

ПРОГРАММНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ АСУ ПРОИЗВОДСТВОМ

С.Б. Артемьев, П.Е. Бородин, Р.А. Владов (ЗАО «Хоневелл»)

Рассматриваются основные решения компании Honeywell для реализации систем класса MES на предприятиях нефтегазодобычи, нефтепереработки, нефтехимии и химии. Изложены основные принципы реализации крупномасштабных MES-проектов на основе программного подхода.

Ключевые слова: MES, оперативное управление производством, программный подход.

Введение

Компания Honeywell — пионер в области создания и внедрения автоматизированных систем управления ТП и производством. Начиная с первой РСУ TDC 2000 (1975 г.), компания постоянно наращивала портфель своих решений в низовой автоматике, АСУТП (вплоть до флагманской РСУ Exregion PKS [1]), в высокотехнологичных решениях уровня управления ТП (системы управления сигнализациями [2], усовершенствованного управления ТП [3]) и уровня оперативного управления производством в целом (MES).

Последнее направление сейчас является наиболее актуальным: к середине 90-х годов XX века специалистам в области промышленной автоматизации стало очевидно, что разрыв функциональности между РСУ и системами бизнес-уровня управления ERP превратился в главное препятствие для дальнейшего повышения эффективности управления. Создание и внедрение систем класса MES оформилось как самостоятельное направление именно в связи с необходимостью заполнить этот разрыв между двумя классами систем [4].

Состав и структура систем класса MES

Системы класса MES представляют собой территориально-распределенные, многокомпонентные системы крупного масштаба и сложной внутренней структуры. Поэтому проектирование и внедрение подобных систем невозможно представить вне программного подхода, включающего четкий план последовательной автоматизации оперативного управления производством, взаимоувязанный с программами капитального строительства и модернизации КИПиА и АСУТП, а также вне рамок международных общепромышленных стандартов.

В соответствии со стандартами ассоциации MESA International, модель оперативного управления производством включает следующие основные задачи:

- сбор и визуализация данных в РВ;
- диагностика состояния оборудования в РВ;
- оперативно-диспетчерское управление производством;
- планирование производства и согласование баланса по производству;
- контроль и управление эффективностью производства и поддержка взаимодействия пользователей.

Компания Honeywell имеет большой опыт разработки и внедрения MES в различных отраслях промышленности. Ее комплекс решений

Uniformance/Business FLEX, предназначенный для решения основных задач систем класса MES, хорошо известен на рынке средств промышленной автоматизации. Его различные функциональные компоненты внедрены на многочисленных предприятиях нефтепереработки, нефтехимии и химии в РФ (компании ЛУКОЙЛ, Сургутнефтегаз, ЕвроХим, ФосАгро, Газпром нефть и др.) и в др. странах.

В настоящее время компания Honeywell на базе опыта использования Business FLEX разработала новую MES-платформу Intuition® и ведет работы по переносу и расширению на новой платформе собственных решений для реализации систем класса MES. При этом естественная цель Honeywell как компании-лидера в области промышленной автоматизации — добиться улучшения технических характеристик, надежности, расширения функциональных возможностей, простоты проектирования и внедрения, а также удобства использования систем на новой платформе, прежде всего, на основе интеллектуализации компонент и повышения уровня представления и абстракции данных:

- новых HMIWeb и компонентов интерфейса пользователя, построенных на технологии HTML5 и обеспечивающих единую платформу-независимую Web-среду для совместной работы пользователей и унификацию визуальных элементов интерфейса различных приложений;
- базовой модели представления данных (на основе иерархии оборудования), ориентированной на интеграцию приложений;
- унифицированных средств администрирования, обеспечивающих разграничение прав доступа, а также формирование журнала действий пользователей и диагностику работы приложений;
- поддержки бизнес-процессов оперативного управления производством путем автоматизации обмена данными, информирования пользователей о происходящих событиях или необходимых действиях;
- унификации сервисов доступа к данным, обеспечивающих единый интерфейс между элементами модели приложений MES и смежных систем автоматизации.

