

## **Основные аспекты деятельности метрологической службы, как элемента системы менеджмента качества современного машиностроительного производства оборонно-промышленного комплекса. Процесс идентификации и верификации устройств для мониторинга и измерений**



**Турапин М.В.** – главный метролог «КБхиммаш им. А.М. Исаева» – филиала ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», к.т.н.

В последнее десятилетие требования к организации работ по производству продукции предприятиями оборонно-промышленного комплекса России существенно возросли. Ужесточается контроль со стороны различных надзорных органов. Ужесточает свои требования к продукции и заказчик, контролируя не только ее качество, но и устанавливая требования к различным стадиям ее (продукции) жизненного цикла.

Одним из самых распространенных средств повышения качества выпускаемой продукции является внедрение системы менеджмента качества (далее – СМК) на предприятии. В свою очередь, деятельность метрологической службы (далее – МС) в рамках СМК жестко регламентирована и имеет свои аспекты, которым и посвящена настоящая статья.

В СМК предприятия на МС возложена ответственность за «управление устройствами для мониторинга и измерений» [1]. Чтобы деятельность МС предприятия полностью удовлетворяла требованиям стандартов серии ИСО 9000 (и их аналогам системы разработки и постановки продукции на производство военной техники) к процедурам управления контрольным, измерительным и испытательным оборудованием, необходимо представить ее деятельность как элемент СМК предприятия, разработать, внедрить и поддерживать в рабочем состоянии документально регламентированные основные процедуры выполнения отдельных видов деятельности по метрологическому

обеспечению измерений.

Основополагающим документом в рамках СМК для МС является руководство по качеству МС. Основной его задачей является организация системы менеджмента качества МС предприятия, которая заключается в установлении целей деятельности элементов системы менеджмента качества МС, ответственных лиц за элементы системы менеджмента качества МС, описывается порядок управления элементами системы менеджмента качества МС.

Руководство по качеству МС должно содержать:

- ссылки на документированные процедуры системы качества МС;
- организационную структуру МС;
- матрицу распределения ответственности за процессы МС;
- структуру документации системы качества МС предприятия.

Таким образом, система менеджмента качества МС должна быть документально оформлена в виде Руководства по качеству и ряда других необходимых документов.

К основным процессам МС, в соответствии с современными стандартами в области метрологического обеспечения, можно отнести следующие:

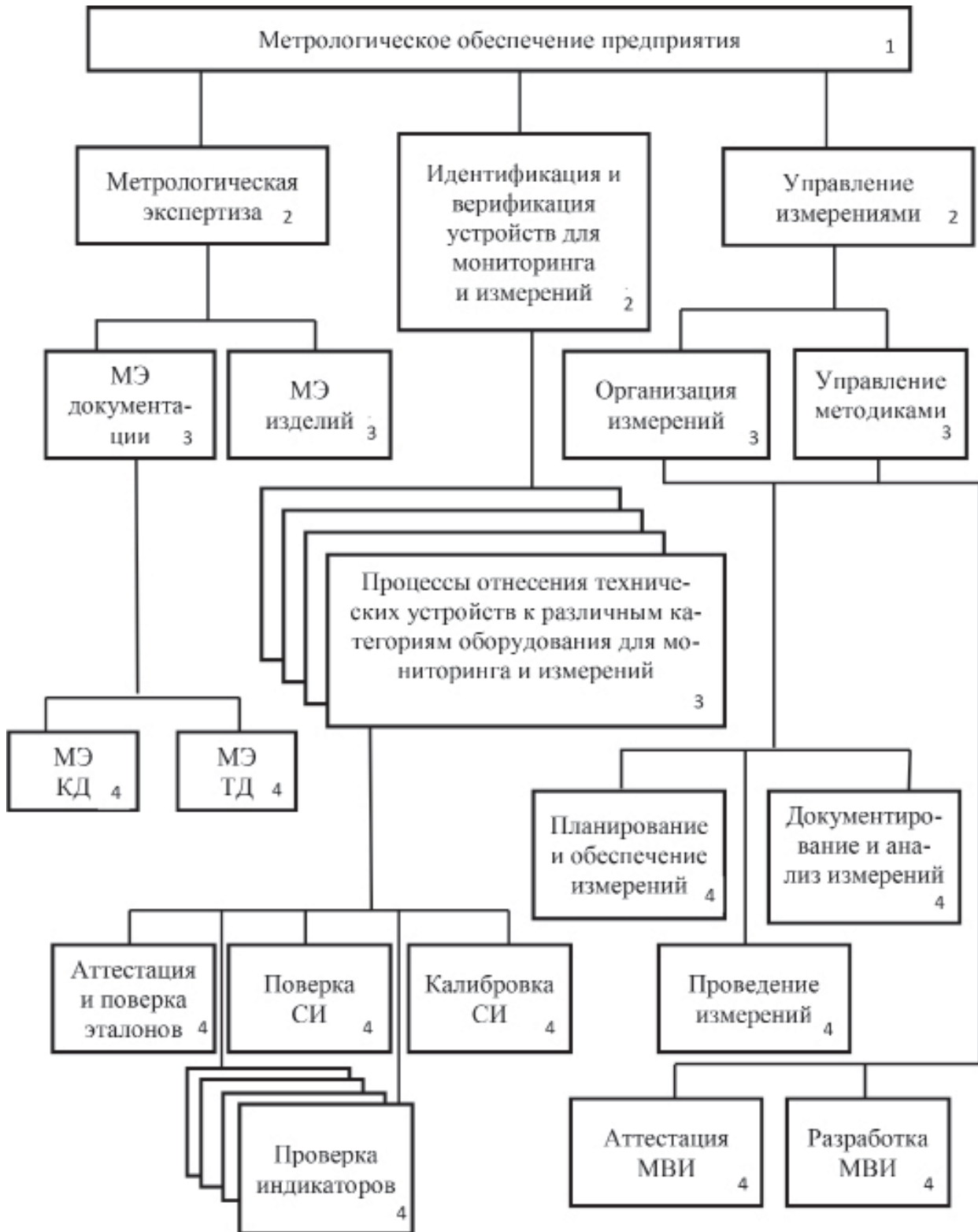
- идентификацию и верификацию эталонов, средств измерения, испытательного и контрольного оборудования, стандартных образцов, индикаторов;
- управление измерениями;
- метрологическую экспертизу документации;
- аттестацию методик выполнения измерений;
- метрологический надзор в структурных подразделениях предприятия;
- входной контроль средств измерения;
- утверждение типов вновь разрабатываемых СИ;
- процесс обучения персонала МС.

Процесс метрологического обеспечения производства может быть представлен в виде иерархической структуры процессов разного уровня, данная структура представлена на рисунке 1. Представленная структура является типовой и может варьироваться в зависимости от функциональных особенностей МС конкретного производства.

Далее остановимся на рассмотрении процесса идентификации и верификации устройств для мониторинга и измерений с учетом требований современных нормативно-правовых актов в области метрологического обеспечения производства [2,3].

Идентификация и верификация эталонов, средств измерения, испытательного и контрольного оборудования, стандартных образцов, индикаторов – ос-

новную задачу данного процесса можно определить как обеспечение на всех стадиях изготовления изделия исполнителями, идентифицированными и пригодными к применению устройствами для мониторинга и измерений.



Разногласия в терминологии современных стандартов, так или иначе касающихся области метрологического обеспечения производства, обуславливают необходимость разработки документированной процедуры отнесения устройств с измерительной функцией к различным категориям устройств для мониторинга и измерений. Данная процедура должна содержать однозначные определения всех категорий оборудования для мониторинга и измерений, применяемых на предприятии.

Основой идентификации устройств для мониторинга и измерений являются перечни конкретных видов оборудования. Данные перечни должны проходить ежегодную актуализацию и согласование с военным представительством, если такое имеется на предприятии. В перечнях указываются основные сведения о единицах оборудования. Пример перечня контрольного оборудования представлен в таблице 1.

