

Краткий конспект лекций
по дисциплине «Геодезическая метрология»
Автор Науменко Г.А.

Лекция 1

Место и роль метрологии в комплексе геодезических знаний

Основные термины и определения

Измерения — один из важнейших путей познания природы человеком. Они играют огромную роль в современном обществе.

Наука и промышленность не могут существовать без измерений. Каждую секунду в мире производится многие миллиарды измерительных операций, результаты которых используются для обеспечения надлежащего качества и технического уровня выпускаемой продукции, обеспечения безопасной и безаварийной работы транспорта, для медицинских и экологических диагнозов и других важных целей. Практически нет ни одной сферы деятельности человека, где бы интенсивно не использовались результаты измерений, испытаний и контроля.

Диапазон измеряемых величин и их количество постоянно растут. С ростом диапазона измеряемых величин возрастает и сложность измерений. Другой причиной важности измерений является их значимость. Основа любой формы управления, анализа, прогнозирования, планирования, контроля или регулирования — достоверная исходная информация, которая может быть получена лишь путем измерения требуемых физических величин (ФВ), параметров и показателей.

Геодезические работы состоят главным образом из измерений. При этом выполняются измерения различных физических величин с применением самых совершенных технических средств измерений и с точностью, возможной при современном уровне развития науки и техники. Но, как известно, результаты непосредственных измерений не являются самоцелью. Они используются в дальнейшем как средство для достижения конечной цели геодезических работ, т.е. они являются только «полуфабрикатом» конечной геодезической продукции. Но от качества измерений зависит качество конечной геодезической продукции.

Общими вопросами теории и практики измерений как нахождения значения физической величины опытным путем с помощью технических средств измерений занимается специальная отрасль науки – метрология. Слово «метрология» происходит от греческих слов *metron* (мера) и *logos* (понятие, учение), т.е. «учение о мерах». Но на современном этапе развития границы применения метрологии значительно расширились.

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Основные вопросы метрологии – системы единиц физических величин, виды и методы измерений, эталоны, образцовые и рабочие средства измерений, поверка средств измерений и поверочные схемы, погрешности измерений и средств измерений и некоторые другие.

Роль современной метрологии в геодезической деятельности заключается в обеспечении единства геодезических измерений, осуществлении испытаний средств геодезических измерений, в работах по стандартизации указанных средств, организации и проведении работ по обязательной сертификации геодезической, картографической и топографической продукции, проведении метрологического контроля и надзора в области геодезической деятельности.

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Физическая величина – свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта.

Под **единством измерений** понимают такое состояние измерений, при котором их результаты с заданной вероятностью удовлетворяют установленным требованиям и выражены в принятой системе единиц.

Обеспечение единства измерений – это деятельность метрологических и других служб, направленная на достижение единства измерений при требуемой народному хозяйству точности.

Метрологическое обеспечение заключается в установлении и применении правил и норм точности измерений, выявлении оптимальной номенклатуры параметров средств измерений, обеспечении технологических процессов современными методиками измерений, разработке образцовых мер и средств измерений для передачи единиц физических величин от эталонов к рабочим приборам, обеспечении готовности средств измерений с заданной точностью.

Средство измерений – это техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее или хранящее одну или несколько единиц физических величин, размеры которых принимаются неизменными в течение известного промежутка времени.

Метрологические характеристики средств измерений – это характеристики, оказывающие влияние на результаты измерений (номинальное значение меры, цена деления шкалы измерительного прибора, диапазон измерений физической величины, соотношение входного и выходного измерительных сигналов и др.) и на погрешности измерений (характеристики систематической и случайной составляющих погрешности, чувствительности к влияющим величинам и др.).

Испытания - совокупность экспериментальных операций, проводимых с целью установления соответствия прибора по своим техническим параметрам, размерам и характеристикам требованиям НТД, распространяющимся на прибор. Испытания, проводимые с целью утверждения типа прибора и решения вопроса о возможности его выпуска в обращение, называют приемочными. Испытания опытных образцов для подтверждения соответствия ранее утвержденному типу изделия называются контрольными.

Поверка – определение метрологическим органом погрешностей средства измерений и установление его пригодности к применению.

Под **метрологической исправностью** понимается такое состояние средств измерений, при котором его метрологические характеристики отвечают установленным требованиям.

Метрологическая аттестация – исследование средства измерений, выполняемое метрологическим органом для определения его метрологических свойств, и выдача документа с указанием полученных данных.

Исследование – совокупность экспериментальных операций или теоретических приемов, направленных на изучение конкретных характеристик и свойств прибора, либо определения зависимости параметров от изменения воздействующих факторов.

Метрологический надзор – деятельность, осуществляемая органом государственной метрологической службы в целях проверки соблюдения установленных метрологических правил и норм.

Лекция 2

Государственная и отраслевая стандартизация, метрология и сертификация в топографо-геодезическом производстве

Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) основана на комплексе взаимоувязанных правил, положений, требований и норм, устанавливаемых стандартами и другими нормативными документами (НД), определяющими организацию и методику проведения работ по метрологическому обеспечению измерений. ГСИ

регламентирует: единицы физических величин; порядок передачи размеров единиц от эталонов к рабочим средствам измерений; методы и средства воспроизведения единиц физических величин; порядок хранения эталонов, номенклатуру и способы выражения метрологических характеристик средств измерений; организацию и порядок проведения поверки, калибровки, испытаний средств измерений; формы представления результатов измерений; требования к методикам выполнения измерений; порядок метрологической аттестации методик выполнения измерений; порядок аккредитации метрологической службы в качестве головных и базовых организаций или на выполнение предписанных функций; порядок лицензирования деятельности по ремонту, прокату, изготовлению и продаже средств измерений; порядок аттестации специалистов метрологической службы; порядок аккредитации метрологической службы на право поверки (калибровки) и испытаний средств измерений; порядок проведения метрологической экспертизы документации; порядок осуществления государственного метрологического надзора; требования к содержанию положений о метрологической службе государственных органов управления и объединений юридических лиц; порядок проведения анализа состояния измерений в закреплённой области деятельности и многие другие вопросы.

На основе и в развитие ГСИ создается отраслевая система обеспечения единства измерений (ОСИ) с учетом специфики метрологического обеспечения в конкретной области деятельности. Приведем схему взаимодействия ГСИ и ОСИ, с помощью которой рассмотрим структуру ОСИ (рис. 1).

В соответствии с ГОСТ Р 1.0 нормативный документ (НД) – документ, содержащий правила и общие принципы, касающиеся определенных видов деятельности или их результатов, и доступный широкому кругу пользователей. Система нормативных документов в определенной области деятельности образует нормативную базу в данной области. Нормативное обеспечение в области геодезической метрологии основывается на законодательных и нормативных актах, нормативных документах различных категорий и видов.

Под категорией НД в стандартизации понимается статус документа, который характеризуется сферой его действия (межгосударственный, национальный, отраслевой уровни, в рамках отдельного предприятия). В зависимости от характеристики объекта стандартизации НД различаются по видам (например, НД общих технических условий, технических требований, типов и основных параметров, методов испытаний, правил эксплуатации, требований по безопасности, на термины и определения и т. д.)

В геодезическом производстве применяются две системы нормативных документов (см. рис. 1): системы стандартизации (ГСС) и системы геодезических, картографических инструкций, норм и правил (ГКИНП).

Объектами нормативной деятельности в системе метрологического обеспечения геодезического производства являются: порядок организации работ метрологических служб, функциональные обязанности метрологической службы, методы и средства поверки и калибровки средств измерений, правила хранения, учета и списания средств измерений, методики выполнения измерений, порядок осуществления метрологического контроля и надзора, терминология, локальные поверочные схемы по видам измерений, номенклатура нормируемых метрологических характеристик средств измерений, требования к полигонам и базисам, порядок разработки нормативной документации, порядок составления технического задания (ТЗ) на разработку средств измерений, порядок проведения метрологической экспертизы документации, указания по эксплуатации средств измерений, требования к форме документов метрологической службы и т. п.

