

Чинакал В.О.

Разработка интегрированной системы усовершенствованного мониторинга и управления сложными промышленными объектами

Аннотация: Рассматриваются основные проблемы создания современной интегрированной системы усовершенствованного мониторинга и управления (ИСУМУ) сложными распределенными промышленными объектами (СРПО). Предлагается подход к созданию такой системы путем поэтапной модернизации типовых АСУТП и автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления производством (АСОДУ). Рассматривается структура и основные этапы реализации ИСУМУ с использованием традиционных и интеллектуальных технологий.

Ключевые слова: сложные технологические объекты, АСУТП, АСОДУ, усовершенствованный мониторинг, усовершенствованное управление, интеллектуальные технологии

Введение

Современные повышенные требования к выпуску конкурентоспособной продукции при ужесточении требований по производственно-технологической и другим видам безопасности промышленных предприятий стимулируют развитие технологий и совершенствование систем мониторинга и управления производством. Современные крупнотоннажные производства реализуются, как правило, в виде распределенной структуры из отдельных крупных установок или производств, соединенных транспортными потоками друг с другом. Образуются сложные распределенные промышленные объекты (СРПО), и возникают проблемы оперативного контроля и координированного управления всеми его основными и вспомогательными технологическими процессами (ТП), агрегатами (ТА) и установками [1].

Одним из перспективных направлений в обеспечении безопасности и эффективности управления СРПО в классе непрерывных технологических производств (НТП) является все более широкое использование современных цифровых технологий (СЦТ). С помощью СЦТ реализуются задачи оперативного контроля и управления ТП в типовых АСУТП и задачи оперативного планирования и координированного управления всеми АСУТП в составе типовой системы оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ) [1].

В данной работе рассматривается один из возможных подходов к разработке интегрированной системы усовершенствованного мониторинга и оперативно-диспетчерского управления (ИСУМУ) для СРПО в классе непрерывных технологических производств [1]. К таким производствам обычно относятся крупномасштабные непрерывные и непрерывно-дискретные ТП – нефтепереработка, нефтехимия, энергетика и др. На этапе проектирования имеется реальная возможность скорректировать традиционную стратегию, методы и средства, используемые обычно при разработке и при эксплуатации систем контроля и управления СРПО.

Изменение и дополнение традиционных методов и средств решения сложных задач оперативного контроля и управления СРПО позволяет практически реализовать современные повышенные требования к выпускаемой продукции и более полно учесть изменения в технологиях, условиях, характеристиках сырья и специфических ограничениях, характерных для многих СРПО.

В данной работе в дополнение к традиционным методам и средствам проектирования алгоритмического (АО) и программного обеспечения (ПО) для АСУТП и АСОДУ [1] были использованы:

- технологии и средства реализации интеллектуальной системы поддержки принятия решения (ИСППР), используемой при анализе сложных и нестандартных производственных ситуаций и при анализе альтернативных вариантов решений сложных задач контроля и координированного управления в АСОДУ [2, 3];
- средства для онлайн-диагностики состояния технологического оборудования (СТО) [4];
- технология оперативной оценки редко измеряемых ключевых технологических параметров (КТП) по косвенным моделям [5, 6].

Система ИСУМУ использует данные из информационной системы АСОДУ_MES, получающей данные от систем усовершенствованного мониторинга AMS+ [5, 6, 7] и систем усовершенствованного управления технологическими процессами – APC (Advanced Process Control) в локальных АСУТП.

С учетом анализа современных требований, особенностей контроля и управления СРПО и действующих ограничений рассмотрим основные варианты модернизации действующих АСОДУ СРПО до уровня ИСУМУ. Предлагается объединить возможности двух подходов. Один предложен в [5] для создания ИСУМУ на базе системы AMS+ в АСУТП. Другой подход рассматривался в [3, 6] для улучшения работы АСОДУ с помощью разработки интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР). В ИСППР проводится углубленный анализ и корректировка оперативных оценок параметров, полученных в AMS+ в режиме on-line. При уточнении оценок технологических параметров потоков и режимных параметров установок используются актуальные схемы распределения потоков сырья, продуктов и работающего оборудования.

