

## ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКОАНАЛИТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

М.В. Баюкин<sup>1</sup>, доцент, К.К. Нечеухин<sup>2</sup>, начальник отдела,  
В.Е. Мельник<sup>1,\*</sup>, аспирант

<sup>1</sup>кафедра Эколого-экономического анализа технологий  
МИТХТ им. М.В. Ломоносова, Москва, 119571 Россия

<sup>2</sup>НПФ ДИЭМ, Москва, 117485 Россия

\*Автор для переписки, e-mail: mve90@mail.ru

**В** статье излагаются подходы к формированию и построению автоматизированных систем обработки лабораторных данных на примере информатизации деятельности экоаналитических лабораторий, эксплуатируемых в составе объектов нефтехимического комплекса, и представлены ожидаемые результаты от внедрения разрабатываемой системы на производстве.

**Ключевые слова:** системный анализ, охрана окружающей среды, информатизация, лабораторные информационные менеджмент системы.

### Введение

История развития лабораторных информационно-управляющих систем (ЛИС) началась в начале 1980-х годов [1], с тех пор ЛИС постепенно начали использоваться в аналитических лабораториях различных отраслей (медицина, химия, нефтехимия, экология, металлургия и т.д.) как для оперативного предоставления лабораторной информации по качеству, так и для управления самим бизнес-процессом контроля качества [2].

В представленной статье рассматривается процесс разработки информационной системы для лаборатории контроля качества окружающей среды на предприятии нефтехимического комплекса.

В связи с произошедшими в 2014 году изменениями в законодательстве Российской Федерации в области охраны окружающей среды требуют пересмотра подходы к обеспечению экологической безопасности на промышленных предприятиях, так как с этого момента управление экологической безопасностью определяется дифференцированным подходом, который напрямую зависит от степени потенциальной опасности предприятий для окружающей природной среды.

Новые требования в части осуществления производственного экологического контроля затрагивают, прежде всего, предприятия, относящиеся к I категории опасности, и определяют необходимость повышения эффективности функционирования корпоративных систем управления охраной окружающей среды.

Неотъемлемой частью обеспечения экологической безопасности крупных промышленных объектов на всех стадиях жизненного цикла является система производственного экологического мониторинга и контроля (ПЭМиК), при этом общими требованиями к подготовке и организации ПЭМиК являются:

- соответствие требованиям нормативно-методических документов;
- выполнение наблюдений в зоне размещения объектов;
- ведение мониторинга и контроля в зависимости от специфики природной среды и особенностей техногенного воздействия;
- сбор фактических данных о состоянии окружающей среды путем выполнения комплексных экологических исследований и наблюдений;
- обработка полученной информации путем проведения камеральных работ, лабораторных химико-аналитических исследований с компьютерной обработкой и моделированием процессов взаимосвязи производственных работ и объектов с компонентами природной среды;
- использование современных информационных технологий (в том числе в ходе проведения ПЭМиК в период строительства объектов).

По сути ПЭМиК становится основой эффективного управления охраной окружающей среды.

В общем виде система управления охраной окружающей среды (ООС) промышленных предприятий представлена на рисунке 1.

На основе лабораторной информации о количественных показателях качества компонентов природной среды и параметрах антропогенного воздействия производится расчет экологических платежей, планирование природоохранных мероприятий, формирование широкого спектра природоохранной отчетности, что определяет центральную роль лаборатории контроля качества окружающей среды при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности предприятия.

Деятельность испытательной экоаналитической лаборатории охватывает широкий спектр процедур: пробоотбор, экспресс-анализ,

количественный химический анализ проб, внутрилабораторную оценку качества лабораторного анализа, формирование учетно-отчетных документов, обмен информацией между вовлеченными в процесс исполнителями, что обус-

ловливает высокую трудоемкость работ персонала лаборатории и актуальность задачи информатизации работы аналитической лаборатории, и её интеграцию в составе системы управления охраной окружающей среды.



Рис. 1. Система управления охраной окружающей среды промышленного предприятия.

Информатизация деятельности экоаналитической лаборатории входит в общий процесс информатизации управления охраной окружающей среды, основанной на системной интеграции компьютерных средств, информационных и коммуникационных технологий с целью получения новых общесистемных свойств, позволяющих более эффективно организовать природоохранную деятельность предприятия.

