

## **Метрологическое обеспечение измерительных систем из состава АСУТП АЭС. Нормативная документация.**

Кириллов И.А., Технологический филиала ОАО «Концерн Энергоатом».

Метрологическое обеспечение (МО) осуществляется в соответствии с ФЗ-102 «Об обеспечении единства измерений», ГОСТ 8. 565-96 «ГСИ. Метрологическое обеспечение атомных станций. Основные положения», ГОСТ Р 8. 596-2002 «ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения», СТО 1.1.1.01.0678-2007 «Основные правила эксплуатации АС» (ОПЭ АС), требованиями НП-082-07 «Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций» и других нормативных документов ГСИ, концерна, Ростехнадзора. МО должно носить комплексный характер, охватывать все этапы жизненного цикла системы и содержать:

- метрологическую экспертизу (МЭ) технической документации на систему, в том числе:
  - технического задания на проектирование;
  - технорабочего проекта, предназначенного для комплектации, монтажа, наладки системы;
  - расчёта метрологических характеристик (МХ) измерительных каналов (ИК) системы по МХ измерительных и связующих компонентов с учетом алгоритмов обработки измерительной информации, реализуемых вычислительными компонентами;
  - проектов описания типа средств измерений (СИ), методик поверки, калибровки, технического задания на разработку методики (метода) измерений (МВИ) и проекта МВИ;
  - регламентацию номенклатуры измеряемых параметров (физических величин), диапазонов и требований к точности их измерений;
  - регламентацию МХ ИК в соответствии с ГОСТ 8.009-84, ГОСТ Р 8.596-2002, МИ 2439-97 и их подтверждение расчётным способом на этапе проектирования;
  - регламентацию номенклатуры применяемых СИ (типы, модели, модификации, пределы измерений, метрологические и др. технические характеристики);
  - регламентацию номенклатуры эталонов (средств измерений высшей точности) для поверки (калибровки) ИК и их компонентов;
  - разработку и аттестацию в установленном порядке МВИ на систему, подсистемы (при необходимости: выполнении совокупных, косвенных и других технически сложных измерений) или ссылки на документы, которыми они установлены, включая программное обеспечение для их реализации;
  - утверждение типа системы, подсистем, ИК (при необходимости), измерительных компонентов ИК;

- разработку требований к МО в программе и методике приемочных испытаний и проверку выполнения требований к МО на этапе приемочных испытаний;

- разработку программ и методик первичной и периодической калибровки (поверки), включая программное обеспечение для их реализации (при необходимости);

- определение и подтверждение МХ ИК экспериментальными, расчетными или экспериментально-расчетными процедурами на этапах ввода в эксплуатацию и эксплуатации системы: первичную калибровку ИК после монтажа и наладки системы на объекте эксплуатации (или первичную поверку при выпуске из производства) и периодическую калибровку (поверку) в процессе эксплуатации;

- метрологический надзор за состоянием и применением системы и соблюдением метрологических правил и норм в процессе эксплуатации.

ИК и СИ, входящие в состав ИК, в соответствии с ГОСТ Р 8.565-96, СТО 1.1.1.01.0678-2007, РД 95 10525-2000 должны быть распределены по видам метрологического обслуживания в процессе эксплуатации и номенклатурным перечням СИ, подлежащим калибровке через межкалибровочные интервалы (не относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений), подлежащим поверке через межповерочные интервалы (относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений), недоступным для метрологического обслуживания через межповерочный или межкалибровочный интервал, индикаторным, работоспособность которых в эксплуатации поддерживается в порядке, установленном АЭС.

На этапе проектирования системы должны быть определены:

- основные принципы и методы контроля и определения (расчета) МХ ИК;

- МХ ИК, нормируемые или определяемые расчетом;

- МХ ИК, определяемые экспериментальным или расчетно-экспериментальным способом;

- номенклатура МВИ;

- номенклатура методик калибровки (поверки) ИК;

- номенклатура СИ и ИК, подлежащих калибровке, поверке, недоступных для метрологического обслуживания через межповерочный интервал, переведенных в разряд индикаторов;

- номенклатура эталонов и поверочного (калибровочного) оборудования;

- требуемые помещения для поверки (калибровки) и ремонта СИ;

- требуемая дополнительная численность персонала отдела метрологии с учетом ввода в эксплуатацию системы.

В качестве характеристики погрешности ИК подлежит использованию граница допустимого интервала, в котором с доверительной вероятностью  $P=0,95$  должна находиться погрешность измерений.

Все СИ (в т.ч. измерительные компоненты ИК), применяемые в проекте системы, должны быть утвержденного типа, иметь действующее свидетельство о поверке при выпуске из производства (ГОСТ Р 8.565-96, СТО 1.1.1.01.0678-2007).

Алгоритмы, реализуемые вычислительным компонентом, должны быть аттестованы в установленном порядке (при необходимости) и защищены от несакционированного доступа. Необходимость аттестации ПО (алгоритмов, реализованных ПО) определяется при проведении оценки погрешности, вносимой программным обеспечением (на стадии разработки ПО, либо сертификации, валидации, верификации). При выявлении в результате оценки существенности погрешности, вносимой при обработке измерительной информации в системе, алгоритмы обработки (ПО, реализующее данные алгоритмы) должны быть аттестованы в установленном порядке.

