

## АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТООИР СЕТЕЙ

И.Н. Антоненко (НПП СпецТек)

*Статья продолжает серию публикаций, посвященную информатизации процессов технического обслуживания и ремонта (ТООИР) в различных отраслях [1-3]. В данном случае предметом рассмотрения являются процессы ТООИР электрических и тепловых сетей.*

Электрические и тепловые сети образуют инфраструктурную основу экономики и социальной сферы России, обеспечивая транспортировку энергии от относительно немногочисленных генерирующих компаний к огромной массе потребителей. Актуальной задачей в сетях в настоящее время является внедрение механизма формирования тарифов RAB (Regulatory Asset Base), который, как ожидается, позволит привлечь кредитные организации к участию в обновлении основных фондов сетей, преодолеть негативные тенденции в этой сфере.

Новшество RAB состоит в том, что стоимость обслуживания кредита (норма доходности) и плата за возврат самого кредита будет отражаться в тарифе в явном виде, то есть появится определенность в платежеспособности сетевой компании по кредиту. В перспективе, при переходе к 5-летнему периоду регулирования, тариф станет более стабильным, и инвесторы смогут снизить свои риски при долгосрочном кредитовании. Отраженная в тарифе база, предназначенная для оплаты по кредиту, будет определяться рыночной стоимостью активов сетевой компании с учетом их износа — это даст стимул направлять акционерный и заемный капитал на обновление и восстановительные ремонты основных фондов. Регулятор в лице государства, задавая тренд снижения затрат и оставляя "сверхплановую" экономию за компанией, будет тем самым стимулировать снижение издержек. Участие регулятора, как предполагается, будет также проявляться в применении повышающих коэффициентов или вычетов к тарифам в зависимости от показателей надежности энергоснабжения и удовлетворенности потребителей.

Перечисленные новации поставят перед менеджментом сетевых компаний соответствующие задачи в сфере управления эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтами (ТООИР). Акционеры будут требовать от менеджмента существенного снижения издержек, так как сэкономленные средства можно будет направить на перевооружение, то есть на повышение стоимости активов и соответственно увеличение доли RAB в тарифе. Для удовлетворения этих требований необходимо управлять процессами ТООИР в масштабе РВ, а не только наблюдать их конечные результаты. Необходимо иметь и использовать большие объемы данных о состоянии оборудования, выполненных работах, проведенных заменах, формировать обоснованные ремонтные и инвестиционные программы в области технического перевооружения, для чего накапливать данные и выявлять по ним наиболее "узкие" места с точки зрения затратности владения объектами сетей, их технического состояния и влияния на надежность энергоснабжения.

Акционеры будут также требовать существенного

повышения надежности, сокращения числа отключений, аварий, претензий потребителей, что позволит обеспечивать для энергокомпании наиболее выгодные тарифы. Поэтому менеджменту потребуется полная и оперативная информация о дефектах, отключениях, отказах, причинах и местах их возникновения. Потребуется мера по снижению числа ошибок персонала при техническом обслуживании устройств релейной защиты и автоматики, приводящих к ложным срабатываниям систем защиты и снижающих надежность. Для этого нужно, в том числе корректное и исчерпывающее доведение способов правильного и безопасного выполнения ТО до всех исполнителей.

При этом, поскольку сетевые компании территориально распределены, необходимо обеспечивать потоки информации между управляющим офисом, районами и предприятиями сетей. Адекватное решение задачи информационной поддержки процессов ТООИР возможно только в рамках единой информационной системы управления эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтами (ИСУ ТООИР). Таким образом, вопрос внедрения ИСУ ТООИР в сетевых компаниях фактически находится в повестке дня.

### Требования к программному обеспечению ИСУ ТООИР

Программное обеспечение, на основе которого строится ИСУ ТООИР, представлено в России достаточно широко, в том числе от российских разработчиков (НПП "СпецТек", программный комплекс TRIM). Это специализированные программные продукты, относящиеся к классу EAM (Enterprise Asset Management) или CMMS (Computerized Maintenance Management System), изначально созданные под потребности автоматизации процессов ТООИР. К базовым возможностям таких продуктов относятся ведение структуры оборудования; создание и ведение справочника запчастей; автоматическое планирование работ; автоматизированное составление ремонтных ведомостей; заказ запчастей; формирование заявок на закупку запчастей; формирование приходных и расходных документов; ведение журнала выполненных работ; списание запчастей; формирование актов инвентаризации; учет состояний оборудования; управление эксплуатационной документацией и др.

