальных углов принципиально мало отличается от описанного выше для горизонтальных углов. Основным при этом является способ приемов с оценкой по формуле (6.4), поскольку

у подавляющего большинства теодолитов вертикальный круг не переставляется, и измерения одного и того же угла разными приемами можно делать только на одном диаметре (штрихе) лимба. Для теодолитов, у которых сетка зрительной трубы снабжена дальномерными штрихами, возможно изменение способа приемов путем визирования по трем нитям (штрихам). Для теодолитов с односторонней системой отсчитывания по кругам целесообразно использовать способ взаимобратных направлений. С этой целью в диапазоне  $\pm 30^\circ$  коллиматорами или марками задают систему направлений, попарно формируемых из условия  $\alpha_1 + \alpha_2 = 0$  (или  $180^\circ$ ). Оптические оси коллиматоров и поверяемого теодолита должны располагаться на одной прямой, а зрительные трубы быть отфокусированы на бесконечность.

### 6.3. Методы определения средней квадратической погрешности измерения превышений нивелирами

Основной метрологической погрешностью нивелира является СКП измерений превышений на 1 км нивелирного (двойного) хода. Ее можно получить одним из следующих методов:

- многократными измерениями (прямо и обратно) превышений в нивелирных ходах;
- на нивелирном (высотном) стенде;
- косвенным путем – из измерений превышений на станции;
- расчетным путем (поэлементным методом).

Наиболее распространенный метод – прямые многократные измерения превышения в нивелирных ходах. Можно  $n$  раз проложить прямо и обратно нивелирный ход длиной 1 км либо выполнить двойные измерения превышений в ходе общей длиной  $L$  км. Для надежной оценки СКП измерения превышений из геометрического нивелирования необходимо, чтобы  $L > 10$  км. Для оценки СКП измерений превышений на 1 км двойного нивелирного хода применяют известные формулы:

$$\sigma_h = \sqrt{\sum \frac{\Delta h^2}{n}}, \quad (6.11, a)$$

если  $L = 1$  км и ход проложен  $n$  раз;

$$\sigma_h = \sqrt{\sum \frac{\Delta h^2}{Lk}}, \quad (6.11, б)$$

если длина секции  $L$  км, а всего  $k$  секций,  $\Delta h = h_i - h_0$ .

Если многократно проложен замкнутый нивелирный ход и получены невязки  $\omega_h$ , число которых равно  $n$ , то имеем:

$$\sigma_h = \sqrt{\sum \frac{\omega_h^2}{nL}}, \quad (6.12, a)$$

при  $(L - 1)$  км получим

$$\sigma_h = \sqrt{\sum \frac{\omega_h^2}{n}}. \quad (6.12, б)$$

При любом методе проложения ходов имеется возможность вычислить разности превышений ( $d_h$ ) из прямого и обратного ходов, а стало быть – СКП по разностям двойных измерений:

$$\sigma_h = \sqrt{\sum \frac{d_h^2}{2nLk}}. \quad (6.13)$$

Описанные пути получения СКП превышений являются весьма трудоемкими, т. к. они предполагают производство нивелирования полноценной бригадой, с тщательным соблюдением технологии работ, с неизбежными затратами времени на переходы с точки на точку наблюдателя и реечников. В таких условиях получение чисто инструментальной погрешности нивелирования очень проблематично.

От перечисленных недостатков свободен метод, основанный на получении погрешности измерения превышений на нивелирном стенде.

#### **6.4. Методы определения средней квадратической погрешности измерения длин дальномерами**

Прогресс в области линейных измерений во многом определяется развитием светодальномерной техники, поэтому рассмотрим методы определения СКП измерений дальномерами этого вида. Можно выделить следующие основные методы решения указанной задачи:

- измерение интервалов контрольных базисов;
- поэлементный метод;
- измерение отрезков во всевозможных комбинациях;
- измерения на имитаторе дальности.

Наиболее распространенным является *метод прямых измерений интервалов контрольных базисов*, длина которых принимается за эталонные в том случае, если соблюдается условие:  $\sigma_o \leq \frac{1}{3}\sigma_D$ , где  $\sigma_o$  и  $\sigma_D$  – СКП измерений контрольного базиса и поверяемым дальномером соответственно.



Технические предпосылки для реализации этого метода достаточно реальные, т. к. геодезическая служба страны располагает достаточным количеством базисов 2 и 3 разрядов, расположенных в различных регионах и надежно закрепленных стандартными пунктами. Базисы периодически поверяются и поддерживаются в рабочем состоянии.

Если  $n$  приемами измерить интервал  $D_0$  эталонного базиса, в результате можно получить  $n$  значений разностей  $\Delta D = D_j - D_0$  и СКП измерений по формуле

$$\sigma_D = \sqrt{\sum \frac{\Delta D^2}{n}}. \quad (6.14)$$

Поскольку СКП измерений дальномерами в стандартах задается формулой вида

$$\sigma_D = a + bD \times 10^{-6}, \quad (6.15)$$

то, используя значения  $\sigma_D$ , полученные по формуле (6.14) для  $k$  интервалов базиса, можно найти параметры  $a$  и  $b$  для выражения вида (6.15). С этой целью реализуют теорию регрессионного анализа. Если в результате окажется, что коэффициент корреляции между  $\sigma_D$  и  $D$  является значимым, обоснованно записать уравнение регрессии вида (6.15). При этом коэффициент корреляции  $-1 \leq r \leq +1$  вычисляют по формуле

$$r = \frac{\sum (D_i - D)(\sigma_{D_i} - \sigma_D)}{(k-1)m'(D)m'(\sigma_D)}, \quad (6.16)$$

где  $D = \frac{1}{n} \sum D_i$ ;  $\sigma_D = \frac{1}{n} \sum \sigma_{D_i}$ ;  $m'(D) = \sqrt{\frac{\sum (D_i - D)^2}{(n-1)}}$ ;  $m'(\sigma_D) = \sqrt{\frac{\sum (\sigma_{D_i} - \sigma_D)^2}{(n-1)}}$ .

Надежность корреляционной связи между параметрами  $\sigma_D$  и  $D$  оценивают по критерию Фишера:  $\zeta = \frac{1}{2} \{ \ln(1+|r|) - \ln(1-|r|) \}$ , который подчиняется закону нормального распределения.

Для оценки значимости коэффициента корреляции  $r$  вычисляют среднее квадратическое отклонение величины  $\zeta$  по формуле

$$\sigma_\zeta = \frac{1}{\sqrt{n-3}}.$$

По интервалу  $[\zeta \pm \sigma(\zeta)]$  по таблицам математической статистики находят доверительный интервал для коэффициента корреляции  $r$ . В случае, если он окажется меньше значения  $r$ , вычисленного по формуле (6.16), наличие линейной корреляционной связи считается установленным.

Переменную  $b$  уравнения (6.15) определяют по формуле

$$\sigma = \frac{\rho_{\sigma}}{D} = r \frac{m'(\sigma_D)}{m'(D)}. \quad (6.17)$$

Само уравнение регрессии будет иметь вид:  $\sigma_{D_i} - \sigma_D = \rho_{\sigma/D} (D_i - D)$ ,

откуда  $\sigma_{D_i} = \frac{\rho_{\sigma}}{D} D_i + \sigma_D - \frac{\rho_{\sigma}}{D} D$ .

Таким образом, имеем:

$$a = \sigma_D - \frac{\rho_{\sigma}}{D} D. \quad (6.18)$$

Измерения на имитаторе дальности имеют целью проверить работоспособность узлов светодальномера на верхнем пределе измерений в лабораторных условиях. Для этого  $n$  приемами измеряют расстояние, соответствующее  $D_{\max}$ , вычисляют среднее значение из всех приемов и СКП измерений по формуле

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{(D_i - D_{cp})^2}{n-1}}. \quad (6.19)$$

Если значение  $\sigma_D \leq \sigma_{D, \text{дон}}$ , то прибор удовлетворяет требованиям поверки, т. е. соответствует установленным нормативным требованиям в отношении  $D_{\max}$ .

Электронные юстировки тахеометров (Инструменты Leica):

$l, t$  – продольная и поперечная погрешности индекса компенсатора;

$i$  – место нуля;

$c$  – коллимационная ошибка;

$a$  – погрешность положения оси трубы.

Механические юстировки:

– круглый уровень инструмента и трегера;

– красный лазер видимого диапазона для безотражательных измерений;

– лазерный отвес;

– оптический отвес.

## **7. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ**

### **7.1. Метрологические характеристики геодезических средств измерений**

К метрологическим принято относить характеристики средств измерений, влияющие на результаты измерений и их погрешности. Метрологические характеристики, устанавливаемые в НД, называют нормируемыми метрологическими характеристиками (НМХ), а определяемые экспериментально в результате испытаний, поверки или калибровки средств измерений – действительными метрологическими характеристиками (ДМХ). Допустимые значения НМХ и полученные из измерений ДМХ включают в протокол поверочных работ, чтобы из их сопоставления принимать решения о признании поверяемого средства измерений пригодным для применения по назначению.

Среди важнейших метрологических характеристик геодезических средств измерений, подлежащих метрологическому контролю при выпуске из производства, после ремонта и в эксплуатации, следует указать:

- диапазон измерений (действия, работы, функционирования);
- цену деления шкалы (отклонение от номинального значения);
- аддитивные и мультипликативные составляющие приборных поправок, входящих в уравнения измерений (коэффициенты измерительных преобразователей, постоянные слагаемые и т. п.);
- погрешность работы осевых систем (эксцентricность осей);
- погрешность работы установочных приспособлений;
- суммарную (основную) погрешность.

Содержание указанных групп НМХ и особенности их определения различны и во многом зависят от конструктивных особенностей конкретного средства измерений и принципов измерений, положенных в основу их действия.

### **7.2. Определение цены деления шкалы**

Цену деления шкалы определяют для ампул геодезических уровней, окулярных микрометров зрительных труб высокоточных теодолитов, линейных шкал, используемых в качестве контрольно-измерительных средств в поверочной практике. Для угломерных приборов с оптическим микрометром и шкаловым микроскопом определяют отклонение изображения

деления рабочей меры (лимба), полученного с помощью оптической системы, от размера шкалы отсчетного приспособления, называемое реном отсчетной системы.

### 7.3. Определение цены деления уровня на экзаменаторе

Цена деления уровня необходима для оценки правильности вращения вертикальной оси и при введении поправок за наклон оси при наблюдении разновысоких целей.

Способ определения цены деления ампулы уровня на экзаменаторе, заключающийся в следующем.

Исследуемый уровень (или прибор с уровнем) устанавливают на столике экзаменатора не менее чем за один час до начала измерений, с тем чтобы он устоялся и принял температуру рабочего помещения. Приводят экзаменатор в исходное рабочее положение и выбирают зону на ампуле уровня, в пределах которой будет исследоваться уровень (обычно это рабочая часть шкалы в пределах 1/5 от ее краев). Затем последовательно перемещают пузырек уровня от одного края ампулы к другому, действуя измерительным винтом экзаменатора так, чтобы отсчет по его шкале изменялся на целое число делений  $b$ . После каждой установки винта выжидают некоторое время (для высокоточных уровней 2...3 мин) и отсчитывают по шкале ампулы, используя концы пузырька в качестве индексов. Так поступают до тех пор, пока пузырек уровня не достигнет другого края ампулы; это составляет один полуприем измерений. Второй полуприем выполняют при перемещении винта экзаменатора в обратном направлении и соответственно – при движении пузырька уровня в обратном направлении. Два полуприема измерений составляют один прием, обычно делают 2...4 приема. При переходе от одного приема к другому уровень поворачивают на  $180^\circ$  (или поворачивают алидаду прибора на тот же угол), чем добиваются выявления неправильностей кривизны внутренней поверхности ампулы и недостатков ее шлифовки. Для высокоточных уровней в начале и конце каждого приема фиксируют температуру воздуха. В результате наблюдений на  $k$  установках винта экзаменатора в одном приеме будем иметь  $(k - 1)$  перемещений пузырька уровня  $DL$ , соответствующих шагу измерительного винта  $\beta$ . Если выражать  $\Delta L$  в полуделениях шкалы уровня, полученные как среднее из прямого и обратного хода, для каждого из  $(k - 1)$  перемещений пузырька можно вычислить значение цены деления уровня:

$$\frac{\tau}{2} = \frac{\beta\mu}{\Delta L}, \quad (7.1)$$

где  $\mu$  – цена деления винта экзаменатора (обычно равная 1).

Уклонения  $\delta = \tau - \tau_{cp}$  характеризуют погрешности наблюдений и качество шлифовки ампулы уровня; с их помощью можно оценить погрешность определения цены деления уровня в каждом приеме по формуле

$$\mu = \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{k-2}}. \quad (7.2)$$

За окончательное значение цены деления уровня принимают среднее арифметическое из всех приемов:

$$\tau = \frac{1}{k-1} \sum \tau_i, \quad (7.3)$$

где  $\tau_i$  – значение цены деления в  $i$ -м приеме.

В полевых условиях цену деления уровня можно определить по способу Комстока (посредством поворотов алидады угломерного прибора вокруг наклоненной вертикальной оси) или по рейке.

Если в способе Комстока обозначить угол наклона оси уровня через  $\Delta L$ , угол наклона вертикальной оси –  $\gamma$ , угол поворота алидады между двумя установками –  $A$ , то цену деления уровня получим по формуле

$$\tau = \frac{A\rho''}{\Delta L} \sin \gamma. \quad (7.4)$$

Обычно делают 5-6 установок алидады в прямом и столько же в обратном ходах, а за окончательное значение  $\tau$  принимают среднее арифметическое из всех измерений.

Определение цены деления уровня по рейке выполняют следующим образом. На расстоянии 40...50 м от прибора устанавливают рейку, фиксируемую рейкодержателем. Прибор и рейку приводят в рабочее положение. Действуя элевационным или подъемным винтом прибора, наводят среднюю нить сетки зрительной трубы последовательно на  $(k+1)$ -й,  $k$ -й и  $(k-1)$ -й штрихи рейки. При этом каждый раз отсчитывают положение пузырька уровня, дав ему предварительно успокоиться. Затем делают обратный ход, в котором наведения на штрихи осуществляют в обратном порядке. Это составит один прием, обычно делают 3-4 приема. При переходе от одного приема к другому изменяют горизонт прибора либо меняют высоту кола (костыля), на котором установлена рейка. Выразив разность отсчетов при наведении на смежные штрихи рейки через  $\Delta l$  в миллиметрах, а расстояние  $D$  до рейки в метрах, получим значение цены деления уровня:

$$\tau = \frac{\Delta l \rho}{D \Delta L}, \quad (7.5)$$

где  $\Delta L$  – смещение пузырька уровня в делениях, соответствующее разности отсчетов  $\Delta l$  по рейке.

Как и в предыдущем случае, за окончательное значение  $\tau$  принимают среднее арифметическое из всех измерений.

#### 7.4. Определение цены деления линейной шкалы

В качестве линейных шкал в геодезической практике используются рейки, линейки, мерные ленты, измерительные рулетки. Определение цены деления линейной шкалы выполняется на микроскопе, методом непосредственного сличения с эталонной шкалой, методом сличения с помощью компаратора. Возможно также одновременное определение погрешностей двух шкал путем их сравнения. Большинство методов исследования линейных шкал основано на измерении одного и того же интервала на разных участках проверяемой шкалы.

Пусть требуется проверить шкалу  $AB$  (рис. 7.1) и получить погрешности ее штрихов, расположенных через интервал  $\mu$ , соответствующий цене деления шкалы и составляющий  $1/k$  долю длины этой шкалы.

Спроецируем на проверяемую шкалу отрезок постоянной длины  $l_0$  так, чтобы его проекция оставалась постоянной во время исследований и по своему размеру была близка к значению  $\mu$ .

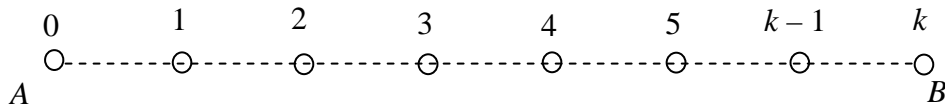


Рис. 7.1. Схема определения цены деления линейной шкалы

Пусть при сравнении этого отрезка с длиной первого интервала  $0 \dots 1$  были получены отсчеты  $a_1$  и  $a'_1$ . Перемещая последовательно контрольный отрезок  $l_0$  вдоль исследуемой шкалы, сравним его длину с длинами всех интервалов этой шкалы.

Пренебрегая погрешностями измерений, можно записать

$$l_0 = (a' + \delta_i) - (a_i + \delta_{i-1}), \quad (7.6)$$

где  $i = 1, 2, 3, \dots, k$ ;  $\sigma$  – погрешность штриха шкалы.

Обозначив

$$a'_i - a_i = d_j, \quad (7.7)$$

получим по формуле (7.6)

$$d_i - d_{i-1} = l_0 - d_i. \quad (7.8)$$

Таким образом, имеем  $k$  уравнений с  $k + 1$  неизвестными погрешностями (поправками) штрихов шкалы и неизвестной длиной  $l_0$  контрольной шкалы (за исключением случая, когда применяется эталонная шкала). Для однозначного решения задачи необходимо наложить два дополнительных условия. Если определяют только правильность разделения шкалы на части, то выдвигают предположение о безошибочности всей длины шкалы, т. е.

$$\delta_k = \delta_0. \quad (7.9)$$

Если известна длина всей шкалы  $L$ , которую необходимо учесть при получении погрешностей положения штрихов, то накладывают условие:

$$\delta_k = \delta_0 + \delta L. \quad (7.10)$$

Далее накладывают условие, связанное с началом счета погрешностей штрихов, которое формулируется либо в виде

$$d_0 = 0, \quad (7.11)$$

либо в форме условного уравнения

$$\sum \delta_i = 0. \quad (7.12)$$

Предпочтительнее условие (7.12), т. к. оно приводит к равнозначному определению погрешностей штрихов исследуемой шкалы.

