

вание программных сбоев фиксируются в архиве сообщений (событий) и отображаются на специальном экране диагностики.

#### Подсистема регулирования

Для поддержания параметров ТП в заданных диапазонах используются регуляторы со стандартными ПИД-алгоритмами. Помимо обычных регуляторов в системе имеются регуляторы каскадные и соотношения. Для удобства работы оператора во время запуска окна управления регуляторами сгруппированы на отдельных мнемосхемах.

#### Подсистема архивирования

Для долговременного архивирования и обеспечения централизованного контроля за ТП кроме ра-

бочих станций оператора в состав АСУТП ВХ входят рабочее место начальника смены и архивная станция.

Введение АСУТП ВХ в эксплуатацию позволило:

- расширить функции автоматического и автоматизированного контроля и управления;
- повысить надежность функционирования системы противоаварийной защиты;
- повысить качество управления ТП;
- сократить число и время локализации аварийных ситуаций и отказов оборудования;
- упростить работу операторов и улучшить контроль за их работой.

*Калашикова Любовь Аркадьевна – ведущий инженер ЗАО "Синетик".  
Контактные телефоны: (383) 266-75-32, 266-52-14. [Http://www.sinetic.ru](http://www.sinetic.ru)*

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ С ПОМОЩЬЮ ЛАБОРАТОРНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ "ХИМИК-АНАЛИТИК"

**В.А. Терещенко, А.М. Янин,  
В.В. Соколов, П.А. Мизин (ФГНУ "НИИ высоких напряжений")**

*Одним из важных инструментов конкурентного развития отечественного производства является управление качеством, основанное на данных, получаемых из аналитических лабораторий. Предлагается обновленное средство автоматизации и управления химико-аналитическими работами на современном предприятии любой отрасли, в том числе химической промышленности – лабораторная информационно-управляющая система (ЛИУС) "Химик-Аналитик". Описаны вновь созданный блок управления аналитическими работами и переработанный с учетом накопленного опыта генератор отчетов.*

Стремительный прогресс информационных технологий расширяет возможности автоматизации производственной сферы, в том числе и в химической отрасли. Значительное распространение получили программные комплексы, предназначенные для автоматизации задач бухгалтерии, планирования финансовой деятельности, логистики, отдела кадров, складского хозяйства или в целом управления ресурсами предприятия (ERP). Однако внедрение информационных систем не должно заканчиваться автоматизацией только административно-управленческого аппарата.

Повышение качества продукции – один из основных инструментов улучшения конкурентной позиции предприятия на рынке. Значимость качества продукции для отечественной химической промышленности также высока. Анализом показателей качества на предприятии занимаются аналитические лаборатории. Эффективность работы лаборатории выражается в точности и оперативности выдаваемых ею результатов и складывается из влияния многих факторов: качества управления лабораторией, методического обеспечения, инструментальной базы, квалификации и опыта сотрудников, а также применяемых информационных технологий. Сегодня становится очевидной необходимость внедрения специализированного ПО. Ведь это практически единственный способ повысить оперативность доступа к результатам анализов и основным показателям деятельности производства, оптимизировать труд заведующего лабораторией, позволить в режиме РВ использовать данные лаборатории специалистами других

подразделений предприятия. Поэтому можно с уверенностью сказать, что в самое ближайшее время вычислительная техника, оснащенная ПО, специализированным для нужд аналитической лаборатории, станет таким же обязательным и незаменимым инструментом химика-аналитика, каким сейчас является, например хроматограф.

Решением вопросов автоматизации управления аналитическими работами, ведения лабораторных журналов, метрологии, внутрилабораторного контроля, документооборота занимается отдельный класс программных средств – лабораторные информационно-управляющие системы (ЛИС, ЛИМС или LIMS – Laboratory Information Management System).

За рубежом существует значительное число подобных ИТ-решений, которые распространены повсеместно и уже являются привычным инструментом для аналитической лаборатории. Однако различие нормативных требований в области метрологии, технологий и способов работы в лаборатории создает значительные трудности для внедрения иностранных продуктов на российских предприятиях.