Перечень действующих нормативных документов ОСИ публикуется в ежегодном



Рис. 1.

сводном отраслевом указателе НД, подготавливаемом и издаваемом ЦНИИГАиК как головной организацией по стандартизации в системе Роскартографии.

Поскольку роль геодезических измерений в технологии топографо-геодезических работ существенна, вопросы метрологического обеспечения производства занимают важное место в деятельности организаций и предприятий Федеральной службы геодезии и картографии России. Развитие методов и средств геодезической метрологии происходило одновременно с эволюционным процессом научно-технического прогресса в геодезии.

Геодезическая метрология создает научно-методическую основу для работ по метрологическому обеспечению производства. В системе жизнедеятельности предприятий метрологическое обеспечение несет целый ряд специфических функций, среди которых необходимо отметить следующие.

Организационная - заключается в объединении коллектива специалистов в рамках метрологической службы с целью выполнения работ, связанных с обеспечением единства измерений.

Методологическая - обусловлена необходимостью сопровождения технологических процессов производства, научных исследований с целью соблюдения принятых норм, правил, методических процедур.

Гармонизирующая - связана с обеспечением совместимости отраслевых метрологических правил и норм с действующими международными, национальными и региональными стандартами.

Ресурсосберегающая - обусловлена ограниченностью материальных, энергетических, трудовых, финансовых, информационных и других ресурсов и заключается в установлении и применении в метрологических нормах обоснованных

ограничений. Реализуется эта функция, с одной стороны, методиками поверочных работ, а с другой – через метрологическую экспертизу документации.

Правовая – предопределена законодательным характером метрологических норм и правил, объединенных в рамках государственной и отраслевой систем обеспечения единства измерений, лежащих в правовом поле действующего законодательства (законы РФ «О геодезии и картографии», «Об обеспечении единства измерений»). Несмотря на тенденцию к минимизации ограничивающих инициативу запретов и предписаний путем ориентации потребителей на добровольность применения стандартов и инструкций, геодезические работы и измерения всегда находятся в правовом поле.

Коммуникативная – заключается в необходимости удовлетворения специалистов (геодезистов, топографов, гравиметристов, картографов, метрологов, стандартизаторов) в общении, целенаправленном взаимодействии, обмене опытом с целью получения новых данных, совершенствования результатов деятельности.

Технологическая – определяется стремлением к применению узаконенных методов и средств геодезических измерений при разработке и реализации технологий геодезических работ с целью избежания непроизводительных потерь.

Информационная – связана с увеличением сложности, ростом объемов и разнообразия информации, а также технических средств ее обработки и передачи на различных носителях. Информационный поток становится важнейшим каналом взаимосвязей между производителями и потребителями, заказчиками и исполнителями геодезических измерений как одного из видов продукции.

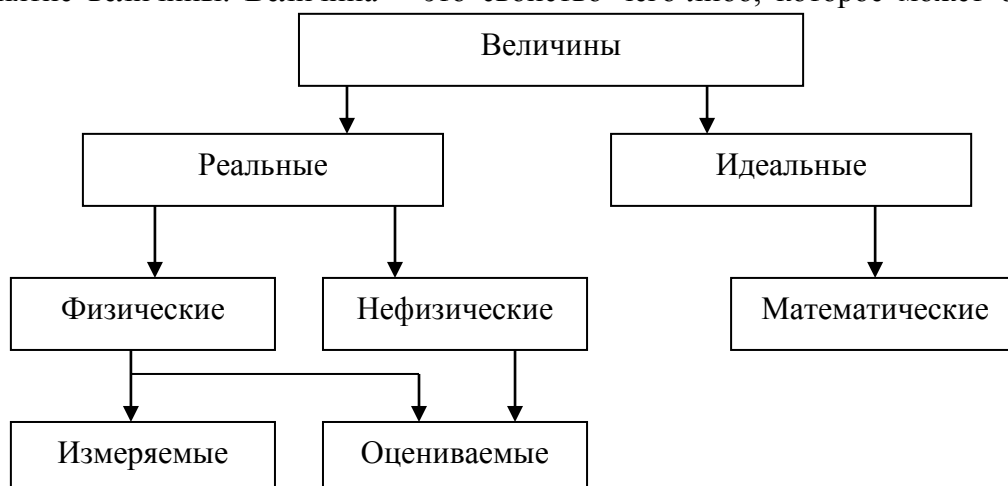
Экономическая – заключается в стремлении получить результаты метрологических работ в таком виде и такого качества, чтобы они способствовали повышению эффективности производства.

Социальная – обусловлена необходимостью оптимизации требований к методам и средствам измерений, метрологическим услугам и другим элементам метрологической деятельности в интересах любых социумов при условии повышения качества результатов работы.

Лекция 3 Единицы физических величин и их системы

1) Понятие величины. Классификация

Все объекты окружающего мира характеризуются своими свойствами. Свойство – философская категория, выражающая такую сторону объекта (явления, процесса), которая обуславливает его различие или общность с другими объектами (явлениями, процессами) и обнаруживается в его отношении к ним. Свойство – категория качественная. Для количественного описания различных свойств процессов и физических тел вводится понятие величины. Величина – это свойство чего-либо, которое может быть выделено



среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе и количественно. Величины можно разделить на два вида: реальные и идеальные.

2) Физическая величина. Единица физической величины

Физическая величина – это свойство, общее в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Для того чтобы можно было установить для каждого объекта различие в количественном содержании свойства, отображаемого физической величиной, в метрологии введены понятия ее размера и значения.

Размер физической величины – это количественное содержание в данном объекте свойства, соответствующего понятию «физическая величина» (измеряемые в геодезии линии, направления имеют длину, по размеру которых их можно различать).

Значение физической величины – это оценка ее размера в виде некоторого числа принятых для нее единиц. Его получают в результате ее измерения или вычисления в соответствии с основным уравнением измерения $Q=q[Q]$. В зависимости от размера единицы будет меняться и числовое значение физической величины, тогда как размер ее будет одним и тем же.

Мерой для количественного сравнения одинаковых свойств объектов служит **единица физической величины** – физическая величина, которой по определению присвоено числовое значение, равное единице. Единица физической величины – такое ее значение, которое принимают за основание масштаба для сравнения с ним физических величин того же ряда для их количественной оценки. Единицам физических величин присваивается полное и сокращенное символьное обозначение – размерность.

Например: масса – килограмм (кг), длина – метр (м), время – секунда (с).

Важной характеристикой физической величины является ее **размерность** $\dim Q$ – выражение в форме степенного многочлена, отражающее связь данной величины с основными физическими величинами; коэффициент пропорциональности в нем принят равным единице:

$$\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\eta \dots,$$

где L, M, T, I – условные обозначения основных величин данной системы;

$\alpha, \beta, \gamma, \eta$ – целые или дробные, положительные или отрицательные вещественные числа.

Показатель степени, в которую возведена размерность основной величины, называют *показателем размерности*. Если все показатели размерности равны нулю, то такую величину называют *безразмерной*.

С помощью уравнений связи между числовыми значениями физических величин формулируются определения одних величин на языке других и указываются способы их нахождения. Совокупность физических величин, образованная в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины принимаются за независимые, а другие являются их функциями, называется **системой физических величин**.

Обоснованно, но в общем произвольным образом выбирают несколько физических величин, называемых **основными**. Остальные величины, называемые **производными**, выражаются через основные на основе известных уравнений связи между ними. Примерами производных величин могут служить: плотность вещества, определяемая как масса вещества, заключенного в единице объема; ускорение – изменение скорости за единицу времени и др.