Необходимо отметить, что в соответствии с современными стандартами в области метрологического обеспечения МС несет ответственность за формирование общих перечней оборудования для мониторинга и измерений на предприятии, основываясь на данных, получаемых от подразделений – держателей оборудования. Важным нюансом при составлении перечня средств измерения является необходимость разделения его (перечня) на две части – перечня средств измерения, подлежащих поверке и перечня средств измерения подлежащих калибровке. Данная особенность продиктована необходимостью разделения средств измерения на применяемые в сфере государственного регулирования единства измерений и вне ее [4].

Идентификация оборудования для мониторинга и измерений на рабочих местах может осуществляться с помощью этикеток. Этикетка должна содержать определенный набор информации:

- тип оборудования;
- идентификационный номер оборудования (заводской номер);
- срок пригодности оборудования;
- подпись лица, ответственного за верификацию оборудования;
- оттиск поверительного/калибровочного клейма (для средств измерения).

**Таблица 1. Пример перечня контрольного оборудования**

№ п/п	Наименование и тип	Индивидуальный номер	Основные технические характеристики	Владелец	ТУ, чертеж, РЭ	Периодичность проверки, мес.	Примечания
1	Участок проверки изделий на герметичность – бронекабина	27485	Р до 40 атм.	216 отд.	С2.С7. 468.0000-0	36	
2	Установка вакуумная: (бокс № 5, 24м <sup>2</sup> )	27207	V = 24м <sup>3</sup> Р до 2×10 <sup>-4</sup> мм рт.ст.	214 отд.	С2.ПИ-2056	48	
3	Установка вакуумная: ВА.7871-2381Б (бокс № 5, 3м <sup>3</sup> )	27208	V = 3м <sup>3</sup> Р до 1×10 <sup>-4</sup> мм рт.ст.	214 отд.	ВА.7871-2381Б	48	
4	Установка вакуумная: С2.ПИ-1888 № 1 (бокс № 4)	27209	V = 0,1м <sup>3</sup> Р до 3×10 <sup>-4</sup> мм рт.ст.	214 отд.	С2.ПИ-1888 № 1	48	
5	Установка вакуумная: С2.ПИ-1888 № 2 (бокс № 14)	27212	V = 0,1м <sup>3</sup> Р до 3×10 <sup>-4</sup> мм рт.ст.	214 отд.	С2.ПИ-1888 № 2	48	
6	Установка вакуумная: (бокс № 14)	27213	V = 0,1м <sup>3</sup> Р до 3×10 <sup>-4</sup> мм рт.ст.	214 отд.	С2.ПИ-1888 № 3	48	

Перспективным представляется использование в качестве этикеток штрих-кодов или QR-кодов, содержащих уникальный идентификатор единицы оборудования в базе данных, в которой хранится вся перечисленная информация. Применение баз данных для хранения информации об устройствах для мониторинга и измерений позволит существенно повысить эффективность прослеживаемости, учета и анализа метрологических отказов, за счет возможности применения статистических методов обработки информации, хранимой базой данных. Пример идентификационной этикетки приведен на рисунке 2.

**Рисунок 2.** Пример идентификационной этикетки средства измерения

Средство измерения		
_____		
Зав. номер _____	поверено	
Дата очередной поверки _____		
Подпись поверителя _____	<table border="1"><tr><td style="text-align: center;"><b>Отгиск клейма</b></td></tr></table>	<b>Отгиск клейма</b>
<b>Отгиск клейма</b>		

Под верификацией следует понимать следующие процедуры:

- поверка эталонов;
- поверка средств измерения;
- калибровка средств измерения;
- аттестация испытательного оборудования;
- проверка контрольного оборудования;
- проверка стандартных образцов;
- проверка индикаторов.

Каждая из перечисленных процедур должна быть документирована. Вид подтверждения реализации процесса верификации зависит от конкретного типа устройства для мониторинга и измерений и представлен в таблице 2.