Сложив все уравнения вида (7.8), имеем:

$$\delta_k - d_0 = kl_0 - \sum d_i. \quad (7.13)$$

При наличии эталонной шкалы (когда  $l_0$  известна) это уравнение позволяет получить погрешность длины исследуемой шкалы.

Если длина контрольной шкалы неизвестна, ее можно получить, используя условие (7.9), тогда

$$l_0 = \frac{\sum d_i}{k}. \quad (7.14)$$

Из формулы (7.8) следует, что

$$\delta_i = l_0 - d_i + d_{i-1}. \quad (7.15)$$

Формула (7.15) дает возможность последовательно вычислить погрешности (поправки) штрихов шкалы, если использовать условие (7.11).

Зная длину контрольной (эталонной) шкалы и погрешности штрихов, можно определить длину  $l_i$  любого интервала исследуемой шкалы, используя уравнения вида (7.8), а также среднюю цену деления шкалы  $\mu$

и максимальное отклонение от номинального значения интервала. На основании результатов исследований обычно строят график погрешностей (поправок) положения штрихов шкалы.

### **7.5. Определение цены деления оптического микрометра нивелира**

У современных высокоточных нивелиров цена деления оптического микрометра составляет 0,05 мм или 0,1 мм. Допуск на отклонение цены деления от номинального значения устанавливается в конструкторской и нормативной документации.

Определение цены деления шкалы оптического микрометра нивелира выполняют путем измерения интервалов линейки с миллиметровыми делениями, установленной отвесно на удалении 5...8 м от нивелира. Предварительно шкалу линейки поверяют на инструментальном микроскопе с погрешностью не более 1,5 мкм.

Цену деления шкалы оптического микрометра вычисляют по формуле

$$\mu = \frac{l_0}{l_i}, \quad (7.16)$$

где  $l_0$  – интервал линейки, измеренный на микроскопе;

$l_i$  – тот же интервал, измеренный оптическим микрометром нивелира.

Измерения должны включать 4...6 приемов, между приемами меняют горизонт нивелира или перемешают в вертикальной плоскости линейку.

Для того чтобы использовать возможно больший участок шкалы микрометра, наблюдают не менее 6 штрихов линейки. В каждом приеме последовательно наводят биссектор сетки зрительной трубы нивелира на штрихи линейки, причем окончательное наведение на штрих линейки рекомендуется осуществлять однообразным действием барабана микрометра (например, на ввинчивание). У нивелиров с уровнем перед взятием отсчета контролируют положение пузырька уровня и в случае необходимости приводят его на середину.

Окончательное значение  $\mu$  получают как среднее из всех измерений в разных приемах.



## **8. СТАНДАРТИЗАЦИЯ**

### **8.1. Цели и принципы технического нормирования и стандартизации в Республике Беларусь**

Интеграция Республики Беларусь в мировую экономику, активизация внешнеэкономической деятельности, продвижение белорусской продукции на международные рынки, а также задачи социально-экономического развития страны обусловили необходимость реформирования технического законодательства.

Принятый в 2004 г. Закон Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» основан на положениях Соглашений Всемирной торговой организации, учитывает аспекты систем технического регулирования и стандартизации России, Украины и других стран, а также Европейского Союза. В 2006 г. принят Закон Республики Беларусь «О внесении изменений и дополнений в некоторые Законы Республики Беларусь по вопросам технического нормирования, стандартизации и оценки соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации», предусматривающий внесение изменений и дополнений в 48 законов и кодексов, что обеспечит приведение этих законов и кодексов в соответствие с новым законодательством в области технического нормирования, стандартизации и оценки соответствия.

Целью технического нормирования и стандартизации является обеспечение:

- защиты жизни, здоровья и наследственности человека, имущества и охраны окружающей среды;
- повышения конкурентоспособности продукции (услуг);
- технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции;
- единства измерений;
- национальной безопасности;
- устранения технических барьеров в торговле;
- рационального использования ресурсов.

Техническое нормирование и стандартизация основываются на принципах:

- обязательности применения технических регламентов;
- доступности технических регламентов, технических кодексов и государственных стандартов, информации о порядке их разработки, утверждения и опубликования для пользователей и иных заинтересованных лиц;

- приоритетного использования международных и межгосударственных (региональных) стандартов;
- использования современных достижений науки и техники;
- обеспечения права участия юридических и физических лиц, включая иностранные, и технических комитетов по стандартизации в разработке технических кодексов, государственных стандартов;
- добровольного применения государственных стандартов.

## **8.2. Сущность стандартизации. Основные термины и определения**

*Объектом стандартизации* являются материальные продукты труда – продукция во всем ее разнообразии (сырье, материалы, детали, готовые изделия, оборудование); процессы (технологические, управления и др.); услуги.

*Цель стандартизации* – выявление наиболее правильного и экономичного варианта, т. е. нахождение оптимального решения, которое позволяет достичь оптимального упорядочения в определенной области стандартизации. Для этого необходимо, чтобы найденное решение стало достоянием большого числа предприятий и специалистов.

Стандартизация проходит по двум этапам:

- 1) отбор из совокупности вариантов (решений) упорядочения в определенной области оптимального варианта;
- 2) придание законной силы найденному решению в целях его всеобщего и многократного использования.

*Основные термины и их определения:*

- объекты технического нормирования, объекты стандартизации – продукция, процессы ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказание услуг;
- технические требования – технические нормы, правила, характеристики и (или) иные требования к объектам технического нормирования или стандартизации;
- техническое нормирование – деятельность по установлению обязательных для соблюдения технических требований, связанных с безопасностью продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказания услуг;
- безопасность продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилиза-

ции или оказания услуг – соответствие продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказания услуг техническим требованиям, предусматривающим отсутствие недопустимого риска причинения вреда жизни, здоровью и наследственности человека, имуществу и окружающей среде;

– стандартизация – 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;

– технический регламент – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе технического нормирования, устанавливающий непосредственно и (или) путем ссылки на технические кодексы установившейся практики и (или) государственные стандарты Республики Беларусь, обязательные для соблюдения технические требования, связанные с безопасностью продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказания услуг;

– технический кодекс установившейся практики – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе стандартизации, содержащий основанные на результатах установившейся практики технические требования к процессам разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказания услуг;

– стандарт – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе стандартизации на основе согласия большинства заинтересованных субъектов технического нормирования и стандартизации и содержащий технические требования к продукции, процессам ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации или оказания услуг;

– международный стандарт – стандарт, утвержденный (принятый) международной организацией по стандартизации;

– межгосударственный (региональный) стандарт – стандарт, утвержденный (принятый) межгосударственной (региональной) организацией по стандартизации;

– государственный стандарт Республики Беларусь (далее – государственный стандарт) – стандарт, утвержденный Комитетом по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики

Беларусь, а в области архитектуры, градостроительства и строительства – Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь;

– стандарт организации – стандарт, утвержденный юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем;

– технические условия – технический нормативный правовой акт, разработанный в процессе стандартизации, утвержденный юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем и содержащий технические требования к конкретным типу, марке, модели, виду реализуемой ими продукции или оказываемой услуге, включая правила приемки и методы контроля;

– государственная регистрация технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации – присвоение уполномоченным государственным органом регистрационных номеров техническим нормативным правовым актам в области технического нормирования и стандартизации с целью их учета и идентификации;

– система технического нормирования и стандартизации – совокупность технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации, субъектов технического нормирования и стандартизации, а также правил и процедур функционирования системы в целом.

### **8.2.1. Задачи стандартизации**

*Основные задачи стандартизации:*

1) обеспечение взаимопонимания между разработчиками, изготовителями, продавцами потребителями;

2) установление оптимальных требований к качеству продукции в интересах государства и потребителя, обеспечивающих ее безопасность для жизни и здоровья населения и окружающей среды;

3) установление требований по совместимости, а также взаимозаменяемости продукции;

**Совместимость** – это пригодность продукции к совместному, но не вызывающему нежелательных взаимодействий использованию при заданных условиях для выполнения установленных требований.

**Взаимозаменяемость** – это пригодность одного изделия для использования вместо другого изделия в целях выполнения одних и тех же требований;

4) согласование и увязка требований к готовой продукции и нужным для ее изготовления сырью, материалам и техническим средствам;

5) унификация – выбор оптимального числа разновидностей продукции, значений ее параметров и размеров;

б) установление метрологических норм, правил и требований к технологическим процессам для снижения затрат сырья и обеспечения малоотходных технологий;

7) нормативное обеспечение контроля, сертификации и оценки качества продукции;

8) создание и ведение систем классификации;

9) организация работ по международному сотрудничеству в области стандартизации и сертификации продукции.

Непосредственным результатом стандартизации является, прежде всего, нормативный документ.

Широкое использование стандартов в народном хозяйстве дает большой экономический эффект.

Универсальным методом в области стандартизации является упорядочение объектов стандартизации продукции, процессов и услуг.

Результатом работ по упорядочению являются, например, ограничительные перечни комплектующих изделий для конечной готовой продукции; альбомы типовых конструкций изделий; стандарты и технические условия; типовые формы технических, управленческих и прочих документов. Упорядочение как универсальный метод состоит из отдельных методов – систематизации, селекции, симплификации, типизации и оптимизации.

*Систематизация* объектов стандартизации заключается в научно-обоснованном последовательном классифицировании и ранжировании совокупности конкретных объектов стандартизации. Примером результата работы по систематизации продукции может служить общестатистический код предприятий.

При постановке на учет в органах государственной статистики респонденту присваивается регистрационный номер, который формируется как цифровой общестатистический код предприятий и организаций (далее – ОКПО) и построен с применением серийно-порядкового метода кодирования. Длина ОКПО – 12 цифровых знаков, из которых первые восемь не имеют дополнительной смысловой нагрузки, девятый знак соответствует первому знаку кода территории, на которой зарегистрирован респондент, в соответствии с общегосударственным классификатором.

ОКРБ 003-94 «Система обозначений объектов административно-территориального деления», а три последних знака служат для выделения обособленных подразделений юридического лица. Структура ОКПО определяется Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь (Белстат).

ОКПО представляет собой уникальный номер респондента, который сохраняется за ним на весь период его деятельности с момента его пер-

вичной регистрации и до ликвидации (прекращения деятельности). После ликвидации (прекращения деятельности) респондента его ОКПО не может быть повторно присвоен другому респонденту.

В случае изменения места нахождения юридического лица (за пределы административно-территориальной единицы – области, г. Минска) респондент обязан известить об этом территориальный орган государственной статистики, где была произведена первичная постановка на учет, а также территориальный орган государственной статистики по своему новому месту нахождения.

На основании данных, содержащихся в копии информационной карты, территориальные органы государственной статистики ведут территориальные разделы статистического регистра и передают раз в неделю по электронной почте информацию Белстату для формирования статистического регистра.

Белстат в течение трех рабочих дней после постановки на учет респондентов, зарегистрированных Национальным банком Республики Беларусь, Министерством финансов Республики Беларусь, Министерством юстиции Республики Беларусь, по электронной почте передает информацию территориальным органам государственной статистики для формирования территориального раздела статистического регистра.

Снятие респондентов с учета в органах государственной статистики осуществляется путем внесения в статистический регистр следующей информации: даты, номера решения, наименования регистрирующего органа, принявшего решение о ликвидации юридического лица и (или) исключении его из Единого государственного регистра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей.

Сообщение регистрирующего органа о ликвидации (прекращении деятельности) юридического лица является основанием для исключения данного юридического лица и его обособленных подразделений из статистического регистра.

*Селекция* объектов стандартизации – деятельность, заключающаяся в отборе таких конкретных объектов, которые признаются целесообразными для дальнейшего производства и применения в общественном производстве.

*Симплификация* – деятельность, заключающаяся в определении таких конкретных объектов, которые признаются нецелесообразными для дальнейшего производства и применения в общественном производстве.

*Типизация* объектов стандартизации – деятельность по созданию типовых (образцовых) объектов – конструкций, технологических правил, форм документации.

*Оптимизация* объектов стандартизации заключается в нахождении оптимальных главных параметров (параметров назначения), а также значений всех других показателей качества и экономичности. Целью оптимизации является достижение оптимальной степени упорядочения и максимально возможной эффективности по выбранному критерию.

### **8.2.2. Методические основы стандартизации**

**Методическими основами стандартизации продукции** являются параметрическая стандартизация, унификация, агрегатирование, комплексная стандартизация, опережающая стандартизация.

#### ***Параметрическая стандартизация***

Для уяснения сущности метода рассмотрим понятие параметра.

Параметр продукции – это количественная характеристика ее свойств.

Наиболее важными параметрами являются характеристики, определяющие назначение продукции и условия ее использования:

- размерные параметры (размер обуви, вместимость посуды, габариты);
- весовые параметры (масса приборов);
- параметры, характеризующие производительность машин и приборов (производительность вентиляторов и полотеров, скорость движения транспортных средств);
- энергетические параметры (мощность двигателя, потребляемая энергия и др.).

Продукция определенного назначения, принципа действия и конструкции, т. е. продукция определенного типа, характеризующаяся рядом параметров. Набор установленных значений параметров называется *параметрическим рядом*. Разновидностью параметрического ряда является размерный ряд. Например, для тканей размерный ряд состоит из отдельных значений ширины ткани; для посуды – отдельных значений вместимости.

Каждый размер изделий (или материала) одного типа называется типоразмером. Например, сейчас установлено 105 типоразмеров мужской одежды и 120 – женской.

Процесс стандартизации параметрических рядов – параметрическая стандартизация – заключается в выборе и целесообразности номенклатуры и численного значения параметров. Решается эта задача с помощью математических методов.

Параметрические ряды машин, приборов, тары рекомендуется строить согласно системе предпочтительных чисел – набору последовательных чисел, изменяющихся в геометрической прогрессии.

Смысл этой системы заключается в выборе лишь тех значений параметров, которые подчиняются строго определенной математической закономерности. Основным стандартом в этой области является ГОСТ 8032 «Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел». Полное обозначение стандарта – ГОСТ 8032-84 (8032 – регистрационный номер, 84 – год утверждения).

При выборе того или иного ряда учитывают интересы потребителей и изготовителей. Частота параметрического ряда должна быть оптимальной: густой ряд позволяет максимально удовлетворить нужды потребителей (предприятий, индивидуальных покупателей), но при этом расширяется номенклатура продукции, расплывается ее производство, что приводит к большим производственным затратам.

Применение системы предпочтительных чисел позволяет унифицировать параметры продукции определенного типа, увязать по параметрам продукцию различных видов – детали, изделия, транспортные средства и технологическое оборудование.

#### ***Унификация продукции***

Деятельность по рациональному сокращению числа типов деталей, агрегатов одинакового функционального назначения называется унификацией продукции. Она базируется на классификации и ранжировании, селекции и симплификации, типизации и оптимизации элементов готовой продукции. Основными направлениями унификации являются:

1. Разработка параметрических и типоразмерных рядов изделий, машин, оборудования, приборов, узлов и деталей.
2. Разработка типовых изделий в целях создания унифицированных групп однородной продукции.
3. Разработка унифицированных технологических процессов, включая технологические процессы для специализированных производств продукции межотраслевого применения.
4. Ограничение целесообразным минимумом номенклатуры разрешаемых к применению изделий и материалов.

В зависимости от области проведения унификация изделий может быть:

- межотраслевой (унификация изделий и их элементов одинакового или близкого назначения, изготавливаемых двумя или более отраслями промышленности);
- отраслевой и заводской (изделий, изготавливаемых одной отраслью промышленности или одним предприятием).



В зависимости от методических принципов осуществления унификация может быть:

- внутривидовой (семейств однотиповых изделий).
- межвидовой или межпроектной (узлов, агрегатов, деталей разнотипных изделий).

*Степень унификации* характеризуется уровнем унификации продукции – насыщенностью продукции унифицированными, в том числе стандартизированными деталями, узлами и сборочными единицами.

Одним из показателей уровня унификации является коэффициент применяемости (унификации)  $K_{ПП}^T$ , %, который вычисляется по формуле:

$$K_{ПП}^T = \frac{n - n_0}{n} \times 100,$$

где  $n$  – общее количество типоразмеров изделий;

$n_0$  – количество оригинальных типоразмеров. К оригинальным относятся составные части, разработанные для данного изделия.

При этом в общее число деталей (кроме оригинальных) входят стандартные, унифицированные и покупные детали, а также детали общемашиностроительного, межотраслевого и отраслевого применения (ОМП; МП; ОП).

### ***Агрегатирование***

Это метод создания машин, приборов и оборудования из отдельных стандартных унифицированных узлов, многократно используемых при создании различных изделий на основе геометрической и функциональной взаимозаменяемости.

Агрегатирование очень широко применяется в машиностроении, радиоэлектронике.

Расчленение изделий на конструктивно законченные агрегаты явилось предпосылкой для развития метода агрегатирования. Анализ конструкций машин показал, что многие агрегаты, узлы и детали, различные по устройству, выполняют в разнообразных машинах одинаковые функции. Обобщение частных конструктивных решений путем разработки унифицированных агрегатов узлов и деталей значительно расширило возможности данного метода.

### ***Комплексная стандартизация***

При комплексной стандартизации осуществляется целенаправленное и планомерное установление и применение системы взаимосвязанных требований как к самому объекту комплексной стандартизации в целом, так и к основным элементам.

Применительно к основному ее объекту – продукции – это установление и применение взаимосвязанных по своему уровню требований к ка-

честву готовых изделий и необходимых для их изготовления сырья, материалов и комплектующих узлов.

### ***Опережающая стандартизация***

Метод опережающей стандартизации заключается в установлении повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм и требований к объектам стандартизации.

Стандарты не могут только фиксировать достигнутый уровень развития науки и техники, т. к. из-за высоких темпов морального старения многих видов продукции они могут стать тормозом технического прогресса. Для того чтобы стандарты не тормозили технический прогресс, они должны устанавливать перспективные показатели качества с указанием сроков их обеспечения промышленным производством. Опережающие стандарты должны стандартизировать перспективные виды продукции, серийное производство которых еще не начато или находится в начальной стадии.

