СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВР — автоматический ввод резерва
АРМ — автоматизированное рабочее место
АСПС — автоматическая система пожарной сигнализации
АСУ — автоматизированная система управления
АСУ ТП — автоматизированная система управления технологическим процессом
БД — база данных
ВРБ — водораспределительный блок
ДМЗ — демилитаризованная зона
ДНС — дожимная насосная станция
ИБП — источник бесперебойного питания
ИМ — исполнительный механизм
ИО — информационное обеспечение
ИТ — информационные технологии
ИУ — измерительная установка
ЗИП — запасные части и принадлежности
КИП и А — контрольно-измерительные приборы и автоматика
КИУС — комплексная информационно-управляющая система
КНС — кустовая насосная станция
КС — компрессорная станция
КСП — комплексный сборный пункт
ЛВС — локальная вычислительная сеть
ЛСУ — локальная система управления
НГДБ — нефтегазодобыча
НГСВ — нефтегазовый сепаратор со сбросом воды
ПЛК — программируемый логический контроллер
ОСРВ — операционные системы реального времени
ПО — программное обеспечение
ППД — поддержание пластового давления
ППН — подготовка и перекачка нефти
ПСМ — переключатель скважин многоходовой
ПТК — программно-технический комплекс
ПЭВМ — персональная электронно-вычислительная машина
ПЭД — погружной электродвигатель
РСУ — распределенная система управления
САПР — система автоматизированного проектирования
СТОиР — система управления техническим обслуживанием и ремонтами оборудования
СГС — система газовой сигнализации
СЗИ НСД — система защиты информации от несанкционированного доступа
СОУ — система обнаружения утечек
СПАЗ — система противоаварийной защиты

СУБД — система управления базами данных
ТЗ — техническое задание
ТО — технологические объекты (станции, установки, комплексы, агрегаты, аппараты)
ТТ — технические требования
УПСВ — установка предварительного сброса воды
УСО — устройство связи с объектом
ЦПС — центральный пункт сбора
ЧМИ (HMI) — человеко-машинный интерфейс
ШГН — штанговый глубинный насос
ЦДП — центральный диспетчерский пункт
ЭЦН — электрический центробежный насос
DDE (Dynamic Data Exchange) — механизм взаимодействия приложений в операционных системах Microsoft Windows.
EAM (Enterprise Asset Management) — управление активами предприятия.
ERP (Enterprise Resources Planning) — планирование ресурсов предприятия.
MES (Manufacturing Execution System) — система управления производственными процессами.
SLA (Service-level Agreement) — соглашение об уровне сервиса.
OPC (Object Linking and Embedding for Process Control) — семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами.
ODBC (Open Database Connectivity) — программный интерфейс доступа к базам данных, разработанный фирмой Microsoft.
OLEDB (Object Linking and Embedding, Database) — набор интерфейсов, основанных на специальных технологиях, которые позволяют приложениям обращаться к данным, хранимым в разных источниках информации или хранилищах данных с помощью унифицированного доступа.
SIL (Safety Integrity Level) — уровень полноты безопасности.
SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) — диспетчерское управление и сбор данных.
AI (Analogue Input) — ввод аналоговых полевых сигналов.
ALARM — аварийная сигнализация, оповещение о наступлении или угрозе наступления аварийной ситуации.
ALARM JOURNAL — журнал аварийных сигнализаций. Список аварийных сигнализаций, отсортированный в хронологическом порядке.
AO (Analogue Output) — вывод аналоговых полевых сигналов.
ARCHIVE (архив, история) — архив значений технологических параметров за прошедший период времени. Часто еще называется Historical Archive.
AS (Automation Station) — обобщенное название любого устройства, осуществляющего автоматизированное управление.
BASEPLATE — базовая панель. Служит для установки электронных модулей в специальные слоты. Неотъемлемая часть модульной системы.
BATCH — в узком смысле — партия продукции, в широком — система рецептурного управления технологическим процессом.