1. Структура и информационные связи ИСУМУ

Рассмотрение вариантов модернизации АСОДУ и АСУТП в составе ИАСУП начнем с варианта минимального базового уровня автоматизации АСОДУ и АСУТП и кратко опишем варианты их поэтапной модернизации до потенциально максимального уровня ИСУМУ. На рисунке 1 представлена укрупненная структура и основные информационные связи предлагаемой ИСУМУ, реализуемой в рамках традиционной 3-х уровневой структуры ИАСУП СРПО.

1.1. Краткое описание базового уровня автоматизации

Верхний уровень (блок 1) реализован на базе стандартной ERP-системы [1], обменивающейся плановыми и оперативными данными по информационной сети предприятия (ИСП) с АСОДУ (средний уровень блок 4), а также с различными службами СРПО (блок 6). Данные содержат информацию о запасах сырья и ресурсах, о планах выпуска продукции и их фактическому выполнению, о составе и состоянии работающих и ремонтируемых установок и т.д.

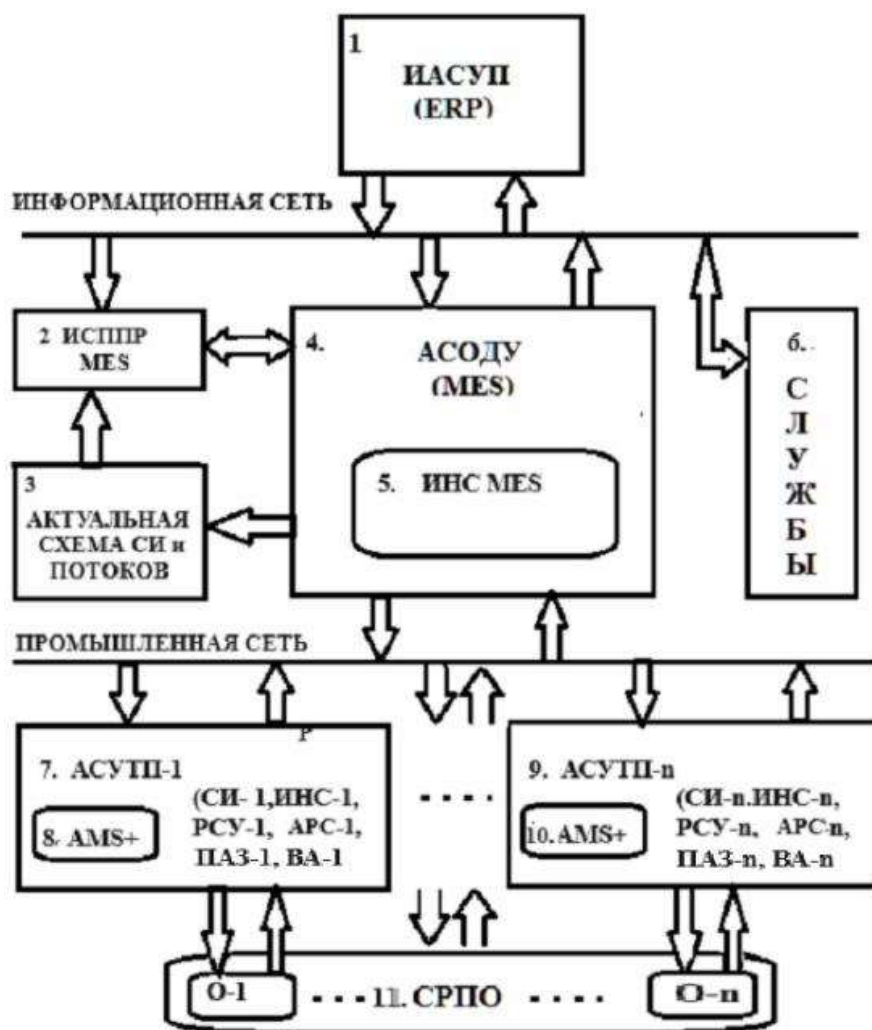


Рисунок 1 – Структура и информационные связи ИСУМУ

АСОДУ в свою очередь обменивается по промышленной сети (ПРС) оперативными данными с нижним уровнем ИАСУП, включающим «n» АСУТП (блоки 7,9). Каждая i -тая АСУТП ($i=1\dots, n$) реализует оперативный обмен информацией по локальным (ЛС) и полевым сетям (ПС) с соответствующей i -той группой (O_i) объектов контроля и управления СРПО (блок 11).

В состав традиционных АСУТП обычно входят типовые локальные системы: СИ (измерение ключевых технологических параметров КТП) с помощью датчиков (Д), поточных анализаторов (ПА) и лабораторных анализов (ЛА), информационная подсистема (ИНС), распределенная система управления (РСУ), система противоаварийной защиты (ПАЗ). В составе АСОДУ (MES – система) имеется информационная подсистема (ИНС MES, блок 5).

В блок 5 поступают и хранятся оперативные и архивные производственные данные, необходимые для контроля и координации управления АСУТП, включая данные от сырьевых, ходовых и товарных лабораторий, архивные данные от датчиков и анализаторов (систем СИ в блоках 7,9), а также актуальные схемы потоков, работающего оборудования и АПС (блок 3).

