

СИСТЕМА ГАЗОАНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ ОПАСНЫХ НАКОПЛЕНИЙ

Е.И. Бубнова, О.В. Микельсон (ООО «Лаборатория автоматизированных систем (АС)»)

Описаны основные принципы построения, архитектура, состав и функциональность универсальной системы контроля опасных накоплений, разработанной ООО «Лаборатория автоматизированных систем (АС)».

Ключевые слова: безопасность, контроль воздушной среды, газоанализаторы, мониторинг, диагностика, резервирование, противоаварийная защита, ПЛК.

Модернизация производственной базы современного предприятия (помимо замены устаревшего или изношенного, отработавшего свой ресурс оборудования) преследует, прежде всего, цель перевода ее на качественно новый уровень, связанный с существенным расширением функциональности и позволяющий внедрять новые, ранее не имевшие аналогов изделия и технологии, появления которых настоятельно требует динамика развития рынка [1].

С другой стороны, уже имеющееся оборудование, дорогостоящее и успешно эксплуатируемое, часто (это особенно характерно для предприятий военно-промышленного комплекса) способное обеспечить отработку изделий по моделям и параметрам в условиях, не имеющих мировых аналогов, не может и не должно создаваться с нуля.

Возможности новейших информационных технологий и средств автоматизации позволяют перевести существующую производственную базу предприятия на качественно новый уровень в сжатые сроки и часто без остановки производственного процесса. Кроме того, интеграция существующих установок и оборудования с современными средствами автоматизации позволяет существенно расширить функциональность производственной базы предприятия, повысить ее эффективность, а зачастую и отказаться от покупки или разработки оборудования под новые задачи.

При расширении производственных задач и внедрении новых «быстрых» технологий, повышении скоростей работы оборудования и производственных процессов обеспечение безопасности остается неукоснительным требованием, при том что решение этого вопроса становится все более сложным.

Например, чрезвычайно важным аспектом безопасности в нефтяной и газовой промышленности является контроль воздушной среды. Для взрывоопасных ТП должны предусматриваться автоматические системы регулирования и противоаварийной защиты, предупреждающие образование взрывоопасной среды и другие аварийные ситуации. При отклонении от предусмотренных регламентом предельно допустимых параметров во всех режимах работы должна обеспечиваться безопасная остановка оборудования или перевод процесса в безопасное состояние [2]. В частности, важнейшим требованием к проектированию обустройства нефтяных и газовых месторождений является наличие автоматизированной системы контроля воздушной среды в целях обеспечения безопасных условий труда и раннего обнаружения воз-

можных аварийных выбросов. Особенно остро проблема стоит при обустройстве газовых и нефтяных месторождений с высоким содержанием сероводорода и других вредных веществ. До начала работ руководители строительно-монтажных организаций должны разработать и реализовать комплекс мероприятий по обеспечению безопасности работающих в условиях возможного возникновения газоопасной ситуации (РД 102-011-89. Охрана труда. Организационно-методические документы).

Немаловажным также является обеспечение безопасности при проведении стендовых испытаний на предприятиях ракетно-космической отрасли. Так, испытание жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) требует создания системы контроля возникновения газоопасных ситуаций. Опасными и вредными производственными факторами, характерными для испытательных комплексов ЖРД, являются:

- возможность разрушения объекта испытания (двигателя, агрегата) на рабочем месте испытательного стенда, сопровождающегося разлетом элементов конструкции, проливом компонент ракетного топлива (КРТ), пожаром и взрывом;
- взрыво- и пожароопасность большинства горючих в смеси с другими КРТ, воздухом и кислородом.

Хранение КРТ производится в специальных хранилищах с учетом класса опасности. Для наддува и продувок систем с КРТ и для обеспечения пожаротушения в отсеках испытательного комплекса (ИК) используется в основном газообразный азот (инертный газ). Поэтому в помещениях и отсеках ИК, где возможны скопления наиболее опасных КРТ (горючие гидразиновые ряды, водород, метан и азотнокислые окислители) и инертного газа — азота, должны быть установлены автоматические газоанализаторы контроля опасных концентраций указанных веществ и газов с учетом их предельно допустимой концентрации (ПДК) [3].