CAS (Central Archive Server) — сервер долговременного архивирования технологических данных.
CFC (Continuous Flow Chart) — непрерывная функциональная диаграмма. Язык программирования ПЛК.
CYCLING ARCHIVING (циклическое архивирование) — метод архивирования процессных переменных.
DCS (Distributed Control System) — распределенная система управления (РСУ).
DELTA-ARCHIVING (дельта-архивирование) — метод архивирования процессных переменных.
DI (Discrete Input) — ввод дискретных полевых сигналов.
DISTRIBUTED IO, REMOTE IO — распределенный (удаленный) ввод/вывод. Полевой ввод/вывод, расположенный на значительном удалении от центрального устройства управления.
DO (Discrete Output) — вывод дискретных полевых сигналов.
ES (Engineering Station) — инженерная станция. Станция инженерного обслуживания АСУ ТП.
EX (сокр. от слова explosive) — так обозначаются взрывоопасные зоны и участки производства. Такую маркировку имеет оборудование, предназначенное для эксплуатации во взрывоопасных зонах.
FACEPLATE (фейсплейт) — дословно «лицевая панель». Графический элемент человеко-машинного интерфейса, предназначенный для управления технологическим устройством.
FBD (Functional Block Diagram) — диаграмма функциональных блоков. Один из пяти стандартизированных языков программирования ПЛК.
FEEDBACK — обратная связь. Информационная связь в контуре регулирования между датчиком, измеряющим значение регулируемой величины, и входом регулятора.
FO (Fiber Optic) — оптоволокно, физическая среда передачи данных.
HISTORY (история) — на техническом жаргоне архив значений технологических параметров.
HISTORIAN — во многих АСУ ТП так называется специальное ПО и/или «железо» для долгосрочного архивирования значений технологических параметров.
HMI (Human Machine Interface) — человеко-машинный интерфейс (ЧМИ). Интерфейс взаимодействия человека-оператора с АСУ ТП.
IL (Instruction List) — список инструкций. Один из пяти стандартизированных языков программирования ПЛК.
INDUSTRIAL ETHERNET — семейство протоколов промышленных сетей на базе Ethernet (IEEE 802.3). К Industrial Ethernet обычно относят Profinet, EtherCAT, Ether/IP и некоторые другие.
INTERFACE MODULE — интерфейсный модуль. Электронный модуль для подключения устройства к сети.
IO (Input Output) — подсистема ввода/вывода полевых сигналов. Неотъемлемая часть любой АСУ ТП.

IO BUS — цифровая шина полевого ввода/вывода. Как правило, связывает контроллер и удаленные устройства ввода/вывода.
IO MODULE — электронный модуль для подключения полевых приборов: датчиков и исполнительных механизмов. Часть подсистемы ввода/вывода.
IS (Intrinsically Safe) — так обозначаются электрооборудование и электрические цепи, в которых реализована взрывозащита вида «искробезопасная электрическая цепь» (искрозащита).
IS-Barrier (Intrinsically Safe Barrier) — барьер искробезопасности.
IS RIO (Intrinsically Safe Remote Input/Output) — система искробезопасного удаленного ввода/вывода.
LAN (Local Area Network, ЛВС) — локальная вычислительная сеть.
LD (LAD, LADDER) — лестничная диаграмма. Один из пяти стандартизированных языков программирования ПЛК.
LOCAL IO (Input/Output) — локальный ввод/вывод. Ввод/вывод, встроенный непосредственно в устройство управления, либо установленный на той же базовой панели в виде модульной системы.
MASTER — ведущее устройство на шине передачи данных.
MES (Manufacturing Execution System) — производственная исполнительная система. Комплексное решение для управления производством на уровне завода (фабрики).
MODBUS, PROFIBUS, DEVICENET, CAN, FOUNDATION FIELDBUS (FF) — промышленные стандарты передачи данных по цифровым шинам. Существуют разновидности каждого из этих стандартов.
MTU (Master Terminal Unit) — главный терминал. Компонент SCADA-систем.
NIC (Network Interface Card) — интерфейсная карта для подключения компьютера к сети.
OLM (Optical Link Module) — преобразователь среды передачи данных «оптоволокно — медь».
OPERATOR ACTIONS JOURNAL — журнал действий оператора.
OPERATOR PANEL (операторская панель) — компактная вычислительная машина со встроенным жидкокристаллическим дисплеем, предназначенная для визуализации и операторского управления технологическим процессом.
OS (Operator Station) — операторская рабочая станция для управления технологическим процессом.
PCS (Process Control System) — автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП).
PID (ПИД, пропорционально-интегро-дифференциальный) — разновидность непрерывного регулятора, применяемого для поддержания заданного значения регулируемой величины.
PLANT AREA — производственный участок, цех.
PLANT UNIT — производственная или технологическая установка. Например, печь или котел.
PLC (Programmable Logic Controller) — программируемый логический контроллер (ПЛК). В узком смысле — аппаратное обеспечение, реализующее ав-

томатизированное управление технологическим процессом. В широком понимании — класс АСУ ТП.