В названии системы ФВ применяют символы величин, принятых за основные. Например, система величин механики, в которой в качестве основных используются длина (L), масса (M) и время (T), называется системой LMT. Действующая в настоящее время международная система СИ должна обозначаться символами LMTIQNJ, соответствующими символам основных величин: длине, массе, времени, силе электрического тока, температуре, количеству вещества и силе света.

3) История формирования систем единиц физических величин

С древних времен люди пользовались различными единицами для количественного оценивания расстояния, массы тел, продолжительности дня и т.д. Самые древние из единиц отождествлялись с названием частей человеческого тела (ладонь – ширина четырех пальцев без большого, пядь – расстояние между пальцами расставленного большого и среднего пальцев, фут – длина ступни, шаг). С развитием человеческого общества антропометрические единицы заменялись другими. Так в Англии в 14 веке были узаконены дюйм (равный длине трех приставленных друг к другу ячменных зерен), фут (ширина 64 ячменных зерен, положенных бок о бок) и др. В России была установлена точная величина аршина и полусаженни (длиной в 14 английских дюйма). Начали появляться так называемые сопряженные единицы, т.е. единицы, находящиеся во взаимной связи (верста = 500 сажень = 1500 аршин).

Различные меры применялись не только в различных государствах, но и внутри отдельного государства, что привело в начале 18 века к хаосу мер и единиц. Для измерения длины в Европе использовалось около 50 различных по размеру миль.

Развитие науки, техники и торговли потребовало ликвидации многочисленности единиц. Решение этой проблемы позволило создать метрическую систему мер, в основу которой были положены единицы длины, площади, объема и массы. Это произошло в конце 18 века во Франции. Основанная на единице длины – метре, она получила название метрической. Метр был получен путем геодезических измерений – одна десятиллионная часть четверти дуги Парижского меридиана.

После подписания Метрической конвенции в 1875 г. было разработано множество систем единиц для различных областей измерений, что вновь привело к необходимости унификации единиц. В этих условиях XI Генеральная конференция по мерам и весам в 1960 г. приняла международную систему единиц физических величин, получившую в нашей стране сокращенное название СИ (Système International d'Unités). В нее вошли 6 основных единиц, 2 дополнительные, 27 производных и 12 приставок для образования кратных и дольных единиц.

4) Международная система единиц (СИ). Преимущества ее

Система единиц физических величин – совокупность основных и производных единиц физических величин, образованная в соответствии с принятыми принципами.

В Российской Федерации используется система единиц СИ, введенная в 1982 г.

Основная единица системы единиц – единица физической величины, выбранная произвольно при построении системы единиц.

Дополнительная единица – единица физической величины, входящая в группу дополнительных.

Основные и дополнительные единицы физических величин системы СИ

Величина			Единица		
			Обозначение		
Наименование	Размерность	Рекомендуемое обозначение	Наименование	русское	международное
Основные					
Длина	L	l	метр	м	m
Масса	M	m	килограмм	кг	kg
Время	T	t	секунда	с	s
Сила электрического тока	I	I	ампер	А	A
Термодинамическая температура	Θ	T	кельвин	К	K
Количество вещества	N	n, ν	моль	моль	mol
Сила света	J	J	канделла	кд	cd
Дополнительные					
Плоский угол	-	-	радиан	рад	rad

Телесный угол	-	-	стерадиан	ср	sr
---------------	---	---	-----------	----	----

Производная единица – единица производно физической величины, образованная в соответствии с уравнением, связывающим ее с основными единицами или же с имеющимися производными или дополнительными единицами.

Для установления производной единицы следует:

- выбрать физические величины, единицы которых принимаются в качестве основных;
- установить размер этих единиц;
- выбрать определяющее уравнение, связывающие величины, измеряемые основными единицами, с величиной, для которой устанавливается производная единица;
- приравнять единице коэффициент пропорциональности, входящий в определяющее уравнение.

Единицы физических величин делятся на системные и внесистемные.

Системная единица физической величины – единица, входящая в принятую систему единиц.

Все основные, производные кратные и дольные единицы являются системными.

Внесистемная единица физической величины – единица физической величины, не входящая ни в одну из принятых систем единиц:

1) Допускаемые наравне с единицами СИ

масса – тонна; атомная единица массы

время – минута; сутки

плоский угол – градус или гон, минута, секунда

объема – литр

2) Допускаемые к применению в специальных областях:

длина – астрономическая единица, световой год, парсек

оптическая сила – диоптрия

3) Временно допускаемые – морская миля, карат

4) Подлежащие изъятию из употребления – мм рт. ст., центнер, лошадиная сила

Различают кратные и дольные единицы физических величин.

Кратная единица физической величины – единица физической величины, в целое число раз превышающая системную или внесистемную единицу ($1 \text{ км} = 10^3 \text{ м}$).

Дольная единица – единица физической величины, значение которой в целое число раз меньше системной или внесистемной единицы ($1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$).

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований

Множитель	Приставка	Обозначение приставки		Множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		междуна родное	русское			междуна родное	русское
10^{18}	экса	E	Э	10^{-1}	деци	d	д
10^{15}	пета	P	П	10^{-2}	санتي	c	с
10^{12}	тера	T	Т	10^{-3}	милли	m	м
10^9	гига	G	Г	10^{-6}	микро	μ	мк
10^6	мега	M	М	10^{-9}	нано	n	н
10^3	кило	k	к	10^{-12}	пико	p	п
10^2	гекто	h	г	10^{-15}	фемто	f	ф
10^1	дека	da	да	10^{-18}	атто	a	а

Правила написания обозначений единиц и единицы, обязательные для применения в нашей стране, установлены ГОСТ 8.417 – 81.

Достоинства и преимущества международной системы единиц (СИ) перед другими системами единиц:

- универсальность, т.е. охват всех областей науки и техники;
- унификация единиц для всех областей и видов измерений;
- когерентность единиц – все производные единицы СИ получают из уравнений связи между величинами, в которых коэффициенты равны 1;
- возможность воспроизведения единиц с высокой точностью в соответствии с их определениями;
- упрощение записи уравнений и формул в физике, химии, а также в технических расчетах в связи с отсутствием пересчетных коэффициентов;
- уменьшение числа допускаемых единиц;
- единая система образования кратных и дольных единиц для единиц, имеющих собственные наименования;
- облегчение процесса обучения (педагогического процесса в средней и высшей школах, т.к. отпадает необходимость в изучении множества систем единиц и внесистемных единиц);
- лучшее взаимопонимание при развитии научно-технических и экономических связей между различными странами.

Лекция 4

Единство измерений и его обеспечение

1) Единство измерений и его обеспечение

Важнейшее условие научно-технического прогресса и повышения качества продукции – обеспечение единства измерений.

*Под **единством измерений** понимают такое состояние измерений, при котором их результаты с заданной вероятностью удовлетворяют установленным требованиям и выражены в принятой системе единиц (ГОСТ 8.417-81).*

Это определяет важнейшие задачи метрологии: унификация единиц; разработка систем воспроизведения единиц и передача их размеров рабочим средствам измерений.

Приведенное определение охватывает погрешность измерений, которая складывается из погрешностей применяемых средства и метода измерений и существенно зависит от методики измерений (условия, число измерений и др.). Погрешность измерений не должна превышать установленный предел. Не установив предел погрешности измерений, вытекающий из конкретной измерительной задачи, нельзя решить вопрос о правильном выборе средства измерений, дать верную оценку результатов измерений, выполненных в разных местах, т.е. трудно соблюсти единство измерений.

Из соображений единства измерений разрабатывают общие требования к выпускаемым средствам измерений (по точности, диапазонам измерений). Таким образом, единство измерений тесно связано с требуемой их точностью. Оно должно выдерживаться при любой точности измерений, необходимой народному хозяйству.

Обеспечение единства измерений – это деятельность метрологических и других служб, направленная на достижение единства измерений при требуемой народному хозяйству точности.