Определенные любыми процедурами МХ ИК (в т.ч. погрешности измерений параметров с учетом погрешностей, вносимых программным обеспечением обработки измерительной информации) должны соответствовать заданным проектным требованиям к точности измерений параметров. Показатели точности измерений основных технологических параметров должны учитывать возможность работы энергоблока на повышенном уровне мощности (104 % Nном).

Требования к точности измерений параметров основных теплотехнических величин приведены в РД ЭО 0515-2004 «Нормы точности измерений основных теплотехнических величин для АЭС с ВВЭР-1000».

Межповерочные (межкалибровочные) интервалы (МПИ) ИК устанавливаются при утверждении типа или первичной калибровке ИК системы (ПР 50.2.006-94, РД ЭО 0202-00). Проектные решения по применению в составе ИК системы СИ утвержденного типа (с уже установленными МПИ), должны предусматривать возможность эксплуатации этих СИ при работе энергоблока с 18 месячной топливной кампанией.

Первичная и периодическая калибровка должна проводиться с использованием средств встроенного контроля МХ ИК системы, обеспечивающих автоматизированную и бездемонтакную калибровку (при возможности) (ГОСТ Р 8.565-96).

Эксплуатационная документация в части МО должна содержать:

- перечни измеряемых параметров, диапазонов и требований к точности их измерений;
- перечни ИК, подлежащих калибровке, поверке, недоступных для метрологического обслуживания через межповерочный интервал, переведенных в разряд индикаторов, с их МХ и структурными схемами;
- МВИ;
- методики первичной и периодической калибровки (поверки).

Первичную и периодическую калибровку (поверку) измерительных каналов системы осуществляет организация, аккредитованная на техническую компетентность в области проведения калибровочных (поверочных) работ.

Методики первичной и периодической калибровки ИК разрабатывает, согласовывает и утверждает в установленном порядке поставщик системы.

Для проведения калибровки (поверки) ИК системы на площадке АЭС должна быть предусмотрена поставка необходимых эталонов и вспомогательного оборудования.

### **Основная НД в области МО ИС, применяемая МС концерна.**

ФЗ-102 «Об обеспечении единства измерений»

ГОСТ Р 8.565-96 «ГСИ. Метрологическое обеспечение эксплуатации АС. Основные положения»;

ГОСТ Р 8.596-2002 «ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения»;

ГОСТ 8.009-84 «ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений»;

ГОСТ Р 8.563-96 «ГСИ. Методики выполнения измерений»;

СТО 1.1.1.01.0678-2007 «Основные правила обеспечения эксплуатации атомных станций»;

СТО 1.1.1.07.001.0675-2008 «Аппаратура, приборы, средства систем контроля и управления. Общие технические требования»;

НП-082-07 «Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций»;

РД 95 10525-2000 «Инструкция по составлению номенклатурных перечней средств измерений, находящихся в эксплуатации на атомных станциях и подлежащих поверке, калибровке, а также переведенных в разряд индикаторов»;

РД ЭО 0515-2004 «Нормы точности измерений основных теплотехнических величин для АЭС с ВВЭР-1000»;

РД ЭО 0202-00 «Первичная калибровка средств измерений. Организация и порядок проведения»;

ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок выполнения»;

ПР 50.2.009-94 «ГСИ. Порядок проведения испытаний с целью утверждения типа средств измерений»;

ПР 50.2.016-94 «ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ»;

РД 50-453-84 «Характеристики погрешности средств измерений в реальных условиях эксплуатации. Методы расчета»;

МИ 2439-97 «ГСИ. Метрологические характеристики измерительных систем; Номенклатура. Принципы регламентации, определения и контроля»;

МИ 2440-97 «ГСИ. Методы экспериментального определения и контроля характеристик погрешности измерительных каналов измерительных систем и измерительных комплексов»;

МИ 2441-97 «ГСИ. Испытания для целей утверждения типа измерительных систем. Общие требования»;

МИ 1202-86 «ГСИ. Приборы и преобразователи измерительные напряжения, тока, сопротивления цифровые. Общие требования к методике поверки»;

МИ 1317-2004 «ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров»;

МИ 1967-89 «ГСИ. Выбор методов и средств измерений при разработке методик выполнения измерений. Общие положения»;

МИ 1730-87 «ГСИ. Погрешности косвенных измерений характеристик процессов. Методы расчета»;

МИ 641-84 «Расчет значений критериев качества поверки средств измерений методами программного моделирования»;

МИ 187-86 «ГСИ. Средства измерений. Критерии достоверности и параметры методик поверки»;

МИ 188-86 «ГСИ. Средства измерений. Установление значений параметров методик поверки»;

МИ 2891-2004 «ГСИ. Общие требования к программному обеспечению средств измерений»;

МИ 2539-99 «ГСИ. Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих, программно-технических комплексов. Методика поверки»;

МИ 2174-91 «ГСИ. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения»;

МИ 2517-99 «ГСИ. Метрологическая аттестация программного обеспечения СИ параметров физических объектов и полей с использованием компьютерных программ генерации цифровых тестовых сигналов»;

МИ 2518-99 «ГСИ. Метрологическая аттестация алгоритмов и программ генерации цифровых тестовых сигналов»;

МИ 2955-2005 «ГСИ. Типовая методика аттестации программного обеспечения средств измерений и порядок её проведения»;

МИ 2377-98 «ГСИ. Разработка и аттестация методик выполнения измерений»;

МИ 2233-2000 «ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Основные положения»;

МИ 2232-2000 «ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации»;

МИ 2267-2000 «ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации»;

МИ 2301-2000 «ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Методы и способы повышения точности измерений».