PROCESS VALUE (процессная переменная) — переменная величина, характеризующая или влияющая на ход технологического процесса.

PV (Process Value) — текущее значение регулируемой величины, подаваемое на вход регулятора. Таким образом реализуется обратная связь.

REDUNDANT PAIR — резервированная пара. Пара модулей, работающих параллельно и страхующих друг друга. Метод повышения отказоустойчивости системы.

RTU (Remote Terminal Unit) — удаленный терминал. Компонент SCADA-систем.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) — в узком смысле — пакет визуализации процесса, в широком понимании — класс АСУ ТП.

SCAN CYCLE — цикл сканирования. Время, за которое контроллер выполняет полный цикл операций.

SERVER — сервер для обслуживания множества операторских станции и других ПК.

SETPOINT — установка, заданное значение регулируемой величины, подаваемое на вход регулятора.

SFC (Sequential Function Chart) — язык последовательных функциональных схем. Один из пяти стандартизированных языков программирования ПЛК.

SLAVE — ведомое устройство на шине передачи данных.

STP, RSTP (Spanning Tree Protocol, Rapid Spanning Tree Protocol) — протоколы IEEE 802.1d и 802.1w соответственно. Позволяют создавать петлевидные топологии на базе Ethernet.

SPOF (Single Point of Failure) — единичная точка отказа.

ST (Structured Text) — структурированный текст. Один из пяти стандартизированных языков программирования ПЛК.

TERMINAL BUS — шина передачи данных между операторскими станциями, контроллерами и серверами. Сеть верхнего уровня АСУ ТП.

TREND (тренд) — график изменения параметра (параметров) технологического процесса. Различают тренд реального времени и исторический тренд.

TIME SPAN — временной интервал отображения переменной на тренде.

VISUAL SUPERVISOR (графический супервизор) — промышленный контроллер со встроенным человеко-машинным интерфейсом.

ВВЕДЕНИЕ

В динамичной глобальной отрасли, такой как нефтегазовая, необходимо эффективно управлять технологическими процессами добычи, промысловой подготовки и транспорта нефти и газа с минимальными затратами и с максимальным временем безотказной работы. В настоящее время автоматизация является основным двигателем нефтегазовой отрасли. Оцифровка, автоматизация и новые технологии дают операторам и техническим специалистам немедленный доступ к важной информации о производительности, состоянии и технической информации. Имея такие важные данные под рукой, персонал оперативно принимает решения по устранению неисправностей и повышению эффективности работы.

Модернизация внутренних процессов с помощью автоматизации, а также лучший доступ к информации об эксплуатации и техническом обслуживании, помогут отрасли оптимизировать производство.

Бурение является одной из основных областей, где автоматизация может оказать положительное влияние. Бурение — это не только самый дорогостоящий процесс в энергетической отрасли, но и связанный со значительным риском для безопасности задействованных рабочих. Автоматизация ручных частей этого процесса, таких как перемещение труб и бурение под давлением, может значительно снизить риски для безопасности и ускорить весь процесс бурения.

Многие месторождения полезных ископаемых находятся в отдаленных районах и свободный доступ человека к ним затруднителен. В таких случаях беспилотные дроны или подводные аппараты могут помочь в мониторинге и процессе проверки. Этими транспортными средствами можно управлять дистанционно, что устраняет необходимость в опытных пилотах, и они могут даже транслировать видеопотоки и данные в центральные диспетчерские службы.

В связи с увеличением числа несанкционированных подключений к трубопроводам потребность в системе их мониторинга имеет большой спрос. Здесь идеально подходит автоматизация процессов транспорта нефти и газа. С помощью автономных подводных аппаратов и беспилотных аппаратов можно обнаруживать несанкционированные подключения и прорывы трубопроводов.