В настоящее время опережающие стандарты выполняются в основном в виде так называемых ступенчатых стандартов. Эти стандарты имеют несколько ступеней, содержащих возрастающие требования к показателям качества, а также сроки их ввода в действие.

В ступенчатых стандартах возможно пять и несколько ступеней.

### **8.2.3. Технические регламенты. Порядок применения**

К техническим нормативным правовым актам в области технического нормирования и стандартизации относятся:

- технические регламенты;
- технические кодексы;
- стандарты, в том числе государственные стандарты, стандарты организаций;
- технические условия.

Технические регламенты разрабатываются в целях защиты жизни, здоровья и наследственности человека, имущества и охраны окружающей среды, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей продукции и услуг относительно их назначения, качества или безопасности. Разработка технических регламентов в иных целях не допускается.

Разработка технических регламентов осуществляется органами государственного управления в пределах предоставленных им полномочий. Технический регламент должен содержать обязательные для соблюдения технические требования, связанные с безопасностью продукции, процессов ее разработки, производства, эксплуатации (использования), хранения, пе-

ревозки, реализации и утилизации или оказания услуг, а также исчерпывающий перечень объектов технического нормирования, в отношении которых устанавливаются требования технического регламента.

Руководители предприятий непосредственно несут ответственность за организацию и состояние выполняемых работ по стандартизации на этих предприятиях.

Предприятия создают при необходимости службы стандартизации (отдел, бюро, лаборатории), которые выполняют научно-исследовательские, опытно-конструкторские и другие работы по стандартизации.

#### **8.2.4.Общая характеристика стандартов разных категорий**

Одна из главных задач стандартизации – создание системы нормативной документации. Нормативный документ охватывает такие понятия, как стандарт, технические условия, правила и др.

В Республике Беларусь применяют следующие категории нормативных документов:

- межгосударственные стандарты – ГОСТы;
- государственные стандарты РБ – СТБ;
- отраслевые стандарты – ОСТы;
- стандарты предприятий – СТП;
- технические условия – ТУ.

Межгосударственный стандарт – ГОСТ – региональный стандарт, принятый государствами, присоединившимися к Соглашению о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации и непосредственно ими применяемый.

Государственный стандарт РБ (СТБ) – это национальный стандарт, утвержденный Госстандартом. К объектам государственной стандартизации относят:

- организационно-методические и общетехнические объекты – организация проведения работ по стандартизации, единый технический язык, типоразмерные ряды и типовые конструкции, организация работ по метрологическому обеспечению, достоверные данные о свойствах материалов и веществ, классификация и кодирование технико-экономической информации;
- продукцию широкого, в том числе межотраслевого применения, и др.

В ГОСТы и СТБ включают:

1. Обязательные требования к качеству продукции, обеспечивающие безопасность для жизни, здоровья и имущества; охрану окружающей среды; обязательные требования техники безопасности и производственной санитарии.

2. Обязательные требования по совместимости и взаимозаменяемости продукции.

3. Обязательные методы контроля требований к качеству продукции, обеспечивающих безопасность и экологичность, совместимость и взаимозаменяемость продукции.

4. Параметрические ряды и типовые конструкции.

5. Основные потребительские свойства продукции, требования к упаковке, маркировке, транспортированию, хранению и утилизации продукции.

6. Положение, обеспечивающее единство при разработке, производстве, эксплуатации продукции; правила оформления технической документации, допуски и посадки, общие правила обеспечения качества продукции; сохранения и рационального использования всех видов ресурсов; термины, определения и обозначения; метрологические и другие общетехнические правила и нормы.

Стандарты предприятий (союзов, ассоциаций, концернов, акционерных обществ, межотраслевых объединений) – СТП разрабатывают на создаваемую и применяемую на данном предприятии продукцию. Стандарты предприятий не должны противоречить требованиям ГОСТов.

Технические условия – нормативный документ на конкретную продукцию, утвержденный предприятием-разработчиком, как правило, по согласованию с предприятием-заказчиком. Они устанавливают требования к конкретной продукции.

Краткая характеристика содержания и построения стандартов отдельных видов.

В зависимости от назначения и содержания разрабатываются стандарты следующих видов:

- основополагающие;
- на продукцию и услуги;
- на процессы;
- на методы испытаний.

Основополагающий стандарт – нормативный документ, имеющий широкую область распространения или содержащий общие положения для определенной области.

Стандарт общих технических условий содержит общие требования к группам однородной продукции. Стандарт ТУ – к конкретной продукции.

### 8.3. Государственная система стандартизации

Структура органов и служб национальной службы стандартизации.

Органы и службы стандартизации – организации, учреждения, объединения и их подразделения, основной деятельностью которых является осуществление работ по стандартизации или выполнение определенных функций по стандартизации.

Органы по стандартизации – это органы, признанные на определенном уровне, основная функция которых состоит в руководстве работ по стандартизации.

Службы стандартизации – специально создаваемые организации подразделения для проведения работ по стандартизации на определенных условиях управления – государственном, отраслевом, предприятий (организации).

Государственное регулирование и управление в области стандартизации осуществляется Президентом Республики Беларусь, Советом Министров Республики Беларусь, Комитетом по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь, Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь и иными государственными органами в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

Президент Республики Беларусь осуществляет государственное регулирование и управление в области технического нормирования и стандартизации в соответствии с Конституцией Республики Беларусь, Законом Республики Беларусь от 21 февраля 1995 г. «О Президенте Республики Беларусь» (Ведамасці Вярхоўнага Савета Рэспублікі Беларусь, 1995 г., № 17, ст. 179; Ведамасці Нацыянальнага сходу Рэспублікі Беларусь, 1997 г., № 24, ст. 463) и иными законодательными актами Республики Беларусь.

Работы по повышению технического уровня, качества и конкурентоспособности выпускаемой в республике продукции, созданию условий для доступа на мировой рынок требуют владения современными подходами к оценке рынка и требований потребителя, разработке, постановке и производству продукции, оценке качества и организации сервисного обслуживания. Опыт развитых стран свидетельствует об активном использовании для решения этой задачи возможностей стандартизации.

Ее эффективность как формы регулирования процессов и результатов деятельности во всех сферах научно-технических, производственных, торгово-экономических, социальных и других отношений находит подтверждение на международном уровне, в расширяющихся масштабах работ по стандартизации в развитых и развивающихся странах. Мировой и отечественный

опыт выявил широкий спектр проблем и задач, которые могут быть решены с привлечением, а иногда исключительно средствами стандартизации, в том числе и в области управления качеством продукции и услуг, с использованием большого разнообразия форм и методов проведения этих работ, которые, как правило, зависят от конкретного состояния и развития экономики.

Формирование Государственной системы стандартизации Республики Беларусь было начато в 1992 г. с учетом опыта государственной стандартизации бывшего Союза ССР и проходило в условиях переходного периода к рыночным отношениям, повышения самостоятельности предприятий, свободы выбора организационных форм и методов хозяйствования, ясно осознанной необходимости интеграции экономики республики в мировую экономическую систему при сохранении и развитии в рамках стран СНГ экономического сотрудничества и кооперации предприятий.

Деятельность по стандартизации в Беларуси базируется на легитимной основе. Законодательную и нормативно-правовую основу проведения работ по стандартизации в Республике Беларусь составляют:

- Законы Республики Беларусь «О стандартизации», «О защите прав потребителей»;
- стандарты Государственной системы стандартизации Республики Беларусь;
- межгосударственное (со странами СНГ) Соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации от 13 марта 1992 г.;
- Соглашение о принятии единообразных технических предписаний для колесных транспортных средств, предметов оборудования и частей, которые могут быть установлены на и (или) использованы на колесных транспортных средствах, и об условиях взаимного признания официальных утверждений, выдаваемых на основе этих предписаний (Женевское Соглашение 1958 г.);
- основополагающие государственные стандарты и другие документы, в том числе документы межгосударственной системы стандартизации.

Принятая в Республике Беларусь система стандартизации, в которой в качестве обязательных требований государственных стандартов определены требования по обеспечению безопасности продукции, работ и услуг для жизни, здоровья и имущества граждан и охраны окружающей среды, совместимости и взаимозаменяемости продукции, маркировки, единства методов контроля, была построена с учетом того, что в республике еще не получило развитие техническое законодательство, устанавливающее требования к группам продукции и услуг.

Политика в области стандартизации определяется органами государственного управления, которые также осуществляют надзор за выполнением требований стандартов. Вместе с тем, в международной практике стандартизация является деятельностью, основанной на консенсусе, которая проводится как заинтересованными, так и в интересах заинтересованных сторон на принципах открытости и прозрачности в рамках независимых и признанных организаций по стандартизации. Ее результатом является принятие стандартов, применение которых носит добровольный характер. При этом обязательность применения стандартов определяется законодательными актами. К их числу относятся такие документы как технические регламенты, содержащие технические нормы и принимаемые органами государственного управления. Следовательно, существующая в республике система стандартизации требует модернизации в связи с необходимостью перехода на методы и принципы стандартизации, принятые в международной практике. Это предусматривает решение задач государственного масштаба, на реализацию которых направлена Концепция развития стандартизации в Республике Беларусь.

Основные направления развития стандартизации в области строительства и архитектуры изложены в «Концепции государственной системы технического нормирования и стандартизации в строительстве», одобренной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 февраля 1993 г. № 426, которая должна быть переработана с учетом данной Концепции. Направления развития военной стандартизации определены в «Концепции стандартизации вооружения, военной и специальной техники в Республике Беларусь», одобренной Техническим комитетом по стандартизации «Вооружение, военная и специальная техника» и утвержденной Министерством обороны и Госстандартом. Настоящая Концепция должна быть положена в основу комплекса работ по стандартизации, проводимого министерствами, органами государственного управления, концернами, ассоциациями и объединениями в соответствующих отраслях (секторах экономики) и для конкретных групп однородной продукции.

*Совет Министров Республики Беларусь в области технического нормирования и стандартизации:*

- обеспечивает проведение единой государственной политики;
- обеспечивает создание и функционирование системы технического нормирования и стандартизации;
- утверждает программы разработки технических регламентов и взаимосвязанных с ними государственных стандартов;

– устанавливает порядок разработки, утверждения, государственной регистрации, проверки, пересмотра, изменения, отмены, применения, официального издания технических регламентов, в том числе технических регламентов в отношении оборонной продукции, уведомления и опубликования информации о них;

– утверждает технические регламенты;

– устанавливает порядок государственного надзора за соблюдением требований технических регламентов и требования, предъявляемые к государственным инспекторам, осуществляющим государственный надзор за соблюдением технических регламентов;

– дает официальные толкования по вопросам применения технических регламентов;

– устанавливает порядок создания и ведения Национального фонда технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации, а также правила пользования этим фондом;

– осуществляет иные полномочия в области технического нормирования и стандартизации в соответствии с законодательными актами Республики Беларусь.

*Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь в области технического нормирования и стандартизации:*

– осуществляет реализацию единой государственной политики;

– осуществляет общую координацию разработки технических регламентов и государственных стандартов;

– устанавливает порядок разработки, утверждения, государственной регистрации, проверки, пересмотра, изменения, отмены, уведомления об этом, применения, опубликования технических кодексов, государственных стандартов, технических условий;

– утверждает, вводит в действие, отменяет государственные стандарты, вносит в них изменения (кроме государственных стандартов в области архитектуры и строительства);

– осуществляет государственную регистрацию технических регламентов, технических кодексов, государственных стандартов, технических условий (кроме технических условий, которые не проходят государственную регистрацию);

– определяет виды продукции (услуг), технические условия, на которые не проходят государственную регистрацию;



- осуществляет официальное издание государственных стандартов (кроме государственных стандартов в области архитектуры и строительства);
- публикует информацию о действующих технических регламентах, технических кодексах, государственных стандартах, технических условиях;
- организует и проводит систематическую проверку действующих государственных стандартов (кроме государственных стандартов в области архитектуры и строительства) в целях их изменения или отмены;
- осуществляет государственный надзор за соблюдением требований технических регламентов (кроме технических регламентов, устанавливающих требования к зданиям, строениям и сооружениям);
- применяет в пределах своей компетенции к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, нарушившим требования технических регламентов, меры воздействия, предусмотренные настоящим Законом и иными актами законодательства;
- участвует в работе по международной и межгосударственной (региональной) стандартизации (кроме стандартизации в области архитектуры и строительства);
- дает официальные толкования по вопросам применения технических нормативных правовых актов, им утвержденных;
- утверждает по предложениям субъектов технического нормирования и стандартизации состав технических комитетов по стандартизации, перечень закрепляемых за ними объектов стандартизации, а также положения об этих технических комитетах (кроме технических комитетов по стандартизации в области архитектуры и строительства);
- предоставляет субъектам технического нормирования и стандартизации право на использование знака (знаков) соответствия государственным стандартам;
- создает и ведет Национальный фонд технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации.

*Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь в области технического нормирования и стандартизации по вопросам архитектуры и строительства:*

- осуществляет реализацию единой государственной политики;
- координирует разработку технических регламентов и государственных стандартов;
- организует и проводит систематическую проверку действующих государственных стандартов в целях их обновления или отмены;

- утверждает, вводит в действие, отменяет государственные стандарты, вносит в них изменения;
- осуществляет официальное издание государственных стандартов;
- осуществляет государственный надзор за соблюдением требований технических регламентов;
- применяет в пределах своей компетенции к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, нарушившим требования технических регламентов, меры воздействия, предусмотренные настоящим Законом и иными актами законодательства;
- участвует в работе по международной и межгосударственной (региональной) стандартизации;
- дает официальные толкования по вопросам применения технических нормативных правовых актов, им утвержденных;
- утверждает по предложениям субъектов технического нормирования и стандартизации состав технических комитетов по стандартизации, перечень закрепляемых за ними объектов стандартизации, а также положения об этих технических комитетах.

#### **8.4. Документы системы технического нормирования и стандартизации**

*Основополагающие документы системы технического нормирования и стандартизации:*

– ТКП 1.0-2004 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила разработки технических регламентов. Дата введения 01.01.2005 г.

Технический кодекс устанавливает правила разработки, включая утверждение, государственную регистрацию технических регламентов, а также правила их проверки, пересмотра, изменения, отмены, применения, официального издания, уведомление о ходе разработки и опубликования информации о технических регламентах. Технический кодекс не распространяется на правила разработки технических регламентов в особых случаях, предусмотренных статьей 7 Закона Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

– ТКП 1.1-2004 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила разработки технических кодексов установившейся практики. Дата введения 01.01.2005 г.

Технический кодекс устанавливает правила разработки, включая утверждение, государственную регистрацию технических кодексов, а также

правила их проверки, пересмотра, изменения, отмены, применения, официального издания, уведомления о ходе разработки и опубликования информации о технических кодексах.

– ТКП 1.2-2004 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила разработки государственных стандартов. Дата введения 01.01.2005 г.

Технический кодекс устанавливает правила разработки государственных стандартов Республики Беларусь и предварительных государственных стандартов Республики Беларусь, включая их утверждение и государственную регистрацию, а также правила проверки, пересмотра, изменения, переиздания и отмены государственных стандартов, уведомления об этом, правила перевода предстандартов в государственные стандарты или их отмены, официального издания, применения государственных стандартов и предстандартов.

– ТКП 1.3-2010 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила разработки технических условий. Дата введения 01.09.2010 г.

Технический кодекс устанавливает порядок разработки, согласования, утверждения, регистрации, пересмотра, изменения и отмены технических условий на продукцию и услуги.

– ТКП 1.4-2006 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила опубликования технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации и информации о них. Дата введения 01.01.2007 г.

Технический кодекс устанавливает правила опубликования технических регламентов, технических кодексов установившейся практики государственных стандартов Республики Беларусь, в том числе предварительных государственных стандартов Республики Беларусь, текстов, вносимых в указанные технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (ТНПА), изменений и поправок, а также правила опубликования информации о технических регламентах, технических кодексах, государственных стандартах, технических условиях. Требования технического кодекса обязательны для субъектов технического нормирования и стандартизации, участвующих в процессе технического нормирования и стандартизации.

– ТКП 1.5-2004 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила построения, изложения, оформления и

содержания технических кодексов установившейся практики и государственных стандартов. Дата введения 01.01.2005 г.

Технический кодекс устанавливает общие правила построения, изложения, оформления и содержания технических кодексов, государственных стандартов Республики Беларусь, предварительных государственных стандартов Республики Беларусь и изменений к ним. Требования технического кодекса применяют при разработке, подготовке к утверждению и изданию стандартов и изменений к ним. Требования технического кодекса не распространяются на действующие стандарты, которые были приняты до введения его в действие.

– ТКП 1.6-2006 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила планирования работ по техническому нормированию и стандартизации. Дата введения 01.06.2007 г.

Технический кодекс устанавливает правила планирования работ по техническому нормированию и стандартизации, формирования, утверждения, реализации, внесения изменений в План государственной стандартизации (далее – ПГС) и финансирования работ по его реализации.

– ТКП 1.7-2007 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила разработки межгосударственных стандартов. Дата введения 01.10.2007 г.

Технический кодекс устанавливает правила разработки документов по межгосударственной стандартизации (межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации), автором которых является Республика Беларусь, включая их принятие и введение в действие на территории Республики Беларусь; правила их проверки, изменения, пересмотра, прекращения применения на территории Республики Беларусь; а также правила рассмотрения межгосударственных стандартов, разработанных другими государствами – участниками Соглашения о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации. Требования технического кодекса обязательны для субъектов технического нормирования и стандартизации, участвующих в процессе технического нормирования и стандартизации.

– ТКП 1.8-2008 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила подготовки уведомлений о технических регламентах, технических кодексах установившейся практики и государственных стандартах. Дата введения 01.04.2009 г.

Технический кодекс устанавливает общие правила организации и проведения работ по подготовке, оформлению, представлению и публика-

ции уведомлений о разрабатываемых и принятых (утвержденных) технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации: технических регламентах Республики Беларусь; технических кодексах установившейся практики; государственных стандартах Республики Беларусь, предварительных государственных стандартах Республики Беларусь, межгосударственных стандартах, правилах и рекомендациях по межгосударственной стандартизации, автором которых является Республика Беларусь. Технический кодекс не распространяется на ТНПА на продукцию, сведения о которой отнесены к государственным секретам Республики Беларусь.

