

А.А. Симонов, В.М. Гольдрин

Харьковский филиал Государственного предприятия "Государственный научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности", Харьков, Украина

ТРЕБОВАНИЯ К ХАРАКТЕРИСТИКАМ ТОЧНОСТИ КАНАЛОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ, ВАЖНЫХ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

An analysis of new normative documents on nuclear and radiation safety of instrumentation and control (I&C) systems important to nuclear power plants safety is fulfilled and the peculiarities of the requirements to accuracy of such systems are defined. The definition of requirements to establishment and assurance of accuracy characteristics of measuring channels, alarm channels and control channels of I&C system important to nuclear power plants safety is considered. The requirements to accuracy characteristics confirmation (metrological certification and calibration) are analyzed. The peculiarities of requirements to accuracy of above mentioned channels taking into consideration their redundancy and methods of exclusion of unreliable data of the redundant measuring channels are considered.

Ключевые слова: точность, метрологические характеристики, информационные и управляющие системы, нормативный документ, атомная станция.

В настоящее время вместо нормативного документа по ядерной и радиационной безопасности для информационных и управляющих систем (ИУС), важных для безопасности атомных станций, НП 306.5.02/3.035-2000 "Вимоги з ядерної та радіаційної безпеки до інформаційних та керуючих систем, важливих для безпеки атомних станцій" введены в действие новые нормативные документы: НП 306.2.202-2015 "Вимоги з ядерної та радіаційної безпеки до інформаційних та керуючих систем, важливих для безпеки атомних станцій" [1] и СОУ НАЕК 100:2016 "Інформаційні та керуючі системи, важливі для безпеки атомних станцій. Загальні технічні вимоги" [2]. В новых нормативных документах расширены и уточнены требования к характеристикам точности каналов ИУС, важных для безопасности атомных станций.

Ниже рассмотрены требования новых нормативных документов к характеристикам точности каналов таких ИУС.

Требования к характеристикам точности измерительных каналов, каналов сигнализации и управления

В разработанных нормативных документах НП 306.2.202 [1] и СОУ НАЕК 100 [2] установлены требования к точности как часть общих требований к качеству функционирования ИУС.

Согласно НП 306.2.202 [1] должны регламентироваться требования к точности:

– каналов измерения ИУС и программно-технических комплексов (ПТК), которые отображают, регистрируют, архивируют и / или передают в принятых для них единицах численные

значения физических величин, характеризующих нейтронно-физические и теплогидравлические параметры процессов, состояние конструкций, систем и компонентов технологического оборудования;

– каналов индикации физических величин в составе ИУС (ПТК), предназначенных для наблюдения за пространственным распределением физических величин и / или их изменениями во времени (без оценки значений этих физических величин с точностью, нормированной стандартами государственной метрологической системы);

– каналов управления, которые осуществляют формирование и выдачу сигналов и команд защит, блокировок, автоматического управления технологическими системами и оборудованием, автоматического регулирования;

– каналов сигнализации (оповещения персонала о выходе контролируемых параметров за допустимые пределы).

Согласно СОУ НАЕК 100 [2] при обеспечении точности каналов измерения, управления и сигнализации следует руководствоваться следующими правилами:

– параметры технологических процессов, состояния конструкций, систем и компонентов технологического оборудования предпочтительнее контролировать методом прямого измерения, чем вычислять по измеряемым значениям других параметров (методами косвенных измерений);

– при выборе диапазона измерений должна быть учтена возможность выхода определенных контролируемых параметров за пределы диапазона

рабочих значений в аварийных ситуациях и при авариях;

- если для удовлетворительного охвата всего диапазона, в котором может изменяться контролируемый параметр, необходимо более одного датчика, следует предусмотреть надлежащее перекрытие смежных диапазонов измерений и автоматическое переключение этих датчиков, чтобы насыщение или искажения на краях диапазонов не препятствовали получению результатов с необходимой точностью;

- для всех компонентов ИУС (составных частей ПТК), входящих в состав канала измерения, управления, сигнализации, рекомендуется устанавливать взаимно согласованные характеристики точности, чтобы обеспечить их метрологическую совместимость и возможность аналитической оценки характеристик точности соответствующих каналов ИУС (ПТК);

