

УДК 621.791

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Разумный А.И.<sup>1</sup>, Серенков П.С.<sup>1</sup>, Гуревич В.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт метрологии»  
Минск, Республика Беларусь

При всем многообразии проводимых исследований в области метрологии, большинство из них касается отдельных составляющих процесса измерений, будь то разработка принципиально новых или усовершенствование существующих средств измерений, способов калибровки и воспроизведения единиц величин, методов измерений или их реализации с помощью технических средств, методов сбора и обработки данных измерений и т. д. Однако данные исследования не рассматривают процессы измерений как систему, которая включает законченный комплекс элементов – от метрологического контроля основного измерительного оборудования до статистических методов контроля качества, анализа источников изменчивости процессов измерений и вариантов их улучшения. Все эти факторы влияют на результаты измерений, их стабильность во времени и достоверность.

Следовательно, актуальным вопросом становится изучение и формирование методологической основы создания и внедрения системы менеджмента измерений (далее – СМИ) как части общей системы менеджмента качества (далее – СМК) промышленных предприятий.

Для этого нами разработан проект научно-методических рекомендаций для инженеров-метрологов, участвующих в создании и внедрении СМИ в рамках СМК, а также студентов и магистрантов высших учебных заведений, изучающих вопросы метрологического обеспечения производства.

Для разработки СМИ необходимо определить, что она из себя представляет и где находятся ее точки соприкосновения с СМК. На рис.1 приведены модели СМК согласно СТБ ISO 9001 и СМИ согласно СТБ ИСО 10012 [1], [2].

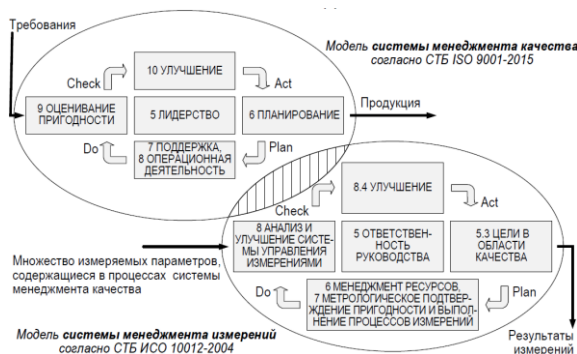


Рисунок 1 – Модели СМИ и СМК

Можно заметить, что модели имеют схожую структуру. Связь их заключается в следующем. СТБ ISO 9001 требует разбивать процессы на этапы с контрольными точками и назначать параметры качества на этапах – к процессам и продуктам процессов, которые должны измеряться и использоваться для управления качеством. Параметры могут быть различной природы. Параметры в контрольных точках, которые измеряются инструментальными методами составляют исходные данные для СМИ. Поскольку СМИ имеет аналогичную структуру, то подходы к разработке СМК могут быть в равной степени применены и к СМИ.

Для того, чтобы правильно внедрить СМИ в СМК нами был предложен общий алгоритм построения модели сети процессов СМИ, который представлен на рис. 2. Алгоритм состоит из четырех этапов, последовательность которых является типовой для создания и внедрения СМИ в любой организации.

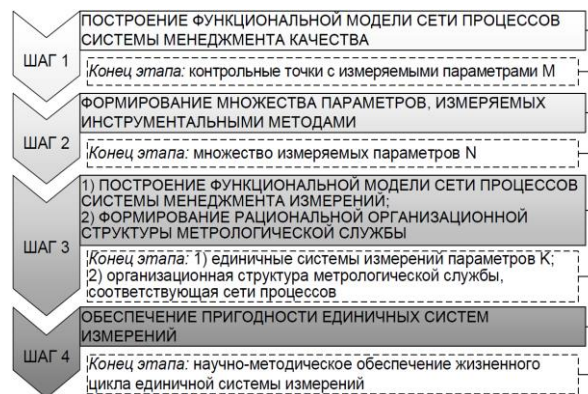


Рисунок 2 – Общий алгоритм построения модели сети процессов СМИ

Первым этапом является построение модели сети процессов СМК, поскольку она первична по отношению к СМИ. Построение данной модели в нашем случае преследует, главным образом, две цели. Во-первых, показать точки пересечения двух систем. Во-вторых, наглядно показать механизм формирования исходных данных для СМИ, т. е. измеряемые инструментальными методами показатели в контрольных точках.