Например, в целях обеспечения единства измерений в нашей стране созданы метрологические службы, деятельность которых в этом направлении регламентируется стандартами и другими нормативно-техническими документами государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).

Допускается говорить об обеспечении единства измерений в стране, министерстве, на предприятии, а также применительно к конкретной измеряемой величине или параметру.

Метрологическое обеспечение измерений – деятельность метрологических и других служб, направленная на создание в стране необходимых эталонов, образцовых средств измерений, разработку и установление метрологических правил и норм, выполнение ряда других метрологических работ, необходимых для обеспечения требуемого качества измерений на рабочем месте, на предприятии (в организации), в министерстве (ведомстве), в народном хозяйстве.

Метрологическое обеспечение – понятие широкое и относится к измерениям в целом. Нельзя говорить «метрологическое обеспечение средств измерений», подразумевая под этим только наличие средств поверки. В то же время допускается термин «метрологическое обеспечение технологического процесса (производства, предприятия, министерства, народного хозяйства)»

Организационной основой обеспечения единства измерений является метрологическая служба, объединяющая государственную метрологическую службу и сеть ведомственных метрологических служб.

Государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений осуществляет Комитет РФ по стандартизации, метрологии и сертификации.

Предельно достижимый на современном этапе развития науки и техники уровень точности измерений в стране определяется техническим совершенством, точностью национальных эталонов.

Государственные эталоны обеспечивают хранение и воспроизведение более 60 единиц физических величин практически во всех видах и областях измерений.

Одна из существенных составляющих обеспечения единства измерений – нормативная база, т.е. нормативно-технические и методические документы, регламентирующие требования, принципы, правила и методы определения, контроля, использования результатов измерений и характеристик их точности.

Обязательной составной частью государственной системы обеспечения единства измерений являются государственные испытания средств измерений, которые представляют систему мероприятий по управлению качеством средств измерений, выпускаемых в обращение в стране.

С целью оперативного получения достоверных сведений о физических константах и свойствах веществ и материалов создана Государственная служба стандартных справочных данных и система стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов.

Регулирование отношений, связанных с обеспечением единства измерений в Российской Федерации осуществляется Законом РФ «Об обеспечении единства измерений», принятый 11 июня 2008 года.

2) Государственная система обеспечения единства измерений

Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) - это комплекс регламентированных стандартами взаимоувязанных правил и положений, требований и норм, определяющих организацию и методику проведения работ по оценке и обеспечению точности измерений. Техническую политику в области обеспечения единства измерений осуществляет Комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарт России).

Общие требования к организации, порядку и методике проведения работ по обеспечению единства измерений регламентированы основополагающими государственными стандартами.

Наряду с общетехническими стандартами при производстве инженерно-геодезических изысканий действуют отраслевые стандарты и ведомственные инструкции, регламентирующие организацию метрологического обеспечения единства измерений, повышение качества и точности измерений.

В метрологическую службу страны входят государственная и ведомственная метрологические службы.

Государственная метрологическая служба – служба, несущая ответственность за обеспечение измерений в стране на межотраслевом уровне и организацию ведомственных метрологических служб. Государственная метрологическая служба находится в ведении Госстандарта России.

Основная деятельность государственной метрологической службы направлена на обеспечение единства измерений в стране. Она включает создание государственных и вторичных эталонов, разработку систем передачи размера единиц физических величин рабочим средствам измерений, государственный надзор за производством, состоянием, применением и ремонтом средств измерений.

В состав государственной метрологической службы входят:

- Главный центр государственной метрологической службы – Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС);
- Главные центры государственных эталонов – НПО и метрологические институты Госстандарта;
- Главный центр стандартных образцов и материалов;
- Территориальные органы метрологической службы – центры стандартизации и метрологии.

ВНИИМС осуществляет общее научно-методическое руководство и координацию деятельности метрологической службы.

Главные центры государственных эталонов выполняют фундаментальные научные исследования в области теоретических основ метрологии по изысканию и применению новых физических эффектов с целью создания средств измерений высшей точности и уточнения значений фундаментальных физических констант.

Территориальные органы Госстандарта обеспечивают передачу размеров физических величин от исходных образцов к рабочим средствам измерений, государственный метрологический надзор.

Лекция 5

Эталоны. Поверочные съемы

1) Эталоны. Классификация. Назначение

Воспроизведение, хранение и передача размеров единиц физических величин рабочим средствам измерений (мерам) осуществляется с помощью эталонов и образцовых средств измерений (мер).

Эталон – особый класс средств измерений высшей точности, при помощи которых воспроизводится и хранится единица физической величины с целью передачи размера единицы рабочим средствам измерений.

Эталоны подразделяются на **первичные**, обеспечивающие воспроизведение единицы с наивысшей в стране точностью, и **вторичные**, получающие размер единицы путем сличения с первичным эталонами рассматриваемой единицы.

Эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы в особых условиях и служащий для этих условий первичным, называется **специальным**.

Вторичные эталоны подразделяются на:

эталон-копии, предназначенные для передачи размера единиц рабочим эталонам;

эталон сравнения, применяемые для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличаемы друг с другом;

эталон свидетели, предназначенные для проверки сохранности и неизменности государственного эталона и для замены его в случае порчи или утраты;

рабочие эталоны, применяемые для передачи размера единицы образцовым средствам измерений высшей точности, а в отдельных случаях – наиболее точным рабочим средствам измерений.

Наряду с эталонами в нашей стране широко распространен класс средств измерений, предназначенных для поверки. Их называют образцовыми средствами измерений.

Образцовое средство измерений – средство измерений, предназначенное или применяемое для поверки рабочих средств измерений или подчиненных образцовых средств измерений.

Образцовые средства измерений в зависимости от точности подразделяются на разряды 1-й, 2-й и т.д.; 1-й разряд самый высокий. Число разрядов для каждого вида средств измерений устанавливается государственной поверочной схемой.

Основу эталонной базы РФ составляют государственные эталоны основных единиц физических величин (ГОСТ 8.057-80 «ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения»).

2) Поверочные схемы. Виды. Назначение

Передача размера одной или нескольких взаимосвязанных единиц физических величин от государственного эталона рабочим средствам регламентируется поверочными схемами.

Поверочная схема средств измерений – нормативный документ, устанавливающий соподчинения эталонов и образцовых средств измерений, методы

передачи размера единицы от государственного эталона или исходного образцового средства измерений нижестоящим по поверочной схеме образцовым и рабочим средствам измерений с указанием погрешности методов и средств измерений.

Различают государственные, ведомственные и локальные поверочные схемы.

Государственная поверочная схема – поверочная схема, распространяющаяся на все средства измерений той или иной физической величины, имеющиеся в стране. Разрабатывается в виде стандарта.

Ведомственная поверочная схема – поверочная схема, распространяющаяся на средства измерений ведомственного применения. Разрабатывается в виде нормативно-технического документа.

Локальная поверочная схема – поверочная схема, распространяющаяся на средства измерений, используемые в отдельном органе метрологической службы. Разрабатывается в виде нормативно-технического документа предприятия.

Ведомственные и локальные поверочные схемы не должны противоречить соответствующим государственным поверочным схемам.

Поверочные схемы построены на принципе соподчиненности и должны включать не менее двух степеней передачи размера единицы.

Государственные поверочные схемы состоят из чертежа и текстовой части, а ведомственные и локальные преимущественно только из чертежа. На чертеже поверочной схемы обычно указывается: наименование средств измерений и методов поверки; допускаемые значения погрешностей средств измерений; номинальные значения или диапазоны значений физических величин; допускаемые значения погрешностей методов поверки.