Рассмотрим основные компоненты решений Honeywell для реализации систем класса MES, включающих обработку технологической информации в РВ:

- Uniformance® History & Analytics Suite — системы автоматизации интеграции, сбора, обработки и длительного хранения данных, а также визуализации данных через HMIWeb;

- Profit® Movement Suite — системы управления товарно-сырьевым производством;
- Intuition® Asset Suite — системы контроля состояния оборудования;
- Intuition® Operations Suite — системы оперативно-диспетчерского управления;
- Intuition® Production Suite — системы автоматизации планирования [5] и согласования данных производства;
- Intuition® Executive Suite — системы расчета ключевых показателей эффективности производства, поддержки совместной работы пользователей и управление их взаимодействиями для принятия эффективных оперативных решений по управлению.

Реализуемая система MES предназначена для: 1) решения основных задач автоматизации и повышения эффективности производства, 2) поддержки принятия решений по оперативному управлению предприятием и 3) подготовки и передачи информации в необходимой форме в ERP.

Uniformance® History & Analytics Suite — сбор, обработка, длительное хранение и визуализация данных через HMIWeb

Базовый пакет, который обеспечивает: интеграцию MES предприятия с АСУТП и смежными системами автоматизации; сбор и предварительную обработку данных, включая расчет различных параметров; долговременное хранение и доступ к данным; визуализацию производственных данных в масштабе отдельного предприятия или компании.

Для создания единой интегрированной информационной среды предприятия используется решение *Uniformance® PHD* — БД РВ, технические возможности которой обеспечивают следующие преимущества.

- *Стандартизация и открытость.* Поддерживается чтение технологических, лабораторных, производственных и экономических данных из различных источников (по стандартным интерфейсам OPC [DA/HDA], OLEDB, из Unicode-файлов, а также через специализированные интерфейсы к PCY различных поставщиков или специально разработанные в рамках проекта интерфейсы). Обеспечивается передача обработанных данных по OPC [DA/HDA], OLEDB или API.NET во внешние системы автоматизации. Поддерживается автоматическая синхронизация тегов, если используются продукты Honeywell.

- *Масштабируемость и распределенность.* Можно начать с небольшой системы и развить ее в сложное территориально-распределенное решение (до 2 млн. параметров) в масштабе компании с едиными архивом данных и конфигурацией точек сбора (тегов). Сбор данных может осуществляться на разнородных объектах (НПЗ, добывающие предприятия, морские платформы, трубопроводы и т. п.) При этом каждый элемент технической инфраструктуры сбора (коллектор) является полнофункциональным и обеспечивает доступ к данным локальным элементам системы класса MES напрямую без нагрузки на сеть и корпоративный сервер.

- *Безопасность.* Маршрутизация передачи данных через сетевые экраны и поддержка построения технологических сетей управления осуществляется в соответствии со стандартом ISA 99. Конфигурация портов для передачи данных может быть изменена для повышения информационной безопасности.

- *Надежность.* Можно использовать различные варианты робастного сбора данных: резервирование коллекторов, использование отказоустойчивых кластеров, средств виртуализации VMware. При разрывах связи данные за период отключения будут автоматически восстановлены. Встроенные инструменты администрирования обеспечивают прозрачный контроль нагрузки на сервер (или группу серверов).

- *Журнал событий.* По протоколу OPC A&E возможно собрать и сформировать журнал событий со всех АСУТП, что позволяет пользователям и предложениям видеть сигнализации, события и действия операторов вместе с данными для лучшего представления текущей ситуации или разбора и анализа произошедшего.

Все данные *Uniformance® PHD* содержат следующие атрибуты: наименование точки сбора данных (тега); метку времени/даты; единицы измерения; показатели точности измерительного канала в абсолютной или относительной шкале; значение параметра процесса в момент времени, соответствующий временной метке; фактор доверия, указывающий на «качество» данных. Допустимая величина фактора доверия может находиться, например, в диапазоне от 0 (недостоверное значение) до 100 (абсолютно достоверное).