Комплексный подход к информатизации процессов управления ООС предусматривает:

- интеграцию автоматизированных средств измерений (в том числе средств, входящих в автоматизированную систему управления технологическим процессом предприятия (АСУ ТП)) в рамках единой информационно-управляющей системы;

- информатизацию деятельности экоаналитических лабораторий, включая автоматизацию обработки данных и процессов формирования отчетной лабораторной документации;

- автоматизацию операций по обработке данных, ведению и заполнению форм первичной учетной документации, госстатотчетности, иных природоохранных и корпоративных отчетных форм;

- разработку экспертных систем и программных компонентов поддержки принятия эколого-ориентированных управленческих решений.

Исследованию вопросов проектирования и построения автоматизированных систем экологического мониторинга и контроля территориально-распределенных промышленных предприятий посвящены работы авторов [3;4;5].

Актуальность использования информационных технологий также обусловлена тем, что новыми положениями закона «Об охране окружающей среды» предусмотрена реализация различных видов государственной поддержки, в том числе налоговых льгот для природопользователей, обеспечивающих внедрение автоматизированных систем и создание лабораторий экоаналитического профиля.

#### **Цели и задачи автоматизированной системы обработки лабораторных данных**

В соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2009 и иными методическими указаниями в основные функции аналитической лаборатории входят:

- учет реактивов, химической посуды и оборудования, инженерно-экологических расчетов;

- внутрилабораторный контроль в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725;

- планирование работ, управление работами и ресурсами в аналитической лаборатории;

- ведение электронных лабораторных журналов с метрологической обработкой результатов анализа;

- ведение вспомогательных журналов приготовления растворов;

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

- автоматизированный документооборот аналитической лаборатории;

- организация системы менеджмента качества лаборатории.

Анализ основных задач экоаналитической лаборатории позволяет формализовать цели автоматизированной системы обработки лабораторных данных (АСОЛД):

- сокращение временных затрат специалистов лабораторий на выполнение повседневных операций.
- оперативное предоставление производственным службам предприятия достоверных данных аналитического контроля;
- повышение достоверности результатов КХА.

Особое внимание при постановке задач для АСОЛД концентрируется на соблюдении всех требований к регистрации результатов испытаний, а именно:

- к математической обработке данных;
- к соблюдению требуемого уровня точности расчетов;
- к контролю вводимых результатов в соответствии требованиями методик выполнения измерений. По результатам исследования бизнес-процессов экоаналитической лаборатории

выявлен перечень этапов, которые подлежат информатизации в АСОЛД (рис.2):

- формирование заданий на работу (отбор проб; проведение КХА);
- ввод в систему информации о результатах измерений, данных об отборе проб и результатах количественного химического анализа;
- обработка информации и формирование на её основе выходных данных (обработка результатов анализа; определение погрешности измерений; расчеты, связанные с внутрилабораторным контролем прецизионности и т.д.);
- контроль за анализом проб, с отображением данных о состоянии выполнения заданий и обработки проб;
- формирование по запросу пользователей установленных отчетных форм и документов по результатам деятельности лаборатории и её подразделений (протоколы результатов контроля; отчеты о результатах внутрилабораторного контроля качества; сводные отчеты по результатам контроля объектов и т.д.).

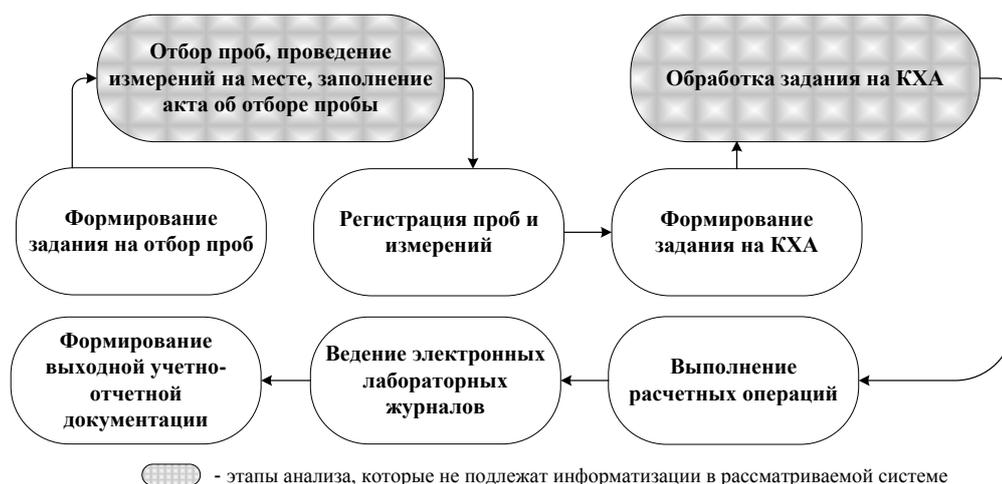


Рис. 2. Схема обработки проб в лаборатории КХА.

### Формализация и разработка алгоритмов обработки лабораторных данных

Разработка единой гибкой системы управления экоаналитической лабораторией начинается с анализа всех бизнес-процессов лаборатории, установления связей лаборатории и производственных объектов предприятия, обследования аналитического оборудования и имеющихся программных продуктов лаборатории [6].

Решение задач проектирования осуществляется посредством использования следующих методологий: проектирование функциональной модели – методология IDEF0 (IDEF = ICAM DEFinition), рекомендованная Госстандартом

[7]; моделирование потоков данных – DFD (Data Flow Diagrams); разработка логической архитектуры хранилища данных – IDEF1X.

Помимо разработки функциональных и логических моделей, последовательность обработки данных может быть представлена в виде набора алгоритмов (рис. 3, 4). Весь процесс проведения КХА или любой из его этапов (например, проведение внутрилабораторного контроля прецизионности и точности (ВЛК) результатов КХА) может быть формализован в виде циклического алгоритма, который замыкает последовательность действий персонала лаборатории для достижения поставленной цели (рис. 5).

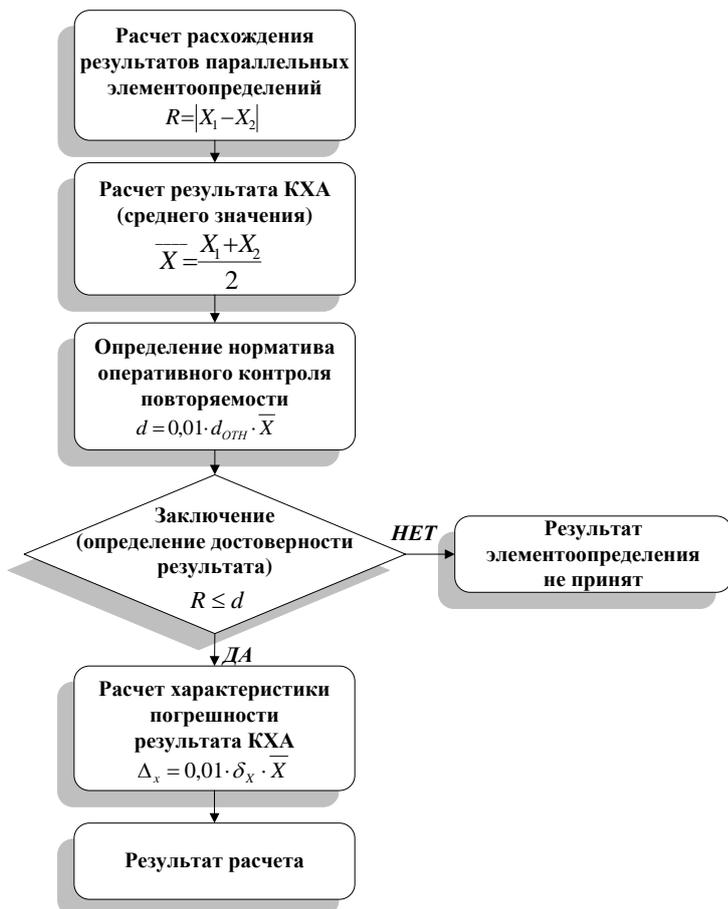


Рис. 3. Алгоритм оперативного контроля повторяемости результатов КХА.



Рис. 4. Алгоритм расчета запыленности производственных помещений.

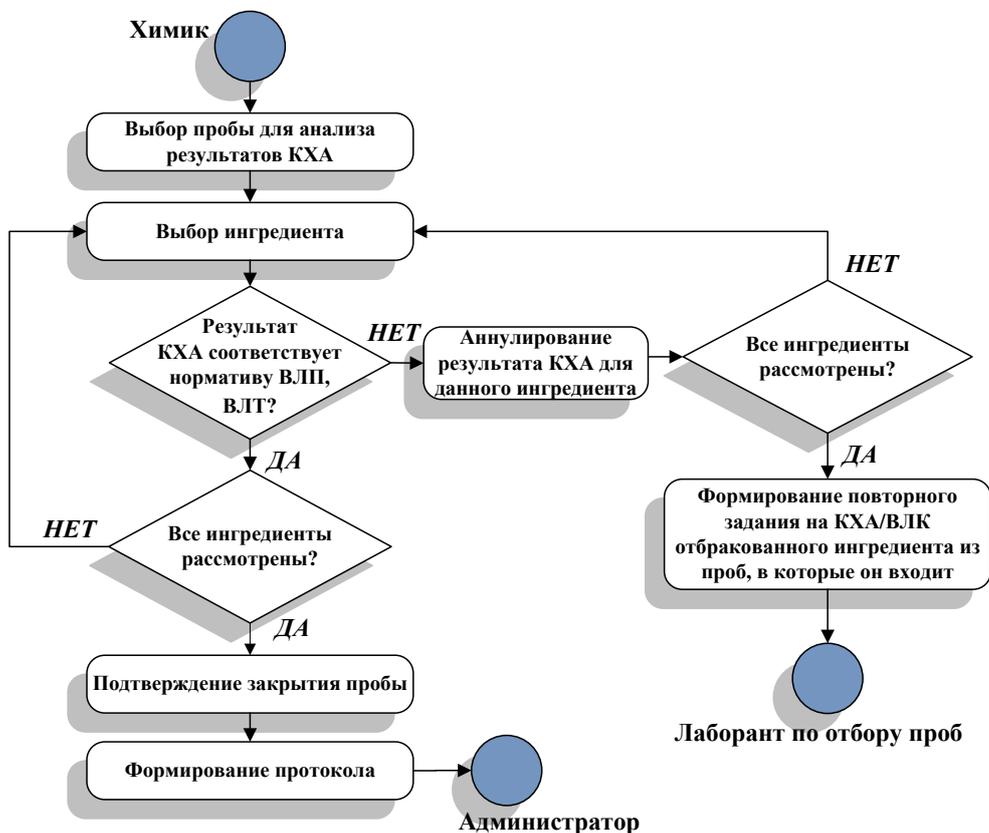


Рис. 5. Алгоритм анализа результатов КХА/ВЛК.

Одним из наиболее важных параметров является надежность исходных лабораторных данных. Систематические ошибки, связанные с некорректной эксплуатацией лабораторного оборудования или ротацией персонала, могут привести к неверной интерпретации результатов анализов, в частности, к определению ложных тенденций в динамике измеряемых величин или несуществующим факторным зависимостям.

Для контроля стабильности в АСОЛД используются карты Шухарта. Лабораторные информационно-аналитические системы позволяют автоматически производить проверку контрольных карт Шухарта в соответствии с критериями причин особых отклонений параметров качества аналитических исследований, определенными ГОСТ Р 50779.42-99 и, таким образом, избежать систематических ошибок в лабораторной деятельности.

Согласно РМГ 76-2004 контрольные карты Шухарта рекомендуется использовать для контроля повторяемости и внутрилабораторной прецизионности, а также для контроля погрешности данных. Реализация внутрилабораторного контроля (ВЛК) с использованием контрольных карт с практической точки зрения является сложной задачей, методология и обработка большого массива данных делает процесс построения карт Шухарта затратным и долговременным. В связи с этим перед лабораториями остро стоит вопрос информатизации процедуры ВЛК. Алгоритм построения контрольных карт Шухарта представлен на рисунке 6.

Процедуры ВЛК используют стандартные карты, описанные в ГОСТ Р 50779.42-99:

- R-карты – для контроля повторяемости и внутрилабораторной прецизионности;
- $\bar{X}$ -карты – для контроля погрешности результатов анализа.

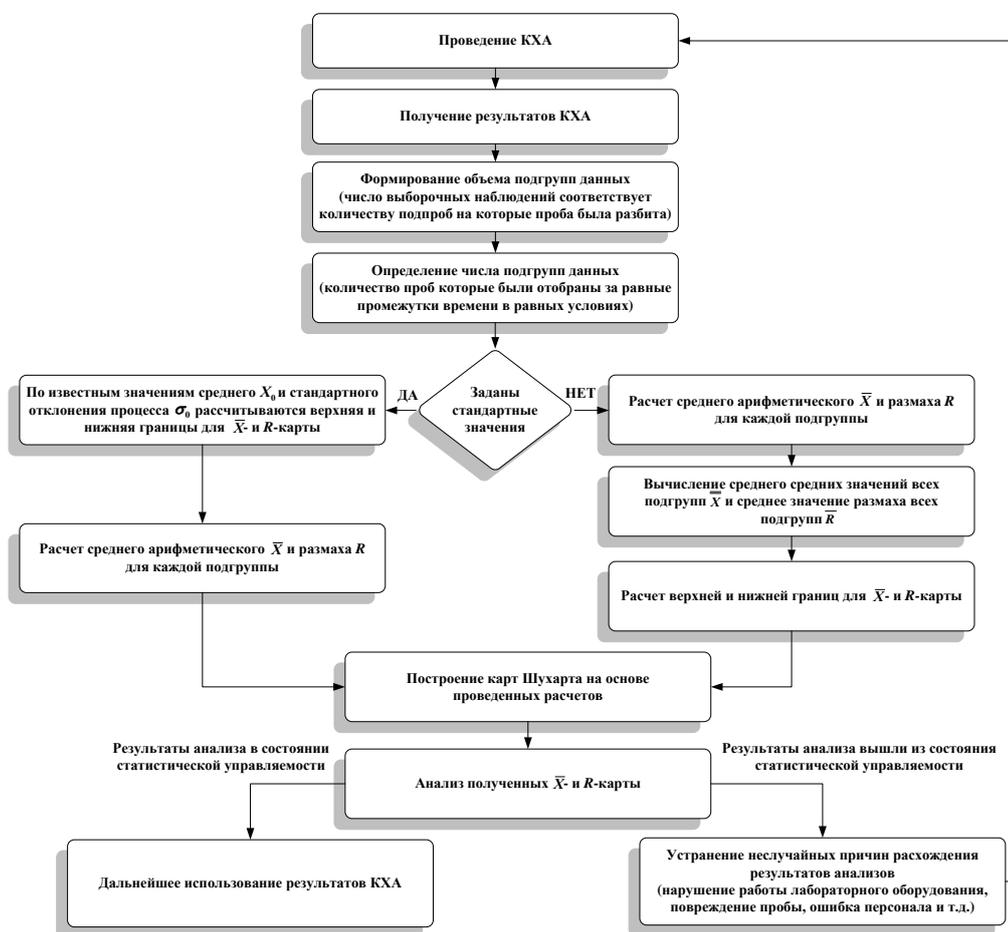


Рис. 6. Алгоритм построения контрольных карт Шухарта.

Реализация построения карт Шухарта в автоматизированном режиме позволяет значительно упростить деятельность метролога лаборатории и сигнализировать в случае нестабильности результатов испытаний в режиме, приближенному к реальному времени.

В дальнейшем на основе информации, поступающей от программного компонента анализа контрольных карт, и статистической инфор-

мации, хранимой в рамках других подсистем АСОЛД, могут быть разработаны специальные системы поддержки принятия решений, обеспечивающие автоматизированную генерацию управленческих и технологических решений для коррекции процесса лабораторного анализа.

Анализ и декомпозиция по функциональному признаку систем сбора и обработки эко-аналитической информации позволяет выделить

отдельные программные компоненты в составе подсистем АСОЛД (рис. 7) [8;9].

Компоненты АСОЛД обеспечены независимыми базами данных, в структуру которых входят атрибуты, справочники, электронные таблицы и формы. Базы данных подсистем обеспечивают обработку, хранение и наличие доступа к информации об отборе и анализе проб контролируемых объектов и иной сопроводительной документации. Ввод информации в базу данных проводится вручную, с автоматизированных рабочих мест сотрудниками лаборатории, либо ав-

томатически по запросу, посредством получения данных непосредственно с аналитического оборудования лаборатории.

На рис. 7 представлено четыре крупных модуля системы, которые соответствуют четырем основным бизнес-процессам лаборатории, они дополняются модулями контроля работы испытательного оборудования, электронного документооборота с производственными объектами предприятия, расчета параметров производительности лаборатории.

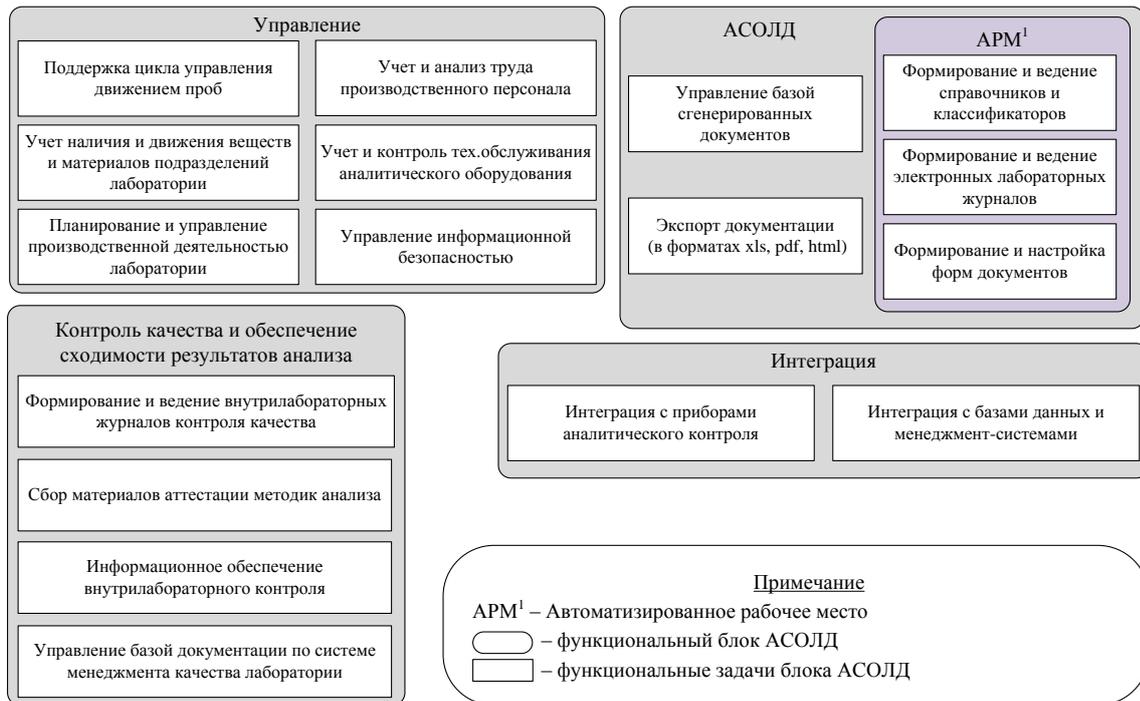


Рис. 7. Схема подразделения системы обработки лабораторных данных на функциональные блоки.

Степень интеграции системы в информационное пространство предприятия определяет оперативность использования результатов анализов в технологическом процессе и их доступность другим отделам и руководству, возможность формирования заявки на анализ из производственных отделов, совместное использование единых данных. Массовый доступ к данным лаборатории возможен при использовании Web-технологий, что позволяет производить регламентированный доступ к информации из любой точки глобальной сети [2].

### **Результаты внедрения на предприятиях автоматизированной системы обработки лабораторных данных**

В результате внедрения АСОЛД создается единое информационное хранилище достоверных данных экоаналитического контроля.

Внедрение АСОЛД позволяет обеспечить оперативный контроль на всех уровнях управления, что приводит к повышению качества производственного контроля, и, как следствие,

сокращению отклонений по качеству результатов КХА.

Совместный анализ технологических данных из MES-систем и данных АСОЛД позволяет оперативному персоналу, экологам и технологам предприятий своевременно выявлять причины отклонений в качестве окружающей среды и принимать более обоснованные управленческие эколого-ориентированные решения.

Персонал лабораторий, в свою очередь, получает инструмент, позволяющий значительно снизить трудозатраты на выполнение рутинных операций, а также сократить количество ошибок, обусловленных человеческим фактором.

Эффекты от внедрения АСОЛД для служб лабораторий экологического контроля заключаются в:

- упорядочении методической базы лабораторий;
- ощутимой экономии времени персонала на вычисление расчетных показателей, ведение рабочих журналов в виде книг, формирование выходных документов (паспортов, сертифи-

катов), справок, отчетов, осуществление внутрилабораторного контроля качества и построение контрольных карт.

Опыт внедрения АСОЛД на одном из крупнейших металлургических предприятий России позволяет привести следующие количественные показатели:

- ежедневно в системе регистрируется и обрабатывается свыше 150 образцов проб;
- для просмотра результатов лаборатор-

ных анализов в системе используется 50 электронных журналов, 25 вариантов отчетов;

– в операторных на производстве и производственных службах предприятия-природопользователя используются 35 рабочих мест просмотра и анализа данных о результатах КХА;

– время доставки аналитических данных природоохранным службам предприятия сократилась в 2 раза.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Меркулов В.А., Сакаева И.В., Кошечкин К.А., Сбоев Г.А. Опыт создания системы управления качеством в лабораториях на примере практики внедрения ЛИМС // Ведомости научного центра экспертизы средств медицинского применения. 2012. №4. С. 11-22.

2. Терещенко А.Г., Янин А.М. Лабораторные информационные системы на отечественном рынке // Промышленные АСУ и контроллеры. 2006. № 7. С. 12-16.

3. Колыбанов К.Ю. Разработка информационно-управляющей системы экологического мониторинга предприятия химического профиля. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М.: МГАТХТ, 1997.

4. Корнюшко В.Ф., Панова С.А., Равикович В.И. К обеспечению управляемости и наблюдаемости при реорганизации управления производством химической продукции. // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2008. № 12. С. 82–85.

5. Равикович В.И. Оценка эффективности распределенной информационной системы поддержки экологического менеджмента. // Научное издание - Сб. «Труды Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова» // Серия «Системный анализ. Теория и практика». 2006. Вып. 4. С. 126–132.

6. ГОСТ 34.601-90 Автоматизированные системы. Стадии создания.

7. Р 50.1.028-2001 "Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования" (приняты постановлением Госстандарта РФ от 2 июля 2001 г. N 256-ст).

8. Ишков А.Г., Ярыгин Г.А., Равикович В.И., Баюкин М.В., Нечухин К.К. Информационно-управляющие системы охраны окружающей среды для объектов нефтегазового комплекса // Научно-технический и производственный журнал «Газовая промышленность». 2012. №11 (682). С. 79-84.

9. Ярыгин Г.А., Равикович В.И., Баюкин М.В., Нечухин К.К. Комплексный методологический подход к построению вертикально интегрированных информационных систем управления охраной окружающей среды. // Научно-технический журнал «Нефть. Газ. Новации». 2012. №10. С. 54-58.

## INFORMATIZATION OF ACTIVITY ECO-ANALYSIS LABORATORY PETROCHEMICAL COMPLEX

M.V. Bayukin<sup>1</sup>, K.K. Necheukhin<sup>2</sup>, V.E. Mel'nik<sup>1</sup>

<sup>1</sup>M.V. Lomonosov Moscow State University of Fine Chemical Technologies, Moscow, 119571 Russia

<sup>2</sup>NPF DIEM, Moscow, 117485 Russia

@Corresponding author e-mail: mve90@mail.ru

*In the article the environmental management system at the enterprises of the petrochemical complexes and eco-analytical laboratory activities as a part of it are considered. In addition to its direct responsibilities for the analysis of the test material the activities of eco-analytical laboratory include responsibilities to ensure the correct and timely document and maintain continuous access to the information of all performers involved in the process. The reader is invited to refer to the approaches to the formation and construction of information-analytical systems by the example of developing systems for data collection and processing for environment control laboratories. The purposes and tasks of developing systems were identified during the analysis of the informatization object. Algorithms for information processing were established, and the management system of the eco-analysis laboratory information is presented in a separate form as components with the establishment of areas of responsibility. In the findings the expected results from the information-analytical system in terms of growth needs of environmental management effectiveness are described.*

**Keywords:** systems analysis, environmental, informatization, laboratory information management systems.