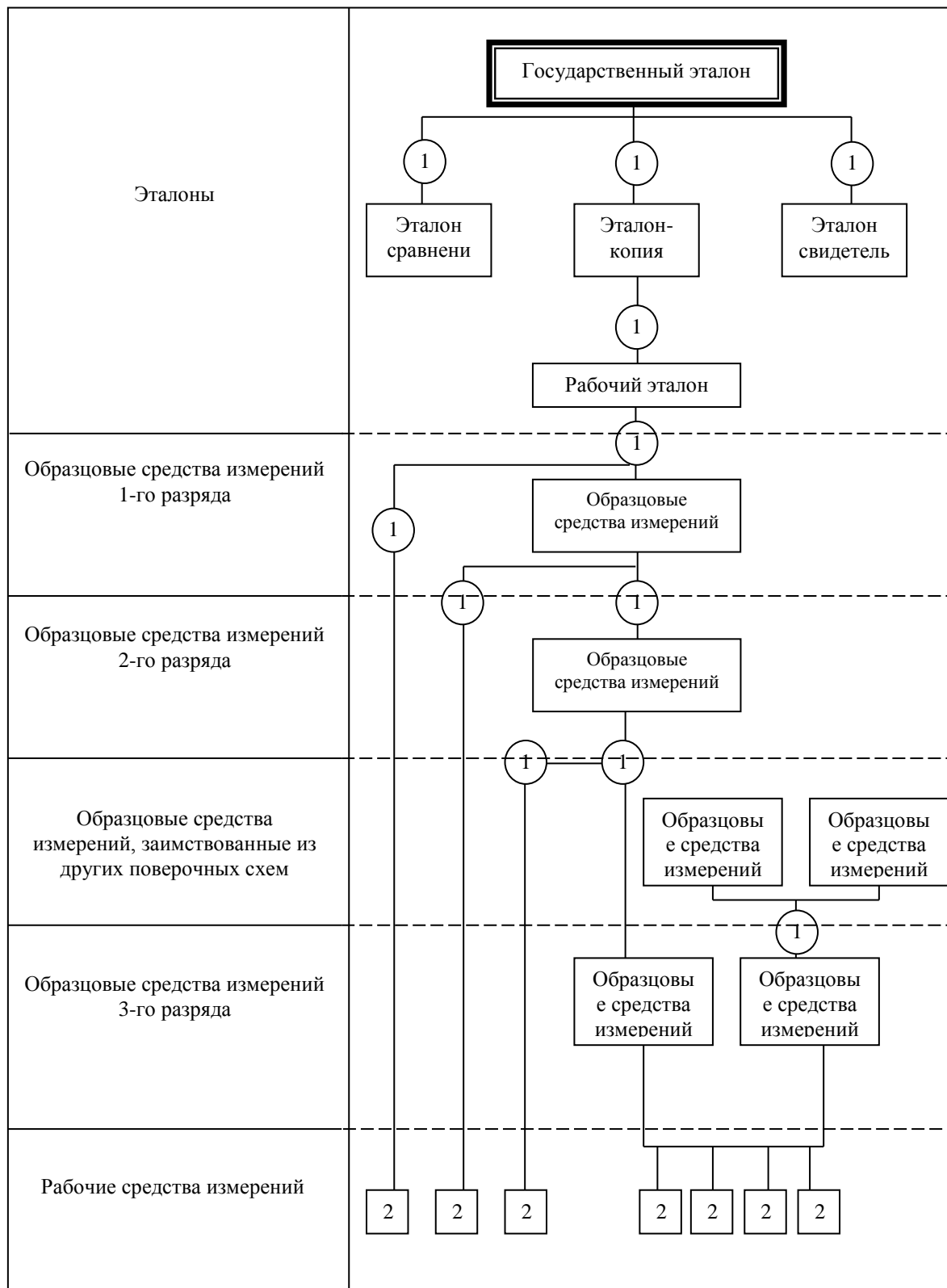
Для ведомственных и локальных поверочных схем допускается указывать конкретные средства измерений. Чертеж поверочной схемы состоит из полей, имеющих следующие наименования: эталоны, образцовые средства измерений (1, 2, 3-го разрядов и заимствованные из других поверочных схем) и рабочие средства измерений. Для каждой группы средств измерений указывается вид, погрешность измерений и погрешность метода передачи размера единицы. (ГОСТ 8.061-80)

На основе государственной поверочной схемы для линейных величин строится ведомственная поверочная схема для передачи единицы длины - метра рабочим средствам измерений, применяемым в геодезии. В качестве образцовых средств измерений в ней применяют образцовые геодезические жезлы 1-го разряда длиной до 4 м.

Образцовые геодезические жезлы применяют для поверки образцовых средств измерений 1-го разряда (базисных приборов) сличением при помощи интерференционного компаратора. В качестве образцовых средств измерений 1-го разряда применяют светодальномеры в диапазоне измерений 24-10000 м и базисные приборы до 24 м.

Образцовые средства измерений 1-го разряда применяют для поверки образцовых средств измерений 2-го разряда методом прямых измерений. В качестве образцовых средств измерений 2-го разряда применяют комплекс линейных базисов в диапазоне измерений 24-75000 м, снабженные аппаратурой контроля условий воспроизведения единицы длины и измерений сред неинтегрального значения группового показателя преломления воздуха. Образцовые средства измерений 2-го разряда применяют для поверки рабочих средств измерений методом прямых измерений.

Государственная поверочная схема



1 - метод передачи размера единицы
2 - рабочие средства измерений

Другой государственной поверочной схемой для передачи градуса, как единицы измерения плоского угла от эталона к рабочим угловым мерам и угломерным приборам (плитки, многогранные призмы, угломеры и т.д.) является поверочная схема, во главе которой стоит Государственный первичный эталон единицы плоского угла, состоящий из 36-гранной призмы и двух фотоэлектрических автоколлиматоров, воспроизводящих

угловую меру с погрешностью не более 0.02'' (ГОСТ 8.016-81). В этой схеме рабочими эталонами являются многогранные призмы, аттестованные сличением с исходным эталоном плоского угла. Рабочие эталоны служат для поверки и метрологической аттестации образцовых многогранных призм и образцовых угломерных приборов 1-го разряда при измерении углов в промышленности.

Лекция 6

Организация поверочной деятельности. Структура и задачи государственной метрологической службы

1). Одно из важнейших условий функционирования средств измерений в соответствии с техническими условиями на него – осуществление государственного надзора и ведомственного контроля за средствами измерений. Формы государственного надзора и ведомственного контроля могут быть различными. К ним относится поверка средств измерений (первичная, периодическая, внеочередная и инспекционная); метрологическая ревизия и метрологическая экспертиза.

Поверка – определение метрологическим органом погрешностей средства измерений и установление его пригодности к применению.

Поверка средств измерений заключается в контроле метрологической исправности средства измерений и определении конкретных значений его метрологических характеристик. В отличие от испытаний при проверке прибора контролируется не весь комплекс параметров и характеристик, установленных в НТД, а лишь те, которые имеют отношение к метрологической исправности прибора, т.е. метрологические характеристики.

Первичную поверку проводят при выпуске средств измерений в обращение. Периодической поверке подлежат средства измерений, находящиеся в эксплуатации или на хранении.

Внеочередную поверку проводят при необходимости удостовериться в исправности средства измерений при вводе его в эксплуатацию после хранения.

Инспекционная проверка осуществляется при проведении государственных и ведомственных проверок состояния и применения средств измерений.

Метрологический надзор осуществляется единой метрологической службой страны, руководимой Госстандартом и состоящей из государственной метрологической службы и ведомственных метрологических служб министерств и ведомств.

В зависимости от того, кем проводится поверка - государственной или ведомственной метрологической службой, различают государственную и ведомственную поверку средств измерений. Государственной поверке подлежат средства измерений, входящие в состав государственной системы приборов (ГСП), и измерительные приборы, используемые при государственных испытаниях и контроле технологических процессов как образцовые средства. Геодезические приборы поверяются ведомственными метрологическими службами заводов-изготовителей - при выпуске из производства и после ремонта, а организаций-потребителей - в процессе эксплуатации.