Важно, что не каждый разработчик может предложить отраслевое решение для сетевой компании на основе своего продукта. Наличие такого решения является преимуществом программного продукта, и это должно быть ключевой исходной позицией при выборе. Для правильного выбора, прежде всего, само предприятие должно определиться в своих потребностях и сформулировать их в технических требованиях

(ТТ) к программному продукту. Разработка ТТ – это, по сути, обоснование предпочтений, к которым в итоге приходит предприятие.

С инфраструктурной точки зрения в ТТ должна быть отражена необходимость поддержки единого информационного пространства для всех работающих в ИСУ ТООиР пользователей независимо от качества каналов связи. Для распределенной компании, какой является сетевая, это очень важно, так как ее информационная инфраструктура может включать каналы связи самой разной пропускной способности, и самый удаленный сетевой район, с которым связь может быть только по телефону, также должен быть подключен к системе. Причем в последнем случае производительность работы в системе не должна зависеть от скорости передачи данных по телефонному каналу. В программном комплексе TRIM ([www.trim.ru](http://www.trim.ru)) эта задача решается за счет технологии распределенной базы данных.

С функциональной точки зрения ТТ должны содержать ряд возможностей программного продукта и соответственно возможностей ИСУ ТООиР, которые делятся на базовые и отраслевые. Основываясь на накопленной функциональности отраслевого решения на базе TRIM и на опыте взаимодействия с сетевыми компаниями при внедрении ИСУ ТООиР на основе TRIM, можно выделить ряд возможностей, составляющих отраслевую специфику программного продукта. На наш взгляд, основные отраслевые требования к функциям ИСУ ТООиР, которые должны быть отражены в ТТ и исходя из которых можно будет делать обоснованный выбор, состоят в следующем.

#### 1. Паспортизация оборудования сетей:

- инструмент формирования дерева объектов сети (рис. 1) должен обеспечивать достаточную степень детализации, многоуровневости учета с возможностью группирования оборудования по районам, фидерам и т.д.;

- в ИСУ ТООиР каждая учитываемая единица оборудования привязывается к схемам сетей (нормальным, оперативным, поопорным, расчетным и т.п.); изображения учтенных объектов на схемах сетей используются как точки оперативного доступа (рис. 2) к полному данным по каждому объекту – формулярам, узлам и запчастям, работам по ТООиР, присоединенным к нему потребителям, паспортам, документации по объекту;

- пользуясь взаимосвязью объекта и схемы, а также накапливая историю перемещений, можно в каждый момент времени определять место нахождения, техническое и эксплуатационное состояние каждой единицы оборудования;

- из удаленных подразделений в единую БД стекается оперативная информация об изменении состава оборудования в районах сетей; об изменении схем электрических и тепловых сетей (передаются актуальные схемы, измененные параметры сетей и т.д.); обеспечивается согласованное ведение схем и описаний по одним и тем же объектам в разных службах;

- в управляющем офисе централизованно формируется база нормативно-справочной информации по объемам учета и передается в удаленные подразделения.

#### 2. Управление надежностью энергоснабжения:

- в ИСУ ТООиР реализуется автоматизированное планирование ремонтов (рис. 3) не только по календарю, наработке, но и по критерию важности оборудования, чтобы в первую очередь выполнять ремонт того оборудования, выход из строя которого достаточно вероятен по его состоянию и нанесет наибольший ущерб надежности работы всей сети;

- в ИСУ ТООиР ведется контроль планирования и выполнения осмотров и обследований, автоматизируется сбор и анализ данных о дефектах, выявленных в ходе их проведения; анализ дефектов (повреждаемости) может быть проведен в разных разрезах – в масштабе всей сети, предприятия, района сети, филиала, отдельной подстанции, фидера, по виду оборудования и т.д. Это позволяет своевременно отреагировать на дефект, устранить его и предотвратить возможное отключение потребителей;