До недавнего времени автоматизация лабораторий отечественных предприятий ограничивалась приобретением современного измерительного оборудования, значительно упрощающего и ускоряющего процесс проведения измерений. В то же время деятельность лабораторий характеризуется наличием сложной структуры объемных внутренних информационных потоков. Возможность оптимизации рабо-

ты при помощи информационных технологий очевидна. Однако на практике работа лаборатории, выходящая за рамки получения конкретного результата анализа, до сих пор оставалась прежней и не получала требуемого внимания.

Примером комплексного решения автоматизации химико-аналитических работ на российских предприятиях, функционально наиболее приближенным к зарубежным LIMS и одновременно отражающим всю специфику деятельности отечественных лабораторий, является лабораторная информационная система ЛИС "Химик-Аналитик"<sup>1</sup>, разработанная в ФГНУ "НИИ высоких напряжений" (г.Томск) [1-3].

Новыми важными функциями, реализованными в "Химике-аналитике" за последнее время, являются блок управления и обновленный генератор документов. Появление блока управления позволяет позиционировать данную автоматизированную систему уже как лабораторную информационно-управляющую систему – ЛИУС "Химик-аналитик".

С самого начала работ (1998 г.) главной идеей проекта ЛИС "Химик-аналитик" выбран комплексный подход к автоматизации деятельности лаборатории, создание единого информационного пространства, охватывающего все существующие потоки и хранилища данных. В связи с этим выработаны основополагающие критерии, определяющие основные направления развития программного продукта:

- ориентация на лаборатории различных направлений деятельности и масштабов (блочная архитектура, использование различных СУБД);

- возможность охвата деятельности всех категорий работников аналитических лабораторий;

- применение максимально упрощенных и понятных средств взаимодействия, моделей, приближенных к реальности, пригодных для использования непрофессионалами в области компьютерной техники, каковыми в лаборатории являются химики-аналитики, и неориентированных на специалистов отделов АСУ предприятия;

- соответствие требованиям российских стандартов в области аналитической химии и метрологии;

- организация внедрения (использование собственного опыта внедрения для наиболее оптимального использования ресурсов системы в конкретной лаборатории);

- поддержка пользователей (обучение, консультации, обеспечение простыми и удобными средствами настройки и возможностью самостоятельного развития системы, обновление старых версий).

Созданная ранее ЛИС "Химик-аналитик" отвечает всем вышеперечисленным требованиям, кроме одного – с помощью этой системы осуществляется автоматизация деятельности лаборантов и инженеров-хи-

миков и практически не затрагивается сфера работ начальников лабораторий.

Появление в середине 2005 г. блока управления лабораторией ликвидирует этот пробел, так как теперь ЛИУС охватывает деятельность всех категорий сотрудников лаборатории, включая и руководство лабораторией. В то же время информация из ЛИУС может быть востребована сотрудниками внешних отделов, нуждающимися в каких-либо сведениях о результатах измерений, и руководством предприятия (об эффективности работы лаборатории, ситуации с качеством сырья, полупродуктов, выпускаемой продукции, об отклонениях результатов измерений от нормативов, о сравнении качества продукции по годам, об установлении причин появления рекламаций и т.д.).

Сегодня ЛИУС "Химик-аналитик", содержащая в своем составе блок "Управление", позволяет охватить все основные функции аналитической лаборатории и обеспечить выполнение следующих задач:

- управление работами и ресурсами, планирование работ в аналитической лаборатории, включающих построение графика аналитического контроля, учет и управление работами, пробами, лабораторным оборудованием, реактивами и посудой;

- ведение различных электронных лабораторных журналов с метрологической обработкой результатов анализа;

- ведение вспомогательных журналов приготовления растворов, учета прихода/расхода реактивов, химпосуды и оборудования, инженерно-экологических расчетов;

- внутрилабораторный контроль в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-2002 и МИ 2335-2003;

- автоматизированный документооборот аналитической лаборатории;

- статистическую обработку результатов измерений и представление их в виде выходных документов лаборатории: отчетов, протоколов анализов, графиков и диаграмм;

- организацию системы менеджмента качества лаборатории по ГОСТ Р ИСО 17025-2000.

Блок управления предназначен для выполнения заведующим лабораторией трех основных задач:

- моделирование организационной структуры лаборатории и организация труда персонала;

- автоматизация планирования работы лаборатории;

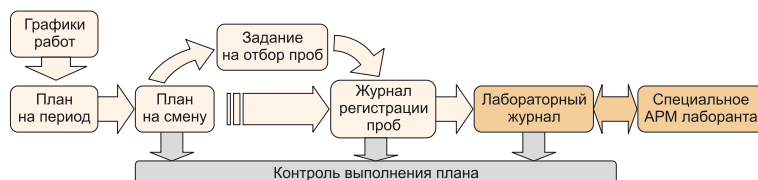
- контроль выполнения планов.

Первая задача решается посредством настройки заданной модели организационной структуры. Для этого необходимо заполнить картотеку сотрудников, ввести параметры смен, бригад, графиков работ, алгоритм сменности. На основании этих данных подсистема организационной структуры лаборатории блока уп-

<sup>1</sup> ЛИС "Химик-аналитик" зарегистрирована в Реестре программ для ЭВМ 7 октября 2004 г. №2004612298 Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентным и товарным знакам и аттестована Уральским НИИ метрологии на соответствие требованиям МИ 2335-2003, ГОСТ Р ИСО 5725-2002, РМГ 60-2003, РМГ 54-2003 и МУ 6/113-30-19-83 (свидетельство об аттестации №2-2005 от 25 марта 2005г.).

правления формирует календарь рабочего времени для каждой бригады и соответственно сотрудника, который, в свою очередь, используется в журнале приемки/сдачи смен для учета работы персонала и привязки его к рабочему месту. Гибкость разработанной модели оргструктуры, широкие функциональные возможности подблока в совокупности с простотой настройки позволяют с минимальными усилиями реализовать и использовать практически любую систему организации труда. Подсистема рассчитана главным образом на обособленные лаборатории и будет полезен там, где нет собственных программных средств управления персоналом.

Планирование работ лаборатории выполняется раздельно для аналитических, внутрилабораторных и работ по внутрилабораторному контролю. Общий алгоритм работы: определяются значения периодичности каждого задания, на основе которых уже



Структура блока управления

формируется план на определенный период. Эти данные используются для формирования плана на смену, в котором происходит конкретизация параметров и утверждение отдельных заданий.

Для основных аналитических работ блок управления моделирует цепочку последовательных этапов планирования отбора и анализа проб, состоящую из формирования графика аналитических работ, плана на период и смену (рисунок). Данная схема максимально приближена к реальному процессу генерации плана и отражает последовательное уточнение заданий. После формирования задания на отбор проб данные из плана на смену автоматически мигрируют в журнал регистрации проб и далее в лабораторные журналы, тем самым отражая движение проб внутри лаборатории. Реализованы основные требования к системе планирования: максимальная гибкость настройки (состав проб и их показателей автоматически формируется на основе стандартного списка и может быть изменен в плане на смену), простота и удобство использования. Имеется возможность формирования задания на отбор проб на основании утвержденного сменного плана, при этом происходит расчет перечня необходимой пробоотборной посуды.

Подсистема планирования обладает также средствами поддержки внутрилабораторного контроля (ВЛК). Основное их предназначение — максимально облегчить внедрение в лаборатории ВЛК в соответствии с действующими нормативными документами. Реализована следующая функциональность: добавление новых, учет и использование существующих контрольных серий, расчет их параметров в соответствии с текущим планом работ, управление контрольными процедурами. Инструменты размещены в форме настройки плана на смену, то есть планирование ведется параллельно ходу основных работ.

Рассмотрим как выглядит процесс подготовки к работе смены лаборатории при использовании ЛИУС. Ответственный инженер заранее открывает план на смену, автоматически формирует перечень заданий, заложенных в плане на период. Далее, ориентируясь на текущую ситуацию, настраивает перечень работ: изменяет списки проб и отдельные показатели, добавляет новые контрольные серии и процедуры, определяет рабочие места для выполнения ВЛР. В заключение план утверждается, при необходимости генерируется перечень пробоотборной посуды, подтверждение которого приводит к заполнению исходными данными журнала регистрации проб. Инженер может сформировать документ "Задание на отбор проб", являющийся руководством для пробоотборщика. Процесс регистрации образцов заключается в подтверждении их наличия в

предварительно составленном журнале регистрации проб и заполнении информационных полей таких, как время отбора, исполнитель, шифр и т.д. Нажатием кнопки регистрации информация переносится в выбранный лабораторный журнал и становится доступной лаборантам для занесения результатов измерений.

Одной из важнейших частей блока управления является подсистема контроля выполнения планов, предназначенная для оперативного отражения степени исполнения утвержденных заданий. Для наибольшей наглядности и информативности контроль происходит на трех этапах: утверждение плана на смену, регистрация проб в журнале и выполнение анализов в лабораторном журнале. Таким образом, можно определить, какое число проб утверждено на исполнение, сколько зарегистрировано и реально выполнено по отношению к выработанной производственной программе.

Помимо решения перечисленных задач блок управления обладает следующей функциональностью:

- обеспечение прослеживаемости движения проб;
- анализ проблемных ситуаций и оптимизация управления лабораторией;
- получение основных производственных показателей работы лаборатории;
- поддержка принятия управленческих решений.

На данном этапе сформировано адекватное представление архитектуры блока управления и происходит дальнейшее наращивание его функциональности.

Неотъемлемой частью любой ЛИС являются подсистемы создания и управления выходной документацией. Их основным назначением является не столько создание неких выборок из БД, сколько генерация электронных документов конечного вида, соответствующих официальным и внутрикорпоративным стандартам, принятым на предприятиях.

На практике достижение подобных целей встречает определенные трудности. Изучение мирового опыта внедрения ЛИС на зарубежных предприятиях показало, что обычно стандарты формирования отчетных документов лабораторий стремятся изменить подфункциональные возможности приобретенного ПО, которое, в свою очередь, имеет достаточный в подобной ситуации набор функциональных элементов. Эта практика сложилась в результате подхода к взаимодействию разработчиков ПО и его потребителей, характерного для западных стран, но совершенно неотработанного для России, где ситуация складывается прямо противоположным образом. Убедить потребителя ПО изменить привычный порядок работы (в частности формы документов, принятой на данный момент и утвержденной часто еще до изобретения ПК) в связи с вводом в эксплуатацию какой-либо новой программы иногда бывает очень трудно. Поэтому разработчики ПО вынуждены корректировать и дополнять возможности поставляемых ими программ с целью создания стандартных документов. Попытки разработчиков совместно с заказчиком изменить эти стандарты в лучшем случае дают частичные и несущественные результаты.

Практика внедрения ЛИС "Химик-аналитик" на отечественных промышленных предприятиях показала необходимость замены уже имеющейся в ней подсистемы создания документов с целью увеличения функциональных возможностей. Актуальность данной проблемы еще более возросла при переходе на ЛИУС. Очевидно, что существуют два пути решения данной проблемы — приобретение готовых решений и разработка нового собственного генератора отчетов. Были изучены функциональные возможности наиболее распространенных на мировом рынке решений (Crystal Reports, QuickReport и пр.). Исследование показало, что данные программные продукты зарубежного производства, в первую очередь, нацелены на универсальность в сопряжении их с любыми существующими на рынке СУБД, а также на экспорт полученных с помощью их отчетов во всевозможные широко распространенные текстовые форматы. В то же время выяснилось, что стандартный набор функциональных элементов, предоставляемых этими генераторами отчетов, не перекрывает все потребности российских заказчиков. Опыт внедрения ЛИС свидетельствует о том, что аналитические лаборатории отечественных промышленных предприятий помимо документов, непосредственно отражающих результаты их деятельности (протоколы анализов, сертификаты, паспорта качества), обычно передают другим подразделениям, руководству предприятия и контролирующим организациям массу других документов (различные выборки, сводки, итоги и т.д.). Зачастую архитектура построения этих документов оказывается весьма сложной, так как исходные сведения могут поступать в них из различных лабораторных журналов и подвергаться при этом разнообразной обработ-

ке. К тому же использование набора функциональных элементов вышеперечисленных программных решений зарубежного производства требует наличия высококвалифицированного персонала со знанием как минимум азов программирования. Это сильно усложняет дальнейшую поддержку работы ЛИУС на предприятии, кроме того приводит к необходимости обучения специалистов по аналитической химии программированию, а программистов — аналитической химии, что является неэффективным использованием рабочего времени. При таком варианте возникает необходимость доработки функционала приобретаемой у третьей стороны системы разработки отчетов, что в разы увеличивает стоимость адаптации и время реагирования на пожелания заказчиков. Такое положение дел не может устраивать ни разработчиков, ни заказчиков ЛИУС. На этом основании было принято решение о создании своего собственного инструмента для настройки и создания отчетов ("дизайнера документов") с учетом ранее полученного опыта внедрения ЛИС на отечественных предприятиях в различных областях промышленности. В настоящее время этот блок создан, заканчивается его тестирование.

Разработанная подсистема генерации документов отвечает политике всей ЛИУС — она сочетает широту функциональных возможностей с максимальной простотой и доступностью для аналитиков. Для создания "формы документа" (шаблона, согласно которому генерируются документы) необходимо понимать сущность данных, которые должны быть представлены в документе, т.е. быть хорошо знакомым с аналитической химией. ЛИУС содержит средство для настройки форм произвольных документов, которое могут использовать специалисты-химики, поверхностно знакомые с компьютерами и неимеющие навыков программирования.

Форма каждого документа в ЛИУС базируется на наборе запросов. В ЛИУС имеется средство для визуальной разработки запросов SQL, аналогичное конструктору запросов в MS Access, SQL Builder в продуктах фирмы Borland и прочим подобным. В отличие от всех этих средств при настройке запросов пользователь ЛИУС работает не с настоящими именами таблиц и полей в БД, а с их псевдонимами — названиями и пояснениями на русском языке. Более того, БД выглядит в дизайнерах запросов ЛИУС не просто набором таблиц, а иерархической структурой, где таблицы объединены в группы.

Каждая форма документа имеет набор параметров, которые вводятся перед генерацией документа. Каждый запрос также имеет параметры. Источником параметра запроса может быть параметр документа или значение из другого запроса, что позволяет создавать "главные" и "подчиненные" запросы.

Сама форма документа состоит из так называемых "разделов". Каждый раздел связан с запросом. При генерации документа раздел повторяется для каждой записи из запроса. Записи при этом могут быть располо-

жены как сверху вниз, так и слева направо (возможность, которая отсутствует в большинстве имеющихся генераторов отчетов). Раздел может содержать прямоугольники с текстом, изображения в различных формах, графики и диаграммы, а также вложенные разделы. Глубина вложенности разделов не ограничена.

Подсистема настройки форм документов ЛИУС "Химик-аналитик" сочетает широкие возможности с простотой использования. Человек, имеющий минимальный опыт работы с компьютером, после нескольких дней обучения уже может создавать формы документов различной сложности.

Таким образом, предложено средство автоматизации аналитических работ, соответствующее запросам отечественных производителей. ЛИУС "Химик-Аналитик" позволяет увязать все функции современной аналитической лаборатории в едином информационном пространстве с учетом запросов всех категорий работников лаборатории. Содержащаяся в системе информация может быть использована в работе сотрудников других подразделений и руководством предприятия для принятия управленческих решений в области качества и оценки эффективности работы лаборатории.

*Янин Антон Михайлович – инженер-программист, Соколов Вячеслав Витальевич – инженер-программист, Мизин Петр Анатольевич – инженер-химик ФГНУ "НИИ высоких напряжений".*

*Контактный телефоны в г.Томске: (382-2)41-85-26, 41-70-13. E-mail: git@hvd.tpu.ru <http://www.chemsoft.ru>*

Внедрение ЛИУС на предприятии не накладывает на отдел АСУ дополнительно большого объема работ по адаптации системы под требования лаборатории.

#### Список литературы

1. Терещенко А.Г., Терещенко О.В., Соколов В.В., Замятин А.В. Программный продукт для экологических лабораторий промышленных предприятий // Экология и промышленность России. 2001. №6.
2. Терещенко А.Г., Терещенко О.В., Соколов В.В., Юнусов Р.Ш., Замятин А.В., Пикула Н.П. Программный продукт для аналитических лабораторий промышленных предприятий // Партнеры и конкуренты. 2001. №8.
3. Терещенко А.Г., Толстихина Т.В., Соколов В.В., Терещенко О.В., Пикула Н.П. Организация внутрилабораторного контроля качества анализа на базе ЛИС "Химик-аналитик" в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-2002 и МИ 2335-2003 // Там же. 2004. №10.
4. Терещенко А.Г., Терещенко В.А., Толстихина Т.В., Янин А.М. ЛИУС "Химик-аналитик" – новый инструмент для автоматизации аналитических лабораторий // Там же. 2005. №4.
5. Терещенко В.А., Янин А.М. Автоматизация работы экологических служб // Экология производства. 2004. №2.

*Терещенко Василий Анатольевич – маркетолог,*

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ЛИНК: СТРУКТУРА И ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ

**Г.Л. Ефитов (Honeywell),**

**В.В. Зенков (ИПУ РАН), А.С.Хохлов (Honeywell)**

*Представлен лабораторный информационный комплекс ЛИНК, предназначенный для автоматизации процессов сбора, обработки, накопления, хранения и отображения информации в центральных заводских лабораториях на предприятиях химико-технологического профиля. Описана структура комплекса, особенности его подсистем, механизмы их взаимодействия. Представлены результаты эксплуатации комплекса ЛИНК на нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ) (Москва).*

Современные НПЗ являются, как правило, непрерывными, многостадийными, крупнотоннажными; характеризуются большим ассортиментом продукции, катализаторов, реагентов, вспомогательных материалов и требуют эффективного управления. Управление НПЗ предполагает оперативный контроль показателей качества производственных потоков на всех стадиях производства – качество сырья, промежуточных потоков, готовой продукции и состояние окружающей среды. Известны системы крупных мировых производителей (Honeywell, CREON LAB CONTROL и др.), называемые LIMS<sup>1</sup>, предназначенные для автоматизации процессов сбора, обработки, накопления, хранения и отображения информации, полученной либо автоматически от измерительных приборов, либо введенной вручную (результаты лабораторных анализов и исследования качества сырья, реагентов, готовой продукции и компонентов при их поступлении, движении по технологической схеме

производства и передаче потребителям). Такие системы используют сложные технические и программные средства (например, СУБД Oracle), Web-технологии и многоязычный интерфейс; имеют связь с широкой инфраструктурой систем управления, анализа и планирования производствами различного профиля, поддерживают различные международные стандарты (DIN EN ISO 9001/EN29001, GxP, 21 CFR Part 11). Вследствие этого такие системы весьма дорогостоящи, а эффективность их максимальна при высокой степени автоматизации всех уровней управления предприятием.

Однако многие российские НПЗ не отличаются высоким уровнем автоматизации, для них актуально решение достаточно простых задач центральной заводской лаборатории и информационной поддержки технологических служб, которые не требуют столь мощного аппарата, как системы LIMS, но в большей степени учитывают специфику НПЗ и организацию на предприятии хо-

<sup>1</sup> [http://acsnet.honeywell.com/sites/HPS\\_Library/Mining%20Minerals%20Metals/LIMS\\_MMM\\_0716.ppt](http://acsnet.honeywell.com/sites/HPS_Library/Mining%20Minerals%20Metals/LIMS_MMM_0716.ppt)