Поверку средств измерений могут проводить только организации метрологической службы, имеющие соответствующее разрешение.

Научно-технические документы на поверки регламентируют методы и средства поверки, алгоритм ее проведения и оформления.

Составными элементами поверки прибора являются метод, средства и операция.

Метод поверки - совокупность правил и приемов проведения поверки.

В метрологии существуют следующие основные методы поверки средств измерений:

- непосредственное сличение поверяемого средства измерений с образцовым средством измерений того же вида;

- сличение поверяемого средства измерений с образцовым средством измерений того же вида с помощью компаратора;
- прямое измерение поверяемым измерительным прибором величины, воспроизводимой образцовым средством измерений;
- косвенные измерения величины, воспроизводимой мерой или измеряемой прибором, подвергаемым поверке;
- прямое измерение образцовым средством величины, воспроизведенной поверяемой мерой.

Применение того или иного метода поверки регламентируется действующей нормативной документацией на методы и средства поверки и поверочными схемами.

Методы передачи размеров от эталонов и образцовых средств измерений являются одной из важнейших задач метрологического обеспечения инженерных изысканий.

Для геодезических приборов применимы следующие известные в метрологии методы поверки: прямые измерения поверяемым прибором величины, воспроизводимой образцовым измерительным прибором или мерой; сличение поверяемого прибора с образцовым средством измерений при помощи компаратора.

Средство поверки – техническое средство (прибор, аппаратура, устройство), предназначенное для контроля метрологических характеристик поверяемых приборов.

Средствами метрологического обеспечения являются:

- наборы измерительных средств (мер), обеспечивающих передачу единицы физической величины от исходной меры - эталона к рабочему измерительному средству (прибору);
- контрольно-измерительная аппаратура общего назначения и специализированная аппаратура (приборы), применяемые при поверках, контроле и метрологической аттестации геодезических средств измерений.

К средствам поверки геодезических приборов можно отнести экзаменатор, автоколлиматор, многогранник, коллиматорный стенд, измерительный микроскоп, полевой контрольный базис, штриховую меру, измерительную линейку и др.

Операция поверки – самостоятельный этап поверки, в результате которого выявляется фактическое значение метрологической характеристики поверяемого прибора. Операциями поверки в метрологической практике являются: визуальный (внешний) осмотр, опробование, поверка, контроль, исследование. Состав операций поверки зависит от устройства, назначения и точности прибора, а также от метода выявления основных метрологических характеристик.

Отдельные операции поверки осуществляются: внешним (визуальным) осмотром; опробованием, поверкой соблюдения заложенных в приборе геометрических, физических или иных условий; определением (исследованием) его характеристик (поэлементно или комплексно).

При внешнем осмотре проверяют: комплектность поставки, маркировку, упаковку, обозначение на шкалах, четкость делений отсчетных устройств, освещенность поля зрения, качество покрытий, целостность оптических деталей и др.

К операциям опробования относятся: проверка органов управления, настройки и юстировки; проверка качества изображения, проверка взаимодействия подвижных частей и элементов; наличие мертвого хода, люфтов, жесткости соединений; проверка нуль-пунктов индикаторов и др.

Метрологические свойства прибора могут быть оценены двумя путями. Первый путь - поэлементная поверка, при которой метрологическая исправность средства измерений оценивается по характеристикам отдельных параметров прибора; другой путь - комплексная поверка, при которой оцениваются метрологические характеристики прибора в целом.

Оформление результатов поверки. На средства измерений, применяемые при инженерно-геодезических работах в период их эксплуатации должны быть оформлены свидетельства о ведомственной поверке, которые хранятся не менее 2 лет.

На прибор, удовлетворяющий требованиям метрологических характеристик, выдают свидетельство, в котором указывают вид и результаты поверки с указанием точностных характеристик, полученных в результате поверочных операций, и даты поверки.

На приборы, не допущенные по метрологическим характеристикам к эксплуатации, выдают справку о неисправности или акт экспертизы технического состояния геодезического прибора.

Все документы должны быть удостоверены подписями поверителя и заведующего лабораторией.

2) Структура государственной метрологической службы

В метрологическую службу страны входят государственная и ведомственная метрологические службы.

Государственная метрологическая служба – служба, несущая ответственность за обеспечение измерений в стране на межотраслевом уровне и организацию ведомственных метрологических служб. Государственная метрологическая служба находится в ведении Госстандарта России.

Основная деятельность государственной метрологической службы направлена на обеспечение единства измерений в стране. Она включает создание государственных и вторичных эталонов, разработку систем передачи размера единиц физических величин рабочим средствам измерений, государственный надзор за производством, состоянием, применением и ремонтом средств измерений.

В состав государственной метрологической службы входят:

- Главный центр государственной метрологической службы – Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС);
- Главные центры государственных эталонов – НПО и метрологические институты Госстандарта;
- Главный центр стандартных образцов и материалов;
- Территориальные органы метрологической службы – центры стандартизации и метрологии.

ВНИИМС осуществляет общее научно-методическое руководство и координацию деятельности метрологической службы.

Главные центры государственных эталонов выполняют фундаментальные научные исследования в области теоретических основ метрологии по изысканию и применению новых физических эффектов с целью создания средств измерений высшей точности и уточнения значений фундаментальных физических констант.

Территориальные органы Госстандарта обеспечивают передачу размеров физических величин от исходных образцов к рабочим средствам измерений, государственный метрологический надзор.

Лекция 7

Особенности метрологической аттестации геодезических средств измерений

Метрология в геодезии

1) Общие характеристики геодезических средств измерений

Геодезические средства измерений подразделяются на угломерные приборы; приборы для измерения превышений; приборы для измерения длин линий; комбинированные приборы и прочие приборы и вспомогательное оборудование. Специфика их применения изложена в классификации ГОСТ 23543-88 «Приборы геодезические. Общие технические требования». В основу классификации положено: функциональное назначение, область применения, физическая природа носителей информации, конструкция, устойчивость при эксплуатации и транспортировании.

По точности измерений геодезические средства измерений подразделяются на высокоточные, точные и технические.

По метрологическим свойствам средства измерений объединены по каждому виду в типоразмерные ряды приборов. Основным признаком внутри вида принята инструментальная погрешность измерения углов, длин, превышений, а для тахеометров и кипрегелей также характеристики наибольшей информативной емкости.

Современные геодезические средства измерений, являющиеся сложными оптико-механическими или оптико-электронными приборами, эксплуатируются, как правило, в полевых условиях, что предопределяет специфические требования к конструктивным, эргономическим и эксплуатационным характеристикам, обеспечивающим возможность метрологических поверок и юстировок.

Стандартизацией геодезических средств измерений охвачены практически все виды приборов, технических приспособлений и инструмента к ним. А это дает возможность установить необходимую для каждой отрасли знаний и производства номенклатуру средств измерений.

2) Особенности метрологического обслуживания геодезических приборов

Метрологическое обслуживание геодезических приборов содержит комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение метрологической исправности геодезических приборов на различных этапах их жизненного цикла (разработка, выпуск опытных образцов, серийное производство, эксплуатация, ремонт, хранение). Метрологическая исправность - состояние геодезического прибора, при котором все нормируемые метрологические характеристики соответствуют установленным метрологическим значениям.

Геодезические приборы нуждаются во всех видах технического и метрологического обслуживания, которые применимы по отношению к измерительной технике общего назначения (испытания, поверка, аттестация, ремонт, юстировка, настройка, профилактика, хранение).

Особенности геодезических приборов заключаются в следующем:

- * геодезические приборы предназначены для измерений на местности в широком спектре внешних воздействующих факторов;
- * в полевых условиях силами исполнителя возможно проведение юстировок, связанных с восстановлением заложенных в конструкции прибора геометрических, механических и иных условий;
- * технология производства геодезических работ, регламентируемая действующими нормативно-техническими документами (НТД), предусматривает выполнение контроля измерений не только по сходимости повторных измерений, но и по соблюдению (с установленными допусками) заданных математических условий;
- * характерной особенностью геодезических приборов является наличие встроенных элементов (уровни, шкалы, индикаторы, микрометры, компенсаторы и т.п.) текущего контроля функционального состояния и правильности проведения технологических операций.