– ТКП 1.9-2007 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила принятия международных, региональных и национальных стандартов других государств в качестве государственных стандартов. Дата введения 01.09.2007 г.

Технический кодекс устанавливает правила и методы принятия международных, региональных и национальных стандартов других государств и международных документов, не являющихся международными стандартами), в качестве государственных стандартов Республики Беларусь и предварительных государственных стандартов Республики Беларусь, а также требования к их построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению. Требования технического кодекса могут применяться при принятии международных документов в качестве технических кодексов. Требования технического кодекса обязательны для субъектов технического нормирования и стандартизации, участвующих в процессе стандартизации.

– ТКП 1.10-2007 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила построения, изложения, оформления и содержания технических регламентов. Дата введения 01.10.2007 г.

Технический кодекс устанавливает правила построения, изложения, оформления и содержания технических регламентов Республики Беларусь. Требования технического кодекса применяют при разработке, подготовке к утверждению и изданию технических регламентов.

– ТКП 1.11-2008 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Требования к издательскому оформлению и полиграфическому исполнению официальных изданий технических регламентов, технических кодексов установившейся практики и государственных стандартов. Дата введения 01.02.2009 г.

Технический кодекс устанавливает требования к издательскому оформлению и полиграфическому исполнению официальных изданий

технических регламентов и утвержденных Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь (Госстандарт) технических кодексов установившейся практики, государственных стандартов Республики Беларусь и предварительных государственных стандартов Республики Беларусь. Требования технического кодекса не распространяются на тематические сборники технических регламентов, технических кодексов и государственных стандартов.

– ТКП 1.12-2008 Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Правила организации и работы технических комитетов по стандартизации. Дата введения 01.04.2009 г.

Технический кодекс устанавливает правила организации и работы, основные функции, права и ответственность технических комитетов по стандартизации Республики Беларусь.

### **8.5. Технические кодексы установившейся практики**

Технические кодексы установившейся практики разрабатываются с целью реализации требований технических регламентов, повышения качества процессов разработки (проектирования), производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказания услуг.

Разработка и утверждение технических кодексов установившейся практики осуществляются республиканскими органами государственного управления.

Требования технических кодексов к процессам разработки (проектирования), производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции или оказанию услуг основываются на результатах установившейся практики. Технические требования, содержащиеся в технических кодексах, не должны противоречить требованиям технических регламентов.

В современных условиях роль стандартизации в регулировании процессов и результатов хозяйственной деятельности будет возрастать в связи с ориентацией экономики на рыночный характер, а также с появлением новых сфер применения стандартизации (социальная сфера, банковская деятельность и др.)

По оценкам зарубежных специалистов в условиях рыночных отношений эффективность стандартизации проявляется через три ее основные функции: экономическую, социальную и коммуникативную.

*Экономическая функция* стандартизации реализуется в следующих областях:

– представление достоверной информации о продукции. В договорах (контрактах) и торговле стандартизация облегчает выбор товаров. Информация о товаре (услуге, процессе) представляется в удобной форме, позволяя снизить торговые издержки и оптимизировать капитальные затраты;

– внедрение новой техники. Через стандарты распространяются сведения о новых свойствах продукции, своевременных методах испытаний, технологических достижениях лидирующих предприятий, что содействует их широкому использованию в промышленности. Стандартизация позволяет избежать дублирования разработки аналогичной техники;

– содействие конкуренции. Благодаря стандартизации методов испытаний и основных параметров продукции становится возможным ее объективное сравнение, и на этой основе развивается добросовестная конкуренция;

– взаимозаменяемость и совместимость. Стандартизация обеспечивает совпадение размеров и допусков отдельных деталей, возможность совместного, не имеющего друг к другу использования различных видов продукции;

– управление производством. Стандартизация производственных процессов создает необходимые предпосылки достижения заданного уровня качества.

*Социальная функция* стандартизации обеспечивает нормативную фиксацию и достижение на практике такого уровня параметров и показателей продукции, который соответствует требованиям здравоохранения, санитарии и гигиены, охраны окружающей среды и безопасности людей при производстве, обращении, использовании и утилизации продукции.

*Коммуникативная функция* обеспечивает возможность создания базы для объективизации восприятия различных видов информации через фиксацию терминов и определений, условных знаков, символов и обозначений, способствуя тем самым достижению необходимого для общества взаимопонимания и расширяя взаимообогащающий обмен информацией.

В настоящее время Государственная система стандартизации охватывает все отрасли народного хозяйства, организует и регламентирует важнейшие стороны производственной деятельности на всех уровнях управления: государственном, отраслевом, областном, предприятия.

Осуществляется переход к разработке прогрессивных опережающих стандартов, которые учитывают перспективу развития различных отраслей

народного хозяйства. Использование этих стандартов способствует ускорению технического прогресса путем сокращения сроков внедрения достижений науки и техники в производство.

Одна из основных задач стандартизации – повышение научно-технического уровня стандартов и их роли в улучшении качества выпускаемой продукции. Важным условием решения этой задачи является систематическое обновление стандартов в целях современного отражения в них требований народного хозяйства, населения, обороны страны и экспорта.

Важнейшей принципиальной особенностью современного этапа стандартизации является комплексный, программный метод, предусматривающий одновременное установление требований к объекту стандартизации и его элементам, а также увязку их с требованиями к средствам и испытаниям.

За последние годы значительно расширилась сфера применения стандартизации. Она стала использоваться в таких областях как классификация и кодирование технико-экономической информации, создание унифицированных систем документации для использования в АСУ, охрана природы, техника безопасности и др.

## **8.6. Международные организации по стандартизации**

Необходимость международного сотрудничества в области метрологии стала очевидной с развитием научного, культурного и торгового обмена между странами. В 1875 г. по инициативе петербургских академиков Б. С. Якоби, О. В. Струве и Г. И. Вильда в Париже «для обеспечения международного единства и усовершенствования метрической системы» была подписана Метрическая конвенция, в соответствии с которой международное сотрудничество подписавших ее государств устанавливалось путем:

а) создания первого международного метрологического научного учреждения – Международного бюро мер и весов (МБМВ), содержащегося на взносы стран, подписавших конвенцию, и ведущего исследования по совместно вырабатываемым программам;

б) учреждения Международного комитета мер и весов (МКМВ) из наиболее авторитетных ученых-метрологов стран – членов конвенции для руководства МБМВ;

в) созыва не реже одного раза в шесть лет генеральных конференций по мерам и весам «для обсуждения и принятия необходимых мер по распространению и усовершенствованию метрической системы».



Находящееся в Севре (близ Парижа) МБМВ занимается:

- созданием международных эталонов и шкал для основных физических величин; хранением международных эталонов;
- сличением национальных эталонов с международными;
- согласованием методик, выполняемых при этом измерений;
- определением и согласованием значений фундаментальных физических констант.

На своих ежегодных заседаниях МКМВ рассматривает текущие вопросы деятельности. Начиная с 1927 г. при МКМВ создаются консультативные комитеты, координирующие, каждый в своей области, международные работы и вырабатывающие рекомендации по изменению определений и размеров единиц физических величин, которые МКМВ может принимать непосредственно или выносить на утверждение Генеральной конференции по мерам и весам в целях обеспечения унификации единиц. Генеральная конференция является высшим руководящим органом, определяющим долговременную научную политику стран, подписавших Метрическую конвенцию, и принимающим на международном уровне все принципиальные решения в области единиц физических величин и их эталонов.

В 1933 г. советская делегация на Генеральной конференции по мерам и весам предложила распространить международное сотрудничество на область изготовления и применения средств измерений. После большой подготовительной работы в 1956 г. была подписана межправительственная конвенция об учреждении Международной организации законодательной метрологии (МОЗМ). Целью этой организации является унификация законов, правил и инструкций в сфере деятельности метрологических служб государств – членов МОЗМ, т. е. ОЕИ в международном масштабе законодательным путем, что дает возможность установить взаимное доверие к результатам всех видов измерений в странах-партнерах по торговле, производству и научному обмену, избежать непроизводительных расходов на перепроверку технических характеристик сырья, материалов и изделий. Организация разрабатывает международные рекомендации по терминологии, методам измерений, правилам испытаний и поверки средств измерений, всем видам нормативно-технических документов, регламентирующих передачу информации о размере единиц физических величин от их эталонов средствам измерений.

Структура МОЗМ аналогична структуре Международной организации стран, подписавших Метрическую конвенцию. Международное бюро

законодательной метрологии (МБЗМ) находится в Париже. Его деятельностью руководит Международный комитет законодательной метрологии (МКЗМ), собирающийся ежегодно. Раз в 4...6 лет созываются Международные конференции по законодательной метрологии, в которых участвуют полномочные представители всех стран – членов организации. Разработкой конкретных рекомендаций занимаются секретариаты-докладчики (СД) по планам и под контролем секретариатов-пилотов (СП), согласовывающих эти рекомендации со всеми странами – членами МОЗМ. Согласованные рекомендации представляются в МОЗМ, и затем утверждаются Международной конференцией.

Международная организация законодательной метрологии тесно сотрудничает с ИСО – Международной организацией по стандартизации, созданной в 1946 г. на совещании представителей 25 стран (в том числе СССР) в Лондоне. Целью ИСО, согласно второй статье Устава, «является содействие развитию стандартизации в мировом масштабе для облегчения международного товарообмена и взаимопомощи, а также для расширения сотрудничества в области интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности». В качестве неправительственной организации ИСО пользуется консультативным статусом ООН и является крупнейшей международной организацией, ведущей работу в области стандартизации по очень широкому кругу вопросов.

Высшим руководящим органом ИСО является Генеральная ассамблея – полномочное собрание делегатов, созываемое один раз в три года. В период между сессиями Генеральной ассамблеи организацией руководит собирающийся ежегодно совет. Текущую административно-техническую работу выполняет Центральный секретариат в Женеве (Швейцария). Практическая работа по стандартизации ведется в технических комитетах (ТК), сферы деятельности которых разграничены.

В области международной стандартизации работают Международная организация по стандартизации (ИСО), Международная электротехническая комиссия (МЭК) и др.

Благодаря ИСО и МЭК утверждено около 13 тыс. международных стандартов. Органами ИСО являются Генеральная ассамблея, Совет, Комитеты Совета, технические комитеты и Центральный секретариат; Высший орган ИСО – Генеральная ассамблея.

В период между сессиями Генеральной ассамблеи работой организации руководит Совет, в который входят представители национальных организаций по стандартизации. При Совете создано исполнительное бюро,

которое руководит техническими комитетами ИСО. Технические комитеты подразделяются на общетехнические и на комитеты, работающие в конкретных областях техники. Общетехнические ТК решают общетехнические и межотраслевые задачи. К ним, например, относятся ТК 12 «Единицы измерений», ТК 19 «Предпочтительные числа», ТК 37 «Терминология». Остальные ТК действуют в конкретных областях техники (ТК 22 «Автомобили», ТК 39 «Станки» и др.).

Проекты международных стандартов (МС) разрабатываются непосредственно рабочими группами. В практике МС основной упор при разработке стандартов на продукцию делается на установление единых методов испытаний продукции, требований к маркировке, терминологии, т. е. теми аспектам, без которых невозможно взаимопонимание изготовителя и потребителя независимо от страны, где производится и используется продукция.

В МС устанавливаются требования к продукции в части безопасности ее для жизни и здоровья людей, окружающей среды, взаимозаменяемости и технической совместимости.

Рассматривая результаты деятельности общетехнических и межотраслевых ТК, надо отметить достижения ИСО в разработке международной системы единиц измерения, принятие метрической системы резьбы, системы стандартных размеров и конструкции контейнеров для перевозки грузов всеми видами транспорта. В настоящее время особое внимание привлекает работа ГК1 76 «Системы обеспечения качества». В его задачу входят стандартизация и гармонизация основополагающих принципов создания систем обеспечения качества.

Другими органами Совета ИСО являются техническое бюро и 6 комитетов. Кратко рассмотрим деятельность комитета по оценке соответствия продукции стандартам (КАСКО) и комитета по вопросам потребления КОПОЛКО.

*КАСКО.* Этому органу поручена выработка международных рекомендаций для стран по всем аспектам сертификации (организация испытательных центров в странах, требования, предъявленные к ним, маркировка сертифицируемой продукции, требования к органам, осуществляющим руководство системами сертификации, и др.).

В задачи *КОПОЛКО* входят:

– изучение путей содействия потребителям в получении максимального эффекта от стандартизации продукции, а также установление мер, которые необходимо предпринять для более широкого участия потребителей в национальной и международной стандартизации;

- объединение опыта участия потребителей в работах по стандартизации, применению стандартов на потребительские товары;
- поддержание связи с различными органами ИСО, деятельность которых затрагивает интересы потребителей.

Международная электротехническая комиссия – разрабатывает стандарты в области электротехники, радиоэлектроники, связи.

Высший руководящий орган МЭК – Совет, в котором представлены все национальные комитеты. Структура технических органов МЭК: технические комитеты, подкомитеты и рабочие группы.

В МЭК функционируют 80 ТК, часть которых разрабатывает МС общетехнического и межотраслевого характера, а другая – МС на конкретные виды продукции (бытовая радиоэлектронная аппаратура, трансформаторы, изделия электронной техники). В связи с различным подходом к обеспечению безопасности в разных странах ТК 61 «Безопасность бытовых электроприборов», выпущено более 10 МС, устанавливающих требования практически по всем электробытовым приборам и машинам. Разработка МС в этой области имеет особое значение в связи с созданием в МЭК системы сертификации электробытовых приборов и машин на соответствие их МС МЭК.

В последние годы новой формой применения МС в нашей стране стал так называемый «метод обложки». Суть этого метода МС МЭК или ИСО утверждается в качестве государственного стандарта под двойным номером – международного стандарта и государственного стандарта; в этом случае МС не подвергается каким-либо изменениям.

Примером могут служить стандарты на системы качества, введенные с января 1989 г.:

- ГОСТ 40.9001-88 (ИСО 9001);
- ГОСТ 40.9002-88 (ИСО 9002);
- ГОСТ 40.9003-88 (ИСО 9003).

В целом же большая часть МС ИСО и МЭК включается в отечественные стандарты в качестве составной части.

Европейская организация по качеству (ЕОК) создана в 1957 г.

Цель ее деятельности – разработка, пропаганда применения практических методов и теоретических принципов управления качеством. ЕОК является неправительственной организацией.

## 9. СТАНДАРТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ

Объектами стандарта предприятия (СТП) являются составные части продукции, технологическая оснастка и инструмент; технологические процессы; услуги, оказываемые внутри предприятия; процессы организации и управления производством.

Законом о стандартизации предусмотрена разработка СТП на поставляемую продукцию. В качестве СТП могут применяться международные, региональные и национальные стандарты других стран на основе международных соглашений о сотрудничестве. Стандарт предприятия является основным организационно-методическим документом в действующих на предприятиях системах управления качеством продукции.

На каждом предприятии, в учреждении или организации действуют приказы, указания и распоряжения администрации, а также нормативно-технические документы, включающие стандарты предприятия, правила, инструкции, методики и т. п.

*Стандарты предприятий*, разрабатываемые предприятиями (организациями), обязательны для подразделений и служб предприятия (организации), утвердившего стандарт.

Стандарты предприятий устанавливают:

- порядок проведения работ в области управления производством, в том числе управления качеством продукции (работ);
- технологические процессы, технологические нормы и требования;
- требования к технологической оснастке и инструменту, производимым и применяемым только на данном предприятии.

На поставляемую продукцию стандарты предприятий не утверждаются, и в конструкторской документации основного производства не допускаются ссылки на стандарты предприятия.

Порядок разработки и оформления стандартов предприятий устанавливает СТБ 1.2-96.

Построение, содержание и изложение стандартов предприятий должно соответствовать требованиям ГОСТ 1.5-85.

С помощью перечисленных документов законодательная метрология охватывает все уровни управления: от государственного до уровня руководства отдельными предприятиями и организациями, причем стандартизация служит нормативно-правовой основой всех видов метрологической деятельности. Благодаря этому достигается повсеместное соблюдение метрологических правил, требований и норм, установленных по соглашению, и обеспечивается единство измерений в стране.

## **9.1. Стандарты предприятий строительного профиля. Система менеджмента качества**

На примере разработанного стандарта строительного предприятия ОАО «Минскпромстрой» города Минска рассмотрим стандарты, которыми руководствуется при строительстве.

В ОАО «Минскпромстрой» действуют следующие стандарты:

1. СТП 4.10.14.042.03. Система менеджмента качества ОАО «Минскпромстрой». Порядок проведения и организации приемочного контроля качества результатов геодезических разбивочных работ.

2. СТП 4.11.14.045.03. Система менеджмента качества ОАО «Минскпромстрой». Порядок поверки, калибровки, юстировки, ремонта, хранения и эксплуатации средств измерений и контроля.

3. СТП 4.11.14.046.03. Система менеджмента качества ОАО «Минскпромстрой». Геодезическое обеспечение.

4. СТП 4.12.14.047.03. Система менеджмента качества ОАО «Минскпромстрой». Метрологическое обеспечение строительства. Основные положения.

**СТП 4.10.14.042.03.** Настоящий стандарт является составной частью системы менеджмента качества ОАО (далее – Общество) «Минскпромстрой» и устанавливает требования и порядок проведения и организации приемочного контроля качества результатов геодезических разбивочных работ.

Положения стандарта являются обязательными при внедрении и функционировании системы менеджмента качества Общества.

При разработке стандарта учтены требования государственных стандартов СТБ ИСО 9001-2001, СТБ ИСО 9000-2006.

Приемочный контроль качества геодезических работ – контроль, по результатам которого принимается решение о пригодности вида, этапа работ, объекта в целом к эксплуатации.