Решение *Uniformance® PHD* позволяет оперировать как с данными, поступающими с некоторой периодичностью (периодом опроса), так и с данными, поступающими в систему в заранее неопределенные моменты времени. Приведение данных (и фактора доверия) к требуемым (в алгоритмах управления) моментам времени осуществляется автоматически, путем интер- и/или экстраполяции сохраненных значений. Конвертация единиц измерения осуществляется автоматически.

Сложные расчеты реализуются с помощью *Advanced Formula Manager* — стандартного инструмента, обеспечивающего централизованное хранение различных видов расчетов и интеграцию с *Uniformance® PHD*.

Для создания базовой части Web-интерфейса пользователей используется решение *Uniformance® Insight (Web)*, заменяющее Workcenter PKS и реализованное на платформе Intuition®. Данный подход позволяет сохранить преимущества предыдущей технологии (функциональность, простоту конфигурирования и использования, легкость внедрения) и устранить недостатки — зависимость от Web-клиента.

Profit® Movement Suite — управление товарно-сырьевым производством

НПЗ часто используют большой резервуарный парк, оборудованный сложной системой трубопроводов, насосов, регулирующего и запорного оборудования. При этом

для управления перекачками, получения и предоставления достоверных данных о состоянии товарно-сырьевого производства, необходимых в других приложениях оперативного управления (календарное планирование, согласование балансов) контрольно-измерительного оборудования и устройств сигнализаций, установленных на самих резервуарах, обычно недостаточно. Пакет Profit® Movement Suite предназначен для автоматизации решения задач управления товарно-сырьевым производством в РВ и включает следующие компоненты.

Profit® Tank Monitor — стандартное масштабируемое решение для автоматизации мониторинга и контроля состояния резервуаров по всему предприятию, обеспечивающее:

- сбор, контроль данных; вычисление всех требуемых параметров резервуаров (объем и массы остатков по сертифицированным алгоритмам и т.п.); выдачу сигнализаций при возникновении (пред)аварийных ситуаций по данным, поступающим от автоматических систем контроля и/или вводимым вручную;
- поддержка интерфейсов с ЛИМС для автоматического импорта результатов анализов;
- отображения состояния резервуаров на станциях операторов, входящих в их зону ответственности.

Profit® Movement Management — система управления перемещениями, обеспечивающая:

- прием и регистрацию требований на выполнение перекачек со стороны оперативного персонала (диспетчеров, операторов резервуарных парков) и/или других программных компонентов MES;
- поддержку оператора для оптимального планирования перемещений: выбор маршрутов с учетом ограничений по состоянию и техническим характеристикам трубопроводной сети (включая совместимость материалов в сегментах трубопроводной сети для исключения ошибочных смешиваний и порчи нефтепродуктов) и требований изоляции перемещений; выбор последовательности действий в производственной зоне и соответствующей последовательности команд управления полевым оборудованием, необходимых для выполнения перекачки;
- поддержку оператора при сборке маршрутов и запуске новых перекачек, включая ведение информации по задвижкам и насосам, имеющим только локальное управление «по месту»;
- мониторинг запущенных перекачек (сбор данных о текущем состоянии дистанционно управляемой запорной арматуры, по текущему состоянию резервуаров, изменению показаний расходомеров, уровней в контрольных точках, балансу массы каждой перекачки и др.) и сигнализация о нарушениях;
- прямое автоматическое управление перекачками, если имеется соответствующее оборудование;
- интеграцию с решением по оптимизации рецептов смешения товарных продуктов в РВ [6] для расширения системы управления товарно-сырьевым производством;

- предоставление полной информации о перемещениях по товарно-сырьевому производству для отчетов, согласования производственных балансов, календарного планирования.