Некоторые энергетические компании начали использовать автоматические датчики погоды для обнаружения изменений сейсмической активности, а также уровня океана и атмосферы. Это может помочь предсказать землетрясения и ураганы, тем самым позволяя нефтегазовым компаниям принимать надлежащие меры безопасности в режиме реального времени.

Основные параметры в нефтегазовой отрасли — давление, расход, уровень, температура — это задача, которую можно легко улучшить за счет автоматизации. Установка интеллектуальных датчиков, которые подключаются к программному обеспечению для централизованного мониторинга, позволяет получать отчеты о давлении, расходе и уровне удаленно с нефтегазовых месторождений без необходимости присутствия бригады на месте. Получив эту ин-

формацию, диспетчерские службы могут отслеживать и корректировать параметры технологического процесса по мере необходимости.

Рынок автоматизации пользуется большим спросом в нефтегазовой отрасли, от предоставления индивидуального оборудования управления до интегрированных систем управления с многофункциональными возможностями.

Последние тенденции показывают, что нефтегазовые компании сотрудничают с поставщиками решений, чтобы понять, как работает промышленная технология ***IoT***, представляющая систему промышленных объектов с датчиками, подключенных к Интернету.

С помощью этой технологии можно получать данные о состоянии производства, налаживать взаимодействие между сотрудниками, предотвращать поломки оборудования, простои и сбои поставок и может помочь им добиться успеха в условиях неустойчивой цены на нефть в дополнение к использованию передовых систем управления.

Нефтегазовая промышленность, без сомнения, является самой сложной и в то же время очень требовательной отраслью. Хотя быть частью этой отрасли интересно, управление многочисленными инвестициями и использование информации о скважине и операторе для принятия более обоснованных решений может стать большой проблемой. Требование огромных капиталовложений, высокая стоимость, сложность добычи, невероятно сложная цепочка поставок, отсутствие оперативного понимания, правительственные постановления и т. д. делают нефтегазовую отрасль чрезвычайно сложной в управлении. Но, с другой стороны, для компаний, которые используют инновационные технологии для максимизации инвестиций, снижения затрат и снижения рисков, возможности безграничны. Несмотря на все риски, спрос на углеводородное сырье все еще существует, поскольку инвесторы могут найти большие выгоды в нефтегазовом бизнесе.

Крупные поставщики средств автоматизации запустили собственные платформы ***IoT***, которые сосредоточены на предоставлении таких услуг, как облачные сервисы, прогнозная аналитика, удаленный мониторинг, аналитика больших данных и кибербезопасность, что имеет первостепенное значение в этой отрасли.

Так как нефтяная и газовая промышленность оснащается большим количеством датчиков, подключенных к Интернету, становится очевидным, почему ***IoT*** имеет большое влияние в этой отрасли.

Интернет вещей — это цифровая экосистема, созданная сочетанием постоянно растущего количества оборудования, оснащенного датчиками. Использование способности Интернета, при достаточной вычислительной мощности, позволяет анализировать миллиарды единиц информации таким образом, чтобы компании или потребители могли вносить коррективы в технологический процесс, чтобы действовать более эффективно.

Интернет вещей затронул почти все области нефтегазовой деятельности и взаимодействия с клиентами. Интернет вещей открывает перед нефтегазовыми компаниями новые возможности для обеспечения безопасности, эффективности и прозрачности в масштабах всего предприятия. Интернет вещей изменил не-

сколько аспектов нефтегазовой отрасли, таких как изменение рынка и условий окружающей среды, а также снижение вероятности сбоев и задержек.

Интернет вещей заключается не в том, чтобы помочь нефтегазовым компаниям напрямую управлять своими существующими активами, цепочками поставок или отношениями с клиентами, а в том, что технология ***IoT*** создает совершенно новый актив: информацию об этих элементах их бизнеса.

Можно выделить пять различных способов, с помощью которых ***IoT*** произведет революцию в нефтегазовой отрасли:

- повышение операционной эффективности. Анализ больших данных и удаленная видимость помогут компаниям лучше управлять своими активами и использовать полученные результаты для оптимизации производства;
- повышение дохода: широкое внедрение Интернета вещей может увеличить глобальный ВВП;
- благодаря интеграции ***IoT*** добыча нефти может фиксироваться в режиме реального времени с помощью встроенных датчиков, а системы передачи данных позволят компаниям собирать информацию об объектах в любой точке мира;
- ***IoT*** может минимизировать риски, выявляя потенциальные проблемы до того, как они станут реальной угрозой безопасности;
- ***IoT*** также позволяет более четко отслеживать использование энергии и ресурсов.