По каждому виду выполняемых строительно-монтажных работ в соответствии с требованиями Строительных Норм и Правил ведется обязательный геодезический контроль, результаты которого используются для принятия решений по дальнейшему производству работ и приемке выполненных работ.

Основными задачами приемочного контроля качества геодезических работ являются:

– получение с большей достоверностью оценки качества строительно-монтажных работ, предъявляемых на контроль;

– обеспечение однозначности взаимного признания результатов оценки качества строительно-монтажных работ авторским надзором, за-

казчиком, производителем работ, эксплуатирующей организацией, органами Государственного строительного надзора и другими контролирующими органами.

Решение о соответствии или несоответствии результатов приемочного контроля качества геодезических работ установленным требованиям следует принимать по каждому виду работ и элементу отдельно.

Блок-схема выполнения работ по данному стандарту приведена на рисунке 9.1.

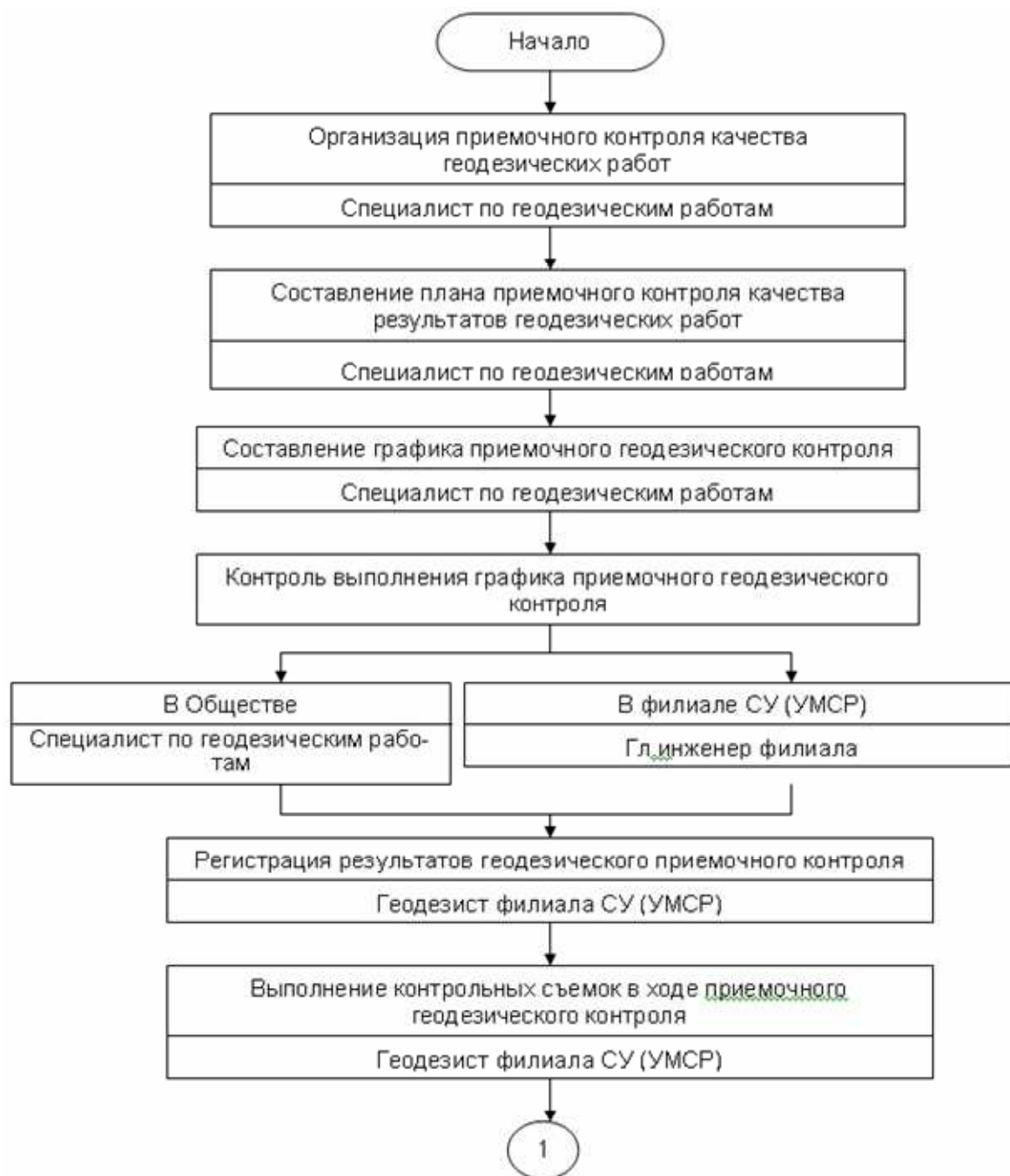


Рис. 9.1. Блок-схема выполнения работ по стандарту (см. также с. 89)



Рис. 9.1. Окончание

**СТП 4.11.14.045.03.** Настоящий стандарт является составной частью системы менеджмента качества ОАО «Минскпромстрой» и устанавливает порядок проведения поверки, калибровки, юстировки, ремонта, хранения и эксплуатации средств измерений и контроля.

Положения стандарта обязательны при внедрении и функционировании системы менеджмента качества ОАО «Минскпромстрой».

При разработке в стандарте учтены требования СТБ ИСО 9001-2001, СТБ ИСО 9000-2006.

Поверку средств измерений производят для установления их пригодности к применению. Пригодными к применению в течение межповорочного интервала признают средства измерений, поверка которых выполнена в соответствии с требованиями технических нормативно-правовых актов по поверке, что подтверждает их соответствие метрологическим и техническим требованиям к данному средству измерений, установленным в технических нормативно-правовых актах.

Средства измерений подвергают первичной, периодической, внеочередной, инспекционной и экспертной поверке.



**СТП 4.11.14.046.03.** Настоящий стандарт является составной частью системы менеджмента качества ОАО «Минскпромстрой» и устанавливает требования и порядок геодезического обеспечения.

Положения стандарта обязательны для применения во всех структурных подразделениях ОАО «Минскпромстрой».

При разработке стандарта учтены требования СТБ ИСО 9001-2001, СТБ ИСО 9000-2006.

Производство геодезических работ является составной частью технологического процесса на объекте строительства.

Номенклатура допусков, система обеспечения геометрической точности в строительстве базируется на стандартах: ГОСТ 21778, ГОСТ 21779, ГОСТ 23615, ГОСТ 23616, ГОСТ 26433.2, проектах производства работ, геодезических работ, рабочих проектах и других технических нормативных правовых актах.

Выполнение условий геометрической точности согласно требованиям документов, установленных ТКП 45-1.03-26-2006, проектной и технологической документации на конкретные виды работ, обеспечивается геодезистами филиалов СУ (УМСП) под контролем главных инженеров СУ (УМСП) и главного специалиста по геодезическим работам.

Соблюдение требований ТКП 45-1.03-26.2006 является обязательным для всех геодезистов и линейных инженерно-технических работников филиалов СУ (УМСП), субподрядных организаций, выполняющих в общем строительном потоке все виды геодезических работ по обеспечению геометрической точности на каждом объекте строительства.

Результаты геодезической исполнительной съемки используются для оценки качества строительства зданий, сооружений, коммуникаций и наладки технологического процесса монтажа.

Основной задачей геодезистов является:

- производство комплекса инженерно-геодезических работ, обеспечивающих точное соответствие проекту выполняемых работ;
- оперативное обслуживание строительства;
- поэтапный контроль строительно-монтажных работ;
- ведение исполнительной геодезической документации строительных объектов и др.

Исполнительная геодезическая документация должна оформляться регулярно по мере выполнения строительных (монтажных) работ по каждому монтажному горизонту (по горизонтальной или вертикальной плоскости) геодезистом, выполняющим работы.

При возведении зданий и сооружений на всех объектах Общества ведется следующая исполнительная технолого-геодезическая документация со всеми действительными геометрическими данными по всем монтажным горизонтам и вертикальным плоскостям:

- схема построения действительного геодезического обоснования на площадке в масштабе 1:500, 1:1000, 1:2000 с указанием на ней всех разбивочных и постоянных геодезических знаков закрепления;

- схемы геодезической разбивки основных строительных осей здания и места закрепления их на площадке геодезическими знаками;

- схема планово-высотной геодезической разбивки и съемки наружного и внутреннего (контуров) котлована до и после подчистки с указанием уклонов откосов;

- схемы детальной геодезической разбивки и закрепления промежуточных и основных строительных осей временными геознаками или на обноске;

- схемы планово-высотного геодезического действительного положения свайного основания (поля);

- схема планово-высотного геодезического действительного положения опалубки ростверков, монолитных бетонных и железобетонных фундаментов;

- схема планово-высотного положения фундаментных блоков;

- схема действительного планового и высотного геометрического отклонения опорных несущих элементов наружных стен, фундаментов, железобетонных и металлических колонн, ферм, балок и других несущих конструкций;

- схема действительного планового и высотного отклонения укладки и выверки плит перекрытий, лестничных маршей, площадок, балконных плит и других конструкций;

- схема действительного планового и высотного положения конструкций лифтовых шахт, сантехкабин;

- схема действительной плановой и высотной выверки укладки плит покрытия и выверки уклонов кровли.

**СТП 4.12.14.047.03.** Настоящий стандарт является составной частью системы менеджмента качества ОАО «Минскпромстрой» и устанавливает общие положения к метрологическому обеспечению в Обществе.

При разработке стандарта учтены требования государственных стандартов СТБ ИСО 9001-2001, СТБ ИСО 9000-2006.

Метрологическое обеспечение – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерения (СТБ 8000).

Организационной основой метрологического обеспечения является отдел контроля качества работ – испытательная строительная лаборатория и геодезисты филиалов Общества.

Техническими основами метрологического обеспечения являются:

- система государственных эталонов единиц величин (СТБ 8002) и стандартных образцов (СТБ 8005), обеспечивающая воспроизведение единиц с наивысшей точностью;

- система передачи размеров единиц величин от эталонов всем средствам измерений с помощью образцовых средств измерений и других средств поверки;

- система разработки, постановки на производство и выпуска в обращение рабочих средств измерений, обеспечивающих определение с требуемой точностью характеристик продукции, технологических процессов и других объектов;

- система обязательных государственных испытаний средств измерений (СТБ 8001);

- система обязательной государственной и ведомственной поверки (СТБ 8003) или метрологической аттестации (СТБ 8004) средств измерений, обеспечивающая единообразие средств измерений при их изготовлении, эксплуатации и ремонте;

- система стандартных справочных данных о физических константах, свойствах веществ и материалов, обеспечивающая достоверными данными научные исследования, разработку технологических процессов, конструкций и изделий, процессов получения и использования материалов.

Основными задачами метрологического обеспечения Общества являются:

- проведение анализа состояния измерений в Обществе, разработка на его основе и осуществление мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения в Обществе, участие в разработке и выполнении заданий, предусмотренных комплексными программами метрологического обеспечения отрасли;

- установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности измерений в Обществе;

- проведение работ по созданию и внедрению современных методик выполнения измерений и средств измерений, испытаний и контроля, установлению рациональной номенклатуры применяемых в Обществе средств измерений и поверочной аппаратуры;

- внедрение государственных и отраслевых стандартов, разработка и внедрение стандартов предприятий, регламентирующих нормы точности

измерений, методики выполнения измерений и другие положения метрологического обеспечения разработки, производства испытаний;

– проведение метрологической экспертизы проектов ТНПА, проектной и технологической документации;

– поверка и метрологическая аттестация средств измерений, применяемых в Обществе;

– аттестация методик выполнения измерений;

– контроль за производством, состоянием, применением и ремонтом средств измерений и соблюдением метрологических правил, требований и норм в Обществе.

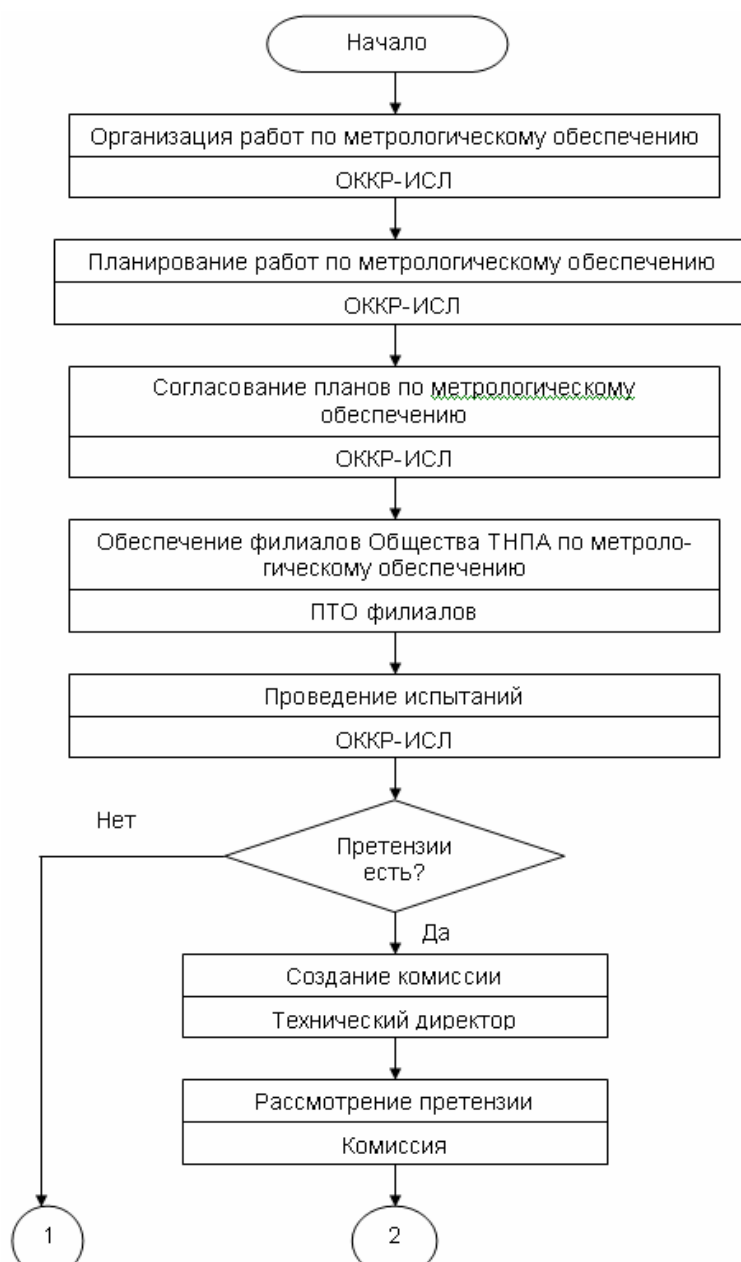


Рис. 9.2. Блок-схема выполнения работ по стандарту (см. также с. 94)

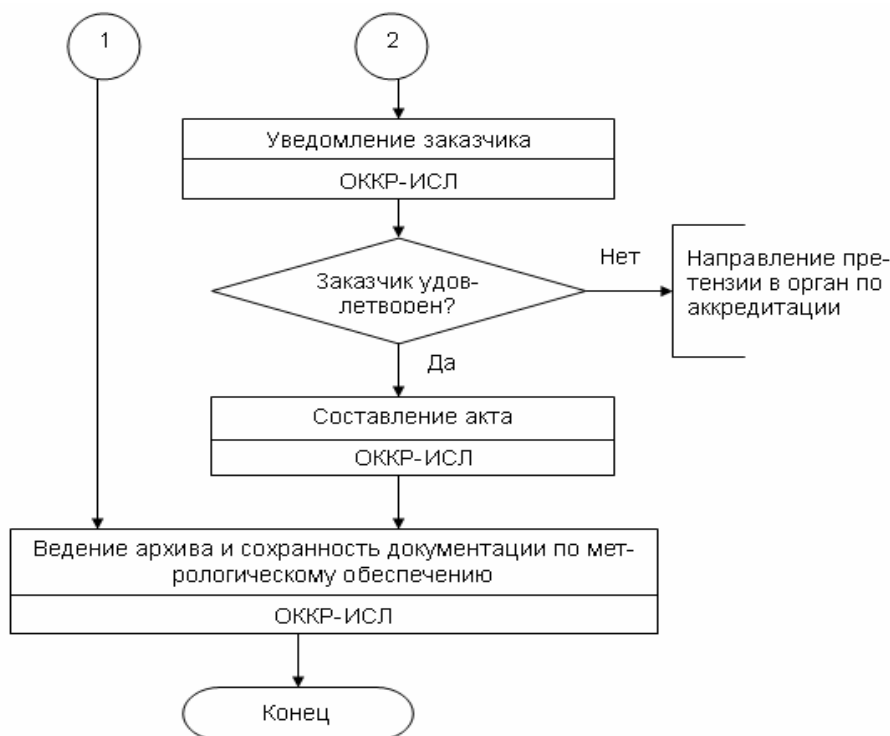


Рис. 9.2. Окончание

## 9.2. Стандарты предприятий геодезического профиля

В качестве предприятия, которое имеет направленность геодезических изысканий для строительства, взято Производственное республиканское унитарное предприятие «ГЕОСЕРВИС» (УП «ГЕОСЕРВИС»).

**СТП-П-006–2004.** Производство инженерно-геодезических изысканий.

Инженерно-геодезические изыскания выполняются для обеспечения возможности проектирования, строительства и реконструкции предприятий, зданий и сооружений; решения вопросов градостроительства, землеустройства и выполнения других видов изысканий.

Основным нормативным документом при производстве инженерно-геодезических изысканий является СНБ 1.02.01-96.

В состав инженерно-геодезических изысканий входят:

- сбор и анализ материалов и данных изысканий прошлых лет;
- построение (развитие) опорных геодезических сетей 3 и 4 класса, 1 и 2 разряда и нивелирных сетей III и IV класса (в отдельных случаях I и II класса);
- создание планово-высотной съемочной геодезической сети;
- топографическая съемка в масштабах 1:10000...1:500 со съемкой подземных и надземных сооружений;

- обновление инженерно-топографических планов в масштабах 1:10000...1:500;
- геодезические работы по трассам линейных сооружений;
- перенесение в натуру и привязка инженерно-геологических выработок, геофизических и других точек;
- инженерно-гидрографические работы;
- геодезические работы для изучения опасных геологических процессов;
- геодезические работы для обоснования проектов реконструкции технического перевооружения существующих предприятий, зданий и сооружений, включая их наружные обмеры, координирование, съемки подземных и надземных сооружений, существующих железных и автомобильных дорог;
- составление и размножение инженерно-топографических планов.