- в случае получения недостоверных входных сигналов, нарушения работоспособности или вывода из работы одного или нескольких резервированных каналов измерения (управления, сигнализации) все остальные должны соответствовать установленным для них требованиям к точности;

- канал измерения (управления, сигнализации), в котором предусмотрено резервирование его составных частей, должен отвечать установленным требованиям к точности в случае отказа любой из резервированных частей;

- при модернизации действующих ИУС (ПТК) характеристики точности заменяющих компонентов (составных частей) должны быть не хуже, чем у тех, которые заменяются.

В соответствии с СОУ НАЕК 100 [2], для каждого канала измерения должны быть установлены метрологические характеристики:

- номинальный диапазон измерений;
- функция преобразования;
- характеристики погрешности.

Характеристики погрешности канала измерения могут нормироваться одним из двух способов:

- пределами допускаемой относительной, приведенной или абсолютной погрешности в рабочих или предельных условиях эксплуатации;

- пределами допускаемой основной (относительной, приведенной или абсолютной) погрешности в нормальных условиях испытаний и пределами допустимых изменений этой погрешности при изменении каждого внешнего фактора (ВФ), влияющего на точность, в установленном для него рабочем или предельном диапазоне.

Рабочие и предельные значения должны определяться для каждого ВФ с учетом

установленных в СОУ НАЕК 100 [2] обобщенных рабочих или предельных значений: температуры, влажности, других параметров окружающей среды; механических и сейсмических воздействий; воздействий электрических полей; воздействий электромагнитных помех; изменений параметров электропитания.

НП 306.2.202 [1] и СОУ НАЕК 100 [2] допускают в обоснованных случаях вместо метрологических характеристик каналов измерения ИУС нормировать метрологические характеристики входящих в их состав компонентов ИУС: отдельных технических средств автоматизации (ТСА) и ПТК, а также составных частей этих компонентов.

В этом случае требования к метрологическим характеристикам компонентов ИУС и составных частей следует устанавливать таким образом, чтобы была обеспечена метрологическая совместимость этих компонентов и составных частей, которая позволит расчетным путем определять метрологические характеристики каналов измерения.

Также согласно СОУ НАЕК 100 [2] должны быть регламентированы характеристики точности каналов управления и сигнализации.

К характеристикам точности каналов управления относятся:

- пределы допускаемой абсолютной погрешности выдачи и/или снятия команды или выходного сигнала;

- пределы допускаемой относительной погрешности реализации задержки выдачи и/или снятия команды, если это предусмотрено алгоритмом.

Точность каналов сигнализации характеризуется пределами допускаемой абсолютной погрешности включения и отключения средства сигнализации.

Характеристики точности каналов управления и каналов сигнализации нормируются в интервалах возможного изменения ВФ, определенных в СОУ НАЕК 100 [2] для рабочих или граничных условий эксплуатации, аналогично рассмотренным выше характеристикам каналов измерения.

Требования к подтверждению характеристик точности

Для подтверждения соответствия заданным требованиям к метрологическим характеристикам каналов измерения и/или их компонентов и составных частей с нормированными метрологическими характеристиками должны проводиться их первичные и последующие периодические калибровки по ДСТУ 3989 [3].

Первичная калибровка каналов измерения и/или отдельных составных частей ПТК с

нормированными метрологическими характеристиками должна проводиться производителем единичных ПТК:

- главного (первого) образца – в процессе его валидации;

- каждого из следующих поставляемых образцов – в процессе его приемочного контроля.

Дальнейшие периодические калибровки каналов измерения ПТК и/или отдельных составных частей ПТК с нормированными метрологическими характеристиками должны проводиться пользователем при введении ИУС в опытную эксплуатацию, в процессе технического обслуживания и после восстановления (замены неисправных компонентов ИУС или составных частей ПТК) по методике, регламентированной в соответствующей эксплуатационной документации.

Результаты калибровки должны подтверждать соответствие канала измерения и/или всех компонентов (составных частей), требованиям к метрологическим характеристикам, которые заданы в техническом задании (ТЗ) на ИУС и/или ТЗ на ПТК.