Решения Интернета вещей — это ключевые технологии, позволяющие создавать совершенно новые бизнес-модели за счет объединения вещей и людей и сбора огромных объемов данных. Интернет вещей позволяет нефтегазовым компаниям создавать интеллектуальные системные архитектуры, избегая классических хранилищ данных и проверяя концепции, которые приносят пользу бизнесу. Использование Интернета вещей в нефтегазовой отрасли создает невиданные ранее возможности и ценность.

В отличие от других отраслей нефтегазовая отрасль медленно переходит на цифровые технологии. Но к 2018 г. цифровизация вышла на первый план. Почувствовав возможности роста, многие нефтяные компании начали инвестировать в цифровые технологии. Прорывные инновации в энергетическом секторе, вероятно, будут стимулироваться цифровыми инструментами, объединяющими искусственный интеллект, машинное обучение, анализ данных, суперкомпьютеры и автоматизацию.

Хотя внедрение новых технологий, таких как наклонно-направленное бурение и гидроразрыв пласта, увеличило добычу, отрасль продолжает искать решения для развития бизнеса, и многие видят ответ в искусственном интеллекте (ИИ). Влияние ИИ на энергетический сектор наиболее широко обсуждалось. ИИ может повысить скорость добычи нефти и газа и снизить затраты. Благодаря достижениям в области квантовых вычислений, машинного обучения и искусственного интеллекта теперь можно использовать инструменты для устранения неполадок в неэффективных скважинах, улучшения моделирования продуктив-

ных пластов, проведения профилактического обслуживания до возникновения проблем, оптимизации проектирования скважин, бурения и заканчивания и даже использования машин для выполнения задач беспилотных автоматизированных буровых платформ и кустовых площадок. Кроме того, системы искусственного интеллекта могут автоматизировать и оптимизировать процессы, связанные с большим количеством данных, для снижения бизнес-рисков.

Искусственный интеллект для нефти и газа — это огромный потенциальный рынок, который, как ожидается, достигнет 2,85 млрд долларов США в 2024 г.

В настоящее время Северная Америка является крупнейшим рынком, использующим ИИ в нефтегазовой отрасли, за ней следуют Европа и Азиатско-Тихоокеанский регион.

Все в нефтегазовом мире ищут операционную эффективность для снижения затрат.

Можно выделить следующие основные области, в которых ИИ вызывает реальные изменения:

- применение ИИ в жизненном цикле разведки и добычи (E&P);
- поиск новых месторождений;
- принятие решения;
- устранение риска затрат.

Применение ИИ в разведке и добыче. Система ИИ состоит из различных инструментов: машинного обучения, искусственных нейтральных сетей и экспертных систем. Эти системы преобразуют данные в ценную информацию, которую можно применять на различных этапах жизненного цикла разведки и добычи, включая сейсмику, геологию, бурение, петрофизику, разработку месторождений и добычу.

Поиск новых месторождений. ИИ может прийти на помощь в поиске новых источников на перспективных буровых площадках. Использование методов машинного обучения и рассуждений на основе прецедентов для ссылки на предыдущие знания о подобных ситуациях может сэкономить время, деньги и рабочую силу на первом этапе процесса разведки и добычи.

Принятие решений. ИИ может обеспечивать автоматизированную поддержку клиентов, обрабатывать сложные данные и автоматизировать принятие решений на основе анализа.

Устранение риска затрат при бурении. Бурение — это очень дорогое и рискованное вложение. Применение ИИ на этапах оперативного планирования и выполнения значительно повышает вероятность успеха на различных этапах бурения, включая проектирование скважины, оптимизацию бурения в режиме реального времени, оценку возможного сопротивления горных пород разрушению при бурении скважин и прогнозирование очистки скважины.

Сила и потенциал ИИ для повышения эффективности и экономичности делают эту технологию все более привлекательной и ускоряют ее внедрение во всех секторах нефтегазовой отрасли.