Указанные особенности геодезических приборов предопределяют широкие возможности их метрологического обслуживания, которое ведется через систему испытаний, аттестаций, поверок, исследований. Главным этапом в этой системе является поверка.

Под поверкой геодезических приборов понимают совокупность экспериментальных операций, связанных с выявлением и оценкой метрологической исправности прибора. В отличие от испытаний при поверке контролируется не весь комплекс нормируемых параметров и характеристик прибора, а лишь те, которые имеют отношение к оценке его метрологической исправности, только метрологические характеристики. При этом поверку можно осуществлять различными методами:

сравнением с эталоном при проведении прямых и косвенных измерений физических величин (измерение теодолитом многогранной призмы); сличением поверяемого прибора с образцовым средством с помощью компаратора (сличение образцовой рулетки и рабочей мерной ленты); прямые измерения образцовым средством величины, воспроизведенной поверяемой мерой (поверка рейки с помощью образцовой штриховой меры).

Кроме того, наряду с указанными методами поверки, существуют непосредственно связанные с эксплуатацией геодезических приборов. Их использование для оценки метрологической исправности приборов не требует каких-либо дополнительных затрат и осуществимо практически в любых условиях. Возможность проведения эксплуатационной поверки по технологическим критериям обеспечивается тем, что большинство геодезических приборов имеют элементы контроля. Технология геодезических работ организуется таким образом, что в процессе измерений предусматриваются промежуточные элементы контроля измерений, которые можно использовать для оценки метрологической исправности прибора. К таким элементам технологического контроля можно отнести: изменение нуля-пункта уровня, колебание коллимационной погрешности и места нуля в приеме, незамыкание горизонта на станции; сходимость результатов в приемах и полуприемах внутри программы наблюдений; расхождение результатов измерений в прямом и обратном ходах и т.п. Перечисленные элементы контроля дают информацию не только о точности измерений, но и позволяют косвенно судить о стабильности работы прибора. Технологические возможности геодезических измерений дают возможность сделать оценку основной погрешности средств измерений, не прибегая к образцовым средствам измерений. Это достигается с помощью самокалибровки или методом совокупных измерений.

Метод самокалибровки наиболее часто используется для угломерных и высотомерных приборов (невязки замкнутых фигур (полигонов), сумма превышений по замкнутому нивелирному ходу сравнивается с теоретической суммой, равной нулю).

Метод совокупных измерений применим к угломерным и дальномерным устройствам (когда несколько определяемых величин связаны измерениями во всевозможных комбинациях).

С точки зрения периодичности метрологического обслуживания геодезических приборов можно выделить несколько уровней поверки в эксплуатации:

- периодическая поверка проводится через определенные межповерочные интервалы, установленные с расчетом обеспечения пригодности к применению геодезических приборов на период между поверками. Периодической поверке подлежат геодезические приборы, находящиеся в эксплуатации или на хранении; результаты поверки прилагаются к материалам полевых работ и сдаются отделу технического контроля;
- внеочередная поверка проводится после длительной транспортировки в тяжелых условиях или после несвойственных эксплуатации нагрузок и повреждений прибора. Программа может приравниваться по содержанию и объему к периодической поверке;
- первичная поверка проводится при выпуске средств измерений из производства или ремонта, а также средств измерений, поступающих по импорту; проводится обычно в объеме периодической поверки.

Лекция 8

Понятие стандартизации

"Стандарт" в переводе с английского - "норма", "образец", "мерило". Как вид деятельности стандартизация возникла в глубокой древности. Одну из важнейших ее

разновидностей - унификацию (приведение к единообразию) использовали еще строители Древнего Египта, применяя для своих сооружений однотипные детали. Начало стандартизации в России положено в XVIII в. после издания Петром I указа о стандартизации в области вооружения и судостроения. Однако систематической работы по стандартизации в царской России не велось.

Официальной датой начала государственной стандартизации в СССР считается 15 сентября 1925 г., когда был создан Комитет по стандартизации при Совете труда и обороны. С 1929 по 1932 г.г. им было утверждено свыше 4000 стандартов, а стандарт был определен как технический закон.

В современном представлении стандартизация - это установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон.

Стандартизация – это деятельность по установлению норм, правил и характеристик в целях обеспечения:

- безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции;
- качества продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии;
- единства измерений;
- экономии всех видов ресурсов;
- безопасности хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособности и мобилизационной готовности страны.

Стандартизация – это процесс установления и применения правил с целью упорядочения деятельности человека в данной сфере производства.

Государственное управление стандартизацией в РФ осуществляет Комитет РФ по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарт России).

К основным задачам стандартизации относятся:

- 1) установление требований к качеству продукции;
- 2) определение единой системы показателей качества;
- 3) установление норм, требований и методов в области проектирования и производства продукции;
- 4) обеспечение единства и достоверности измерений в стране;
- 5) установление единых терминов и обозначений в важнейших областях науки, техники и других отраслях народного хозяйства и т.п.

Задачей стандартизации в инженерно-геодезических работах является обеспечение единства измерений, вычислений и построений на чертежах и в натуре. Решение этой задачи обеспечивает система стандартов, норм и правил.

Стандарт - нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и обязательный для исполнения.

Объектами стандартизации являются как материальные предметы (конкретная продукция, эталоны, образцы веществ), так и нормы, правила, требования, методы, термины, обозначения, имеющие перспективу многократного применения в науке и технике, строительстве, на транспорте, в культуре, здравоохранении, международной торговле.

Стандарт разрабатывается на основе достижений науки, техники, передового опыта и должен предусматривать решения, оптимальные для общества. Кроме того, стандарт должен быть перспективным, то есть отражать основы будущего развития соответствующей сферы производства. В связи с этим требованием стандарты в нашей стране регулярно пересматриваются, как правило, не реже, чем 1 раз в 5 лет. Новые

стандарты обобщают и закрепляют передовой опыт производства и обязывают в законодательном порядке все предприятия использовать эти достижения в своей работе. Упорядочивая общественное производство и повышая его эффективность, стандартизация является важнейшим фактором научно-технического прогресса.

Принципы и методы стандартизации

Развитие стандартизации осуществляется "от частного к общему", когда стандарты на выпускаемую продукцию разрабатываются, например, исходя из качественных характеристик имеющегося для этой продукции сырья, или "от общего к частному", когда вначале соответствующим стандартом устанавливают параметры изделия, а затем переходят к стандартизации его отдельных элементов.

Параметры - величины, характеризующие свойства изделия, например, для геодезического прибора параметрами являются его основные технические характеристики: вес, размеры, увеличение, точность, долговечность и т.п.

Стандартизация производства осуществляется с соблюдением нескольких обязательных принципов.

Главным принципом проведения стандартизации является ее **комплексность** (целостность), претворяемая на практике посредством:

- совместной стандартизации для определенной продукции используемого сырья, самой продукции, ее отдельных компонентов;
- стандартизации продукции каждой отрасли народного хозяйства на всех уровнях руководства этой отраслью;
- совместной стандартизации различных видов продукции, выпускаемой, даже не в одной отрасли, а в нескольких взаимосвязанных отраслях (межотраслевая стандартизация).

Другими важнейшими принципами стандартизации являются:

классифицирование различных видов продукции, на основе которого стандартами регламентируют названия и параметры изделий, их условные обозначения;

введение стандартов на материалы, применяемые в каждой отдельной отрасли народного хозяйства с целью их экономного использования, сокращения номенклатуры, упрощения материально-технического снабжения;

технологичность стандартизации, предполагающая разработку в стандартах только оптимальных способов производства - самых прогрессивных и продуктивных.