Установленные интервалы между периодическими калибровками должны быть не менее промежутка времени между смежными планово-предупредительными ремонтами энергоблока атомной станции.

До введения ИУС в эксплуатацию все ее каналы измерений должны пройти метрологическую аттестацию в соответствии с ДСТУ 3215 [4], которую осуществляют специалисты пользователя (атомной станции) и/или специализированной организации-подрядчика по согласованной ГП «НАЭК «Энергоатом» Программой и методикой метрологической аттестации.

Метрологическая аттестация каналов измерения должна быть проведена до ввода ИУС в промышленную эксплуатацию.

Для подтверждения соответствия характеристик точности каналов управления и сигнализации ИУС заданным требованиям должны быть предусмотрены проверки этих характеристик:

- при введении ИУС в опытную эксплуатацию;

- в постоянной эксплуатации (в процессе регламентного технического обслуживания);

- при планово-предупредительном ремонте энергоблока.

Порядок проведения, методы проверки характеристик точности каналов управления и каналов сигнализации и необходимые для этого средства должны быть указаны в эксплуатационной документации ИУС.

Требования к способам исключения недостоверности данных измерений

в резервированных каналах измерения и индикации

Согласно СОУ НАЭК 100 [2] каналы измерения и индикации, участвующие в реализации функций, важных для безопасности атомных станций, должны резервироваться.

Отсутствие резервирования допускается только в том случае, если будет доказано, что неисправность любого из группы независимых резервированных каналов измерения или индикации может быть обнаружена и устранена быстрее, чем допустимое время потери данных от этого канала, и при условии, что до восстановления работоспособности данные, полученные от этого канала, отображаются вместе с явным признаком их недостоверности, который однозначно понимается персоналом.

В СОУ НАЭК 100 [2] отмечено, что при резервировании каналов измерения необходимо исключить возможность ошибочной интерпретации данных, отображаемых в случае постепенного отказа (наблюдаемого ухудшения метрологических характеристик), внезапного отказа или вывода из работы одного из группы независимых резервированных каналов измерения. Для этого можно:

- одновременно отображать значения измеряемого параметра, полученные от всех каналов этой группы, для их визуального сравнения и выявления ложных значений;

- автоматически проверять достоверность данных, полученных от каждого канала этой группы, и отображать только те значения измеряемого параметра, которые признаны достоверными (или сопровождать недостоверные значения соответствующим признаком);

- автоматически диагностировать техническое состояние каждого из группы независимых резервированных каналов и не отображать значения измеряемого параметра, полученные от неработоспособных каналов этой группы;

- отображать только одно, наиболее достоверное значение измеряемого параметра, определяемого путем автоматической обработки данных, полученных от всех каналов этой группы.

Выводы

При анализе требований новых нормативных документов к точности каналов ИУС, важных для безопасности атомных станций:

- выделены типы каналов ИУС, для которых устанавливаются требования к характеристикам точности;

– рассмотрены особенности регламентирования характеристик точности измерительных каналов ИУС и их компонентов (ПТК, ТСА), а также характеристик точности каналов измерения и управления;

– рассмотрены требования к подтверждению характеристик точности каналов ИУС и их компонентов при изготовлении и эксплуатации;

– рассмотрены особенности требований к обеспечению точности и достоверности при резервировании каналов измерения и индикации.

Список литературы

- [1] НП 306.2.202:2015. Вимоги з ядерної та радіаційної безпеки до інформаційних та керуючих систем, важливих для безпеки атомних станцій. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0954-15/page>.
- [2] СОУ НАЕК 100:2016. Інформаційні та керуючі системи, важливі для безпеки атомних станцій. Загальні технічні вимоги. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.energoatom.kiev.ua/files/file/sou_naek_100_2016.pdf.
- [3] ДСТУ 3989-2000 Метрологія. Калібрування засобів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок проведення та оформлення результатів. – К. : Держстандарт України, 2000. – 28 с.
- [4] ДСТУ 3215-95 Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація і порядок проведення. – К. : Держстандарт України, 2000. – 29 с.