Инженерные изыскания должны выполняться согласно техническому заданию на изыскания (СНБ 1.02.01-96) и программе работ с учетом стадии проектирования.

Проведение инженерных изысканий необходимо регистрировать в установленном порядке в местных органах архитектуры и градостроительства. Регистрацию осуществляет автор (разработчик) программы работ.

Инженерно-геодезические работы, проводимые на всех стадиях и циклах исследований, разделяются на периоды: подготовительный, полевой и камеральный.

Блок-схема процесса приведена на рисунке 9.3.

**СТП-023-2006.** Требования к построению и оформлению отчетной технической документации по инженерным изысканиям.

К отчетной технической документации по инженерным изысканиям относятся:

- технический отчет по инженерно-геодезическим изысканиям;
- краткий технический отчет по инженерно-геодезическим изысканиям;

Отчет по инженерно-геодезическим изысканиям состоит из текстовой части и приложений. Текстовая часть в общем случае должна содержать следующие разделы:

- титульный лист;
- содержание;
- введение (общие сведения);
- топографо-геодезическая изученность района работ;
- опорные геодезические сети.



Рис. 9.3. Блок схема процесса инженерно-геодезических изысканий

В книгу технического отчета помещаются в первом (архивном) экземпляре:

- текстовая часть (1);

- техническое задание заказчика (2);
- программа инженерно-геодезических изысканий (техпредписание) (3);
- разрешение на производство работ (4);
- список обследованных пунктов геодезического обоснования (5);
- техническая характеристика съемочной сети (6);
- ситуационная схема и схема съемочного обоснования с картограммой выполненных работ (7);
- каталог координат и высот и абрисы закрепленных точек съемочного обоснования (8);
- акт о сдаче закрепленных точек на наблюдение за сохранностью (9);
- ведомость согласований полноты подземных/надземных коммуникаций на инженерно-топографических планах (10);
- акт контроля и приемки работ (11);
- таблица результатов апробирования съемок прошлых лет (12);
- паспорт качества (13).

**СТП-011-2004.** Порядок разработки и внедрения организационно-технических мероприятий по рекламациям и замечаниям заказчика.

Организационно-технические мероприятия по рекламациям и замечаниям заказчика разрабатываются в соответствии с документами (актами, справками, письмами) аттестации технических отчетов проектной организацией, поступающими на предприятие.

К разработке и внедрению организационно-технических мероприятий, направленных на устранение причин появления брака и дефектов и повышения качества работы и отчетной документации, необходимо привлекать руководителей и главных специалистов структурных подразделений.

Претензии заказчика к техническим отчетам на рекламации и замечания следует разграничивать таким образом:

- рекламация – возвращение технического отчета на доработку или переработку как не подлежащего аттестации;
- замечания – претензии к техническим отчетам, аттестованным заказчиком по категориям качества.

При обоснованности претензий заказчика производственное подразделение выявляет причины дефектов или брака в работе и намечает необходимые мероприятия и сроки их выполнения, а также извещает заказчика о намечаемой дате высылки в его адрес исправленных или переделанных документов.

Каждая рекламация заказчика должна обсуждаться на днях качества предприятия и того подразделения, по вине которого данная рекламация получена.



## 10. СЕРТИФИКАЦИЯ

Сертификация продукции – это деятельность специально уполномоченных государственных органов и заинтересованных субъектов хозяйствования, направленная на подтверждение соответствия продукции, работ, услуг требованиям, установленным законодательными актами и стандартами в отношении данной продукции, работ, услуг.

Основными целями сертификации являются обеспечение безопасности продукции для жизни, здоровья и имущества населения, а также охраны окружающей среды; подтверждение соответствия показателей качества продукции, заявленной изготовителем или продавцом, требованиям действующих законодательных актов и стандартов; создание условий для участия изготовителей и продавцов продукции в международной торговле и повышения конкурентоспособности продукции; защита рынка Республики Беларусь от некачественной и небезопасной импортной продукции. Правовые основы сертификации товаров, работ и услуг устанавливает Закон Республики Беларусь «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации» от 5 января 2004 г. № 269-з. Согласно этому Закону подтверждение соответствия может носить обязательный или добровольный характер. Обязательное подтверждение соответствия может осуществляться в формах обязательной сертификации и декларирования соответствия. Добровольное подтверждение осуществляется в форме добровольной сертификации. Перечень продукции, услуг, персонала и иных объектов оценки соответствия, подлежащих обязательному подтверждению соответствия в Республике Беларусь, утвержден постановлением Комитета по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь от 30 июля 2004 г. № 35. Согласно этому постановлению без сертификата соответствия или декларации соответствия на территории Республики Беларусь запрещается реализация товаров, подлежащих обязательному подтверждению соответствия. Необходимые сертификаты и декларации выдаются Комитетом по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров или по его поручению аккредитованным органом по сертификации. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 1999 г. № 2047 «О лицензировании и обязательной сертификации риэлтерских услуг при совершении сделок с объектами недвижимости» введена обязательная сертификация риэлтерских услуг, свя-

занных с совершением сделок с объектами недвижимости. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 августа 2002 г. № 1184 «О введении обязательной сертификации услуг по техническому обслуживанию и ремонту кассовых суммирующих аппаратов и специальных компьютерных систем» введена с 1 марта 2003 г. обязательная сертификация услуг по техническому обслуживанию и ремонту кассовых суммирующих аппаратов и специальных компьютерных систем. Статья 34 Закона Республики Беларусь «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации» от 5 января 2004 г. № 269-з предусматривает права и обязанности заявителей на подтверждение соответствия.

Закон определяет сертификат соответствия как документ, выданный по правилам системы сертификации для удостоверения соответствия объекта оценки соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации.

Сертификация соответствия – старейшей формой ее является испытание образцов изделий из драгоценных металлов и сплавов с целью удостоверения их стандартного состава. Здесь третьей стороной выступает инспекция пробирного надзора.

Сертификация соответствия осуществляется системой органов, не зависящих от участвующих сторон. Участвующие в сертификации стороны представляют интересы поставщиков и покупателей. Для продукции, реализуемой на внутреннем рынке Республики Беларусь, такой третьей стороной является Госстандарт – национальный орган по сертификации.

Обязательной составной частью сертификата соответствия является сертификат пожарной безопасности.

По требованию страны-импортера в качестве гарантии стабильности продукции проводится оценка системы обеспечения качества с позиции международных стандартов серии 9000. Блок-схема о порядке сертификации приведена на рисунке 10.1.

### **10.1. Система сертификации продукции**

Это система, располагающая собственными правилами процедуры и управления для проведения сертификации соответствия. Системы сертификации могут действовать на международном, региональном и национальном уровне.



Рис. 10.1. Блок-схема о порядке сертификации

Национальную систему сертификации, действующую в нашей стране, можно представить в виде совокупности различных подсистем исходя:

- из вида однородной продукции – системы сертификации автотранспортных средств, электробытовых приборов, медицинской техники и лекарств, и т. д.

- из вида требований (испытаний) – системы сертификации по параметрам безопасности и экологичности, по параметрам электромагнитной совместимости электро- и радиотехнических и электронных изделий, по метрологическим характеристикам средств измерений, по всем параметрам контролируемой продукции.

Основные цели республиканской системы сертификации:

- защита потребителей от приобретения (использования) продукции, которая опасна для их жизни, здоровья и имущества, для окружающей среды;
- содействие экспорту и повышение конкурентоспособности продукции.

Для обеспечения признания сертификатов и знаков соответствия за рубежом система строится в соответствии с действующими международными нормами и правилами, взаимодействует с международными, региональными и национальными системами сертификации других стран.

Сертификация проводится с целью установления соответствия продукции обязательным требованиям ГОСТ, других НД, в том числе международных и национальных стандартов других стран.

В оргструктуру системы входят:

- Госстандарт Беларуси;
- органы по сертификации однородной продукции;
- испытательные лаборатории (центры).

Госстандарт Беларуси выполняет следующие функции:

- определяет конкретные виды продукции, подлежащие обязательной сертификации;
- организует разработку, утверждение документов по порядку сертификации;
- осуществляет аккредитацию (официальное признание полномочий) органов по сертификации и испытательных лабораторий;
- организует подготовку и аттестацию экспертов-аудиторов;
- взаимодействует с органами других стран по вопросам сертификации.

Требования к органу сертификации:

- независимость, наличие статуса юридического лица;
- необходимая компетентность;
- наличие необходимых средств и документированных процедур, позволяющих сертификацию, включая квалифицированный и прошедший специальную подготовку персонал, актуализированный фонд НД на продукцию и методы испытаний, административную структуру, организационно-методические документы, устанавливающие правила и порядок сертификации однородной продукции, реестр сертифицированной продукции;
- беспрепятственный доступ к информации об услугах органа сертификации;
- осуществление органом внутреннего аудита и периодических ревизий для проверки своего соответствия требованиям настоящего документа.

## 10.2. Национальная система сертификации

В Республике Беларусь с 1992 г. разработана и действует национальная система сертификации – система БелСТ. Системой сертификации БелСТ предусмотрено проведение обязательной и добровольной сертификации.

Обязательной сертификации подлежат товары народного потребления, а также товары и услуги, предоставляющие потенциальную опасность для жизни, здоровья и имущества граждан и потенциальную угрозу для окружающей среды.

Единую государственную политику в области технического нормирования, стандартизации, метрологии, оценки соответствия осуществляет Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. В 2004 г. в республике был принят Закон «О техническом нормировании и стандартизации», основанный на положениях Соглашений Всемирной торговой организации. Документ вобрал в себя все аспекты систем технического регулирования и стандартизации России, Украины и других стран, а также Европейского Союза.

В 2006 г. был разработан и вступил в действие Закон «О внесении изменений и дополнений в некоторые законы Республики Беларусь по вопросам технического нормирования, стандартизации и оценки соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации». Этот документ, в свою очередь, предусматривал внесение изменений и дополнений почти в 50 законов и кодексов, с целью обеспечения приведения в соответствие с новым законодательством в области технического нормирования, стандартизации и оценки соответствия этих законов и кодексов.

В соответствии с новой системой технического регулирования и стандартизации Белоруссии к техническим нормативным правовым актам в этой области следует относить техрегламенты, технические кодексы, государственные стандарты Республики, стандарты организаций, а также технические условия.

Правительством Беларуси была утверждена «Программа по разработке технических регламентов», согласно которой должно быть разработано более 30 технических регламентов. На соответствие требованиям регламентам должны были проводиться процедуры сертификации и декларирования продукции. На сегодняшний день утверждено 10 регламентов, в числе которых «Парфюмерно-косметическая продукция. Безопасность», «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность»,

«Автомобильный бензин и дизельное топливо. Безопасность», «Низковольтное оборудование. Безопасность» и другие. В начале апреля 2010 г. был принят еще один документ – ТР «Молоко и молочная продукция. Безопасность» (ТР 2010/018/ВУ), который вступил в силу с января 2011 г.

Беларусь наряду с Россией и Казахстаном вошла в состав таможенного союза с начала 2010 г. А это значит, что в перспективе Республику Беларусь ждет приведение технических регламентов к единому стандарту наряду с остальными участниками союза. Сделано это для того, чтобы сертификат и декларация, выданные в одной стране, имели правомочность в двух других.

Компания SERCONS осуществляет посреднические услуги по оформлению разрешительной документации на соответствие системе БелСТ.

Знак БелСТ представляет собой знак соответствия в белорусской системе сертификации.

В Республике Беларусь действует закон «О сертификации продукции, работ и услуг» и создана система сертификации БелСТ. Эта система предусматривает как добровольную, так и обязательную сертификацию продукции.

В республике имеется несколько аккредитованных испытательных центров (ИЦ), проводящих сертификационные испытания. Работу ИЦ координирует Белорусский Государственный Институт стандартизации и сертификации (БелГИСС).

С 1994 г. введена обязательная сертификация товаров народного потребления, а также работ и услуг, представляющих потенциальную опасность для здоровья, жизни и имущества граждан или для окружающей среды. Не разрешается продажа несертифицированной продукции следующих групп товаров: бытовые электроприборы, бытовая радиоэлектронная аппаратура, запчасти для автомобилей, столовые и кухонные изделия, товары для детей, пищевые продукты.

# Практическая работа №1

## ПРАВИЛА ПОЛЬЗОВАНИЯ

### КАТАЛОГОМ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ

#### Цель работы:

1. Изучить правила составления и пользования каталогом технических нормативно правовых актов.

2. По приведенной схеме выполнить выборку стандартов (предложено преподавателем) из каталога ТНПА

Каталог технических нормативных правовых актов (далее каталог ТНПА) – это свод действующих правил, а также утвержденных по состоянию на 1 января каждого года в Республике Беларусь технических нормативных правовых актов:

- ТКП (технические кодексы установившейся практики);
  - СТБ (государственные стандарты Республики Беларусь);
  - ГОСТ (межгосударственные стандарты);
  - Правила ЕЭК ООН;
  - СТ СЭВ;
  - ОК РБ (общегосударственные классификаторы Республики Беларусь);
  - МК (межгосударственные классификаторы);
  - РД РБ (руководящие документы, утвержденные Госстандартом);
  - ПМГ, РМГ (правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации).
- } действующие в качестве государственных стандартов Р.Б.

Каталог подготовлен с использованием информационно-поисковой системы «Стандарт» на основе информации библиографических баз данных национального фонда технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации.

Для каждого ТНПА информация приводится по следующей схеме:

1	СТБ 8.006-95	01.01.1996	14
2	«Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Государственный метрологический надзор и метрологический контроль. Основные положения»		
3	Взамен ГОСТ 8.002.86 (утратил силу на территории РБ.)		
4	И 1 ИУС РБ №3 – 1998	01.09.1998	
	П ИСС РБ №3 – 2003		
5	П ИУС РБ №4 – 2003		
	(к сборнику «Система обеспечения единства измерений РБ»)		
6	ПИ 01.12.2000		

- 1 – обозначение в стандарте;
- 2 – наименование;
- 3 – признак введения;
- 4 – информация об изменениях;
- 5 – информация о поправках;
- 6 – информация о дате переиздания;
- 7 – дата введения;
- 8 – количество страниц в документе.



## Практическая работа № 2

### РАСЧЕТ ПЛОСКОСТНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

**Цель работы** – расчет плоскостности строительных панелей по результатам контрольных измерений на строительной площадке.

Качество выполнения строительных работ при монтаже сборных конструкций из стандартных железобетонных и стальных элементов определяется соблюдением допусков на линейные и угловые размеры, а также отклонений формы и взаимного положения поверхностей.

По ГОСТ 21778-81 *допуск* определяется как абсолютное значение разности продольных значений геометрического параметра.

*Поле допуска* – это совокупность значений геометрического параметра, ограниченная предельными значениями.

*Точность геометрического параметра* – это степень приближения действительного значения геометрического параметра к его номинальному значению.

*Номинальное значение геометрического параметра* (номинальный размер  $X_{nom}$  для линейной величины) – это значение геометрического параметра, заданное в проекте и являющееся началом отсчета отклонений.

Учитывая погрешности изготовления и монтажа, на чертежах, помимо номинального размера  $X_{nom}$ , указывают два предельных допускаемых размера, больший из которых называется максимальным ( $X_{max}$ ) предельным размером, а меньший – минимальным ( $X_{min}$ ).

*Действительное значение геометрического параметра* (действительный размер) – это значение параметра, установленное в результате измерения с определенной точностью.

*Предельные значения геометрического параметра* (предельные размеры) – это значения параметра, между которыми должны находиться его действительные значения с определенной вероятностью.

*Верхнее предельное отклонение геометрического параметра* (верхнее предельное отклонение размера) – это алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным значениями геометрического параметра.

*Нижнее предельное отклонение геометрического параметра* (нижнее предельное отклонение размера) – это алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным значениями геометрического параметра.

В соответствии с ГОСТ 21778-81 точность геометрического параметра  $X$  в каждом отдельном случае характеризуется значением погрешности (действительного отклонения  $S X_i$ ), выраженной зависимостью:

$$\delta X_i = X_i - X_{nom}, \quad (1)$$

где  $X_i$  – действительное значение параметра  $X$ ;  
 $X_{nom}$  – номинальное значение параметра.

Погрешность  $\delta X_i$  (действительное отклонение) – количественное выражение систематических и случайных погрешностей, накопленных при выполнении технологических операций и измерений.

Точность геометрических параметров в стандартах и других нормативных документах, а также на рабочих чертежах, характеризуется, как уже отмечалось, минимальным  $X_{min}$  и максимальным  $X_{max}$  предельными размерами, нижним  $X_{inf}$  и верхним  $X_{sup}$  предельными отклонениями от номинального  $X_{nom}$  значения, допуском  $\Delta X$  и отклонением  $\Delta X_c$  середины поля допуска  $X_c$  от номинального  $X_{nom}$  значения параметра  $X$ . Половина допуска  $\delta X = \Delta X/2$  является предельным отклонением параметра от середины поля допуска  $X_c$ .

Взаимосвязь между этими характеристиками точности определяют по следующим формулам:

$$\begin{aligned} X_{min} &= X_{nom} + \delta X_{inf} = X_c - \delta X; \\ X_{max} &= X_{nom} + \delta X_{sup} = X_c + \delta X; \\ \Delta X &= 2\delta X = X_{max} - X_{min} = \delta X_{sup} - \delta X_{inf}; \\ X_c &= (X_{max} - X_{nom})/2 - X_{nom} = (\delta X_{sup} - \delta X_{inf})/2, \end{aligned} \quad (2)$$

что проиллюстрировано на рисунках 1...4.