Глава 1
РАЗВИТИЕ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ

1.1. Значение нефтяной промышленности в экономике

Нефтяная промышленность является одной из важнейших составляющих мирового хозяйства и оказывает значительное влияние на развитие других отраслей промышленности. Россия занимает одни из передовых позиций в нефтяной промышленности, так как обладает шестой частью мировых запасов нефти.

Добыча нефти и газа является отраслью, требующей больших капиталовложений, но, с другой стороны, существенно пополняет бюджет страны, поставляющей нефть в менее промышленно развитые регионы. Колебания стоимости на нефть существенно влияют на соотношение стоимостей валют и акций промышленных гигантов.

От развития нефтяной промышленности зависит экономическая и политическая картина мира, сферы влияния в отраслях мирового хозяйства. Ей подчиняются такие отрасли, как транспортная, нефтехимическая, органическая, фармацевтическая, торговая, так как без топлива и продуктов для тонкого органического синтеза развитие этих отраслей невозможно.

Современные технические средства и программные продукты в области информатизации и автоматизации технологических процессов и управления производством позволяют решать широкий круг задач по повышению эффективности разработки нефтяных месторождений.

В настоящее время существует широкий спектр компьютерных технологий и продуктов, которые могут использоваться как для улучшения стратегических показателей эксплуатации месторождения, например для повышения коэффициента конечной нефтеотдачи пласта, так и оперативных показателей, таких как выполнение текущих планов добычи при минимизации эксплуатационных затрат и/или повышения эффективности и надежности использования промыслового оборудования. Возможны различные принципы классификации предлагаемых продуктов.

1.2. Области приложений компьютерных технологий

Визуализация технологических процессов

Наличие достоверной и своевременной информации о протекании любого технологического процесса, его «визуализация», очевидно, является ключевым условием для управления этим процессом, как оператором, так и в автоматизированном режиме. Информационные системы, используемые на нефтяных месторождениях, становятся все более совершенными, и, соответственно, ценность и удобство восприятия собираемой ими информации постоянно улучшаются. Современные технологии нефтегазодобычи позволяют получать в удобной для оператора форме данные со скважин, сборных пунктов, резервуарных парков, установок первичной подготовки нефти, дожимных и кустовых насос-

ных станций в режиме реального времени (см. цв. вкл., рис. 1). Материальную основу для сбора информации обеспечивают современные контроллеры и системы управления базами данных, которые позволяют хранить и обрабатывать данные технологических процессов как в режиме реального времени, так и из реляционных баз данных.

В рамках функций мониторинга производственных процессов и диспетчерского управления в современных информационных системах решаются в том числе следующие задачи.

1. **Пользователь получает значения основных контролируемых параметров** (дебит, давление, температура и т. п.) от скважин, групповых замерных установок, технологических установок системы наземного обустройства, пунктов хранения и сдачи продукции и т. д. в режиме реального времени. При этом осуществляется визуализация узких мест: на экран выдаются текущие значения параметров в сравнении с установленными для них пределами в контролируемых технологических процессах. Обрабатываются и выдаются по требованию в требуемом формате данные тестирования скважин. Пользователю предоставляется богатый по своим возможностям генератор отчетов, позволяющий конструировать отчеты в стандартной форме по различным направлениям: сменные и ежедневные производственные отчеты, отчеты о добыче и сдаче углеводородов, объемах закачки, статусов скважин и т. п.

2. **Обеспечение технологической безопасности.** Выполняется мониторинг и отчет о событиях, информация о которых поступает от распределенной системы управления (РСУ) и датчиков систем безопасности. Записывается и анализируется последовательность событий, вызвавших срабатывание сигнализации. Выполняется постоянная верификация работы предохранительных клапанов на потенциально опасных участках сбора и первичной подготовки нефти и газа, и на ее основе формируются отчеты обо всех изменениях в их состоянии. Отдельной подсистемой, наряду с подсистемами пожаро- и взрывобезопасности, является подсистема контроля утечек на трубопроводах. В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений являются акустические системы обнаружения и определения мест расположения утечек. Достоинствами таких систем является возможность функционирования на всех режимах работы трубопровода (старт/стоп насосов, изменение значений расходов и т. п.), низкий уровень ложных срабатываний, что очень важно для целей автоматизированной защиты, простоты обслуживания и высокой надежности функционирования. Важным современным требованием к системе безопасности является ее интеграция с распределенной системой управления, что позволяет своевременно реагировать на потенциальные угрозы и возникновение внештатных ситуаций, а также обеспечивать работу оборудования на безопасных режимах.