Одним из наиболее проблемных элементов реализации процесса идентификации и верификации устройств для мониторинга и измерений является их идентификация на рабочем месте. Как было сказано ранее, для идентификации на рабочем месте используется этикетка. К основным факторам, определяющим проблемность данного элемента процесса идентификации и верификации устройств для мониторинга и измерений можно отнести:

- человеческий фактор при оформлении этикетки поверителем;
- низкий уровень культуры производства в эксплуатирующих устройства для мониторинга и измерений подразделениях;
- отсутствие систематизированной процедуры планирования верификации устройств для мониторинга и измерений;
- трудности технического характера связанные с нанесением и сохранностью нанесенных этикеток.

**Таблица 2.** Виды подтверждения реализации процесса верификации

<b>Вид оборудования</b>	<b>Документальное подтверждение</b>	<b>Подтверждение в эксплуатационной документации</b>	<b>Подтверждение на рабочем месте</b>
Эталон	Аттестат и свидетельство о поверке	Отметка в паспорте с поверительным клеймом	Этикетка
Средство измерения	Свидетельство о поверке/ протокол калибровки	Отметка в паспорте с поверительным/ калибровочным клеймом	Этикетка
Испытательное оборудование	Аттестат и протокол аттестации	Отметка в паспорте	Этикетка
Контрольное оборудование	Протокол проверки	Отметка в паспорте	Этикетка
Стандартный образец	Протокол проверки	Отметка в паспорте	Этикетка
Индикатор	Протокол проверки	Отметка в паспорте	Этикетка, пометка на шкале «И»

Рассмотрим отдельно каждый из обозначенных выше факторов. Основными причинами возникновения последствий влияния человеческого фактора при оформлении этикетки могут являться усталость исполнителя, трудность заполнения этикетки в совокупности с невысокими профессиональными навыками исполнителя, случайная ошибка в заполнении этикетки.

Для минимизации влияния человеческого фактора при оформлении этикетки целесообразно применение автоматизированной системы, позволяю-

щей при минимальном участии поверителя генерировать этикетку. Контроль правильности заполнения поверителями этикеток можно осуществлять во время проведения метрологического надзора, как в самой МС, так и в структурных подразделениях предприятия.

Низкий уровень культуры производства в эксплуатируемых устройствах для мониторинга и измерений подразделениях является системной проблемой, усилиями и мероприятиями одной МС которую не решить. К основным последствиям рассматриваемого фактора можно отнести следующие:

- наличие на рабочих местах не идентифицированного оборудования для мониторинга и измерений;
- наличие на рабочих местах оборудования для мониторинга и измерений с истекшими сроками поверки/калибровки/проверки/аттестации;
- наличие на рабочих местах оборудования для мониторинга и измерений, имеющего технические неисправности;
- применение оборудования для мониторинга и измерений не отвечающего требованиям к точности выполняемых операций.

Однако систематизированная процедура метрологического надзора в совокупности с внеплановыми проверками соблюдения правил и норм эксплуатации, хранения и списания устройств для мониторинга и измерений позволяют существенно сократить случаи проявления последствий низкого уровня культуры производства в эксплуатируемых устройствах для мониторинга и измерений подразделениях.

Отсутствие систематизированной процедуры планирования верификации устройств для мониторинга и измерений не позволяет своевременно отслеживать и направлять в поверку/калибровку/проверку, направлять на аттестацию оборудование с измерительными функциями. Реализация негативных последствий данного фактора приводит к применению устройств для мониторинга и измерений с истекшими сроками поверки/калибровки/проверки/аттестации, а, следовательно, с неподтвержденными метрологическими характеристиками.

Основой планирования процесса верификации устройств для мониторинга и измерений являются календарные графики поверки/калибровки/проверки/аттестации. Данные графики составляются МС предприятия и передаются в структурные подразделения, эксплуатирующие устройства для мониторинга и измерений с целью корректировки и дополнения, ввиду возможности наличия/отсутствия в подразделениях оборудования, указанного в графиках, по причине закупки/списания несогласованного с МС. В течение года с определенной периодичностью (ежемесячно, ежеквартально и т.д.) МС рассылает



ет выдержки из годовых графиков в превентивном порядке в подразделения предприятия с целью их выполнения. Форма графика верификации (поверки) средств измерений представлена в таблице 3.