Необходимость контроля опасных накоплений проявляется и во многих других отраслях промышленности, что объясняется высокими требованиями к безопасности при проведении технологических работ. Для обеспечения контроля концентрации опасных веществ применяются специализированные приборы — датчики-газоанализаторы. Каждый газоанализатор может измерять концентрацию одного или нескольких газов, выдавать информацию в виде унифицированного сигнала, осуществлять светозвуковое оповещение о превышении заданного порога. При необходимости цен-

централизованного сбора данных от нескольких датчиков встает вопрос об использовании единого устройства сбора информации. Такими устройствами могут быть блоки питания и сигнализации (БПС), которые предназначены для обеспечения электрического питания датчиков-газоанализаторов, централизованного сбора информации с них и передачи данных об измеренных величинах и сработавших порогах на АРМ оператора, расположенное в пожаро-взрывозащищенной зоне.

Отметим, что датчики-газоанализаторы могут находиться на значительном расстоянии как друг от друга, так и от БПС. В этом случае должна обеспечиваться повышенная степень отказоустойчивости за счет дублирования датчиков-газоанализаторов, резервирования блоков питания и сигнализации, а также введения системы противоаварийной защиты, оповещающей о неисправностях в электропитании и обрыве датчиков.

Учитывая все вышеперечисленные факторы и требования, предъявляемые к системам контроля воздушной среды, ООО «Лаборатория автоматизированных систем (АС)» разработала трехуровневый территориально-распределенный программно-аппаратный комплекс с возможностью полного или частичного резервирования «Система контроля опасных накоплений» (СКОН) (рис. 1).

Основное назначение СКОН:

- непрерывное измерение и контроль концентрации опасных веществ в различных помещениях;
- задание пороговых значений концентрации опасных веществ;
- выдача управляющих и оповещающих сигналов на органы управления и сигнализации;

Результаты зависят от маркетинга и новых технологий, все остальное – издержки.
Питер Друкер

- сбор и отображение на экране оператора в реальном времени измеренных и пороговых значений и сохранение их на электронном носителе;
- просмотр и экспорт данных об измеренных значениях загазованности.

СКОН имеет распределенную архитектуру, включает несколько автономных подсистем: измерения и сигнализации (ИиС), сбора, хранения и отображения информации (СиОИ), диагностики и противоаварийной защиты (ДиПАЗ).

Подсистема ИиС предназначена для непрерывного контроля концентрации веществ, установки порогов срабатывания, выдачи управляющих сигналов при выходе текущих значений за установленные пороговые значения, активизации светозвуковой сигнализации на рабочем месте оператора. В подсистему ИиС входят датчики-газоанализаторы, БПС, органы управления и сигнализации (ОУиС), подсистема электропитания (ЭП), блоки коммутации (БК).

Ядром данной подсистемы является БПС, на котором осуществляется поканальная настройка диапазона измеряемой величины и пороговых значений. БПС представляет собой одно- или многоканальное устройство контроля с возможностью подключения одного датчика с унифицированным выходным сигналом на канал. Каждый канал БПС включает:

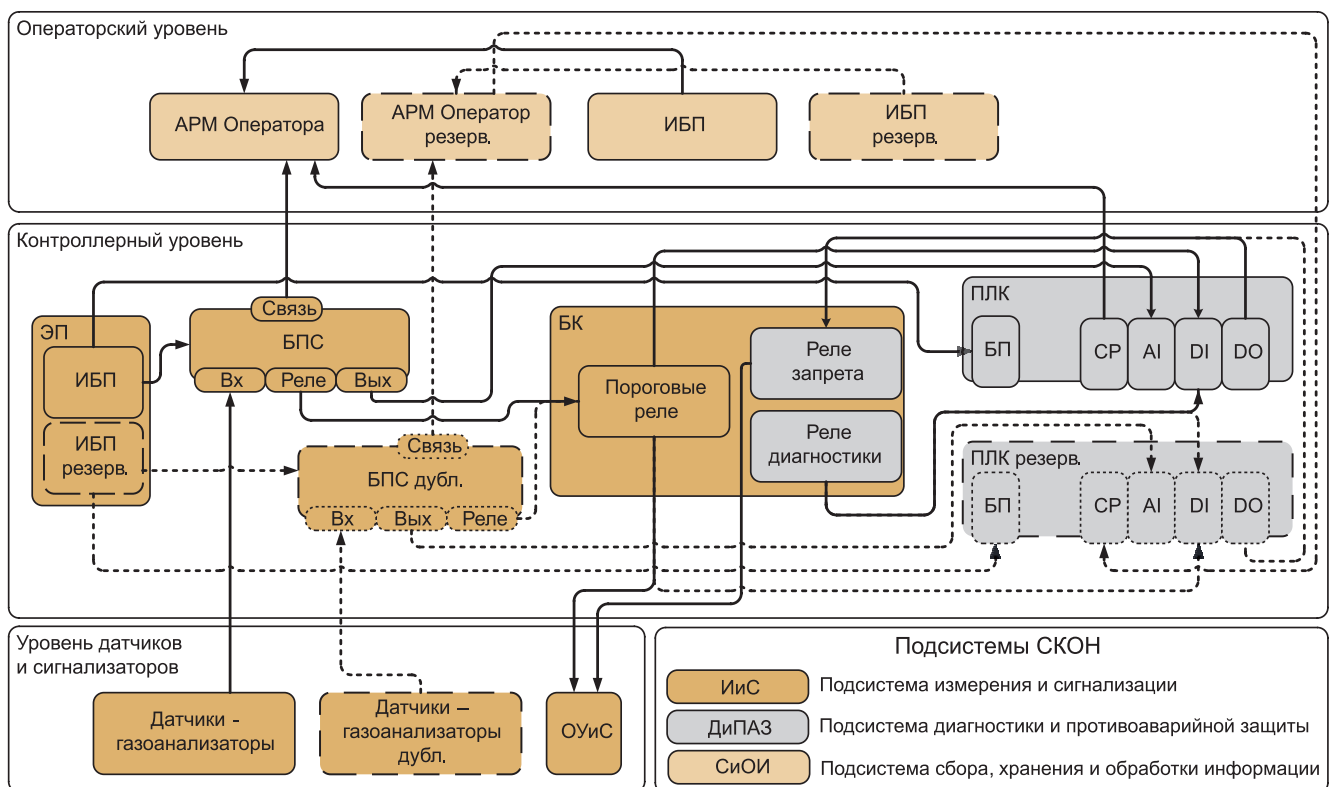


Рис. 1. Структура СКОН

- унифицированный выходной сигнал;
- световую сигнализацию наличия питания нормальной работы;
- световую сигнализацию о неисправности или обрыве датчика;
- световую и звуковую сигнализацию о достижении концентрации порогов срабатывания;
- перекидные сухие контакты по каждому порогу и сигнализацию неисправности.

Важным элементом подсистемы ИиС является подсистема электропитания, обеспечивающая бесперебойную подачу питания на блоки подсистемы ИиС за счет использования специализированных источников бесперебойного питания (ИБП).

Оборудование, задействованное в работе подсистемы ИиС, может обеспечивать хранение и архивирование информации о состоянии загазованности. Однако для построения современных автоматизированных систем необходимо разворачивать АРМ оператора на базе ПК. Для этого необходимо расширить СКОН подсистемой СиОИ.

Подсистема СиОИ предназначена для сбора, регистрации и визуализации в РВ данных от БПС, удаленной настройки БПС и предоставления пользовательского интерфейса оператору для отображения данных на мнемосхемах в виде схем помещений, показа аварийных сообщений и просмотра данных об истории измерений с возможностью экспорта в стандартные форматы файлов.

Основные функции СиОИ:

- сбор значений с датчиков-газоанализаторов;
- отображение текущих значений концентрации в РВ в виде графиков, индикаторов и цифровых элементов в соответствии с реальным расположением датчиков;
- оперативное светозвуковое оповещение о возникших аварийных ситуациях;
- просмотр, экспорт и математическая обработка данных за произвольный период времени;
- возможность сетевого обмена данными с другими системами по распространенным протоколам связи.

ПО СиОИ строится на базе SCADA-систем. Ранее в [4] рассматривались возможности расширения SCADA с помощью универсальных компонентов. Для систем контроля опасных накоплений был разработан специализированный набор компонентов, который обеспечивает пользовательский интерфейс оператора информативными элементами схемы. Расположение элементов на экране оператора может



Рис. 2. Мнемосхема помещения



Рис. 3. Помещение после срабатывания порогового реле



Рис. 4. Цифровой элемент

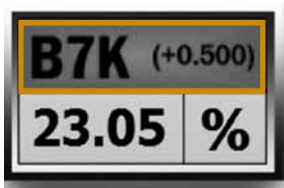


Рис. 5. Цифровой элемент с выходом за пороговое значение

быть произвольным и определяется требованиями конечного заказчика.