Работа, основные достоинства и недостатки такого традиционного комплекса достаточно подробно описаны в научной литературе, например, в [1]. Далее рассмотрим основные этапы модернизации АСУТП и АСОДУ до уровня системы ИСУМУ.

1.2. Поэтапная модернизация АСОДУ и АСУТП

В таблице 1 представлены основные варианты поэтапной реализации ИСУМУ и упорядочены по повышению уровня автоматизации СРПО. Каждый новый вариант соответствует этапу модернизации, дополняя базовый и/или предыдущие уровни модернизации новыми функциями, связями и блоками. Ссылки на блоки и связи соответствуют рисунку 1.

Таблица 1 – Варианты модернизации АСОДУ и АСУТП

№	Название этапов модернизации; цель	Основные функции и задачи; технологии; блоки	Блоки и связи	
			Вход	Выход
1	Базовый АСУТП; создание типовых АСУТП для СРПО	Стандартный набор типовых функций, задач, оборудования и АПС для РСУ; технология в [1]; Блоки 7,9	Данные из бл. 11 от О _i по ЛС и ПС от Д, ПА, ЛА, СИ и ИНС; планы и ресурсы из блока 4 по ПРС;	В блоках 7,9 в ИНС, РСУ, ПАЗ по ЛС и ПС; в блок 4 по ПРС

№	Название этапов модернизации; цель	Основные функции и задачи; технологии; блоки	Блоки и связи	
			Вход	Выход
2	Базовый АСОДУ; создание типовой АСОДУ СРПО	Стандартный набор типовых функций, задач, оборудования и АПС; [1]; блоки 4,5	Планы и ресурсы из бл.1 по ИСП; выпуск продукции и состояние СРПО из бл.7,9 по ПРС	Планы и ресурсы из бл.4,5 по ПРС в бл. 7,9 и по ИСП в бл.1,6
3	Разработка виртуальных анализаторов (ВА) для АСУТП	Оперативные оценки КТП; стандартная технология по косвенным моделям; технология в [1,6]; блоки 7,9	Оперативные данные от ИНС и СИ в бл. 7,9 по ЛС и ПС; данные ЛА из бл.4,5 по ПРС	Оперативные оценки КТП: - для ИНС, РСУ, ПАЗ в бл.7,9 по ЛС и ПС
4	Разработка для АСУТП АРС-систем на базе прогнозирующих моделей	Стандартная технология усовершенствованного управления в АСУТП; технология в [1]; блоки 7,9	Оперативные данные от ИНС и СИ в бл. 7,9 по ЛС и ПС; данные ЛА из бл.4,5 по ПРС	Оценки КТП для ИНС и управления для РСУ в бл. 7,9 по ЛС и ПС
5	Разработка AMS+ для	Усовершенствованный	Оперативные данные	Оценки КТП и СТО для