3. **Обеспечение диагностики оборудования.** С проблемой безопасности тесно связана задача диагностики оборудования. Снабжение операторов и инженеров текущей информацией о состоянии оборудования и его возможных неисправностях — одна из ключевых задач информационной системы. Современные системы реализуют принцип: симптом — неисправность — действие.

Такие системы автоматически посылают сообщение тревоги при возникновении ситуаций, которые требуют внимания оператора, а богатая технология диагностики, основанная на документировании разработчиками потенциальных причин неисправностей и способов реагировании на них, позволяют предотвратить поломку или сбой в работе технологического устройства или быстро ликвидировать неисправность. Для диагностики основных типов оборудования разрабатываются специальные программные средства, которые реализуются в рамках единой распределенной системы управления. Таким примером может служить программное обеспечение для детальной диагностики турбин и компрессоров Honeywell's TurboSuite, которое является одним из специализированных приложений РСУ Experion PKS.

4. **Обеспечение диспетчерского управления всей технологии добычи.** На современных диспетчерских центрах, как правило, реализуются следующие основные функции: диспетчеризация производства с доступом к скважинам, кустам, дожимным и кустовым насосным станциям (ДНС и КНС), участкам промысловых трубопроводов, пунктам сбора и первичной подготовки нефти и т. п.; мониторинг ключевых параметров производства с выдачей отклонений от планируемых заданий, дистанционная диагностика и мониторинг оборудования, аварийное отключение, согласование и корректировка измерений с контролем балансов в узлах учета, мониторинг испытания скважин, отчетность и др. Примером современного диспетчерского центра, в рамках функционирования которого решаются, в частности, описанные задачи, может служить разработка корпорации Honeywell — Production Control Center (PCC). В основе работы системы лежит следующий принцип: должна поддерживаться вся информационная цепочка от снятия показателей с датчиков на объектах до предоставления в удобной форме информации лицам, принимающим решения на всех уровнях управления. Принципиальная схема PCC показана на рисунке 2 (см. цв. вкл.).

Все приложения PCC имеют одинаковые стандарты для меню, поиска, создания отчетов и используют общую модель данных. Система спроектирована таким образом, что возможно подключение любых открытых систем, таких как база данных Uniformance PHD разработки Honeywell или различные базы данных с OPC сервером. PCC базируется на платформе Microsoft.NET и стандартных технологиях Microsoft. Функционально программное обеспечение PCC может использоваться как приложение к РСУ последнего поколения фирмы Honeywell Experion PKS.

5. **Обеспечение управления технологическими процессами.** Наряду с классическими схемами автоматического управления с контурами регулирования, основанными на принципе обратной связи, в последние годы для управления технологическими процессами успешно применяется новое направление в промышленной автоматизации — усовершенствованное управление (сокращенно APC от Advanced Process Control). Соответствующее программное обеспечение реализует алгоритмы многосвязного регулирования с прогнозом реакции объекта на сигнал управления. Прогноз рассчитывается на основе настраиваемой модели технологического процесса. Как показывает практика, APC

управляет технологической установкой лучше оператора, поскольку дает возможность работать вблизи допустимых границ по производительности, оптимизируя тем самым выход продукции и снижая время простоев установки.

На рисунке 3 (см. цв. вкл.) показана принципиальная схема управления группой технологических установок (ТУ) на базе технологии APC с использованием ПО Profit.PLUS фирмы Honeywell. Данные для настройки модели технологического процесса берутся из гидродинамической модели резервуара, сделанной третьей стороной, и передаются на ProfitMax — пакет для линеаризации нелинейной модели вокруг рабочей точки, Profit Optimizer служит для координации решений нескольких Profit Controller, которые выдают управляющие сигналы непосредственно на исполнительные механизмы или уставки регуляторов отдельной установки. В России на сегодняшний день наибольшее распространение APC получило в нефтепереработке, однако, как показывает мировая практика, APC может с успехом применяться и в технологических процессах добычи и промысловой подготовки нефти.

