**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

**Дудкин Евгений Николаевич, студент 2 курса**

**Мельников Герман Александрович, студент 2 курса**

**Научный руководитель Грачева Алина Валентиновна, преподаватель высшей категории**

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» Оскольский политехнический колледж, г. Старый Оскол

Системы автоматического управления и контроля (далее САУ) являются неотъемлемой частью современных АЭС и играют ключевую роль в обеспечении их надежной и безопасной работы. Современные САУ для АЭС обычно служат для решения двух основных задач: автоматическое управление технологическими процессами (ТП) и автоматический контроль параметров и режимов работы АЭС. Автоматизация ТП позволяет существенно увеличить эффективность работы конкретного оборудования (объекта управления) и работы энергоблока в целом. Позволяет существенно снизить время, затрачиваемое на выполнение стандартных (заранее определенных) действий (операций, циклов) автоматизируемого оборудования, за счет увеличения скоростей исполнительных механизмов объектов управления, отсутствия останова между выполнением отдельных действий движущимися частями, реализации совместного движения нескольких механизмов, оптимизации траектории движения управляемого оборудования и т. п.

Наряду с автоматизацией ТП на АЭС обязательно реализуется контроль параметров системы. Прежде всего, осуществляется контроль параметров, используемых САУ при управлении ТП. К таким параметрам относятся показания датчиков положения, скорости, усилий, контроля температуры, уровня, давления, концевых выключателей и другие сигналы, передаваемые от оборудования объекта управления в САУ. Кроме этого, в САУ осуществляется контроль передачи информации внутри самой системы, контроль линий связи и других параметров.

Особенностью современных САУ для АЭС России является их разнообразие по применяемым в них техническим решениям. В первую очередь это характерно для давно действующих атомных станций, системы управления которых подвергались неоднократной модернизации за время эксплуатации. Это обусловлено следующими причинами:

* разнообразие выполняемых функций — управление ТП и оборудованием, реализация защит реакторной установки, информационная поддержка оперативного персонала и др.;
* отнесение систем к разным классам безопасности и, как следствие, наличие разных требований к реализации этих систем, изложенных в нормативных документах, как российских, так и международных (эти требования неоднократно менялись и совершенствовались за последние 20–30 лет);
* разнообразие поставщиков оборудования для АЭС и применение ими типовых решений и схем, основанных, зачастую, на компонентах собственного производства;
* непрерывное совершенствование и развитие в первую очередь «цифровой» элементной базы, которая значительно меняется каждые несколько лет.

Спецификой проектирования САУ для АЭС является то, что часть оборудования САУ эксплуатируется в центральном (реакторном) зале станции или других помещениях, где присутствует радиационная нагрузка или контакт с радиоактивными средами, где для дезактивации поверхностей оборудования применяются специальные растворы, а, следовательно, присутствуют повышенная влажность и температура. В основном в неблагоприятных условиях работают датчики, двигатели и исполнительные механизмы. При этом технические средства САУ стараются вынести в «чистые» помещения, а там, где это невозможно, применяют изделия, стойкие к вышеперечисленным внешним воздействиям, или помещают их в защитные оболочки. АЭС и оборудование САУ проектируются также с учетом требований к сейсмостойкости.

Достаточно жесткие требования предъявляются и к надежности САУ. Например, надежность системы управления перегрузочной машиной характеризуется следующими показателями:

* вероятность безотказной работы за время непрерывной работы (720 ч) — 0,997;
* средняя наработка на отказ (MTBF) — 250 000 ч;
* среднее время восстановления — 4 ч.

Назначенный срок службы системы управления машины перегрузочной составляет не менее 30 лет.

Достигаются данные показатели за счет применения комплектующих изделий с высокими показателями надежности, резервирования и обеспечения пользователя необходимым комплектом запасных частей.

**Классификация, состав, структура и функции современных САУ**

Все САУ и оборудование, используемые на АЭС, по своему назначению можно условно разделить на два вида:

* системы и оборудование, реализующие определенные транспортно-технологические операции, например машины, манипуляторы, краны, кантователи для хранения, транспортировки, преобразования и переработки ядерного топлива;
* системы, осуществляющие контроль, управление и информационную поддержку (получение, передача, обработка, хранение информации) в установках, реализующих ТП, например управления реакторной установки, химводоочистки, переработки жидких и твердых радиоактивных отходов.

При этом ТП могут содержать в себе признаки как первого, так и второго вида. Например, установка переработки жидких радиоактивных отходов содержит в себе ТП переработки отходов и транспортно-технологическую линию.