Первым этапом разработки экранных форм является выделение помещений, в которых установлены датчики-газоанализаторы. Элемент «Мнемосхема помещения» (рис. 2) отображает реальную схему помещения (вид сверху) в масштабе. Показания с датчиков отображаются в том месте, где они реально установлены. В случае срабатывания порогового реле по одному из датчиков фоновая картинка в многоугольнике помещения начинает мигать красным цветом (рис. 3 — здесь и далее аварийные участки обведены коричневым контуром).

На мнемосхеме помещения с помощью цифрового элемента отображаются текущее или усредненное значение заданного параметра, имя датчика, информацию о его расположении (например, по высоте) и единицы измерения параметра (рис. 4). Цвет фона цифрового элемента может зависеть от датчика или анализируемого газа. В случае превышения порогового значения фон под названием датчика окрашивается красным цветом (рис. 5).

Помимо отображения текущих значений загазованности в помещениях необходимо отслеживать динамику изменения значений загазованности сразу нескольких датчиков в РВ. Для данных задач были разработаны специализированные компоненты — индикатор (рис. 6) и график загазованности (рис. 7). Индикаторы отображают текущее или усред-

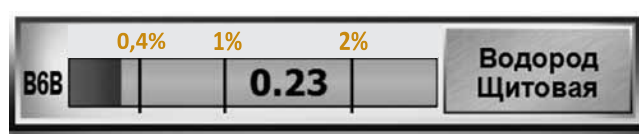


Рис. 6. Индикатор загазованности

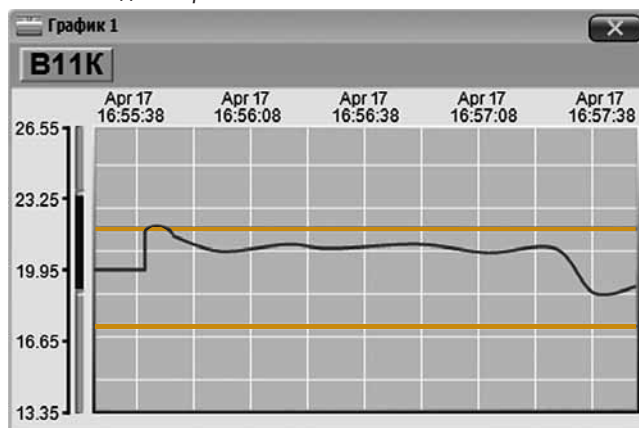


Рис. 7. График реального времени

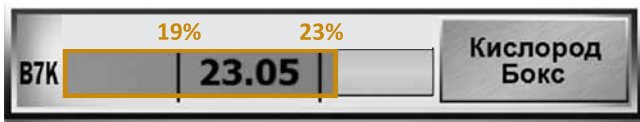


Рис. 8. Индикатор с выходом за пороговое значение

ВНИМАНИЕ!!! Концентрация КИСЛОРОДА ВЫШЕ нормы в Помещение аз
ВНИМАНИЕ!!! Концентрация КИСЛОРОДА ВЫШЕ нормы в Щитовая аз
ВНИМАНИЕ!!! Концентрация ВОДОРОДА БОЛЕЕ 1% Щитовая В
ВНИМАНИЕ!!! Концентрация ВОДОРОДА БОЛЕЕ 1% Бокс 2 р.м. (В2Б)

Рис. 9. Таблица аварийных событий

ненное значение заданного параметра, имя датчика, горизонтальный элемент заполнения в заданном интервале измерения с нанесенными отметками о порогах срабатывания. Цвет фона индикатора точно может зависеть от датчика или анализируемого газа. В случае выхода значения за установленный предел элемент заполнения окрашивается в красный цвет (рис. 8).

Графики РВ отображают значение одного или нескольких параметров за заданный период времени, пороговые значения, название датчика. При этом может настраиваться развертка по времени и значению. График может быть расположен в произвольном месте экранной формы, а также появляться по клику мыши рядом с индикатором или цифровым элементов.

В случае срабатывания порогового реле на экране оператора появляется таблица аварийных событий (рис. 9). Фоновый цвет каждой записи может настраиваться в зависимости от помещения, датчика или газа. Также фоновый цвет зависит от текущего состояния управляющего реле (текущего значения) и действий оператора: если после возникновения ава-

рийной ситуации параметр вернулся в норму, то соответствующая запись выделяется зеленым цветом. Оператор должен подтвердить все записи, появляющиеся в данной таблице. Способ подтверждения может быть разным: двойной щелчок по записи, нажатие кнопки, выбор пункта в контекстном меню и т. п. Только после подтверждения события и возвращения параметра в норму, запись исчезает из таблицы.

Для получения полной информации о сработавших пороговых реле используется окно состояния управляющих сигналов (рис. 10), которое показывает состояние групп реле и отображает, какая группа реле за какие исполнительные механизмы (внешние устройства управления и оповещения) отвечает.

Одной из важнейших задач, которую позволяет решить ПО «АРМ оператора СКОН» является оповещение оператора о неисправностях в системе. Для этого используется окно диагностики (рис. 11). В окне диагностики изображаются все элементы СКОН и связи между ними. При этом каждая связь и состояния элементов могут быть отображены по принципу GOOD/BAD, если это возможно.

ПО «АРМ оператора СКОН» фиксирует данные об измеренных значениях загазованности в файле, позволяет отобразить сохраненные данные и осуществить экспорт в файлы различных форматов (рис. 12).

Оператор имеет возможность не только видеть на экране данные в РВ, но и осуществлять удаленную поканальную настройку БПС и ПЛК. Рабочее место оператора подсистемы СиОИ должно быть обеспечено ИБП, при этом в АРМ оператора предусматривается возможность оповещения оператора о сбое в цепи питания.

Для повышения надежности СКОН может использоваться подсистема диагностики и противоаварийной защиты (ДиПАЗ). Данная подсистема предназначена для контроля и оповещения об обрыве линий связи, проблемах с подсистемой электропитания, запрета на включение/отключение и осуществление прямого управления ОУиС и др.

Подсистема ДиПАЗ строится на базе ПЛК, который включает процессорный модуль (CPU), коммуникационный модуль (CP) для связи с подсистемой СиОИ и другими внешними системами, модули аналогового ввода (AI) для получения и диагностирования сигналов с датчиков, модули дискретного вывода (DO) для выдачи разрешающих и управляющих сигналов, модули дискретного ввода (DI) для получения сигналов обратной связи с подсистем ОУиС и оповещающих сигналов с других подсистем.

Одним из важнейших назначений подсистемы ДиПАЗ является расширение возможностей подсистемы СиОИ: оператор, имеющий соответствующий допуск к проведению данного типа работы, может осуществлять управление подсистемой ОУиС непосредственно с

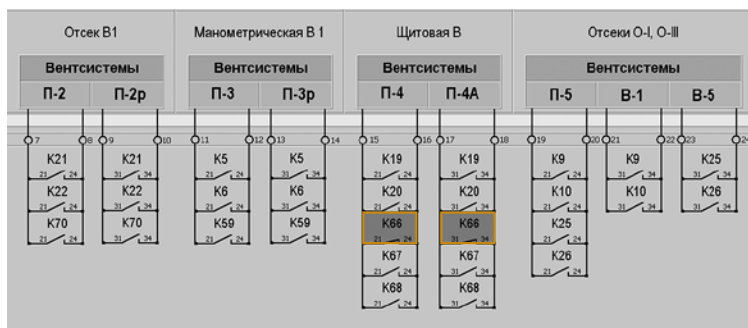


Рис. 10. Окно состояния управляющих сигналов

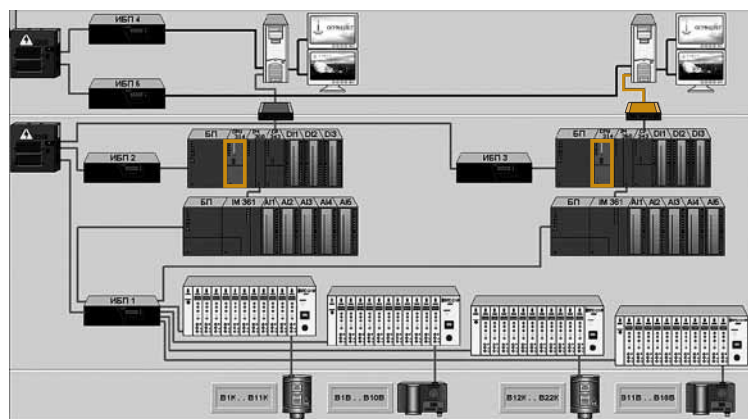


Рис. 11. Окно диагностики системы



Рис. 12. Окно просмотра данных

рабочего места. Система осуществляет автоматический контроль наличия такого допуска. В системе может возникнуть аварийная ситуация, которая автоматически не диагностируется: например, резкое возрастание уровня концентрации водорода, при том что ее значение еще не вышло за допустимую норму или, наоборот, срабатывание управляющего реле из-за сбоя в работе датчика. В первом случае оператор имеет возможность вручную включить необходимые элементы подсистемы ОУИС, во втором — установить запрет на включение соответствующего элемента подсистемы ОУИС. Механизмы принятия решений в таких нетривиальных си-

Бубнова Евгения Игоревна — программист, Микельсон Олег Вячеславович — начальник отдела разработки программного обеспечения ООО «Лаборатория автоматизированных систем (АС)».
 Контактный телефон (495) 730-36-32.
 E-mail: bubnova@actech.ru omikelson@actech.ru

туациях можно частично переложить на ПЛК, для чего должны быть написаны специализированные программные модули. Надежность подсистемы ДиПАЗ может быть повышена за счет аппаратного и программного резервирования ПЛК. При этом может производиться резервирование центрального процессора с выделением ведущего блока, каналов ввода/вывода и коммуникационных модулей.

Описанная конфигурация СКОН является полнофункциональной рабочей версией, которая внедрена и успешно функционирует на ФКП «НИЦ РКП» (г. Пересвет, Московская обл.).

Список литературы

1. *Перцовский М.И.* Стратегия развития и модернизации экспериментально-испытательной базы крупных промышленных предприятий // Автоматизация в промышленности. 2009. №6.
2. *Оганов А.С., Иванов Е.А.* Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. ПБ-08-624-03. М.: Нефть и газ. 2003.
3. *Галеев А.Г.* Основы устройства испытательных стендов для отработки жидкостных ракетных двигателей и двигательных установок // Изд. ФКП «НИЦ РКП», 2010.
4. *Микельсон О. В., Перцовский М. И.* Расширение возможности SCADA-систем для задач автоматизации испытаний — разработка и применение универсального компонента ввода данных о проводимом испытании//Автоматизация в промышленности. 2011. № 9.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПРАКТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ

В.Н. Рысина (Институт системного анализа РАН)

Рассмотрены вопросы применения технологии радиочастотной идентификации в нефтяной промышленности. Приведены примеры ее использования в крупных зарубежных компаниях с целью контроля поставок и оценки технического состояния нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего оборудования.

Ключевые слова: радиочастотная идентификация, беспроводные сенсорные сети, системы определения местонахождения объектов, добыча нефти, буровые установки, бурильные трубы, коррозия труб.

Система слежения за грузами

Нефтегазовая отрасль не является лидером по масштабам внедрения технологии радиочастотной идентификации (РЧИ), но в последние годы занимает одно из первых мест по динамике роста и разнообразию областей ее применения. Повышение интереса к РЧИ со стороны отрасли обусловлено, прежде всего, эволюцией технологии и расширением ее возможностей. Немаловажную роль играет также появление нового оборудования, в частности, радиометок, выдерживающих жесткие условия эксплуатации, — экстремальные температуры, высокое давление, агрессивную среду и др. Рассмотрим несколько примеров использования технологии РЧИ в крупных нефтегазовых компаниях.

Ведущее место среди нефтегазовых компаний, применяющих технологию РЧИ, занимает компания ВР (Великобритания). Одно из последних внедрений РЧИ в компании связано с обустройством крупного нефтяного месторождения Клэр Ридж на британском участке шельфа Северного моря. В 2015 г. здесь будут установлены две новые нефтяные платформы. Строительство верхней части платформы ВР, начатая с 2012 г., ведется на верфи компании Hyundai Heavy Industries в Южной Корее. Для контроля огромного потока грузов на верфь от сотен поставщиков из разных частей света ВР внедрила специальную систему слежения, сочетающую технологию РЧИ