В частности, APC в нефтедобыче может использоваться для решения следующих задач: управление цепочкой компрессоров и сепараторов от скважин до пунктов сбора нефти с целью снижения противодавления на устья скважин, управление газлифтом, управление давлением и температурой в сепарационных установках для оптимизации выхода жидкой фазы, для сглаживания переходных процессов в системе сбора и промысловой подготовки продукции при изменениях режимов работы технологических установок и др. Эффективной областью приложений APC являются процессы добычи на газоконденсатных месторождениях, где решаются оптимизационные задачи выхода конденсата при плановых ограничениях на добычу природного газа. Особую актуальность приобретает использование APC на морских добывающих платформах, где существуют очень высокие требования к безопасности и экономической эффективности работы оборудования в условиях применения безлюдных технологий и ограниченного производственного пространства.

6. **Обеспечение управления производством.** Современные системы управления производством, или MES (Manufacturing Execution System) в англоязычной терминологии, — это информационные и коммуникационные системы производственной среды предприятия. В структуре автоматизированного управления предприятием место MES находится между системами управления технологическими процессами и ERP (Enterprise Resource Planning). MES, собирая и обрабатывая данные в режиме реального времени от технологических объектов и автоматизированных систем управления и исторические данные из производственных реляционных баз данных, осуществляет поддержку принятия решений в автоматизированном или ручном режимах. Одновременно MES готовит и передает информацию в необходимой форме в систему ERP. В настоящее время можно выделить следующие направления работы MES на нефтедобывающих предприятиях.

Планирование и составление расписаний. Данная группа приложений позволяет строить физически реализуемые рациональные планы, как для отдельной промышленной установки, так и для предприятия в целом.

Управление производственным процессом. Инструменты данного приложения позволяют контролировать производственный процесс, отслеживая ключевые параметры производства и сравнивая результаты замеров с плановыми заданиями. Для нефтедобывающих предприятий (НДП) в настоящий момент особый интерес представляют приложения данного семейства, направленные на повышение качества процессов измерения продукции. Проблемы точности измерения всех трех видов флюидов (нефть, газ, вода) всегда были актуальны для НДП. В настоящее время актуальность этой задачи особенно возросла в связи с принятием нового ГОСТ на точность измерения количества извлекаемой из недр нефти и нефтяного газа (ГОСТ 8.615-2005). Примером подобного приложения является пакет Production Balance, входящий в семейство Business FLEX фирмы Honeywell. Применение Production Balance повышает точность измерения продукции без вложения дополнительных средств в дорогостоящее измерительное оборудование. Математические методы, реализованные в пакете Production Balance, позволяют решить две основные задачи: согласовать данные измерений, выполненных на различных технологических участках разнообразными измерительными устройствами с различной точностью, и уточнить размещение продукции, т. е. уточнить результаты измерения продукции на скважинах или кустах за счет более точных коммерческих измерений на пунктах сдачи продукции. Одновременно Production Balance автоматизирует и улучшает визуализацию процесса сбора и обработки измерений.

Управление разработкой месторождения. Современный уровень развития методов и программных продуктов по управлению процессами проектирования и разработки нефтяных месторождений позволяет перейти к постановке и решению комплексной задачи оптимизации разработки месторождения.

На основании математической гидродинамической модели пласта, позволяющей учесть гидравлическое взаимовлияние скважин, решается задача выбора оптимальных дебитов эксплуатационных и нагнетательных скважин. В качестве критерия оптимизации используются технико-экономическиие критерии, например минимизация объемов добываемой попутной воды при условии ограничений на забойные давления и выполнении планов добычи нефти. В настоящее время для решения подобных задач разработан эффективный математический аппарат, основанный на методах математического программирования и существенно учитывающий специфику математической модели задачи. В том числе исследованы и предложены методы решения для более общих постановок задач, в которых наряду с дебитами находятся оптимальные множества вновь вводимых скважин из избыточного множества возможных мест разбуривания.

Выбор оптимальных вариантов развития наземных сетей промыслового обустройства. На основании заданных показателей варианта разработки месторождения, рассчитанных в результате решения вышеуказанных задач, решаются задачи оптимального развития наземных систем обустройства. Для решения задач, возникающих на этом этапе, разработаны специальные методы целочисленного программирования.

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru