

УДК 004.94

Modern Trends in Informatization and Automation of Oil and Gas Industry

Evgeny D. Agafonov* and Galina V. Vashchenko*

*Siberian Federal University
79 Svobodny, Krasnoyarsk, 660041, Russia*

Received 03.06.2016, received in revised form 26.10.2016, accepted 18.11.2016

The paper represents a review of remarkable development trends in automation of Russian oil and gas industry. Both technological and organizational processes are taken into consideration. The most of factors influencing informatization and automation are enumerated. One pays attention to certain examples of automation systems together with their hardware and software components. Some problems of management and staff during automation systems' deployment are discussed. As a conclusion particular innovative procedures aimed to the development of informational and control systems in Russian oil and gas industry are proposed.

Keywords: oil and gas industry, automation, enterprise resource planning systems, personnel teaching and retraining.

Citation: Agafonov E.D., Vashchenko G.V. Modern trends in informatization and automation of oil and gas industry, J. Sib. Fed. Univ. Eng. technol., 2016, 9(8), 1340-1348. DOI: 10.17516/1999-494X-2016-9-8-1340-1348.

Современные тенденции информатизации и автоматизации нефтегазовой отрасли

Е.Д. Агафонов, Г.В. Ващенко

*Сибирский федеральный университет
Россия, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79*

Статья носит обзорный характер и посвящена обсуждению основных направлений развития средств автоматизации технологических и организационных процессов в нефтегазовой отрасли России. Перечислены факторы, оказывающие существенное влияние на процессы информатизации и автоматизации; охарактеризованы некоторые системы, а также программные и аппаратные компоненты систем автоматизации; описаны проблемы, с которыми приходится сталкиваться руководителям и специалистам в области автоматизации в отрасли. Предлагаются мероприятия по развитию информационных и управляющих систем в интересах инновационного развития нефтегазовой отрасли Российской Федерации.

© Siberian Federal University. All rights reserved

* Corresponding author E-mail address: agafonov@gmx.de, vgvtoqsm@yandex.ru

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, автоматизация, корпоративные информационные системы, обучение и переквалификация кадров.

Нефтегазовая отрасль России в современных условиях формирует значительную часть валового национального продукта. Наряду с ведущей ролью в формировании доходной части государственного бюджета в связи со значительными налоговыми отчислениями, стабильным созданием рабочих мест, развитием масштабных инфраструктурных проектов и проч. в отрасли аккумулируются и воплощаются в жизнь инновации, происходит внедрение новых технологий.

Инновационное развитие нефтегазовой отрасли обусловлено различными предпосылками, перечислим некоторые из них.

1. *«Привилегированное» положение отрасли в структуре экономики России.* Благодаря такому имиджу предприятия отрасли способны аккумулировать, например, качественные трудовые ресурсы.

2. Значительная прибыль дает *возможность формирования фондов для инновационного развития.* Кроме того, крупный нефтегазовый бизнес зачастую имеет первоочередную возможность воспользоваться средствами, накопленными различными резервными фондами, такими как Фонд национального благосостояния.

3. *Глубокие связи с нефтегазовыми транснациональными корпорациями* (British Petroleum, Total, Statoil, Shell) и сервисными компаниями (Schlumberger, Halliburton, Baker Huges).

4. *Развитая научная и образовательная база в России* (научно-исследовательские и проектные институты как отраслевого подчинения, так и принадлежащие системе Российской академии наук; профильные институты и университеты).

Необходимо также отметить, что инновационное развитие отрасли на текущий момент претерпевает трудности, связанные с санкционным давлением целого ряда иностранных государств [1].

В ряду направлений инновационного развития отрасли одним из наиболее значительных можно назвать *автоматизацию*. Автоматизация как научное и практическое направление деятельности включает в себя следующие аспекты:

- удовлетворение современным требованиям к организации производства;
- снижение роли человека в управлении технологическими процессами;
- использование математического аппарата (теория автоматического управления, теория систем, теория анализа данных, в т. ч. с использованием интеллектуальных средств);
- применение современных средств контроля (сенсоры, датчики), компьютерной и микропроцессорной техники, сетевых технологий.

Основным результатом процесса автоматизации можно считать повышение производительности труда. Снижение трудоемкости основных и вспомогательных процессов в нефтегазовой отрасли позволяет рационально использовать ресурсы, вместе с тем сохраняя высокий социальный уровень занятых в отрасли сотрудников.

Представим факторы, определяющие важность разработки и внедрения средств автоматизации:

- усложнение производственных и технологических процессов;
- требования к повышению производительности труда в отрасли;
- сохранение отраслевого потенциала в средне- и долгосрочной перспективе;
- необходимость экономии ресурсов (энергетических, природных, трудовых и т. д.).

Процесс автоматизации с точки зрения вложений в него средств можно считать высокоэффективным. Критерий эффективности представляет собой получение дополнительной прибыли или сокращение издержек производства в связи с внедрением новых технологий, повышающих уровень автоматизации. Опыт внедрения средств автоматизации показывает, что срок их окупаемости редко превышает один год. Основными источниками экономического эффекта от внедрения средств автоматизации будем считать следующие:

- уменьшение трудоемкости технологических процессов;
- оптимизация технологических процессов (качественных и количественных показателей);
- экономия ресурсов, энергосбережение;
- снижение рисков вследствие уменьшения негативного влияния «человеческого фактора» на производстве.

Процесс автоматизации необходим на всех этапах технологического цикла в отрасли, начиная с разведки нефтегазовых ресурсов, оценки запасов месторождений, продолжая бурением скважин, разработкой месторождений нефти и газа и заканчивая транспортировкой и хранением добытых ресурсов, а также их переработкой и продажей конечному потребителю. Автоматизация в отрасли выражается в решении целого ряда задач, среди которых:

- проектирование технологического оборудования совместно со средствами автоматизации;
- автоматизация бизнес-процессов и эксплуатируемого технологического оборудования (модернизация);
- автоматизация процессов технического обслуживания и ремонта;
- автоматизация вспомогательных систем и процессов;
- разработка и внедрение средств аварийной автоматики;
- автоматизация обучения сотрудников.

Процессы автоматизации, совершенствование средств и технологий автоматизации регламентированы множеством отраслевых и корпоративных стандартов и программных документов. В качестве примера приведем выдержки из *Генеральной схемы развития газовой отрасли на период до 2030 года* [2], которая предусматривает «создание и внедрение средств и систем автоматизации, метрологического обеспечения и связи», в том числе «нового поколения средств автоматизации и интегрированных систем управления, обеспечивающих согласованное, надежное и высокоэффективное управление производственно-технологическими объектами и процессами на всех уровнях управления; новых методов измерения, организации технологического учета газа, повышение достоверности измерения количественных и качественных показателей газа и жидких углеводородов; систем технологической связи, обеспечивающих надежную и безопасную транспортную среду для передачи всех видов данных и информации (управленческой, производственной, технологической)».

Наравне с автоматизацией отрасли происходит и ее *информатизация*, под которой понимают направленный процесс системной интеграции компьютерных средств, информационных и коммуникационных технологий с целью более эффективной организации продуктивной деятельности.

Процесс информатизации в отрасли приводит к созданию и внедрению автоматизированных информационных систем (АИС). Автоматизированная информационная система – это совокупность различных программно-аппаратных средств, которые предназначены для автоматизации какой-либо деятельности, связанной с передачей, хранением и обработкой различной информации. АИС нефтегазовой отрасли включает в себя как средства автоматизации, так и средства компьютеризации, а также подразумевает использование ресурсов других информационных систем, входящих в состав корпоративных информационных систем (КИС) предприятий отрасли.

Этот процесс слияния различных систем автоматизации и компьютеризации происходит повсеместно на предприятиях любой отраслевой принадлежности, но больше всего он важен для предприятий нефтегазовой отрасли ввиду особенностей осуществления деятельности: значительных глубин залегания углеводородов, большой протяженности нефте- и газопроводов, проходящих через сложные участки местности, геоклиматических условий и т. п.

Перечислим несколько основных направлений создания автоматизированных информационных систем, классифицируя их по назначению и применяемым технологиям.

Геоинформационные системы (ГИС) предназначены для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах. ГИС как программный продукт позволяет пользователям искать, анализировать и редактировать цифровые карты [3]. Все без исключения крупные нефтяные и газовые компании во всем мире, в частности и в России, используют ГИС-технологии на всех этапах производственного цикла: от разведки месторождений до бурения и добычи; от транспортировки и переработки до строительства и управления автозаправочными станциями.

Среди заказчиков систем ГИС в России нефтегазовым компаниям принадлежит доля в 25 % (более крупный заказчик – государственный сектор с 30 % всего рынка). Ведущими компаниями в области разработки и продажи программного обеспечения ГИС в России являются ESRI, MapInfo, Autodesk, Leica Geosystems, Bentley Systems и Intergraph. Российские разработчики, такие как группа компаний «СКАНЭКС» [4], Яндекс.Карты [5] занимают незначительную долю корпоративного рынка в нефтегазовой сфере в России.

Системы геологического и гидродинамического моделирования предназначены для оптимизации процессов поиска, разведки и добычи, достижения максимального коэффициента извлечения нефти (Rohar IRAP RMS, Schlumberger Petrel). Создание таких моделей и их практическое применение – сейчас обязательное требование к недропользователям при создании проектной документации и анализе разработки.

В качестве примера удачного и распространенного в России продукта для гидродинамического моделирования приведем семейство симуляторов Schlumberger Eclipse [6] – инструмент численного моделирования динамического поведения всех типов коллекторов, флюидов, степеней структурной и геологической сложности и систем разработки. Eclipse покрывает полный спектр задач моделирования пласта, включая конечно-разностные модели для черной нефти,

сухого газа, композиционного состава газоконденсата, термодинамические модели тяжелой нефти и модели линий тока.

Компания ОАО «НК «Роснефть», реализуя политику импортозамещения, финансирует проекты по разработке программных систем геологического и гидродинамического моделирования нефтегазоносного пласта. Разрабатываемое программное обеспечение начали внедрять в работу научно-исследовательских и проектных институтов системы «Роснефть». Однако успешная конкуренция с продуктами Roxar и Schlumberger на данном этапе развития представляет собой непростую проблему.

В системе трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов также существует острая необходимость внедрения эффективных систем моделирования гидродинамических процессов совместно с модельным описанием средств регулирования. Программные продукты зарубежного производства здесь конкурируют с системами российской разработки: симулятором *Cassandra*, разрабатываемым в ООО «Энергоавтоматика» [7] и *OilSmartControl*, разработку и поддержку которого осуществляет ООО «АТИС» [8].

Системы, обеспечивающие высокую производительность вычислений. Создание информационных систем в отрасли требует применения мощной вычислительной техники: так, для начала разработки одного месторождения нефти или газа компания должна обработать информацию объемом не менее 100 ТБ. Выделяют следующие разновидности высокопроизводительных вычислительных систем:

- вычислительные кластеры (суперкомпьютеры, HPC – High Performance Computing);
- виртуальные вычислительные системы (облачные вычислительные среды, Cloud Computing).

Облачные вычисления – наиболее перспективная и обусловленная развитием технологий модель предоставления возможности повсеместного и удобного сетевого доступа по требованию к пулу разделяемых конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, сетям, серверам, средствам хранения, приложениям и сервисам), которые могут оперативно предоставляться и освобождаться при минимальном усилии управления или при взаимодействии с провайдером (поставщиком). Поставщики услуг – облачные дата-центры (Cloud Data Center) или сети взаимосвязанных облачных дата-центров [9].

Объем российского рынка облачных сервисов на протяжении нескольких лет демонстрирует экспоненциальный рост, что говорит о востребованности этой технологии.

Мобильные системы автоматизации незаменимы для специалистов нефтегазовой отрасли при проведении полевых работ. Мобильные устройства (планшеты, смартфоны) позволяют через систему мобильных приложений и быстрого подключения к корпоративным сетям получать доступ к облачным информационным ресурсам нефтегазовых компаний.

При выборе компьютерных устройств для полевых работ российские нефтегазовые компании руководствуются пятью основными критериями, в числе которых: долгая работа устройства от аккумулятора, доступ в Интернет, низкий уровень отказов и операционных расходов, защита от воздействий – вода, пыль, химические вещества, удары, вибрации – и возможность работы устройства в экстремально низких/высоких температурах [10].

Системы промышленной автоматизации представляют собой иерархию средств, включающую следующие составляющие (в порядке роста уровня):

1. Нижний уровень автоматизации – технологическое оборудование, контрольно-измерительные системы, датчики и исполнительные устройства.

2. PLC (Programmable Logic Controllers), SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) – уровень промышленных контроллеров и диспетчерских систем, другими словами, уровень автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП). Уровень PLC представлен устройствами промышленной автоматизации, работающими в режиме реального времени, которые осуществляют сбор и обработку информации с датчиков, реализуют управляющие воздействия. SCADA – программно-аппаратные комплексы, обеспечивающие человеко-машинный интерфейс систем автоматизации. В системах АСУТП в настоящее время активно применяются сетевые технологии, в том числе беспроводные.

3. MES (Manufacturing Execution Systems) – уровень систем управления производственными процессами [11]. Его представляют специализированные программные комплексы, которые предназначены для решения задач оперативного планирования и управления производством. Системы данного класса призваны решать задачи синхронизации, координировать, анализировать и оптимизировать выпуск продукции в рамках определенного производства. Использование MES как специального промышленного ПО позволяет значительно повысить фондоотдачу технологического оборудования и в результате увеличить прибыль предприятия даже в условиях отсутствия дополнительных вложений в производство.

4. ERP (Enterprise Resource Planning Systems) – системы планирования ресурсов предприятия, интегрированные системы для управления внутренними и внешними ресурсами предприятия [12]. Внедрение и совершенствование ERP-систем – одно из наиболее перспективных направлений в информатизации отрасли. Наиболее известные представители семейства таких систем – SAP ERP, Oracle ERP.

В качестве примера разрабатываемой системы промышленной автоматизации можно привести автоматизированную систему управления нефтебазой, позволяющей свести к минимуму человеческий фактор, снизить потери, «персонифицировать» учет каждой партии нефтепродуктов, проходящих через нефтебазу. Разработки проводятся ООО «Метрологическая лаборатория» в г. Красноярске [13] с активным участием сотрудников Института нефти и газа Сибирского федерального университета.

Другой пример – совершенствование технологий переработки нефти севера Красноярского края на малых нефтеперерабатывающих заводах [12]. Наряду с выбором технологической схемы, оборудования, изучения физико-химических процессов нефтепереработки ключевую роль играют средства автоматизации технологического процесса.

Создание и развитие систем промышленной автоматизации неразрывно связано с развитием всех перечисленных уровней. Зачастую несовершенство систем автоматизации обусловлено недостатками контрольно-измерительных систем на нижнем уровне. Проблемы комплекса измерений технологических параметров могут заключаться, например, в сложности синхронизации измерений технологических параметров, целостности и однородности измеренных данных:

- протяженность (распределенность) объектов нефтегазовой отрасли – причина различных по величине задержек поступающих данных измерений;
- различная дискретность измерений;

- принадлежность измеренных данных различным по назначению системам;
- сложность обслуживания измерительных систем зачастую приводит к задержкам в ремонте или замене неисправных датчиков давления;
- разнотипность используемых датчиков.

С подобным комплексом проблем авторы статьи столкнулись в процессе обследования систем трубопроводного транспорта нефти. Решение проблем осуществляется в рамках программ развития предприятий отрасли, например Программы модернизации «ВСТО-2» в ОАО «АК «Транснефть» [14].

Подводя итог обзору разновидностей отраслевых автоматизированных информационных систем, можно отметить, что сложность и многообразие задач, решаемых АИС в отрасли, подразумевает необходимость привлечения на предприятия нефтегазовой отрасли не только узких специалистов-нефтяников и специалистов по информационным технологиям, но особенно специалистов-универсалов, которые могут быстро осваивать и использовать в своей работе постоянно обновляемую компьютерную, коммуникационную и управляющую технику, включая мобильные устройства, новое программное обеспечение и технологии.

С точки зрения подготовки таких специалистов в профильных учебных заведениях требуется придерживаться одновременно двух приоритетов: широкое внедрение в образовательный процесс изучения специальных дисциплин элементов ИТ-технологий, требование обязательного применения их при подготовке выпускных квалификационных работ всех ступеней образовательного процесса, а также подготовка специалистов в области автоматизации нефтегазовой отрасли. Решить эту задачу может Институт нефти и газа [15] Сибирского федерального университета в условиях тесной кооперации с предприятиями нефтегазовой отрасли, имеющими партнерские связи с СФУ.

В заключение можно отметить, что анализ состояния автоматизации нефтегазовой отрасли позволил выделить следующие проблемы, затрудняющие модернизацию и внедрение средств автоматизации:

1. Недостаток элементной базы для электроники российского производства.
2. Деграция инженерной школы в области электронного машиностроения и автоматизации, утрата преемственности и опыта.
3. Неблагоприятные условия для развития малых и средних предприятий, выпускающих высокотехнологичное оборудование (пример – томская компания «ЭлеСи» [16], производитель промышленных микроконтроллеров, в т.ч. для нужд компании «Транснефть»).
4. Нехватка финансовых ресурсов на программы технического перевооружения нефтегазовых компаний в области автоматизации в условиях глобального экономического кризиса.
5. Недостаток специалистов, владеющих знаниями и опытом разработки и эксплуатации современных отраслевых технологий автоматизации.

В качестве путей преодоления перечисленных проблем можно предложить:

- создание современных предприятий по производству средств автоматизации на территории России;
- подготовку специалистов в области автоматизации и информатизации непосредственно для нефтегазовой отрасли;
- принятие долгосрочных программ развития в области автоматизации;

- создание отраслевого центра по вопросам автоматизации;
- интенсификацию взаимодействия нефтегазовых компаний с ведущими вузами и научно-исследовательскими институтами.

Как представители сферы образования и науки авторы работы могли бы предложить активное участие Сибирского федерального университета и его структурного подразделения Института нефти и газа в решении научных, технологических и кадровых проблем отрасли в вопросах автоматизации за счет обеспечения подготовки специалистов с базовыми знаниями в области технологий добычи, переработки и транспорта нефти и газа, способных при этом решать задачи проектирования и обслуживания информационных систем и комплексов крупнейших компаний отрасли. Одновременно с этим можно было бы решать задачу переподготовки кадров компаний-партнеров института в договорном порядке на базе специализированной кафедры.

Список литературы

- [1] Автоматизация технологических процессов в нефтегазовой сфере NEFTEGAZ.RU. Москва, 2015. <http://neftegaz.ru/analysis/view/8362-Avtomatizatsiya-tehnologicheskikh-protsessov-v-neftegazovoy-sfere> [Automation of Technology Processes in Oil and Gas Industry NEFTEGAZ.RU. Moscow, 2015 <http://neftegaz.ru/analysis/view/8362-Avtomatizatsiya-tehnologicheskikh-protsessov-v-neftegazovoy-sfere> (in Russian)]
- [2] Генеральная схема развития газовой отрасли на период до 2030 года. М., 2008. [General Roadmap of Gas Industry Development up to the Year of 2030. Moscow, 2008 (in Russian)]
- [3] Группа компаний «СКАНЭКС». М., 2016 <http://www.scanex.ru/> [SCANEX Group. Moscow, 2016 <http://www.scanex.ru/en/?setlang=en>]
- [4] Институт нефти и газа. Сибирский федеральный университет. Красноярск, 2016 <http://inig.sfu-kras.ru/> [School of Petroleum and Natural Gas Engineering of the Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 2016 <http://inig.sfu-kras.ru/> (in Russian)]
- [5] Корпоративные системы <http://pro-spo.ru/erp> [Enterprise Resource Planning Systems <http://pro-spo.ru/erp> (in Russian)]
- [6] Мы говорим – «автоматизация», подразумеваем – ... ERP Online: независимый ERP-портал <http://www.erp-online.ru/> [When we Speaking about Automation we mean ... ERP Online: An Independent ERP-Portal <http://www.erp-online.ru/> (in Russian)]
- [7] Ткаченко В.А. Облачные вычисления и сервисы на базе облачных вычислений. Харьков, 2016 <http://www.lessons-tva.info/archive/nov031.html> [Tkachenko V.A. Cloud Computing and Cloud Computing Based Services, Kharkov, 2016 <http://www.lessons-tva.info/archive/nov031.html> (in Russian)]
- [8] Определение ГИС. Задачи, которые можно решать с помощью ГИС. Свойства ArcView <http://lektcii.net/3-8116.html> [Definition of GIS. Problems to be solved with GIS <http://lektcii.net/3-8116.html> (in Russian)]
- [9] ООО «АТИС». Томск, 2016 <http://www.atisprocess.com/> [ATIS Ltd. Tomsk, 2016 <http://www.atisprocess.com/> (in Russian)]
- [10] ООО «Метрологическая лаборатория», Москва, 2016 <http://metlab50.ru/> [Metrology Lab Ltd. Moscow, 2016 <http://metlab50.ru/> (in Russian)]

[11] ООО «Энергоавтоматика», Москва, 2016 [http:// угрозы/www.energoavtomatika.ru/](http://угрозы/www.energoavtomatika.ru/) [Energoavtomatika Ltd. M., 2016 <http://www.energoavtomatika.ru/> (in Russian)]

[12] Орловская Н.Ф., Надейкин И.В., Агафонов Е.Д. Совершенствование переработки нефтей севера Красноярского края на малых нефтеперерабатывающих заводах. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013. 135 с. [Orlovskaya N.F., Nadeykin I.V., Agafonov E.D. Oil of North Krasnoyarsk Region: improvement of refining process when using mini oil refinery. Krasnoyarsk, Siberian Federal University, 2013, 135 p. (in Russian)]

[13] Расширение ВСТО – стратегия государственной важности. ООО «Транснефть – Восток». Братск, 26 декабря 2014 <https://vostoknefteprovod.transneft.ru/press/articles/?id=17921> [Expansion of «Eastern Siberia – Pacific Ocean» Pipeline is a Priority of the State. Bratsk, 26.12.2014 <https://vostoknefteprovod.transneft.ru/press/articles/?id=17921> (in Russian)]

[14] Российский нефтегаз под санкциями: Основные угрозы для отрасли. Экспертно-аналитический доклад. Фонд национальной энергетической безопасности. М., 2015. newgaztech.ru [Russian Oil and Gas Industry under Pressure of Sanctions: The Main Dangers for the Brunch. Expert Analytics Report. Moscow, 2015 newgaztech.ru (in Russian)]

[15] ЭлеСи. Автоматизация технологических процессов. Томск, 2016 <http://elesy.ru/> [Elesy JSC. Automation of Technological Processes. Tomsk, 2016 <http://elesy.ru/> (in Russian)]

[16] Яндекс. Москва, 2016 <https://yandex.ru/company> [Yandex Corp. Moscow, 2016 <https://yandex.ru/company> (in Russian)]

[17] ECLIPSE Industry-Reference Reservoir Simulator. Schlumberger Ltd. 2016 <https://www.software.slb.com/products/eclipse/>

[18] MES – производственная исполнительная система <http://pro-spo.ru/erp/1819-mes> [MES – Manufacturing Execution System <http://pro-spo.ru/erp/1819-mes> (in Russian)]