- ведется электронный журнал регистрации отказов (повреждений), аварийных отключений; имеются средства автоматического анализа этого журнала на предмет состояния работ по устранению отказов, отправки ремонтных бригад; система позволяет хранить и извлекать историю работ – объект, причины отказа (повреждения), длительность и исполнители работ, произведенные замены; автоматический анализ настроен на выявление объектов, нуждающиеся в первоочередном перевооружении – это позволяет обоснованно включать их в планы реконструкции для повышения надежности энергоснабжения;

- для тепловых сетей ИСУ ТООиР обеспечивает информационную поддержку подготовки к отопительному сезону; весь необходимый объем работ готовится заранее (объект, наименование и содержание работы, привлекаемые ресурсы, сроки, связи между работами); сформированный массив данных каждый сезон можно использовать в качестве типового, к нему добавляются нетиповые работы; в итоге все необходимые к определенной дате работы будут запланированы, все требуемые для них

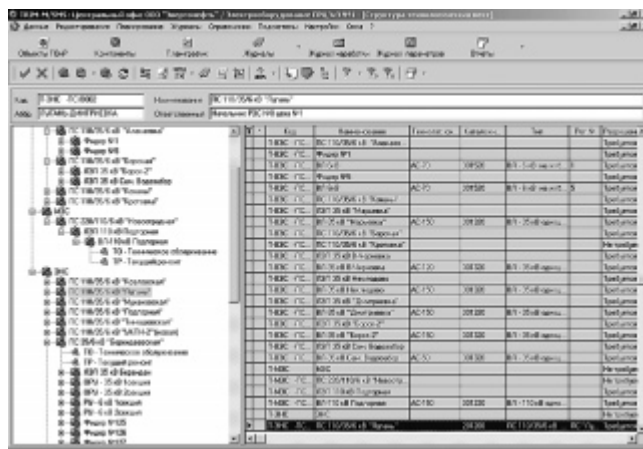


Рис. 1

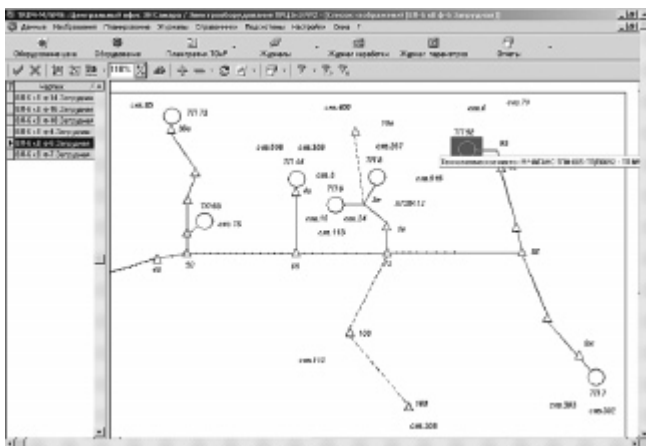


Рис. 2

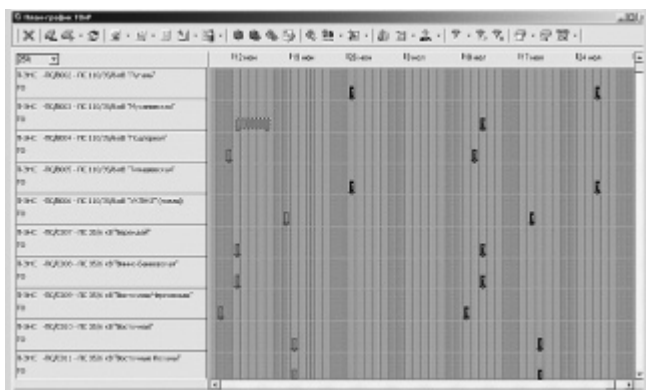


Рис. 3

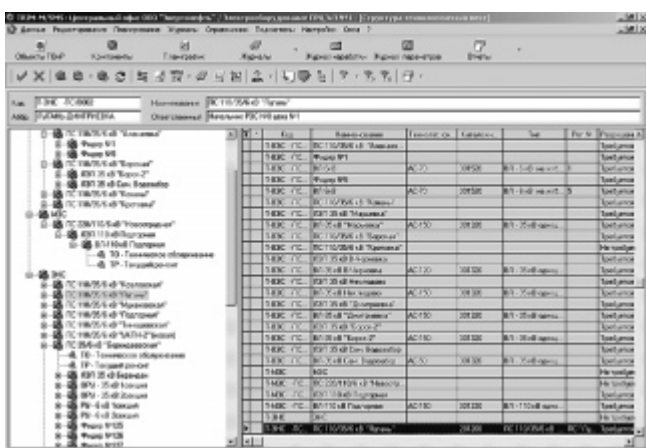


Рис. 4

ресурсы — предусмотрены; анализ хода выполнения работ может быть проведен в разрезе районов сетей, предприятий, филиалов; на основе поступающих в систему отчетов можно формировать сводные отчеты; в системе хранится и может быть оперативно извлечена справочная информация к тепловым комиссиям; аналогичный механизм используется в ИСУ ТОиР электрических сетей для формирования ремонтных ведомостей;

- в ИСУ ТОиР формируется и поддерживается в актуальном состоянии БД о правильном и безопасном выполнении работ по ТОиР с привязкой к конкретным типовым работам; при выдаче наряда (распоряжения) на работу все условия ее выполнения ав-

томатически попадают в наряд и распечатываются для выдачи исполнителям; тем самым снижается число ошибок персонала при ТОиР, уменьшается число отключений потребителей по этим причинам;

- по атрибутам данных о техническом состоянии оборудования можно выявить ближайшие ремонты до диагностики, с информацией о руководителях и исполнителях работ, провести поиск данных диагностики, предшествовавшей интересующему ремонту; в итоге повышается прозрачность ответственности участников ТОиР, что способствует снижению числа повторных отключений потребителей;

- в ИСУ ТОиР доступна актуальная информация о наличии запчастей, материалов, оснастки, имеется возможность дозаказывать недостающие позиции с автоматическим учетом остатков; минимизируется длительность отключения потребителей за счет сокращения времени подготовки ресурсов к аварийно-восстановительным работам.

### 3. Управление издержками на ТОиР:

- имеется возможность сопоставлять потери от недопоставки энергии и ремонтные затраты, требуемые для предотвращения этих потерь, находить баланс между ними; имеется возможность выбирать допустимую стратегию ТОиР для разных групп оборудования — ремонт по отказу, предупредительное, прогнозируемое, замена оборудования, и обеспечивать работоспособность при минимально возможном уровне затрат;

- в ИСУ ТОиР хранится история использования товарно-материальных ценностей (ТМЦ), имеются возможности ретроспективного анализа и определения необходимого объема запаса ТМЦ для аварийно-восстановительных работ; объем закупок ТМЦ для планового ТОиР автоматически формируется непосредственно из графика ТОиР, благодаря информационной связи "работа — запчасть", с учетом остатков ТМЦ на складах; секвестирование плана работ ведет к автоматической коррекции плана закупок ТМЦ; в итоге устраняются необоснованные объемы закупок и складских запасов;

- средства анализа истории ТОиР позволяют сравнивать ремонтную деятельность районов сетей, филиалов, предприятий по производительности персонала, трудоемкости работ, анализировать несоответствия плановым значениям; имеется возможность анализа затрат на ТОиР в самых различных разрезах, интересующих ремонтную службу — с привязкой к виду оборудования, к местам его установки и т.д., что позволяет выявлять центры возникновения затрат и целенаправленно влиять на объемы издержек;

- работы информационно связаны со складскими данными, видны расхождения в складском и ремонтном учете, можно получать фактические данные по материально-ответственным лицам, контролировать обоснованность списания ТМЦ;

- обеспечивается учет наработки — автоматически, путем конвертирования данных АСУТП об эксплуатационном состоянии оборудования и при ручном вводе диспетчерских данных; автоматическое планирование

ТОиР имеет опцию планирования и перепланирования по наработке, что дает возможность перейти на практике к циклам, учитывающим достигнутые наработки по конкретным типам оборудования;

- имеется модуль интеграции ИСУ ТОиР с диагностическими системами, позволяющий автоматически получать данные о техническом состоянии; имеются средства предварительного ввода критических и аварийных значений параметров, а также средства автоматического мониторинга и визуального представления текущих значений параметров (рис. 4); имеется возможность коррекции плана-графика работ и плана закупок ТМЦ с учетом технического состояния;

- хранится история взаимодействия с поставщиками ТМЦ, средства ее анализа позволяют выявлять факты срывов и задержек поставок, изменений условий оплаты и цен, поставки некачественных ТМЦ.

### Практика внедрения ИСУ ТОиР

По-видимому, экономические предпосылки внедрения ИСУ ТОиР предприятий сетей в первую очередь сложились в промышленной энергетике. Во всяком случае, именно компании распределительных сетей, обеспечивающие передачу энергии от АО-энерго к объектам крупных промышленных холдингов, стали первыми заказчиками проектов внедрения ИСУ ТОиР на основе TRIM. Прежде всего, речь идет о двух проектах внедрения ИСУ ТОиР сетевого энергетического оборудования нефтегазодобывающих предприятий ООО "РН-Юганскнефтегаз" и ОАО "Самаранефтегаз". Энергоснабжением объектов нефтедобычи и обслуживанием сетевого оборудования здесь занимаются ООО "ЮНГ-Энергонефть" и ООО "Энергонефть Самара".

ООО "Энергонефть Самара" эксплуатирует и обслуживает около 5000 км линий электропередач, около 3500 подстанций и другое оборудование, распределенное по 35 сетевым районам. В ведении "ЮНГ-Энергонефть" находятся около 7000 км линий электропередач, около 4000 подстанций, газотурбинная электростанция, распределительные устройства, электродвигатели и другие объекты, находящиеся в 24 РЭС и пяти базах энергообеспечения (БЭО).

Внедрение TRIM в обоих случаях происходило этапами, причем между этапами работ имел место длительный промежуток времени, когда заказчик осваивал работу с системой, определялся в необходимости ее дальнейшего расширения. То есть первый этап внедрения ИСУ ТОиР представлял собой создание локальной системы, ограниченной как по функциям, так и по охвату подразделений предприятия — система разворачивалась, главным образом, в центральном офисе. Так, проект в "ЮНГ-Энергонефть" стартовал в начале 2003 г., и с апреля того же года ИСУ ТОиР на основе TRIM была введена в эксплуатацию в управлении и частично в базах энергообеспечения — всего 16 АРМ. В компании "Энергонефть Самара" с июля 2004 г. по февраль 2005 г. также была создана первая очередь ИСУ ТОиР: 19 рабочих мест в управлении, производственно-техническом

отделе, службе сетей и подстанций, центральной диспетчерской службе, прокатно-ремонтных цехах.

Осенью 2006 г. начались работы по развитию систем в обоих предприятиях. В ООО "ЮНГ-Энергонефть" дополнительные рабочие места системы появились в 18 РЭС, в управлении по энергетике "РН-Юганскнефтегаз", в управлении "ЮНГ-Энергонефть" и пяти БЭО. В итоге число рабочих мест в системе составило 76 ед. В ООО "Энергонефть Самара" число рабочих мест доведено до 44 ед., также появились пользователи в сетевых районах.

Приведенные примеры иллюстрируют следующий подход к внедрению ИСУ ТОиР: для создания реально функционирующей системы совершенно необходимо подключение к ней подразделений и пользователей, непосредственно занимающихся эксплуатацией и являющихся владельцами первичной информации о ТОиР. Известный "операторский" подход, при котором вместо низовых звеньев работает выделенный сотрудник, собирающий от них информацию и ретранслирующий ее в систему, в сетях не применим.

Отдельно следует сказать о проекте в компании "Нижневартовскэнерго-нефть". Это предприятие обеспечивает передачу электроэнергии от ОАО "Тюмень-энерго" до объектов нефтедобычи ОАО "Самотлорнефтегаз" и ОАО "Нижневартовское нефтегазодобывающее предприятие" корпорации ТНК-ВР. Помимо сбыта электроэнергии его деятельность включает эксплуатацию и обслуживание энергетического оборудования, в частности, выполнение планово-предупредительных, аварийно-восстановительных и капитальных ремонтов, проведение диагностик и измерений. В область ответственности компании входит бесперебойное энергоснабжение, сокращение потерь нефти из-за перерывов в энергоснабжении, оптимизация затрат на ТОиР. Для решения этих задач при территориальной распределенности и большом числе оборудования и подразделений (21 сетевой район) потребовалось адекватное информационное обеспечение процесса эксплуатации.

В этой связи в ООО "Нижневартовскэнерго-нефть" началось внедрение информационной системы управления надежностью энергоснабжения (ИСУ НЭ). В рамках ИСУ НЭ предусмотрено создание подсистемы ИСУ ТОиР (на основе TRIM), а также подсистем "Стратегия ремонтов" (на основе продуктов Neplan и CalposMain) и "Анализ эксплуатации и ремонтов" (на основе продукта PowerPlay). Генеральным исполнителем данного проекта стала компания "Микротест", а исполнителем ИСУ ТОиР — НПП "СпецТек".

Суть решения [4] состоит в переходе от субъективных оценок, основанных на фактах "за прошлый период", к объективным расчетам и прогнозированию ситуации. Предполагается формировать стратегию ремонтов на основе расчетных интегральных показателей, которые содержат в себе как оценку текущего состояния, так и прогноз состояния и надежности на будущее, а также комплексную оценку важности оборудования с точки зрения прямого и косвенного ущерба и последствий отключе-

ний. Формирование стратегии ремонтов осуществляется по каждой из единиц оборудования, выстроенных по степени их важности и риска отказа. На основании такой стратегии формируются уже полноценные планы работ по ТОиР и заменам, план обеспечения этих работ ресурсами. Про такие планы можно сказать, что они действительно обоснованы, то есть средства тратятся на поддержание установленного уровня надежности.

С этой целью в ИСУ ТОиР средствами TRIM реализуются такие функции, как централизованное ведение нормативно-справочной информации по ТОиР, формирование и сопровождение БД объектов технической эксплуатации, планирование ТОиР по данным из подсистемы "Стратегия ремонтов" с учетом важности, надежности и технического состояния оборудования, планирование ТОиР по регламенту (календарное, по наработке), согласование плана ТОиР между подразделениями, регистрация внеплановых и аварийных работ, определение и обеспечение потребности в ресурсах, распределение работ на день, формирование заданий на работы, организация, учет и анализ выполнения работ и их результатов, в том числе анализ трудозатрат и расхода ТМЦ и др.

НПП "СпецТек" поставил 100 лицензий TRIM для всех пользователей ИСУ НЭ, часть которых будет также работать в подсистемах "Стратегия ремонтов" и "Анализ эксплуатации и ремонтов". Данные ИСУ ТОиР будут обеспечивать функционирование этих подсистем и ре-

шение таких задач, как анализ надежности оборудования и соотношения потерь нефти и затрат на ТОиР, расчет важности оборудования и разработка обоснованной стратегии ремонтов, формирование объективного бюджета ТОиР, планов модернизации оборудования с учетом оптимизации работы энергосети.

Система была сдана в эксплуатацию в июне 2007 г. В конце 2007 г. между НПП "СпецТек", Югорским государственным университетом (ЮГУ) и ООО "Нижневартовскэнергонефть" заключено соглашение о сотрудничестве и продвижении проектных наработок в отрасли. В рамках соглашения фрагмент системы, внедренной в "Нижневартовскэнергонефть", будет использоваться в учебном процессе ЮГУ для обучения студентов, переподготовки специалистов предприятий отрасли по кафедре энергетики.

#### Список литературы

1. Антоненко И.Н., Комонок О.В. Информационная система ТОиР атомной станции // Автоматизация в промышленности. 2006. №8.
2. Антоненко И.Н. ЕАМ-система как эффективный инструмент в управлении портом // Там же. 2006. №9.
3. Матюшин В.А., Антоненко И.Н. Автоматизация управления техническим обслуживанием и ремонтом на металлургическом предприятии // Там же. 2007. №9.
4. Струилин П. Управление надежностью энергоснабжения // Новатор. 2005. № 6.

*Антоненко Игорь Николаевич – начальник отдела маркетинга НПП "СпецТек".  
Контактный телефон (812) 329-45-60. [Http://www.trim.ru](http://www.trim.ru) E-mail: [antonenko@spectec.ru](mailto:antonenko@spectec.ru)*

#### Новый проект по автоматизации зданий бизнес-центра "Двинцев"

Компания "АРМО-Групп" победила в тендере и подписала контракт на комплексное оснащение и автоматизацию внутренних инженерных систем бизнес-центра "Двинцев", включающего три здания общей площадью более 57 000 м<sup>2</sup>. В рамках стартового инженерного проекта предусмотрен монтаж, пуско-наладка и интеграция основных инженерных систем здания, включая единую систему диспетчеризации, центральную систему кондиционирования, вентиляции и отопления, системы энергоснабжения и освещения, канализации и водоснабжения, комплексную систему безопасности и др. Сдача объекта запланирована на осень 2008 г.

Проект "Двинцев" – современный 9...15-этажный офисный комплекс класса "А" с собственной инфраструктурой, включающей объекты розничной торговли и питания, банкоматы, наземный и подземный паркинг. Бизнес-центр "Двинцев" располагается на одноименной улице за пределами переполненного центра города в непосредственной близости от Сушевского вала, входящего в Третье транспортное кольцо г. Москвы.

Офисный комплекс "Двинцев" состоит из трех зданий различной этажности с общим двухэтажным стилобатом и подземным паркингом. Все три здания будут объединены системой диспетчеризации (BMS), базирующейся на платформе METASYS III компании Johnson Controls. BMS осуществляет управление и диспетчеризацию систем вентиляции и кондиционирования, дымоудаления, канализации, холодоснабжения, электроснабжения и др. Связь между контроллерами и АРМ диспетчеров осуществляется посредством сети N2 Open и Ethernet.

В соответствии с рабочим проектом специалисты "АРМО-Групп" выполняют работы по установке основных инженерных систем жизнеобеспечения зданий в объеме Shell&Core, включая

системы отопления и холодоснабжения, вентиляции и кондиционирования, электроснабжения и освещения, канализации и водоснабжения, дренажные системы, а также системы безопасности, эфирного телевидения и радиофикации. В рамках проекта будет установлено 6 холодильных машин фирмы Trane и около 60 вентиляционных установок немецкой компании Wolf.

Для создания системы энергоснабжения бизнес-центра предусмотрена отдельная распределительная трансформаторная подстанция с двумя независимыми вводами от города, на базе которой будет обеспечиваться общее электроснабжение и аварийное освещение здания. В качестве базового электротехнического оборудования были выбраны устройства и средства автоматизации компании ABB.

Пожарная безопасность в здании будет обеспечиваться системой автоматического пожаротушения на базе спринклерных оросителей компании Тусо и насосов фирмы Grundfos, а также системой пожарной сигнализации торговой марки Esser by Honeywell и системой оповещения о пожаре и управления эвакуацией людей компании Jedia. Кроме того, на автопаркинге будет установлена система газоанализа для обнаружения и сигнализации предельно допустимых концентраций углекислого газа и управления процессом эвакуации людей с подземной парковки с использованием световых табло и сирен.

В качестве единой платформы для интегрированной системы безопасности было выбрано решение OnGuard компании Lenel, которое объединит системы видеонаблюдения, контроля и управления доступом и охранной сигнализации. Этот программно-аппаратный комплекс имеет открытую архитектуру, позволяющую впоследствии наращивать и модифицировать систему безопасности, подключая оборудование различных производителей.

*[Http://www.arмоengineering.ru](http://www.arмоengineering.ru)*