На втором этапе задачей является извлечение и сбор всего множества измеряемых параметров в контрольных точках по всем процессам СМК. В каждой контрольной точке может быть больше

одного измеряемого параметра. Этап является очень важным, поскольку недоучет всех параметров означает, что процессы их измерений не будут поставлены в управляемые условия, т.е. не будут обеспечиваться СМИ.

Сформированное на данном этапе множество параметров позволит разработать сбалансированную и адекватную систему менеджмента измерений.

На третьем этапе происходит формирование непосредственно СМИ организации и параллельно формируется рациональная организационная структура метрологической службы.

В качестве единичного объекта управления в рамках СМИ нами предлагается использовать систему измерений (далее – СИ), имеющую типичный жизненный цикл (далее – ЖЦ) (рис. 3).

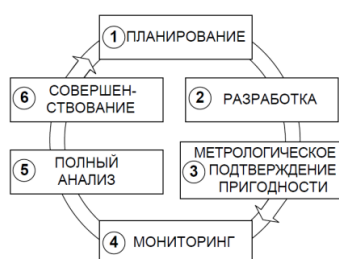


Рисунок 3 – Структура ЖЦ СИ

После этого заканчивается третий этап и начинается четвертый этап – научно-методическое обеспечение единичной СИ.

Концепцию ЖЦ СИ впервые предложили американские производители автомобильной техники, разработавшие руководство MSA – «Анализ измерительных систем», четвертая редакция которого была положена в основу вышедшего в 2016 году СТБ 2450 [3, 4].

Следует отметить, что СИ могут применяться для трех основных случаев: собственно измерения, как правило, сложные (косвенные), испытания и контроль.

Кратко рассмотрим сущность этапов ЖЦ СИ.

На этапе планирования системы измерений на основании исходных данных происходит формирование одной или нескольких альтернативных концепций будущей СИ.

Нами была сформирована система ограниченный концепции СИ, которая представляет собой совокупность ключевых параметров и требований, которые необходимо учесть на этапе планирования СИ. Данные ограничения были условно разделены на метрологические, экономические, а также технические и эксплуатационные.

Этап разработки СИ является ключевым этапом ЖЦ. На входе этапа разработки мы имеем концепцию СИ (или несколько конкурирующих концепций, из которых в дальнейшем выбираем наилучшую или наиболее подходящую), а на выходе получаем техническое описание конкретной

СИ с заявляемыми точностными характеристиками, а также ее материальное воплощение.

Данный этап ЖЦ СИ реализуется в 2 стадии: проектирование, расчеты и обоснование; и материализация решения. В ходе первой стадии этапа разработки важным моментом является приблизительное оценивание точности СИ, для обеспечения уверенности в том, что СИ успешно пройдет метрологическое подтверждение пригодности (далее – МПП).

После разработки СИ следует этап ее МПП, в ходе которого происходит проверка СИ с целью определения ее соответствия требованиям, а также подтверждаются заявляемые характеристики точности.

Поскольку СИ представляет собой совокупность всех элементов, вовлеченных в измерительный процесс, то ее МПП также стоит рассматривать комплексно. Наиболее важными составляющими СИ, метрологическая пригодность которых должна быть подтверждена, являются средство измерений, методика выполнения измерений, эталон и персонал.

В случае, если СИ используется в лаборатории или на предприятии автомобилестроения, организующем свое производство в соответствии с СТБ 16949, в рамках МПП рекомендуется оценивать приемлемость СИ в соответствии с [3], [4].

Для поддержания СИ в рабочем состоянии в ходе ее рутинной эксплуатации необходимо осуществлять мониторинг ее характеристик. Мониторинг СИ позволяет получить информацию о ее текущем состоянии, в том числе информацию о потере СИ заданных характеристик.

В случае получения по результатам мониторинга данных, сигнализирующих об ухудшении характеристик СИ и нарушении ее нормального функционирования, следует провести полный анализ для выявления причин, из-за которых СИ по той или иной характеристике перестала соответствовать требованиям. В качестве инструмента полного анализа нами предлагается использовать дисперсионный анализ.

Рассматривая СИ, как единичный объект управления СМИ, становится очевидным важность ее совершенствования в ходе ЖЦ.

Причинами, вызывающими необходимость совершенствования СИ, могут выступать:

1) Результаты мониторинга и полного анализа СИ, свидетельствующие о критических изменениях и ухудшении ее характеристик;

2) Изменившиеся требования к СИ (например, ужесточение требований заказчика или изменения требований ТНПА).