Практическими методами стандартизации являются унификация, агрегатирование, типизация и симплификация.

Метод унификации состоит в рациональном сокращении типов, видов и размеров объектов стандартизации одного и того же функционального назначения.

Так в геодезическом приборостроении унификации подлежат типоразмеры и параметры геодезических приборов, их составных частей: деталей и сборочных единиц. В результате сокращаются сроки проектирования и изготовления, повышается точность, взаимозаменяемость, надежность и долговечность.

Метод агрегатирования (присоединения) заключается в том, что выпускаемые изделия (приборы, оборудование, строительные конструкции) создают с применением унифицированных агрегатов (укрупненный узел изделия, выполняющий определенную функцию и обладающий полной взаимозаменяемостью (геометрической и функциональной)), которые устанавливают в эти изделия в различных комбинациях.

Важнейшее достоинство агрегатирования как метода стандартизации состоит в возможности использования стандартных агрегатов, каждый из которых представляет собой законченное изделие, и в новых компоновочных решениях реконструируемых объектов производства.

В процессе стандартизации геодезического производства применяются *базовые конструкции* (разновидность метода) для групп приборов, конструктивно близких. При

этом для намеченной группы приборов разного функционального назначения, но близких по конструкции, создается одна стандартная базовая конструкция. После чего любой прибор группы можно изготовить, присоединив к стандартной базовой конструкции специальные элементы, которые и определяют функциональное назначение каждого прибора в намеченной группе. Например, на конструктивной базе теодолита 2Т2 с обычной зрительной трубой выпускается теодолит 2Т2А с трубой автоколлимационной. На базе другого отечественного теодолита 2Т5, снятого с производства в 1981 г., изготавливается теодолит 2Т5К с компенсатором углов наклона взамен уровня при вертикальном круге. Таким образом, сохранение стандартной базовой конструкции позволяет расширять номенклатуру выпускаемых изделий или производить их реконструкцию с минимальными затратами на проектирование и последующее производство.

Метод типизации применяется при стандартизации конструкций, а также технологических и организационных процессов. Типизация заключается в сведении разнообразных исходных конструкций (процессов) к небольшому числу их типовых образцов. Реализуется это путем установления в группе сходных конструкций (процессов) типового представителя (образца), который должен обладать максимумом признаков, присущих рассматриваемой группе. Технические характеристики выделенного таким способом образца закрепляются в дальнейшем в соответствующих стандартах. Наибольшее распространение метод типизации получил в строительстве, где широко применяются типовые проекты фундаментов, промышленных и гражданских зданий, сооружений, типовые строительные конструкции, оборудование, технологические и организационные процессы.

Метод симплификации (упрощения) состоит в сокращении разновидностей изделий определенной номенклатуры до такого числа, которое будет достаточным при удовлетворении существующих в данное время потребностей в этих изделиях. В процессе стандартизации указанным методом сокращают наименее употребительные типы, виды и марки изделий и материалов. При этом никаких конструктивных или технологических изменений для оставшихся в скорректированной номенклатуре изделий не вносится. Симплификация дает большую экономию, исключая из производства ненужные разновидности изделий и материалов, что в свою очередь приводит к уменьшению количества запасных частей, технической документации и отчетности.

Практическим способом внедрения методов стандартизации в промышленное производство является *специализация* его отдельных предприятий и целых отраслей, то есть сосредоточение производства однородной продукции на минимальном числе предприятий или участков. Набор продукции специализированного предприятия весьма ограничен: он составляет иногда 1-2 изделия. Так с конвейера автозавода сходят, как правило, автомобили одной-двух марок. Есть специализированные предприятия (например, подшипниковые заводы), выпускающие не сами изделия, а только их отдельные составные части. Внедрение специализации повышает уровень механизации производства, значительно снижает себестоимость изделий.

Некоторые специализированные предприятия по мере надобности кооперируются между собой. *Кооперирование* - это установление длительных и устойчивых связей между хозяйственно самостоятельными предприятиями, занятыми совместным изготовлением определенной продукции. Кооперирование дает возможность расширять и углублять специализацию, сокращать простои оборудования, обеспечить ритмичность производства.

Стандартизация закладывает также нормативную базу принципа взаимозаменяемости, широко используемого при проектировании, производстве и эксплуатации различных изделий.

Взаимозаменяемость - это свойство деталей (узлов, агрегатов), изготовленных на разных предприятиях, занимать предназначенное им в готовом изделии (приборе, машине) место без специальной подгонки и дополнительной механической обработки.

Производство взаимозаменяемых деталей осуществляется на основе обязательного соблюдения для них монтажных и функциональных требований. Монтажные требования должны обеспечивать геометрическую взаимозаменяемость - это требования к размерам и форме деталей, которые необходимо выдерживать при их изготовлении с заданной точностью. Функциональные требования определяют эксплуатационные показатели изделий и распространяются на их технические, физические, химические и другие параметры. Различают взаимозаменяемость двух видов: полную и неполную (ограниченную). Полная взаимозаменяемость - это возможная взаимозаменяемость всех без исключения деталей, узлов и агрегатов изделия без дополнительных подгоночных операций.

Принцип неполной взаимозаменяемости используется при изготовлении высокоточных изделий, в частности, геодезических приборов. В данном случае взаимозаменяемыми будет только часть сборочных единиц изделия, а сам процесс его сборки сопровождается доводочными операциями (подбором деталей, установкой компенсаторов, изменением пространственного положения отдельных деталей посредством юстирования).

Стандарты в зависимости от сферы их действия подразделяются на следующие **категории**:

- государственный общероссийский стандарт (ГОСТ);
- стандарт субъекта Федерации (ССФ);
- отраслевой стандарт (ОСТ);
- стандарт предприятий (СТП).

В странах СНГ, в том числе и в нашей стране, действуют также стандарты СЭВ (не отмененные) и ISO (введенные).

Государственные стандарты обязательны к применению всеми предприятиями, организациями и учреждениями государственного и местного подчинения во всех отраслях народного хозяйства; их утверждает Госстандарт за исключением тех, которые утверждаются Госстроем РФ.

Отраслевые стандарты обязательны для всех предприятий и организаций данной отрасли, а также для предприятий и организаций других отраслей, использующих продукцию этой отрасли; их утверждает министерство (ведомство), являющееся ведущим в производстве данного вида продукции.

Стандарты предприятий (объединений) обязательны только для предприятия (объединения), утвердившего данный стандарт; утверждаются эти стандарты директором предприятия (объединения).

Стандарты каждой из указанных категорий имеют свои объекты стандартизации. Государственные стандарты вводятся на нормы, правила и требования межотраслевого применения. Они обеспечивают единство и взаимосвязь различных областей науки, техники, производства и культуры. Отраслевые стандарты устанавливают правила и нормы для производственной деятельности предприятий одной конкретной отрасли. Стандарты предприятий регламентируют нормы, правила и требования к технологическим и организационным процессам только данного предприятия.

Понятие «**вид стандарта**» определяет содержание стандарта в зависимости от его назначения. Стандарты всех категорий на продукцию подразделяются на 12 видов:

- 1). стандарты технических условий (общих технических условий);
- 2). стандарты общих технических требований (технических требований);
- 3). стандарты параметров и (или) размеров;
- 4). стандарты типов, основных параметров и (или) размеров;
- 5). стандарты конструкций и размеров;
- 6). стандарты марок;
- 7). стандарты сортамента;

- 8). стандарты правил приемки;
- 9). стандарты методов контроля (испытаний, анализа, измерений);
- 10). стандарты правил маркировки, упаковки, транспортирования и хранения;
- 11). стандарты правил эксплуатации и ремонта;
- 12). стандарты типовых технологических процессов.

Для общетехнических и организационно-методических стандартов видовая классификация не предусматривается, их содержание определяется характером объекта стандартизации и целевой установкой стандарта.