Intuition® Asset Suite — диагностика состояния оборудования

Одним из основных направлений совершенствования системы технического обслуживания и ремонтов (ТОРО) сложного технологического оборудования в настоящее время считается переход от планово-предупредительного обслуживания к превентивному обслуживанию или обслуживанию по состоянию по методикам RBI/RCM. Необходимым условием для такого перехода является организация мониторинга и диагностики состояния оборудования в РВ. Решение *Intuition® Sentinel* является развитием Asset Manager и представляет собой единую платформу для автоматизации мониторинга и диагностики ключевых элементов оборудования в РВ¹, и имеет следующие основные функции:

- иерархическое структурирование подлежащего мониторингу и диагностике оборудования на три уровня — класса, типа и экземпляра оборудования; автоматическая синхронизация структурированного оборудования со справочниками системы ТОРО (если используется);
- интеграцию необходимых для диагностики данных РВ (из смежных систем — системы вибромониторинга, БД РВ и др. источников); предоставление унифицированного доступа к информации по оборудованию для анализа первопричин возникновения отказов (Root Cause Failure Analysis или RCFA);
- инженерные расчеты в РВ показателей работоспособности оборудования (производительности, энергоэффективности и т.п.) и расчеты по моделям симптомов-неисправностей, обеспечивающие раннее обнаружение ситуаций, которые могут привести к сбоям и отказам оборудования и др. проблемам;
- учета показателей надежности оборудования для поддержки превентивного обслуживания;
- поддержку доступа к информации о работе конкретных экземпляров оборудования со стороны операторов и механиков технологических объектов, энергетиков, главных специалистов;
- использование в качестве единой платформы для уведомлений, оповещений, отчетов и экспорта данных по состоянию оборудования.

Таким образом, повышается эффективность деятельности персонала, отвечающего за техническое обслуживание и надежность, и безопасность эксплуатации оборудования; сокращаются плановые/внеплановые простои; определяются оптимальные интервалы обслуживания; увеличивается резерв времени для планового или оперативного технического обслуживания; уменьшаются или предотвращаются отказы оборудования путем выявления ухудшения условий на уровне компонентов; выяв-

¹ Предполагается, что в результате предварительного RCM-анализа, определен ранжированный перечень подлежащих мониторингу единиц технологического оборудования, ключевых с точки зрения производительности и безопасности производства.

ляются изменения в производительности оборудования на ранней стадии, ошибки при эксплуатации оборудования. Появляется материал для обоснованных предложений по изменению процессов с целью снижения вероятности дальнейшего повреждения оборудования, снижения среднего времени ремонта (Mean Time To Repair или MTTR) и увеличения средней наработки на отказ (Mean Time Between Failures или MTBF).

Значительная часть необходимых для мониторинга и диагностики данных собирается «в поле» — по месту расположения оборудования на производственной площадке, силами и средствами операторов-обходчиков.

Intuition® Sentinel легко интегрируется с решением *Field Advisor*, которое предназначено для автоматизации технического обслуживания и управления «полевым» оборудованием. Операторы-обходчики взаимодействуют с *Field Advisor* с помощью промышленных мобильных устройств, имеющих развитый набор приборных и сетевых интерфейсов.

В зависимости от характера решаемых задач под управлением *Field Advisor* может быть организован регулярный (по расписанию, примеры — отбор проб ходового контроля ТП, визуальный контроль состояния оборудования) и спорадический (по мере необходимости) обход. В обоих случаях задание на обход включает определенный набор операций, которые должны быть выполнены оператором в определенной последовательности. Поддержка работы операторов-обходчиков со стороны *Field Advisor* заключается в упорядочении, контроле и организации обходов оборудования, а также в автоматизации передачи их результатов в *Intuition® Sentinel*.

Intuition® Operations Suite — оперативно-диспетчерское управление

Для централизации управления, координации работы отдельных технологических установок и резервуарных парков, обеспечения слаженного и ритмичного хода всех производственных процессов с целью выполнения заданий календарного плана Honeywell предлагает пакет *Intuition® Operations Suite*, в состав которого входят следующие решения.

Intuition® Operations Instructions предназначено для автоматизации процесса формирования производственных заданий из календарного плана (если применимо) и передачи их на уровень диспетчеров и операторов в терминах технологических параметров. При этом исключаются ошибки внесистемной передачи указаний, а также обеспечиваются оперативность, накопление, хранение (в БД) и доступ к заданиям.

Intuition® Operations Monitoring обеспечивает:

- непрерывный мониторинг и контроль выполнения производственных заданий (при интеграции решения с автоматизированной системой календарного планирования) и основных технологических показателей работы установок;
- информирование операторов, диспетчеров, главных специалистов об отклонениях от этих заданий, норм и ограничений;

- ведение электронного архива по всем отклонениям, корректировкам режимов работы и комментариям к технологическим параметрам и производственным заданиям для последующего анализа и проведения мероприятий по оптимизации производства и повышению безопасности ведения процесса.

Intuition® Operations Logbook (совместно с опцией *LINDOC* — генератора Excel-отчетов) обеспечивает формирование электронных версий:

- производственных (приемки-передачи смены и т. п.) и технологических (операторный и диспетчерский листы) журналов на основании данных, подготовленных в различных приложениях системы уровня MES (как минимум, БД РВ и данного пакета);
- заданий, инструкций, распоряжений и прочих сведений, не фиксируемых автоматизированными системами для обеспечения операторов, диспетчеров и главных специалистов инструментом для получения оперативной информации, проведения анализа и принятия эффективных решений.

По сравнению с используемыми в настоящее время бумажными версиями журналов радикально облегчается поиск необходимой информации, доступ к журналу (например, в удаленной операторной), формирование сводных данных на основе журналов нескольких технологических объектов для анализа, а также появляется дополнительный источник данных для поддержки расчета ключевых показателей эффективности по технологии, производству и ПБиОТ.

В данный пакет может быть интегрирована система управления сигнализациями *DynАМо® Alarm Suite* [2].

Intuition® Production Suite — производственное планирование, учет, составление и согласование балансов

В пакет входят решение по производственному планированию [5] и решение по учету и согласованию данных *Intuition® Production Accounting*. Последнее является развитием *Production Balance* [7], входящего в комплекс *Business FLEX* и широко используемого в настоящее время для автоматизации функций производственного учета, включая составление и согласование материальных и энергетических балансов на предприятиях в различных отраслях промышленности. Решение обеспечивает:

- поддержку модели материальных и энергетических потоков предприятия;
- сбор данных о состоянии производства и эксплуатационных данных из различных источников, в том числе путем интеграции с пакетом решений *Profit® Movement Suite* автоматизации управления товарно-сырьевым производством;
- перевод исходных данных в интерпретируемую на MES-уровне информацию о производстве;
- поиск грубых ошибок в исходных данных;
- расчет массовых, энергетических и иных балансов по промышленному объекту и/или отдельным технологическим установкам/системам;
- увеличение точности данных по потокам и запасам за счет использования избыточности измерений;

- применение современных методов статистического согласования многомерных данных для оптимального сведения балансов и оценки неизмеряемых переменных;
- учет других (внебалансовых) технологических ограничений;
- закрытие балансового периода и перенос согласованных значений остатков на следующий период;
- анализ расхождения фактических и согласованных значений.

Тем самым *Intuition® Production Accounting* обеспечивает получение надежной информации о текущем состоянии производства, необходимой персоналу (диспетчерам, специалистам экономического, и/или планового и/или технического отдела) для принятия обоснованных решений по оперативному управлению, а также другим приложениям MES-уровня, таким как решения по автоматизации календарного планирования и составлению производственных расписаний [5].

Общую схему организации производственного учета и формирования материального баланса НПЗ можно представить следующим образом. Вся информация по поставкам, отгрузке, остаткам поступает из системы управления товарно-сырьевым производством *Profit® Movement Suite*, а измерения материальных потоков и запасов на технологических установках поступают из исторической БД *Uniformance PHD*. Эта информация используется затем в качестве исходных данных в системе *Intuition® Production Accounting* для согласования балансов движений материалов, поставок сырья и отгрузок готовой продукции. Наконец, согласованные данные по сырью/товарной продукции и движениям материалов передаются обратно в *Uniformance PHD*, где в дальнейшем используются для подготовки управленческой и бухгалтерской отчетности и расчетов производственных и экономических ключевых показателей эффективности (КПЭ).

Intuition® Executive Suite — управление эффективностью и взаимодействиями

Пакет предназначен для автоматизации взаимодействий специалистов всех уровней в РВ для повышения эффективности управления производством. *Intuition® Executive* предназначен для интеграции различных решений MES и смежных систем, представления оперативной и достоверной информации для принятия управленческих решений и рационального реагирования на внештатные ситуации при управлении производством. Решение поддерживает следующие функции:

- обработка, структуризация и хранение информации: ведение модели представления производства, унификация представления данных, независимо от источника их происхождения и целей использования в терминах семантической модели; федерация данных MES приложений *Intuition®* и смежных систем;
- совместный доступ к производственной информации со стороны оперативного персонала

всех уровней управления (в соответствии с правами текущего пользователя), включая: представление производственной информации в виде унифицированного, иерархически организованного набора фрагментов визуализации (активные панели, карты состояний, графики, индикаторы эффективности и т.п.), предоставляющих для анализа консолидированную информацию из различных приложений MES и смежных систем; структурирование и автоматизация формирования производственной отчетности;

- автоматизация рабочих процессов пользователей во взаимодействии с приложениями оперативного управления и внешними системами хранения данных (при использовании опции ESCORT — приложение оркестровки бизнес-процессов), при необходимости их включения в обработку данных (например, согласование календарных планов производства с расписанием транспорта).

Как правило, производственный и календарный план, фактические и сбалансированные данные, данные о состоянии оборудования, данные бухгалтерского учета поступают из различных систем, обладающих различной детализацией по объектам и времени. Для сопоставления показателей в консолидированной системе производственных показателей необходимо выполнить большой объем расчетов. Для автоматизации процесса сравнения показателей плана и факта, прогнозирования путей эффективного выполнения плана и представления КПЭ производства компания Honeywell предлагает решение *Intuition® KPI*, позволяющее:

- сформировать иерархическую структуру показателей по направлениям: охрана труда и промышленная безопасность (ОТ и ПБ); техническое обслуживание и ремонт оборудования (ТОРО); энергетика — энергопотребление и энергоэффективность; технология — технологическая эффективность, показатели качества соблюдения технологических режимов; производство — нагрузка установок, степень выполнения производственных планов и заданий; экономика — затраты, прибыль;
- автоматизировать сбор данных из приложений MES-уровня, смежных систем и произвести расчеты показателей по сконфигурированным алгоритмам расчета;
- исключить расчеты показателей вручную и перейти на регулярной основе к контролю и анализу оперативных значений показателей;
- предоставить КПЭ пользователям (с ориентацией на отдельные службы управления — плановую, производственную, технологическую и т.д.); контроль целевых значений показателей и комплексный анализ информации о работе производства с оперативным выделением обстоятельств, требующих внимания ключевых специалистов и руководителей разных уровней для принятия рациональных управленческих решений.

Заключение. Программный подход к проектированию и внедрению MES

Проектирование и внедрение комплексных систем класса MES является сложной задачей, с которой многие предприятия сталкиваются впервые и не имеют собственного опыта ее решения.

В отличие от АСУТП, работающих автономно в рамках одной технологической установки или группы технологических установок, в рамках рабочих процессов узкой группы специалистов, системы более высокого уровня являются частью сразу нескольких рабочих процессов. Их внедрение связано с серьезными изменениями бизнес-процессов предприятия, с необходимостью планирования и управления такими изменениями.

Попытки реализации точечных решений приводят к тому, что внедряемые системы имеют ограниченный набор функций, ограниченные возможности расширений и разрывы в информационных потоках, которые пользователи часто вынуждены компенсировать ручными операциями по переносу данных. Очень быстро дальнейшее развитие таких систем приводит к увеличению их сложности, трудностям обеспечения надежных взаимодействий, эксплуатации и администрирования и в конечном итоге к необходимости серьезной модернизации или полной замены.

Наиболее успешные внедрения комплексных систем класса MES используют программный подход, который включает следующие основные этапы.

- Разработка и согласование на различных уровнях предприятия и компании основных функциональных требований к управлению производством с использованием интегрированной MES. Данный этап определяет общее концептуальное видение целевого состояния процессов управления, формируемое на основе стратегических задач компании, анализа лучших мировых практик и опыта других компаний.

- Планирование перевода бизнес-процессов из текущего состояния в целевое. Данный этап предусматривает анализ исходного состояния процессов управления производством и систем автоматизации предприятия, определения состава и последовательности проектов. На основании этой информации выполняется оценка длительности, стоимости проектов и требований к ресурсам и инфраструктуре.

- Разработка технических заданий к подсистемам интегрированной системы. На этом этапе может разрабатываться эскизный проект будущей системы, частью которого может быть прототип целевой системы, работающий на ограниченном объеме заранее подготовленных данных. Прототип используется для проверки и согласования проектных решений, обучения ключевых пользователей, входящих в состав рабочей группы заказчика, и для отработки регламента рабочих процессов.

Артемов Сергей Борисович — канд. техн. наук, старший консультант, *Бородин Павел Евгеньевич* — руководитель группы систем оперативного управления производством департамента высокотехнологичных решений и консалтинга, *Владов Роман Александрович* — менеджер по продаже высокотехнологичных решений в России и СНГ ЗАО «Хонвелл».

Контактный телефон (495) 796-98-00.

E-mail: Pavel.Borodin@Honeywell.com Roman.Vladov@Honeywell.com

- Реализация взаимоувязанных проектов и требований к объемам реализуемых функций в рамках общей программы. Для каждого отдельного проекта выполняются стандартные этапы проектирования, разработки и наладки подсистем, а также работа с конечными пользователями для их обучения и отработки новых рабочих процессов. При этом проекты выстраиваются в последовательность таким образом, чтобы реализация каждого последующего проекта приводила к осязаемым улучшениям операционной эффективности предприятия.

- Анализ достигнутых результатов реализованных проектов, планирование изменений и улучшений внедренных подсистем.

Следование данным основным этапам позволяет значительно сократить сроки и общие затраты на внедрение комплексной интегрированной MES предприятия и значительно снизить риски проекта.

Ведущие международные компании, ранее реализовавшие на своих предприятиях серию точечных проектов автоматизации производством, пришли к выводу, что такой подход ограничивает возможности развития компаний и не является эффективным. Дальнейшую модернизацию систем управления производством эти компании планируют и выполняют именно с помощью программного подхода. Консультанты компании Honeywell принимают непосредственное участие в планировании и реализации нескольких крупных программ; уже имеется положительный опыт крупных внедрений, подтверждающий эффективность этой методологии.

Список литературы

1. *Аносов А.А., Бородин П.Е., Дозорцев В.М. и др.* Высокотехнологичные решения корпорации Honeywell на базе платформы Experion PKS // Автоматизация в промышленности. 2011. № 8. С. 29-37.
2. *Кнеллер Д.В., Сетин С.П., Шундерюк М.М.* Управление сигнализациями в АСУТП // Автоматизация в промышленности. 2015. №7 (в печати).
3. *Лозунов П.Л., Шаманин М.В., Кнеллер Д.В., Сетин С.П., Шундерюк М.М.* Усовершенствованное управление ТП: от контура регулирования до общезаводской оптимизации // Автоматизация в промышленности. 2015. №4.
4. *Ицкович Э.Л.* Методы комплексной автоматизации производства предприятий технологических отраслей // М.: КРАСАНД. 2013.
5. *Хохлов А.С., Коннов А.И., Шайдуллин Р.А.* Комплексный подход к планированию непрерывного производства // Автоматизация в промышленности. 2015. №4.
6. *Аносов А.А., Ефитов Г.Л.* Оптимальное управление компаундированием топлив — задачи, решения, опыт в России // Автоматизация в промышленности. 2015. №4.
7. *Петухов М.Ю., Закиев А.Р., Бородин П.Е., Артемьев С.Б.* Автоматизация процесса согласования материального баланса на нефтеперерабатывающем предприятии — система Production Balance // Автоматизация в промышленности. 2014. №8. С.22-28.