

## Место ЛИУС в системе класса MES и едином информационном пространстве предприятия

А.С. Сафьянов, А.Г. Терещенко, В.А. Терещенко, С.В. Щелканов, А.Л. Юнак  
(НИИ высоких напряжений, НИ ТПУ)

*Рассмотрены проблемы и различия при автоматизации информационного пространства предприятий системами MES и ERP уровня и специализированными лабораторными информационно-управляющими системами (ЛИУС), показаны пути оптимального взаимодействия этих систем на примере опыта адаптации и внедрении ЛИУС "Химик-аналитик" для более чем 250 химико-аналитических лабораторий России.*

*Ключевые слова: ЛИУС, LIMS, MES, ERP, типовые проектные решения, КИС.*

При анализе публикаций [1, 2] отмечается совпадение мнений о месте лабораторной информационно-управляющей системы (ЛИУС) в корпоративной информационной системе (КИС) предприятия. В иерархии информационных систем, сопровождающих всю деятельность предприятия, ЛИУС расположены на уровне MES. При этом практика показывает, что специалисты химико-аналитических (испытательных) лабораторий (АЛ) зачастую не имеют полного представления о наличии или состоянии развития MES и ERP-систем, а специалисты служб информационных технологий (ИТ-служба) промышленных предприятий часто отождествляют КИС и ERP-систему, недостаточно четко разбираются в функциональной структуре MES и не всегда идентифицируют место ЛИУС в АСУ предприятием.

В отличие от типовых функций MES ЛИУС нацелены на автоматизацию деятельности аналитических служб предприятия, что вносит свою специфику в организацию архитектуры таких систем. Кроме того, возникает необходимость разграничения сфер ответственности между системами класса MES, ERP и ЛИУС, поскольку зачастую ИТ-службами предприятия ошибочно принимается решение автоматизировать отдельные бизнес-процессы средствами, изначально не предназначенными для этих целей.

Отечественный рынок ЛИУС-продуктов активно развивается и в настоящее время представлен несколькими крупными поставщиками, среди которых выделяется ЛИУС "Химик-аналитик", разработанная коллективом специалистов и экспертов лаборатории информационных технологий НИИ высоких напряжений (г. Томск). Опыт адаптации и конфигурирования проектных решений на основе этой системы более чем для 250 лабораторий различного профиля и направленности указывает на необходимость более четко структурировать программные продукты, чтобы выйти в процессах адаптации и внедрения на "сборку" информационных систем из типовых структурных элементов под конкретные технические требования заказчика.

Международная федерация производителей систем управления производством (MESA) в 1994 г. выделила 11 типовых функций MES-системы для всех отраслей промышленности независимо от типа производства (непрерывное или дискретное) [3]. Но необходимо обратить внимание, что поскольку в информационных системах данные поступают и консолидируются всегда

дискретно с разной периодичностью, то тип производства может влиять на состав автоматизируемых функций (бизнес-процессов), их масштаб и границы.

В 2004 г. из состава типовых функций MESA исключила три функции:

- "оперативное планирование" по причине наличия на рынке систем класса APS (Advanced Planning & Scheduling);
- "управление документацией" в связи с появлением систем класса Docflow (электронный документооборот);
- "управление ремонтами оборудования" из-за появления систем управления основными фондами производства типа EAM (Enterprise Asset Management).

Указанное решение противоречит потребностям АЛ в автоматизации бизнес-процессов, которые зафиксированы в функциональном составе, а также в процессах эволюции архитектуры ЛИУС "Химик-аналитик" (<http://chemsoft.ru>). В связи с вышесказанным, появление других программных средств (систем), обеспечивающих автоматизацию остальных типовых функций, приводит к полному исчезновению или видоизменению структуры MES. Практическая потребность в автоматизации заключается как раз в обратном: необходимо детализировать типовые функции с учетом их разбивки на структурные элементы (функциональные компоненты, модули, подсистемы, блоки, комплексы задач или задачи) и разработать под заказ или подобрать, адаптировать и конфигурировать под них соответствующие программные продукты. При этом важны не наименования программных продуктов под ту или иную типовую функцию, а их структурные элементы, которые могут быть полностью или частично использованы в автоматизации бизнес-процессов АЛ. Хорошая и достаточно редкая попытка детализации на компоненты MES химико-технологического производства непрерывного типа сделана в работе [1]. Кроме того, в MES, реализованной в компании УкрТатНАФТА, указана функция "Мониторинг качества сырья, полуфабрикатов и нефтепродуктов" с выделением подсистем "Обработка лабораторных анализов" и "Аудит деятельности лаборатории" в составе лабораторной информационной системы (<http://www.mesaconf.ru/program&lang=rus>).

При проектировании и тем более развитии MES целесообразно иметь типовой состав функций с разбивкой на структурные элементы (подсистемы, модули, комплексы задач и т.п.). Одновременно необходимо

оценить взаимосвязь автоматизируемых новых и имеющихся бизнес-функций на всех уровнях КИС (БД АСУТП, MES и ERP-систем), как главного условия типизации проектных решений, а также возможность создания и оптимизации единого информационного пространства предприятия за счет импорта/экспорта данных между различными бизнес-процессами [4].

Не менее важно правильно провести декомпозицию ЛИУС на структурные элементы для выделения типовых проектных решений. На данном этапе развития функциональная часть ЛИУС "Химик-аналитик" как типовое проектное решение состоит из следующих подсистем:

- управление работами и ресурсами, планирование и учет работ в лаборатории;
- формирование графиков (регламентов) аналитического контроля;
- ввод и хранение исходной нормативно-справочной информации о предприятии и его подразделениях, технологических установках, группах и сотрудниках лаборатории, контролируемых объектах анализа, партиях продукции, нормативах качества, используемых методик анализа, контрольных точках и т.д.;
- ведение электронных лабораторных журналов с метрологической обработкой и прослеживаемостью проб;
- внутрилабораторный контроль качества результатов измерений в соответствии с Р 50.2.060-2000, РМГ 76-2004, РМГ 59-2003, ПНД Ф 12.10.1-2000, РМГ 58-2003, ГОСТ 8.532-2002, ОСТ 95 10289-2005;
- ведение основных внутрилабораторных и вспомогательных журналов: учет оборудования, химпосуды, реактивов, приготовления растворов и др.;
- расчет параметров градуировочных зависимостей;
- формирование документов АЛ (протоколов, сводок, трендовых графиков и пр.);
- архивное хранение документов и баз данных;
- реализация предупреждающих и корректирующих мероприятий системы менеджмента качества в автоматизированном режиме по ГОСТ Р ИСО 17025-2006;
- взаимодействие и обмен информационными потоками внутри КИС при управлении ресурсами предприятия (ERP-система) и оперативном управлении производством (MES);
- проведение межлабораторных сравнительных (сравнительных) испытаний;
- интеграция с аналитическими приборами, ПТК и БД АСУТП.

Проводя декомпозицию ЛИУС для АЛ сначала на уровне подсистем (нужны ли все названные подсистемы или только некоторые из них), а затем на более детальном уровне (какие из 185 комплексов задач или подзадач из 13 названных подсистем ЛИУС необходимы и полезны для практического использования). Таким образом создаются условия для выбора границ масштабирования проекта.

Указанная декомпозиция создает главные условия для оценки и выбора разработчика соответствующей типовой функции MES по выделенной группе показателей. Поскольку каждый разработчик (поставщик) предлагает соответствующий программный продукт (или от-

*Таблица. Критерии выбора поставщика (производителя, разработчика) программного продукта (приложения или системы)*

1. Наличие лицензий или сертификатов на поставляемый программный продукт
2. Стоимость работ по проекту внедрения лабораторной информационной системы (ЛИС)
3. Платформа аппаратных средств
4. Программная платформа
5. Объем программного кода (строк) и общее число программ и утилит
6. Версия комплекта поставки прототипа ЛИС и дата последнего изменения
7. Возможность интеграции с аналитическими приборами, ПТК и БД АСУТП (уровень MES)
8. Возможность и направления интеграции с ERP-системой
9. Состав бизнес-функций (процессов, задач, комплексов задач), предлагаемых к автоматизации
10. Масштабируемость: возможность развития и наращивания автоматизируемых бизнес-функций
11. Степень открытости программного кода
12. Общее число АРМ специалистов заказчика, имеющих возможность подключиться к БД ЛИС
13. Число АРМ специалистов поставщика (разработчика) на момент анализа, оснащенных ПК и имеющим выход в сеть Internet
14. Коллективный опыт (суммарный стаж, лет) работы штатных специалистов поставщика (разработчика) на момент анализа в области: а) информационных технологий; б) аналитической химии; в) автоматизации бизнес-процессов химических (испытательных) лабораторий различного профиля
15. Наличие сертификата на соответствие требованиям международного стандарта ISO 9000:2008 в процессах производства продукции или оказания услуг
16. Наличие положительных отзывов и наград по факту внедрения ЛИС от заказчиков
17. Среднее время устранения отказа при эксплуатации ЛИС от момента возникновения претензии (инцидента) и устранении дефекта до обновления программного обеспечения у заказчика
18. Возможность реализации процесса удаленного обновления ПО и БД (Web-доступ)
19. Календарное время работы по жизненному циклу (фазам, этапам) проекта: Сборка/Конфигурирование/Испытания/Приемка (адаптации) "прототипа" к условиям конкретного Заказчика/ Эксплуатация/ Техническая поддержка (сопровождение)
20. Длительность бесплатного гарантийного обслуживания
21. Состав работ и спектр услуг в процессах технической поддержки (сопровождения)
22. Нацеленность на долгосрочное сотрудничество
23. Территориальная удаленность от заказчика
24. Финансовая надежность
25. Перечень успешно внедренных проектов ЛИС у других заказчиков по аналогичным (однотипным) объектам анализа и отраслям промышленности
26. Перечень объектов аналитического контроля по всем успешно внедренным проектам ЛИС

дельные его компоненты), то необходимо провести сравнительный анализ выбранных компонент по наиболее важным интегральным показателям (таблица). В отдельных случаях целесообразно проводить сравнительное те-

стирование программных продуктов от различных поставщиков по выделенным одноименным функциям (например, по реализованным в ЛИУС алгоритмам внутрилабораторного контроля и шаблонам (шапки документов) их отражения в формируемых документах).

Взаимодействие ЛИУС "Химик-аналитик" с информационными системами предприятия целесообразно осуществлять по следующим направлениям:

- ERP-системой через экспорт/импорт данных в контуры управления (модули): "Персонал", "Финансы", "Качество", "Логистика", "Менеджмент качества";

- MES через экспорт/импорт данных в/из БД: "Оборудование и приборы", "Качество продукции", "Документооборот", "Мониторинг и диспетчеризация", "Персонал", "Оперативное планирование";

- АСУТП через импорт от аналитических приборов и ПТК показателей объектов анализа с результатами измерений из имеющихся в эксплуатации БД.

Необходимо отметить, что граница раздела между ЛИУС и АСУТП очень сильно зависит от объема автоматизируемых бизнес-функций ЛИУС. Если принять, что в ЛИУС используется только одна и единственная функциональная возможность по информационной интеграции с приборами аналитического контроля, то такое проектное решение можно рассматривать как расширение функциональных возможностей АСУТП. Но если к указанному функционалу добавляются другие функции (внутрилабораторный контроль (ВЛК), менеджмент качества, управление и т.п.), то тогда программный продукт, в зависимости от состава автоматизируемых функций, необходимо рассматривать как ВЛК, ЛИС или ЛИУС.

С учетом предложенного способа конструирования конкретной реализации ЛИУС из имеющегося перечня функциональных блоков, были выделены следующие стадии при внедрении специализированных информационных систем:

- определение роли и значения АЛ на территории или на промышленном предприятии;
- оценка состава и взаимосвязи автоматизируемых новых и имеющихся бизнес-функций на всех уровнях корпоративной информационной системы;
- выбор прототипа с наиболее подходящими структурными элементами;
- адаптация структурных элементов под технические требования заказчика;
- конфигурирование, настройка, предварительное тестирование и верификация выбранного прототипа ЛИУС;
- валидация прототипа заказчиком;
- устранение выявленных заказчиком замечаний;
- начало опытной и промышленной эксплуатации;
- обеспечение необходимого качества сопровождения (технической поддержки) программного продукта.

**Сафьянов Александр Сергеевич** — ведущий программист, **Терещенко Анатолий Георгиевич** — канд. техн. наук, зав. лабораторией, **Терещенко Василий Анатольевич**, **Щелканов Сергей Владимирович** — программисты, **Юнак Александр Львович** — специалист НИИ высоких напряжений, ГОУ ВПО "Национальный исследовательский Томский политехнический университет".  
Контактный телефон/факс (382-2) 41-70-13. E-mail: git@hvd.tpu.ru, <http://www.chemsoft.ru>

Все перечисленное практически соответствует стадиям жизненного цикла программного проекта ЛИУС, закрепленным в ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 16326-2002. "Программная инженерия. Руководство по применению ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 при управлении проектом" и ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 15271-2002. "Информационные технологии. Руководство по применению ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 (Процессы жизненного цикла программных средств)".

#### Заключение

1. Следует разграничивать сферу ответственности типовых функций MES и других информационных систем, расположенных на уровне MES (в данном случае ЛИУС), поскольку попытка решения специфических задач (например, автоматизация процедур внутрилабораторного контроля качества результатов количественного химического анализа) изначально не предназначенными для этого средствами может привести к провалу проекта в целом.

2. Нецелесообразно исключать из состава типовых функций MES "Оперативное планирование" (ODS), "Ремонты" (ММ) и "Документооборот" (DOC).

3. Каждую типовую функцию необходимо детализировать до структурных элементов сначала на функциональном уровне, а затем и на уровне обеспечивающих частей информационных систем (организационно-правовое, информационное и метрологическое, программно-математическое, лингвистическое, техническое обеспечения и информационная безопасность).

4. Применение типовых проектных решений для ЛИУС на основе оптимального подбора и адаптации структурных элементов является наиболее эффективным подходом при внедрении специализированных информационных систем с созданием единого информационного пространства предприятия, что подтверждается успешным внедрением и сопровождением различных конфигураций ЛИУС "Химик-аналитик" более чем в 250 лабораториях России.

#### Список литературы

1. *Ицкович Э.Л.* Методология построения MES-системы химико-технологического производства непрерывного типа // Промышленные АСУ и контроллеры. 2009. №12.
2. *Сафьянов А.С., Терещенко А.Г., Терещенко В.А., Янин А.М., Юнак А.Л., Терещенко О.В.* Проблемы информационного взаимодействия систем класса ЛИУС и элементов КИС предприятия // Автоматизация в промышленности. 2008. № 9.
3. *Нестерова А.Ю., Самойлова Т.А.* MES-системы на российском рынке промышленности: от истоков будущему // Промышленные АСУ и контроллеры. 2009. № 11.
4. *Сафьянов А.С., Терещенко А.Г., Терещенко В.А., Янин А.М., Юнак А.Л., Терещенко О.В.* Интеграция ЛИУС "Химик-Аналитик" с приборами аналитического контроля и ПТК // Автоматизация в промышленности. 2008. № 4.