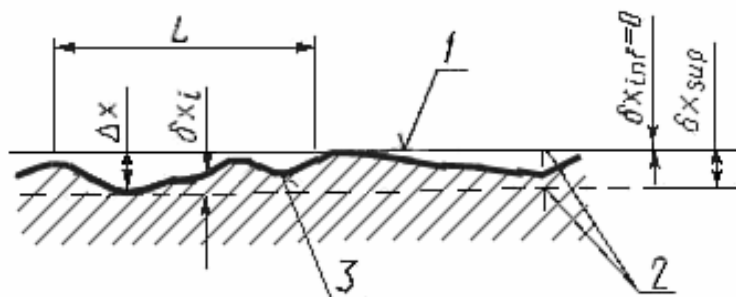


Рис. 1. Допуск и отклонение от прямолинейности при измерениях на заданной длине: 1 – условная (прилегающая) прямая; 2 – прямые, ограничивающие поле допуска; 3 – реальный профиль

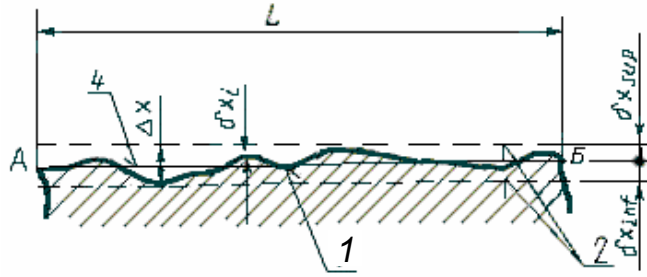


Рис. 2. Допуск и отклонение от прямолинейности при измерениях на всей длине:  
 1 – реальный профиль; 2 – прямые, ограничивающие поле допуска

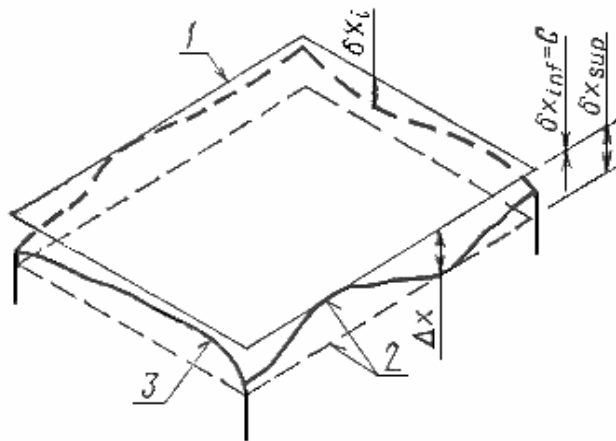


Рис. 3. Допуск плоскостности и отклонение от плоскостности при измерениях от прилегающей плоскости: 1 – условная (прилегающая) плоскость;  
 2 – плоскости, ограничивающие поле допуска; 3 – реальная поверхность

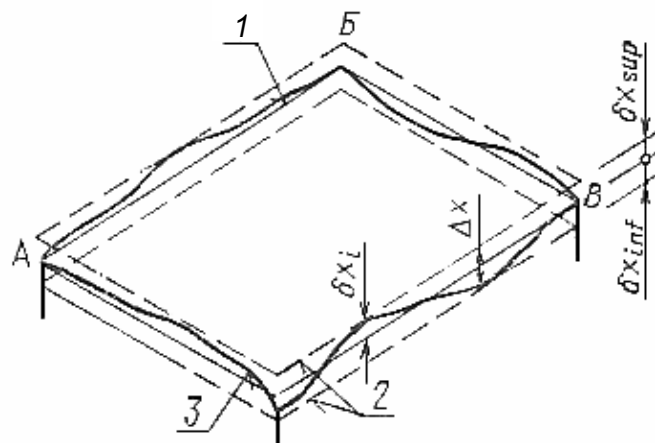


Рис. 4. Допуск плоскостности и отклонение от плоскостности при измерениях от условной плоскости, проходящей через три крайние точки реальной поверхности:  
 1 – условная (проходящая через три крайние точки) плоскость;  
 2 – плоскости, ограничивающие поле допуска; 3 – реальная поверхность

В качестве статических характеристик точности геометрического параметра применяют его среднее значение  $X_m$  и среднее квадратическое отклонение  $\delta X$ . При нормальном распределении параметра  $X$  оценкой этих характеристик является выборочное среднее квадратическое отклонение  $S_x$ , которое вычисляют следующим образом:

$$X_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i; \quad S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_m)^2}{n-1}}, \quad (3)$$

где  $n$  – объем выборки.

Точность формы поверхностей прямоугольных элементов в строительстве характеризуют допусками прямолинейности и предельными отклонениями от прямолинейности, допусками плоскостности и предельными отклонениями от плоскостности, а также допусками перпендикулярности.

Допуски линейных размеров строительных элементов регламентируют точность их изготовления по длине, ширине, высоте и толщине. Эти допуски, принятые в зависимости от номинального размера  $L$ , приведены в таблице 1.

Таблица 1

Интервал номинального размера $L$	Значения допуска для класса точности, мм								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
До 20	0,24	0,4	0,6	1,0	1,6	2,4	4	6	10
Св. 20 до 60	0,30	0,5	0,8	1,2	2,0	3,0	5	8	12
« 60 « 120	0,40	0,6	1,0	1,6	2,4	4,0	6	10	16
« 120 « 250	0,50	0,8	1,2	2,0	3,0	5,0	8	12	20
« 250 « 500	0,60	1,0	1,6	2,4	4,0	6,0	10	16	24
« 500 « 1000	0,80	1,2	2,0	3,0	5,0	8,0	12	20	30
« 1000 « 1600	1,00	1,6	2,4	4,0	6,0	10,0	16	24	40
« 1600 « 2500	1,20	2,0	3,0	5,0	8,0	12,0	20	30	50
« 2500 « 4000	1,60	2,4	4,0	6,0	10,0	16,0	24	40	60
« 4000 « 8000	2,00	3,0	5,0	8,0	12,0	20,0	30	50	80
« 8000 « 16000	2,40	4,0	6,0	10,0	16,0	24,0	40	60	100
« 16000 « 25000	3,00	5,0	8,0	12,0	20,0	30,0	50	80	120
« 25000 « 40000	4,00	6,0	10,0	16,0	24,0	40,0	60	100	160
« 40000 « 60000	5,00	8,0	12,0	20,0	30,0	50,0	80	120	200
Значения $K$	0,10	0,1	0,25	0,40	0,60	1,0	1,6	2,5	4,0

Допуски прямолинейности принимают по таблице 2 на всю длину элемента или на заданной длине в зависимости от номинального значения этого размера. Значения заданной длины выбирают из ряда: 400, 600, 1000, 1600 и 2500 мм.

Таблица 2

Интервал размера $L$	Значения допуска для класса точности, мм					
	1	2	3	4	5	6
До 1000	2,0	3	5	8	12	20
Св. 100 до 1600	2,4	4	6	10	16	24
« 1600 « 2500	3,0	5	8	12	20	30
« 2500 « 4000	4,0	6	10	16	24	40
« 4000 « 8000	5,0	8	12	20	30	50
« 8000 « 16000	6,0	10	16	24	40	60
« 16000 « 25000	8,0	12	20	30	50	80
« 25000 « 40000	10,0	16	24	40	60	100
« 40000 « 60000	12,0	20	30	50	80	120
Значения $K$	0,25	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5

Допуски плоскостности принимают по той же таблице, что и допуски прямолинейности, но для всей рассматриваемой поверхности элемента в зависимости от большего номинального размера  $L$  его поверхности.

Допуски перпендикулярности поверхностей элемента принимают по соответствующей таблице в зависимости от меньшего номинального размера  $L$ . В данных случае эта таблица не приводится.

В таблицах 1 и 2 помимо класса точности, интервалов номинального размера  $L$  приводится значение  $K$  – коэффициента точности, устанавливающего число единиц допуска для данного класса точности:

$$K = \Delta X / i,$$

где  $\Delta X$  – значение допуска,  $i$  – единица допуска, определяемая в зависимости от значения нормируемого геометрического параметра.

Значение допуска элемента, изготавливаемого по определенному классу точности, увеличивается с увеличением номинального размера, т. к. элементы большего размера изготовить гораздо сложнее, чем элементы меньшего размера.

Монтаж сборных конструкций зданий и сооружений начинают с подготовительных операций, которые включают в себя контрольные измерения сборных элементов, поступающих на строительную площадку.

Вследствие случающихся нарушений технологических процессов при изготовлении панелей, они могут иметь отклонения от плоскостности.

Проверку плоскостности можно осуществлять геометрическим или боковым нивелированием. Для плоских элементов значительных размеров, лежащих на земле, применяют геометрическое нивелирование.

На контролируемой детали намечают положение девяти точек (рис. 5). Устанавливают на небольшом расстоянии нивелир и последовательно во всех точках берут отсчет по черной и красной сторонам реек (табл. 1).

<b>1</b>	0683 <hr/> 5467 4784	<b>4</b>	0705 <hr/> 5489 4784	0717 <hr/> 5501 4784	<b>7</b>
<b>2</b>	0708 <hr/> 5491 4783	<b>5</b>	0720 <hr/> 5506 4786	0732 <hr/> 5516 4784	<b>8</b>
<b>3</b>	0713 <hr/> 5499 4786	<b>6</b>	0725 <hr/> 5507 4782	0737 <hr/> 5521 4784	<b>9</b>

Рис. 5. Схема размещения точек нивелирования

Таблица 1

Отсчёты	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$
1р	0683	0708	0713	0705	0720	0725	0717	0732	0737
2р	5467	5491	5499	5489	5506	5507	5501	5516	5521
2р-1р	4784	4783	4786	4784	4786	4782	4784	4784	4784

Пусть деталь лежит наклонно по линии 1–3 (рис. 6), а по нивелиру в точках 1, 2 и 3 соответственно взяты отсчеты  $a_1$ ,  $a_2$  и  $a_3$ . Если точки 1 и 3 соединить прямой линией, то в середине полученного отрезка в точке 2 отсчет по рейке будет равен  $0,5(a_1 + a_3)$ .

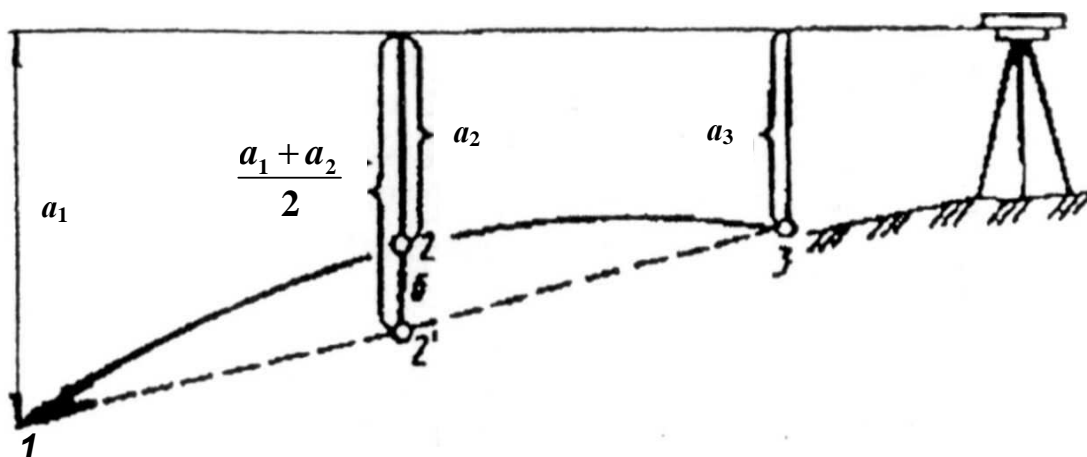


Рис. 6

Отклонение, как видно из рисунка 6, вычислим по формуле

$$\delta = 0,5(a_1 + a_3) - a_2 = 0,5(a_1 + a_3 - 2a_2). \quad (4)$$

При контроле поверхности по полной программе вычисляют восемь отклонений по следующим направлениям:

$$1,2,3 - \delta_1 = 0,5(a_1 + a_3 - 2a_2);$$

$$4,5,6 - \delta_2 = 0,5(a_4 + a_6 - 2a_5);$$

$$7,8,9 - \delta_3 = 0,5(a_7 + a_9 - 2a_8);$$

$$1,4,7 - \delta_4 = 0,5(a_1 + a_7 - 2a_4);$$

$$2,5,8 - \delta_5 = 0,5(a_2 + a_8 - 2a_5);$$

$$3,6,9 - \delta_6 = 0,5(a_3 + a_9 - 2a_6);$$

$$1,5,9 - \delta_7 = 0,5(a_1 + a_9 - 2a_5);$$

$$3,5,7 - \delta_8 = 0,5(a_3 + a_7 - 2a_5);$$

Погрешность  $\delta$  не должна быть более 8 мм, поэтому при  $|\delta| < 15$  мм поверхность считают практически плоскостью. Иногда выполняют сокращенный контроль, при котором отклонения определяют по пяти точкам (в углах и на пересечении диагоналей) с вычислением  $\delta$  по двум диагоналям треугольника.

Исходными данными являются отсчеты по рейкам при контроле наружной поверхности стеновой панели геометрическим нивелированием.

Необходимо определить отклонения поверхности панели от плоскости во всех восьми сечениях.

Для повышения точности в определении отклонений принимают средние значения из отсчетов по черной и красной сторонам реек.

При контроле поверхности по полной программе вычисляют восемь отклонений по следующим направлениям:

$$1,2,3 - \delta_1 = 0,5(a_1 + a_3 - 2a_2); \quad \delta_1 = -18;$$

$$4,5,6 - \delta_2 = 0,5(a_4 + a_6 - 2a_5); \quad \delta_2 = -13;$$

$$7,8,9 - \delta_3 = 0,5(a_7 + a_9 - 2a_8); \quad \delta_3 = -10;$$

$$1,4,7 - \delta_4 = 0,5(a_1 + a_7 - 2a_4); \quad \delta_4 = -10;$$

$$2,5,8 - \delta_5 = 0,5(a_2 + a_8 - 2a_5); \quad \delta_5 = -2,5;$$

$$3,6,9 - \delta_6 = 0,5(a_3 + a_9 - 2a_6); \quad \delta_6 = 3;$$

$$1,5,9 - \delta_7 = 0,5(a_1 + a_9 - 2a_5); \quad \delta_7 = -22;$$

$$3,5,7 - \delta_8 = 0,5(a_3 + a_7 - 2a_5); \quad \delta_8 = -11.$$

**Вывод:** полученные отклонения от плоскости по абсолютным значениям колеблются в пределах от 2,5 до 22 мм. Следовательно, поверхность панели нельзя считать плоскостью. По максимальному отклонению 19,5 мм при номинальном размере в диапазоне до 6000 мм данная панель по точности изготовления соответствует 4 классу точности.



## **Практическая работа №3**

### **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

### **МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕОДОЛИТОВ**

**Цель работы** – определение точности теодолитов и соответствие требованиям стандартов.

#### **Теоретические аспекты**

Настоящее определение метрологических характеристик теодолитов не является оценкой соответствия стандартам при приемке и оценке качества приборов. Такие исследования должны быть более полными. В данной работе необходимо выполнить определенные действия, чтобы на рабочем месте без вспомогательного оборудования определить соответствие метрологических характеристик теодолита паспортным данным.

Международный стандарт ИСО 17123-3, который и является нормативным документом для оценки качества теодолитов, разработан взамен ИСО 8322-4:1991 и ИСО 12857-2:1997.

Кроме настоящей части, международный стандарт включает ИСО 17123-1:2002, ИСО 17123-2:2001, ИСО 17123-4:2002, проект ИСО 17123-5, ИСО 17123-6:2001.

Теодолит и его вспомогательное оборудование должны быть подготовлены к измерениям в соответствии с паспортом прибора, как рекомендовано производителем.

Точность теодолитов выражается экспериментальным стандартным отклонением (средняя квадратическая погрешность) горизонтального угла  $G$ , полученным один раз при двух положениях горизонтального круга, или вертикального угла  $B$ , полученным при двух положениях вертикального круга.

Настоящий стандарт ИСО 17123-3 предполагает две различные методики полевых поверок как для измерения горизонтальных углов, так и для измерения вертикальных углов, а именно: упрощенная и полная поверки.

Нами будет рассматриваться методика полной поверки. Методика полной поверки используется для получения точности теодолита и его вспомогательного оборудования в полевых условиях.

#### **Методика полной поверки**

Методику полной поверки используют для определения наилучшей достижимой точности теодолита и его вспомогательного оборудования в полевых условиях.

Методика предназначена для определения экспериментального стандартного отклонения при измерении горизонтального или вертикального углов, полученных при двух положениях круга теодолита.

В дальнейшем методика может быть использована для определения:

- точности теодолитов, используемых одной геодезической группой, с помощью одного прибора и его вспомогательного оборудования в определенное время;

- точности одного прибора в течение определенного периода времени;
- точности каждого из нескольких теодолитов в порядке возможности сравнения их соответствующей достижимой точности, полученной в схожих полевых условиях.

Статистические методы применяются для того, чтобы определить:

- принадлежит ли экспериментальное стандартное отклонение  $s$  совокупности теоретического стандартного отклонения  $\delta$  прибора;
- принадлежат ли две полученные выборки одной совокупности;
- равна ли нулю погрешность вертикального индекса  $\delta$  или не изменялась.

### **Конфигурация полигона для поверки горизонтального угла**

Визирные цели должны быть (пять для методики полной поверки) установлены приблизительно в одной горизонтальной плоскости с прибором на расстоянии от 100 до 250 м и расположены вокруг по возможности равномерно. В качестве визирных целей целесообразно использовать цели-пластинки. На рисунке 1 показана конфигурация полигона.

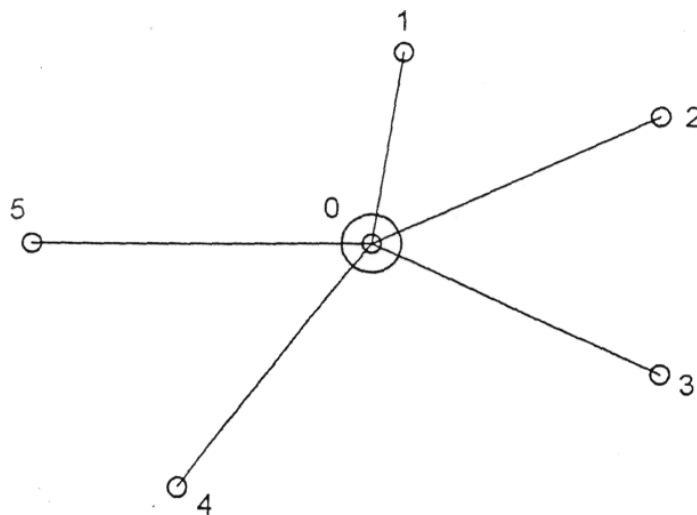


Рис. 1. Конфигурация полигона

Для методики полной поверки должны быть выполнены  $m = 4$  серии измерений при разных погодных условиях.

Каждая серия измерений ( $i$ ) должна состоять из  $n = 3$  приемов ( $j$ ) в направлении  $t = 5$  целей ( $k$ ).

Для методики полной поверки, когда теодолит необходимо центрировать над точкой с помощью оптического отвеса или свинцового отвеса.

Точность центрирования, выраженная экспериментальным стандартным отклонением, следующая:

- свинцовый отвес – от 1 до 2 мм (хуже в ветреную погоду);
- оптический или лазерный отвес – 0,5 мм (юстировка должна быть проверена по методике в паспорте).

Цели должны наблюдаться в каждом приеме, при двух положениях круга теодолита. При КЛ в последовательности по часовой стрелке и при КП в последовательности против часовой стрелки. Лимб должен быть повернут на  $60^\circ$  после каждого приема. Если физический поворот лимба невозможен, например, для электронного теодолита, то тогда можно повернуть нижнюю часть теодолита на трегере примерно на  $120^\circ$ .

### Расчеты для методики полной поверки

Обработку результатов измеренных производят с помощью рассматриваемых уравнений. С  $i$ -ми сериями измерений, одно направление обозначается как  $x_{j,k,I}$  или  $x_{j,k,II}$ , индекс  $j$  – номер приема, индекс  $k$  – номер цели. Индексы I и II определяют положения трубы. Каждая из  $m = 4$  серий измерения должна быть оценена отдельно.

Прежде всего вычисляют среднее значение:

$$x_{j,k} = \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 180^\circ}{2}; \quad j = 1, 2, 3; \quad k = 1, \dots, 5 \quad (1)$$

отсчетов в обоих положениях трубы теодолита I и II. Вычитают из результатов значение на начальное направление 1 (см. рис. 1):

$$x'_{j,k} = x_{j,k} - x_{j,1}; \quad j = 1, 2, 3; \quad k = 1, \dots, 5. \quad (2)$$

Средние значения вычтенных результатов из  $n = 3$  приемов на цель  $k$ :

$$\bar{x}_k = \frac{x'_{1,k} + x'_{2,k} + x'_{3,k}}{3}; \quad k = 1, \dots, 5. \quad (3)$$

Из разности:

$$d_{j,k} = \bar{x}_k - x'_{j,k}; \quad k = 1, \dots, 5, \quad (4)$$

для каждого приема измерений среднее значение:

$$\bar{d}_j = \frac{d_{j,1} + d_{j,2} + d_{j,3} + d_{j,4} + d_{j,5}}{5}; \quad j = 1, 2, 3 \quad (5)$$

вычисляют разности:

$$r_{j,k} = d_{j,k} - \bar{d}_j; \quad j = 1, 2, 3; \quad k = 1, \dots, 5. \quad (6)$$

За исключением погрешности округления каждый прием должен удовлетворять условию:

$$\sum_{k=1}^5 r_{j,k} = 0; \quad j = 1, 2, 3. \quad (7)$$

Сумма квадратов разностей  $i$ -й серии измерения:

$$\sum r_i^2 = \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^5 r_{j,k}^2. \quad (8)$$

Для  $n = 3$  приемов в направлении на  $t = 5$  целей для каждой серии число степеней свободы:

$$v_i = (3 - 10) \times (5 - 1) = 8, \quad (9)$$

и экспериментальное стандартное отклонение  $s$ , по направлению  $x_{j,k}$ , взятое в одном приеме наблюдений в обоих положениях трубы теодолита, действительное для  $i$ -х серий измерений, вычисляется как

$$s = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{v_i}} = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{8}}. \quad (10)$$

Экспериментальное стандартное отклонение  $s$  измерений горизонтальных углов, полученное в одном приеме (среднее арифметическое значение отсчетов в обоих положениях трубы теодолита), рассчитанное для всех  $m = 4$  серий измерений с числом степеней свободы

$$v_i = 4 \cdot v_i = 32, \quad (11)$$

вычисляется как

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum s_i^2}{v}}. \quad (12)$$

### Статистические методы

Для интерпретации результатов статистические методы должны быть выполнены с использованием экспериментального стандартного отклонения  $s$  значений углов в горизонтальной плоскости, полученного в одном приеме измерений при двух положениях трубы теодолита, для ответов на следующие вопросы:

**А.** Меньше ли вычисленное значение экспериментального стандартного отклонения  $s$  значения  $\delta$ , приведенного в паспорте производителя, или меньше другого предписанного значения  $\delta$ ?

**Б.** Принадлежат ли два экспериментальных стандартных отклонения  $s$  и  $\tilde{s}$ , полученные из двух различных выборок измерений, одной совокупности, если предположить, что обе выборки имеют одинаковое число степеней свободы  $\nu$ ?

Экспериментальные стандартные отклонения  $s$  и  $\tilde{s}$  могут быть получены из:

- двух выборок измерений одним прибором, но разными наблюдателями;
- двух выборок измерений одним прибором, но в разное время;
- двух выборок измерений разными приборами.

Для следующих методов уровень доверия  $1 - \alpha = 0,95$ , и в соответствии с методом измерения полагают, что число степеней свободы  $\nu = 32$ .

Таблица 1

Статистические методы

Вопросы	Нулевая гипотеза	Альтернативная гипотеза
<b>А.</b>	$s \leq \sigma$	$s > \sigma$
<b>Б.</b>	$\sigma = \tilde{\sigma}$	$\sigma \neq \tilde{\sigma}$

**Вопрос А.**

Нулевая гипотеза, предполагающая, что экспериментальное стандартное отклонение  $s$  измерения горизонтальных углов в обоих положениях меньше или равно теоретическому или предписанному значению  $\sigma$ , не отвергается, если выполняются следующие условия:

$$s \leq \sigma \times \sqrt{\frac{\chi_1^2 - \alpha(\nu)}{\nu}}; \quad (13)$$

$$s \leq \sigma \times \sqrt{\frac{\chi_{0,95}^2(32)}{32}}; \quad (14)$$

$$\chi_{0,95}^2(32) = 46,19; \quad (15)$$

$$s \leq \sigma \times \sqrt{\frac{46,19}{32}}; \quad (16)$$

$$s \leq \sigma \times 1,20. \quad (17)$$

В противном случае нулевая гипотеза отвергается.

## Измерение вертикальных углов

Теодолит должен быть установлен на расстоянии приблизительно 50 м от высотного здания. На здании должны быть выбраны хорошо определяемые точки (части окон, углы кирпичей, части антенн и т. д.) или установлены фиксированные цели примерно через  $30^\circ$  по вертикали (рис. 2).

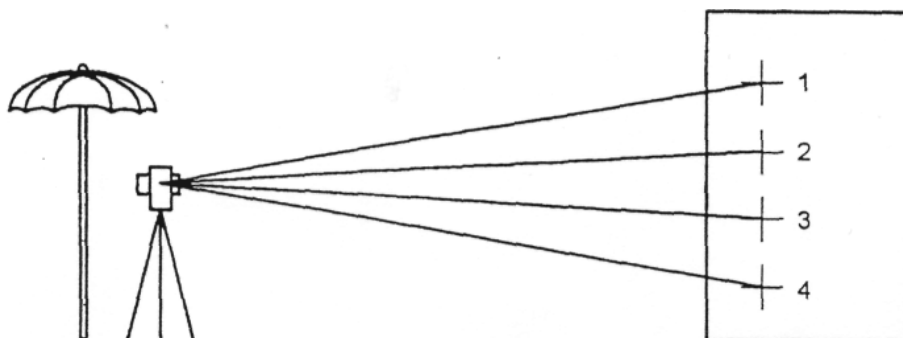


Рис. 2. Конфигурация полигона для измерения вертикальных углов

## Измерения

Для методики упрощенной поверки должна быть выполнена  $m = 1$  серия измерений  $x_{j,k}$ .

Эта серия измерений должна состоять из  $n = 3$  приемов ( $j$ ) в направлении к  $t = 4$  целей ( $k$ ).

Для методики полной поверки должны быть выполнены  $m = 4$  серии измерений при разных, но не экстремальных погодных условиях. Каждая серия измерения должна состоять из  $n = 3$  приемов ( $j$ ) в направлении к  $t = 4$  целям ( $k$ ).

Число  $t = 4$  должно наблюдаться в каждом из  $n = 3$  приемов, в положении I трубы теодолита в последовательности от цели 1 к цели 4, и в том же приеме, в положении II трубы теодолита в последовательности от цели 4 к цели 1.

## Расчеты

Оценку измеренных значений проводят методом наименьших квадратов рассматриваемого уравнения. В  $j$ -й серии измерения один вертикальный угол (обычно зенитный угол) обозначается  $x_{j,ki,I}$ , или  $x_{j,ki,II}$ , где  $k$  – номер цели. Символы I и II обозначают положение трубы теодолита. В методике полной поверки каждая из  $m = 4$  серий измерений оценивается отдельно.

Прежде всего, вычисляют средние значения отсчетов в обоих положениях трубы теодолита I и II:

$$X'_{j,k} = \frac{X_{j,k,I} - X_{j,k,II} + 360^\circ}{2}; \quad j=1,2,3; \quad k=1,\dots,4. \quad (18)$$

Эти значения не относятся к ошибке вертикального индекса  $\delta_i$ . Ошибка вертикального индекса  $\delta_i$  должна вычисляться для каждой серии измерения отдельно (рекомендуется только для методики полной поверки).

$$\delta_i = \frac{1}{n \times t} \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 \frac{X_{j,k,I} + X_{j,k,II} - 360}{2}; \quad (19)$$

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^4 \delta_i}{4}.$$

Вычисляют среднее значение вертикальных углов из  $n = 3$  приемов в направлении к цели  $k$ :

$$\overline{X}_k = \frac{X'_{1,k} + X'_{2,k} + X'_{3,k}}{3}; \quad k = 1,\dots,4. \quad (20)$$

Результат вычитания:

$$r_{j,k} = X'_{j,k} - \overline{X}_k; \quad j = 1, 2, 3; \quad k = 1,\dots,4. \quad (21)$$

За исключением погрешности округления каждый прием должен удовлетворять условию:

$$\sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 r_{j,k} = 0. \quad (22)$$

Сумма квадратов разностей  $i$ -й серии измерения:

$$\sum r_i^2 = \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 r_{j,k}^2. \quad (23)$$

Для  $n = 3$  приемов измерений вертикальных углов в направлении к  $t = 4$  целям в каждом случае число степеней свободы будет:

$$v_i = (3 - 1) \cdot 4 = 8. \quad (24)$$

Экспериментальное стандартное отклонение  $s_i$  измерения вертикальных углов  $X'_{j,k}$ , полученное в одном приеме в обоих положениях трубы теодолита, действительное для  $i$ -х серий измерений, вычисляется как

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{v_i}} = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{8}}. \quad (25)$$

Уравнения (24) и (25) применяются только для методики упрощенной поверки.

Уравнения (26) и (27) применяются только для методики полной поверки:

$$v = v_i; \quad (26)$$

$$S = S_I. \quad (27)$$

Для экспериментального стандартного отклонения  $s$ , вычисленного из всех  $m = 4$  серий измерений, число степеней свободы

$$v = 4 \cdot v_i = 32. \quad (28)$$

Экспериментальное стандартное отклонение вертикального угла в обоих положениях трубы теодолита, вычисленное из  $m = 4$  серий измерений:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum s_i^2}{4}}; \quad (29)$$

$$S_{ISO-THEO \cdot V} = s. \quad (30)$$

### Статистические методы

Статистические методы рекомендованы только для методики полной поверки.

Для интерпретации результатов статистические методы должны быть выполнены с учетом:

- экспериментального стандартного отклонения  $s$  вертикального угла, полученного в обоих положениях трубы теодолита;
- ошибки вертикального индекса  $\delta$  (положение вертикального круга) и его экспериментального стандартного отклонения  $s_\delta$ , для ответов на следующие вопросы (таблица 2):

**А.** меньше ли вычисленное значение экспериментального стандартного отклонения  $s$  значения  $\sigma$ , приведенного в паспорте производителя, или меньше другого предписанного значения  $\sigma$ ?



**Б.** принадлежат ли два экспериментальных стандартных отклонения  $s$  и  $\tilde{s}$ , полученные из двух различных выборок измерения, одной совокупности, если предположить, что обе выборки имеют одинаковое число степеней свободы  $\nu$ ?

Экспериментальные стандартные отклонения  $s$  и  $\tilde{s}$  могут быть получены с помощью:

– двух выборок измерений, полученных с помощью одного и того же прибора, но разными наблюдателями;

– двух выборок измерений, полученных с помощью одного и того же прибора, но в разное время;

– двух выборок измерений, полученных с помощью различных приборов.

Для следующих методов уровень доверия  $1 - \alpha = 0,95$ , и в соответствии с методом измерения полагают, что число степеней свободы  $\nu = 32$ .

Таблица 2

Статистические методы

Вопросы	Нулевая гипотеза	Альтернативная гипотеза
<b>А.</b>	$s \leq \sigma$	$s > \sigma$
<b>Б.</b>	$\sigma = \tilde{\sigma}$	$\sigma \neq \tilde{\sigma}$

**Вопрос А.**

Нулевая гипотеза предполагает, что экспериментальное стандартное отклонение  $s$  определения вертикального угла в обоих положениях трубы теодолита меньше или равно теоретическому или предписанному значению  $\sigma$ , и не отвергается, если выполняются следующие условия:

$$s \leq \sigma \times \sqrt{\frac{\chi_1^2 - \alpha(\nu)}{\nu}}; \quad (31)$$

$$s \leq \sigma \times \sqrt{\frac{\chi_{0,95}^2(32)}{32}}; \quad (32)$$

$$\chi_{0,95}^2(32) = 46,19; \quad (33)$$

$$s \leq \sigma \times \sqrt{\frac{46,19}{32}}; \quad (34)$$

$$s \leq \sigma \times 1,20. \quad (35)$$

В противном случае нулевая гипотеза отвергается.

**Вопрос Б.**

В случае двух различных выборок поверки показывают, принадлежат ли экспериментальные стандартные отклонения  $s$  и  $\tilde{s}$  одной совокупности. Соответствующая нулевая гипотеза  $\sigma = \tilde{\sigma}$  не отвергается, если выполняются следующие условия:

$$\frac{1}{F_{1-\sigma/2}(v, v)} \leq \frac{s^2}{\tilde{s}^2} \leq F_{1-\sigma/2}(v, v); \quad (36)$$

$$\frac{1}{F_{0,975}(32, 32)} \leq \frac{s^2}{\tilde{s}^2} \leq F_{0,975}(32, 32); \quad (37)$$

$$F_{0,975}(32, 32) = 2,02; \quad (38)$$

$$0,49 \leq \frac{s^2}{\tilde{s}^2} \leq 2,02. \quad (39)$$

В противном случае нулевая гипотеза отвергается.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков, В. Д. Теория математической обработки геодезических измерений / В. Д. Большаков, П. А. Гайдаев. – М.: Недра, 1977.
2. Гуторова, И. А. Стандартизация. Метрология. Сертификация: учеб.-практ. пособие / И. А. Гуторова. – М.: «Изд-во ПРИОР», 2001.
3. Захаров, А. И. Геодезические приборы: справ. / А. И. Захаров. – М.: Недра, 1989.
4. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и сертификация / И. М. Лифиц. – 8-е изд. перераб. и доп. – М.: Юрайт-Издат, 2008. – 412 с. (Основы наук).
5. Спиридонов, А. И. Основы геодезической метрологии: произв.-практ. изд. / А. И. Спиридонов. – М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 2003.
6. СТБ ИСО 17123-1-2004 Оптика и оптические приборы. Методика полевых испытаний геодезических приборов. Часть 1. Теория. Госстандарт. – Минск, 2004.
7. СТБ ИСО 17123-2-2004 Оптика и оптические приборы. Методика полевых испытаний геодезических приборов. Часть 2. Нивелиры. Госстандарт. – Минск, 2004.
8. СТБ ИСО 17123-3-2004 Оптика и оптические приборы. Методика полевых испытаний геодезических приборов. Часть 3. Теодолиты. Госстандарт. – Минск, 2004.
9. СТБ ИСО 17123-4-2004 Оптика и оптические приборы. Методика полевых испытаний геодезических приборов. Часть 4. Дальномеры электронные. Госстандарт. – Минск, 2004.
10. СТБ ИСО 17123-5-2004 Оптика и оптические приборы. Методика полевых испытаний геодезических приборов. Часть 5. Тахеометры электронные. Госстандарт. – Минск, 2004.
11. СТБ 8003-93 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Проверка средств измерений. Организация и порядок проведения. Белстандарт. – Минск.

*Учебное издание*

КОЗАКЕВИЧ Альфред Иванович

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ  
И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Учебно-методический комплекс  
для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия»

Редактор *О. П. Михайлова*

Дизайн обложки *А. Н. Парфёновой*

---

Подписано в печать 20.02.14. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 7,19. Уч.-изд. л. 6,11. Тираж 30 экз. Заказ 149.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

ЛИ № 02330/0548568 от 26.06.2009

ЛП № 02330/0494256 от 27.05.2009

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.