Последствиями нарушения процедуры планирования верификации устройств для мониторинга и измерений могут являться следующие:

- наличие на рабочих местах оборудования для мониторинга и измерений с истекшими сроками поверки/калибровки/проверки/аттестации;
- несистематическое представление на поверку/калибровку/проверку оборудования, ведущие к накоплению данного оборудования в очереди на процедуру верификации в МС, а, следовательно, невозможность своевременного обеспечения производства поверенным/калиброванным/проверенным оборудованием, что теоретически может привести к задержкам в выполнении технологических процессов и простоям производства;
- трудности при финансовом планировании ввиду невозможности точного бюджетирования процесса верификации оборудования в сторонних организациях.

**Таблица 3.** Пример периодического графика поверки средств измерений

<b>График поверки средств измерения цеха 108 в мае 2016 г.</b>				
<b>№ п\п</b>	<b>Наименование СИ</b>	<b>Заводской номер</b>	<b>Дата истечения срока поверки</b>	<b>Предполагаемый срок поверки</b>
1	Манометр класса 0,6	16734Ц108	05.05.2016 г.	2 дня
2	Манометр класса 0,6	16894Ц108	06.05.2016 г.	2 дня
3	Турбинный расходомер ТПР 1-1-1	76765Ц108	10.05.2016 г.	5 дней
4	Турбинный расходомер ДР- 28С	76768Ц108	10.05.2016 г.	5 дней
5	Измеритель момента КВТ 6\8	89765Ц108	14.05.2016 г.	1 день
6	Датчик давления СДВ ЕХ	70013Ц108	24.05.2016 г.	3 дня
7	Датчик давления СДВ ЕХ	70012Ц108	24.05.2016 г.	3 дня

Выполнение календарных графиков поверки/калибровки/проверки/аттестации устройств для мониторинга и измерений может являться критерием управляемости процесса метрологического обеспечения предприятия.

Трудности технического характера связанные с нанесением и сохранностью нанесенных этикеток в основном относятся к проверяемым средствами допускового контроля (далее – СДК). Основная область применения СДК – операции контроля размеров изготавливаемого изделия. Периодически СДК подвергаются промывке, что не позволяет применять для их идентификации клеевые этикетки бумажного типа. Одним из выходов является применение электрогравера, позволяющего наносить информацию на нерабочие поверхности СДК. Однако не всегда площадь нерабочей поверхности СДК позволяет нанести всю необходимую информацию. Перспективным решением проблемы видится применение штрих-кодов или QR-кодов, нанесенных с помощью лазерного гравера и содержащих всю необходимую информацию о СДК (заводской номер, срок очередной проверки, цех держатель СДК).

Процесс метрологического обеспечения предприятия содержит в себе определенное количество разноуровневых подпроцессов, каждым из которых необходимо грамотно управлять. В дальнейшем мы рассмотрим все основные подпроцессы процесса метрологического обеспечения производства, основываясь на опыте российских машино-строительных предприятий оборонно-промышленного комплекса и практику применения современных стандартов в области метрологического обеспечения в рамках действующих систем менеджмента качества.

#### **Используемая литература**

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2015 г., –23 с.
2. ГОСТ Р 8.820-2013 ГСОЕИ. Метрологическое обеспечение. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2014 г., –8с.
3. ГОСТ Р ИСО 10012-2008 Менеджмент организации. Система менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию. М.: Стандартинформ, 2009 г., –20с.
4. Федеральный закон Российской Федерации от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», электронный ресурс Консультант-Плюс, код доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=182748&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.5366442472980656>
5. ГОСТ Р 8.568-97 ГСОЕИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2008 г., –7с.
6. ГОСТ Р 8.563-2008 ГСОЕИ. Методики (методы) измерений. М.: Стандартинформ, 2011 г., –15 с.