Также САУ классифицируют по характеру выполняемых ею функций, соответствующих ее основному назначению. При этом каждая из функций системы должна быть четко названа и описана и иметь ценность (например, функция диагностики позволяет пользователю своевременно выявлять отказавшие элементы САУ, что обеспечивает ведение ТП без ущерба для технологического оборудования, движущихся частей оборудования и т. п.). Таким образом, системы разделяют по их функциональному назначению, например на управляющие, информационные, системы безопасности и пр.

Многие САУ на АЭС являются системами, в которых реализация одной или двух функций является приоритетной задачей. Например, оборудование должно обеспечивать управление ТП, при этом такое управление должно быть безопасным. Таким образом, основными функциями САУ являются функции управления и безопасности (защит и блокировок). Однако это не значит, что в САУ не могут быть реализованы дополнительные функции — диагностическая, информационная, технического обслуживания, архивирования, обучения и др. В таких случаях дополнительные функции не должны влиять на основные функции САУ.

В отдельных САУ, используемых на АЭС, функция защит и блокировок может быть реализована только при помощи «жесткой» релейной логики или сочетать наличие нескольких каналов защит, реализованных на разных физических принципах (например, ПЛК в одном канале защит и релейная логика в другом).

Современные САУ, применяемые на АЭС, как правило, имеют распределенную структуру. Обычно выделяют три уровня:

* нижний — датчики, исполнительные механизмы и устройства связи с объектом;
* средний — оборудование автоматики, содержащее ПЛК и выполняющее непосредственно контроль и управление технологическим процессом;
* верхний — пульты управления, рабочие места операторов.

**Особенности современных САУ.**

Современные САУ имеют ряд особенностей, обеспечивающих повышенную безопасность и надежность функционирования АЭС.

При выходе из строя оборудования РМО современные САУ обеспечивают продолжение управления ТП. При необходимости в САУ можно добавить условия, при которых отказ РМО оператора приводит к безопасному останову ТП.

Сети передачи данных, используемые в современных САУ, имеют строго ограниченный доступ к другим сетям на АЭС. Возможность подключения съемных носителей (USB-носители) обычно ограничена в оборудовании САУ программно и физически. Оборудование САУ не имеет дисководов, если их наличие не оговорено отдельно заказчиком в техническом задании на САУ. Такие меры обеспечивают защиту систем от потенциальных вирусных угроз и несанкционированного доступа.

Пульты управления РМО, с которых осуществляется ввод управляющих заданий, не имеют стандартной компьютерной клавиатуры, а снабжены специализированными клавиатурами, оснащенными только необходимыми функциональными клавишами. Часто в составе САУ имеются пульты для ручного или местного управления оборудованием ТП. В пульты управления РМО для наблюдения за ТП интегрируется оборудование ТВ-систем разного назначения для снижения (исключения) дозовой нагрузки на персонал АЭС.

В составе САУ предусматриваются программные и технические средства для наладки и настройки систем, для автономной проверки функционирования отдельных узлов системы. В крупных САУ, разнесенных по разным помещениям АЭС, широко применяются оптические линии связи, обеспечивающие помехозащищенность и увеличение скорости обмена данными в системе.

**Производители САУ и применяемое оборудование**

На рынке существует большое разнообразие поставщиков САУ — как отечественных, так и зарубежных для российских и зарубежных АЭС (основные из них перечислены в таблице 2). При этом все поставщики САУ для АЭС имеют различные подходы к реализации своих систем. Одни стремятся к использованию только покупных комплектующих изделий, другие используют комплектующие собственной разработки и изготовления. Используются централизованные и распределенные структуры вычислений в САУ, различные промышленные сети передачи данных, двухканальные структуры построения и структуры с разделением функций (например, функция управления реализуется отдельно от функции защит и блокировок). Одни поставщики нацелены на комплексную разработку и изготовление САУ, включая все три уровня, в то время как другие специализируются на поставке только определенного уровня САУ. Связано это, в основном, с требованием унификации применяемого оборудования на АЭС.

Наиболее часто в России используются САУ на платформах фирмы Siemens, Schneider Electric и ВНИИА им. Духова в силу наличия представительств и поддержки в России фирмы Siemens и в силу возможности унифицировать применяемые программно-технические средства для множества САУ АЭС на средствах производства ВНИИА им. Духова. Унификация применяемого оборудования на АЭС очень сильно помогает при дальнейшей эксплуатации АЭС. Платформы Omron, Beckhoff и Allen-Bradley встречаются эпизодически на АЭС, на объектах хранения и утилизации ядерного топлива и в научно-исследовательских учреждениях атомной отрасли.

Список использованных источников

1. Демеченко В.А. «Автоматизация и моделирование процессов АЭС и ТЭС»: учебное пособие. – Одесса: Астропринт, 2001. – 308с.
2. «Автоматизация электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов»: учебник для студ. высш. учеб. заведений / М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – 3-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 576 с.
3. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции: Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1984. 304 с., ил.