№	Название этапов модернизации; цель	Основные функции и задачи; технологии; блоки	Блоки и связи	
			Вход	Выход
	АСУТП	мониторинг АСУТП; технологии в [4,5,7]; блоки 8,10	от ИНС и СИ в бл. 7,9 по ЛС и ПС и данные ЛА из бл.4,5 по ПРС	ИНС, РСУ в бл. 7,9 по ЛС и ПС; оценки СТО в бл. 5 по ПРС
6	Разработка ИСППР для АСОДУ	Эффективное и безопасное управление производством; [1,5,6]; блок 2	Данные от блоков 3,4 5 и данные ЛА из бл.4,5 по ПРС данные из бл.1 по ИНС	Обобщенные оценки КТП и СТО СРПО для АСОДУ и ИНС MES в бл. 4,5

Реализация этапа 3 позволяет получать от виртуальных анализаторов (ВА) оперативные оценки редко измеряемых КТП, используемые для усовершенствованного управления на этапе 4.

Реализация первых четырех этапов модернизации АСУТП создает основу для разработки и внедрения ИСУМУ в локальных АСУТП (этап 5) на базе средств системы AMS+ [5, 7]. На последнем шестом этапе завершается создание ИСУМУ. Использование системы ИСППР в АСОДУ (рисунок 1 блок 2) и систем AMS+ в АСУТП (рисунок 1 блоки 8, 10) позволяет:

- обеспечить эффективную поддержку решения ряда сложных типовых задач диспетчеризации в АСОДУ [1];
- получить обобщенные оценки КТП и СТО для всего СРПО на основе обработки и ситуационного анализа данных от всех АСУТП;

- своевременно обнаруживать скрытые изменения параметров технологических процессов и характеристик оборудования;
- повысить производственно-технологическую безопасность управления СРПО.

Литература:

1. *Ицкович Э.Л.* Перспективная автоматизация агрегатов предприятий технологических отраслей. – М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – 544 с.

2. *Рассел С., Норвиг П.* Искусственный интеллект: современный подход. 2-ое изд. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2007. – 1408 с.

3. *Чинакал В.О.* Применение интеллектуальных средств в системе мониторинга распределенного промышленного объекта / Материалы пятой международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» MLSD'2011. – М.: ИПУ РАН, 2011. – С. 386-389.

4. Онлайн-диагностика машинного оборудования. – URL: <https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-csi-6500-chassis-options-deltav-ru-ru-38896.pdf> (дата обращения 20.09.2023).

5. *Чинакал В.О.* Об одном подходе к повышению производственно-технологической безопасности управления сложными промышленными объектами / Проблемы управления безопасностью сложных систем: материалы XXX Международной конференции. 14 декабря 2022 г., Москва. – Москва: ИПУ РАН, 2022. – С. 284-291.

6. *Чинакал В.О.* Создание систем усовершенствованного мониторинга и управления для повышения эффективности и безопасности управления сложными промышленными объектами / Проблемы управления безопасностью сложных систем: материалы XXIX Международной конференции. 15 декабря 2021 г., Москва. – Москва: ИПУ РАН, 2021. – С. 493-499.

7. *Чинакал В.О.* Применение встраиваемых интеллектуальных компонентов в системах усовершенствованного мониторинга сложными промышленными объектами / Проблемы управления безопасностью сложных систем: материалы XXX Международной конференции. 14 декабря 2022 г., Москва. – Москва: ИПУ РАН, 2022. – С. 427-434.