#### Литература

1. СТБ ISO 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования»
2. СТБ ИСО 10012-2004 «Системы управления

измерениями. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию»

3.Measurement Systems Analysis. Reference Manual. Fourth Edition –Chrysler Group LLC, Ford Motor

company, General Motors Corporation, 2010. – 232 с.

4.СТБ 2450-2016 «Системы менеджмента. Менеджмент измерений. Анализ измерительных систем».

УДК 621.317.421.3

## ИЗМЕРЕНИЕ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ НА ИНДУКТОРАХ АППАРАТА ДЛЯ ФИЗИОТЕРАПИИ КОМБИНИРОВАННОГО «МИТ-11Т»

Рудик В.Ю.<sup>1</sup>, Терешенко Н.Ф.<sup>2</sup>, Рудик Т.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт прикладных проблем физики и биофизики НАН Украины  
Киев, Украина

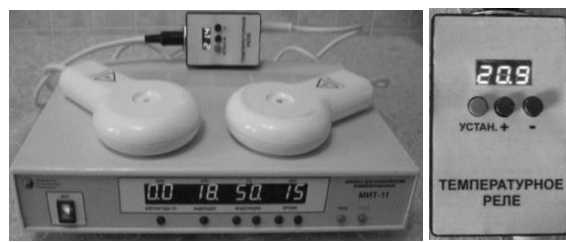
<sup>2</sup>Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»  
Киев, Украина

**Вступление.** Магнитотерапия – эффективный, перспективный метод физиотерапии с широким числом показаний для терапевтического применения и накопленным успешным опытом лечения болезней, известный еще с древности. В зависимости от локализации действия магнитного поля на биологический объект различают аппараты локальной (местная физиотерапия магнитным полем определенного участка тела), распределенной (для физиотерапии магнитным полем существенного участка тела или разных органов и участков тела одновременно, например конечностей) и общей магнитотерапии (для физиотерапии магнитным полем всего организма человека). Современный этап развития медицинской техники характеризуется внедрением в клиническую практику аппаратов физиотерапии комбинированного действия с биотехнической обратной связью. Магнитотерапевтические аппараты с обратной связью позволяют оптимизировать биотропные параметры магнитных полей в соответствии с объективными критериями состояния пациента (физиологические показатели, биологические ритмы, резонансные частоты органов и тканей пациента, электрические свойства биологической ткани). Среди отечественных промышленно-серийных аппаратов магнитотерапии отсутствуют аппараты с физиологической биотехнической обратной связью.

**Цель работы** – исследовать изменение постоянного и переменного магнитного поля на индукторах экспериментального образца аппарата для физиотерапии комбинированного «МИТ-11Т» распределенного действия.

**Материалы и результаты исследования.** Нами, совместно с научно-методическим центром «Медицинские инновационные технологии», на базе аппарата «МИТ-11» реализованы техническая и биотехническая обратная связь в аппарате для физиотерапии комбинированном «МИТ-11Т» (основные технические характеристики аппарата «МИТ-11Т»: магнитная индукция 6, 12, 15, 18 (мТл), частота 0,1 – 99 Гц) [1]. На рис. 1 представ-

лен внешний вид аппарата «МИТ-11Т» с 2 индукторами (а) и температурным реле (б). Дополнительно в звено аппарат – индуктор последовательно включены температурное реле и датчик для измерения температуры. Техническая обратная связь состоит в измерении температуры датчиком внутри индуктора с красным лазером и индикацией температуры на реле [2]. Биотехническая обратная связь состоит в контроле температуры биологической ткани. Измерение температуры проводится с точностью 0,1°С. Рабочий диапазон температуры на реле 0 – 42°С. Техническая и биотехническая обратные связи способствуют улучшению лечебного эффекта [3]. При достижении критически допустимого значения температуры, которое устанавливается на температурном реле перед началом сеанса магнитотерапии, магнитные индукторы аппарата автоматически отключаются и сеанс магнитотерапии прекращается [4].



а

б

Рисунок 1 – Экспериментальный образец аппарата «МИТ-11Т» (а) с температурным реле (б)

Для проверки работоспособности аппарата «МИТ-11Т» проведены экспериментальные исследования фактического распределения магнитной индукции на магнитолазерных индукторах аппарата «МИТ-11Т» на частотах 25,50,75,99 Гц. Измерения постоянной и переменной составляющей магнитного поля левого (красного) и правого (инфракрасного) индукторов проведены с помощью милитесламетра «Ф 4356» (рис. 2, а) и тесламетра «НТ 20» (рис. 2, б).