



Геоинформационная система Инчукалнского подземного хранилища газа

Щербицкас И., АО «Latvijas Gaze» Ляхова С., Михайленко А.Г., ООО «ИТ-ТРАНЗИТ», e-mail: mikhaylenko@gaztranzit.ru
Басин М.Б., ООО «Газтрансит» Куприяновский В.П., Esri CIS, e-mail: vk@esri-cis.ru

Успешное функционирование газотранспортной отрасли, как и любой другой отрасли энергетики, невозможно представить без мощных корпоративных информационных систем. Палитру таких систем для предприятий, эксплуатирующих крупные инженерные комплексы, составляют системы управления активами предприятия (финансово-экономический и ресурсно-технический блок) и технологические системы управления производством. К числу последних традиционно относят геоинформационные системы (ГИС), информационно-аналитические системы оценки состояния технических объектов и управления их целостностью, системы технической паспортизации, технологического документооборота, АСУ ТП, другие, в задачи которых входит поддержание инженерного объекта в исправном и надежном состоянии посредством автоматизации основных производственных процессов эксплуатации и управления этим инженерным объектом.

Неотъемлемой частью газотранспортных систем являются подземные хранилища газа (ПХГ), выравнивающие пиковые нагрузки по сезонному потреблению газа. Но если вопросы информатизации магистральных газопроводов достаточно давно и успешно решаются многими компаниями как в мире, так и в практике отечественного газотранспорта, то проблематикой комплексной автоматизации ПХГ занимались значительно меньше.

Акционерное общество «Латвияс Газе» (АО «Latvijas Gaze») является оператором по транспортировке, хранению, распределению и реализации природного газа в Латвии, обеспечивая его поставку газа также в республики Прибалтики и в северо-западные регионы России. В его состав входит одно из самых больших подземных хранилищ газа в Европе – Инчукалское ПХГ. Его объем составляет около 4,5 млрд. куб.м, что вполне обеспечивает нужды потребителей Латвии, а также всего Балтийского региона в отопительный сезон при увеличенном потреблении природного газа. Возможности данного ПХГ позволяют увеличить объем хранения газа для обеспечения нужд и других стран Евросоюза.

Для автоматизации управления основными производственными процессами, связанными с оперированием пространственной и технической информацией об объектах подземного хранилища газа, компанией ООО «ИТ-ТРАНЗИТ» (дочернее подразделение ООО «Газтрансит») была на конкурсной основе разработана и успешно внедрена корпоративная геоинформационная система Инчукалнского ПХГ.

Этапы разработки системы

Разработка ГИС Инчукалнского ПХГ (ГИС ИПХГ) включала ряд последовательных этапов. На первом этапе велось общее проектирование системы. Ему предшествовало изучение объекта авто-

матизации с описанием бизнес-процессов подразделений предприятия ПХГ, анализ основных информационных потоков, их востребованности различными подразделениями компании и оперативности получения. Затем были сформированы технические требования к создаваемой ГИС и определены производственные системы и подразделения ПХГ, подлежащих автоматизации. Была создана модель пространственных данных ГИС ИПХГ, проведена классификация технологических данных оборудования и систем ПХГ. После этого был разработан технический проект создания системы.

На втором и третьем этапах были разработаны настольное приложение для администрирования пространственной и технологической баз данных ГИС ИПХГ в компании («толстый» клиент) веб-приложение для конечных пользователей («тонкий» клиент).

Следующие этапы заключались в сборе пространственных и технологических данных, их обработке, увязывании и наполнении базы данных ГИС и в разработке Регламента использования ГИС ИПХГ в компании в четкой связи с ее структурой и основными производственными процессами.

На заключительном этапе были проведены установка и внедрение системы, обучение пользователей, осуществление технической поддержки и сопровождение ее опытной эксплуатации на предприятии.

Коснемся некоторых моментов процесса разработки и развертывания данной ГИС. Вначале было проведено обследование производственной деятельности ПХГ, изучены бизнес-процессы его подразделений и головного офиса АО «Латвияс Газе». По его результатам была согласована структура информационного обмена предприятия с учетом всех его подразделений, периодичности и видов информационных ресурсов, требуемых для выполнения производственных задач, с последующим определением числа и функциональности автоматизируемых рабочих мест специалистов ПХГ.

Среди выделенных и описанных 44 бизнес-процессов, структурированных по подразделениям, определены 222 уникальные деятельности, свыше 60% которых могут быть автоматизированы с увеличением продуктивности труда или качественным изменением получаемого результата (например, снижение субъективности). На данном этапе развития проекта было автоматизировано около 35% производственной деятельности специалистов ПХГ, остальные ее виды являются перспективными для реализации на последующих этапах развития системы.

Классификаторы данных

Одной из ключевых работ на этапе проектирования системы стало создание уникальных классификаторов пространственных и технических данных технологических объектов ПХГ.

Основу топографического блока пространственного классификатора составила принятая в Латвии структура топографической информации, поддерживаемая централизованно на государственном уровне и абонируемая АО «Латвияс Газе» в виде картографической базы данных. Блок пространственного классификатора данных технологического оборудования ПХГ разработан в процессе проектирования ГИС ПХГ. В целом, структура пространственного классификатора условно разделена на следующие тематические группы – секторы:

- элементы плановой и высотной основы;
- рельеф;
- гидрография;
- населенные пункты, здания и сооружения;
- промышленные объекты, строения, объекты социально-культурного назначения;
- железные дороги;
- автодороги и коммуникации;
- растительный покров и грунты;
- земельный и имущественный кадастр;
- технологические объекты ПХГ.

При проектировании системы наибольшей проблемой была многокритериальная классификация технических объектов ПХГ. Это потребовало глубокого анализа организации технологических процессов на ПХГ и структуры взаимодействующего оборудования, а также бизнес-процессов для корректного и эффективного создания структуры хранения и отображения пространственной и технической (семантической) информации. В связи с тем, что большое количество объектов технической паспортизации ПХГ не представлено на картографических материалах даже крупного масштаба 1:500 (внутреннее оборудование компрессорных цехов, газосборных пунктов, энергетическое оборудование и т.д.) в ГИС добавлены инструменты для работы с технологической графикой разных типов: технологические схемы, схемы скважин, схемы автоматизации, принципиальные схемы, схемы подключения, схемы размещения оборудования и т.д.

Общая структура ГИС

ГИС Инчукалнского ПХГ включает в себя блок функций системного администрирования (контроля структуры базы данных, авторизации, резервного копирования и восстановления, мониторинга пользователей и др.) и десяти основных пользовательских модулей (рис. 1). Эти модули разделены по функциональности на группы администрирования данных и использования данных. Первая группа, реализованная как настольное приложение в архитектуре «толстого клиента», включает модули создания и редактирования графической базы данных (модули Карта и Технологическая схема), а также сопровождения структуры технической базы данных и нормативно-справочной информации. Вторая

группа реализована в архитектуре «тонких клиентов», что позволяет основному количеству пользователей ГИС работать с системой через веб-браузер.

Основные потоки данных, которыми обмениваются модули системы, представлены на рис. 2. Пунктирные линии показывают потоки, содержащие про-

странственные данные, сплошные – атрибутивные данные. Атрибутивные и пространственные данные в базе данных хранятся раздельно, что является более эффективным с учетом общей архитектуры системы, решаемых задач и перспектив развития.

В качестве системы управления

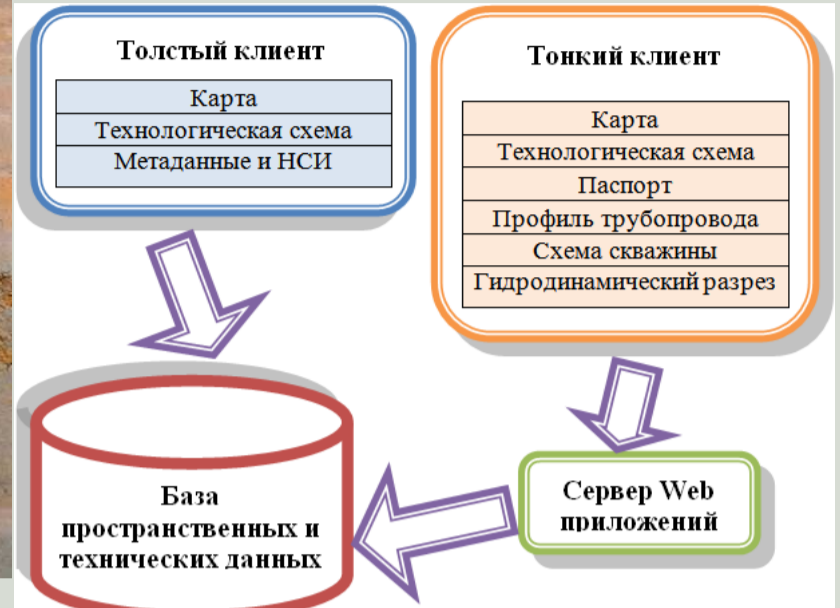


Рис. 1. Функциональная архитектура системы (пользовательский блок).

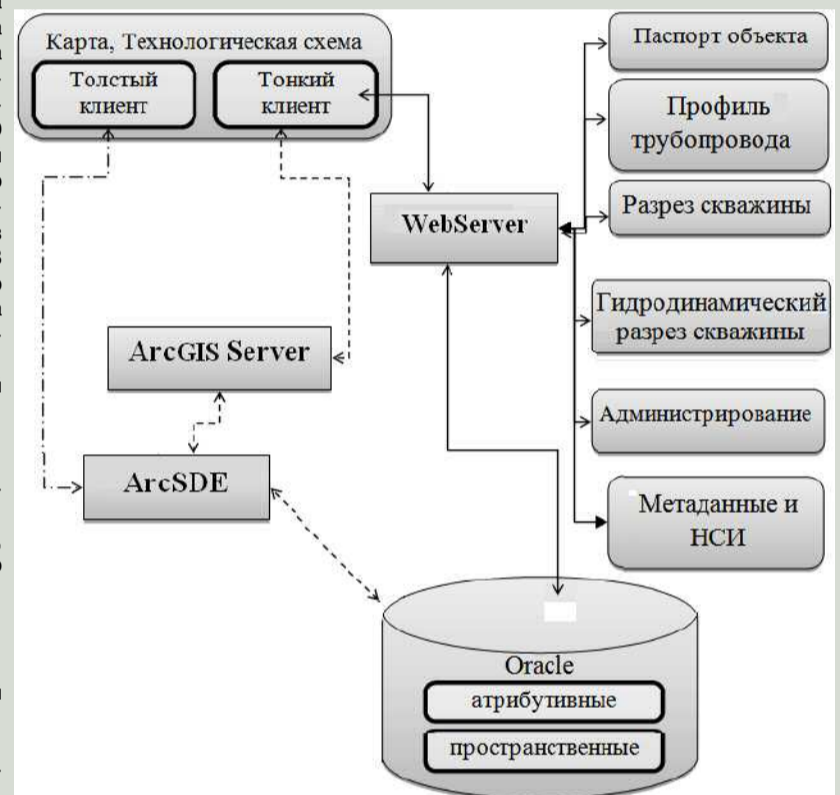


Рис. 2. Потоки данных в системе.

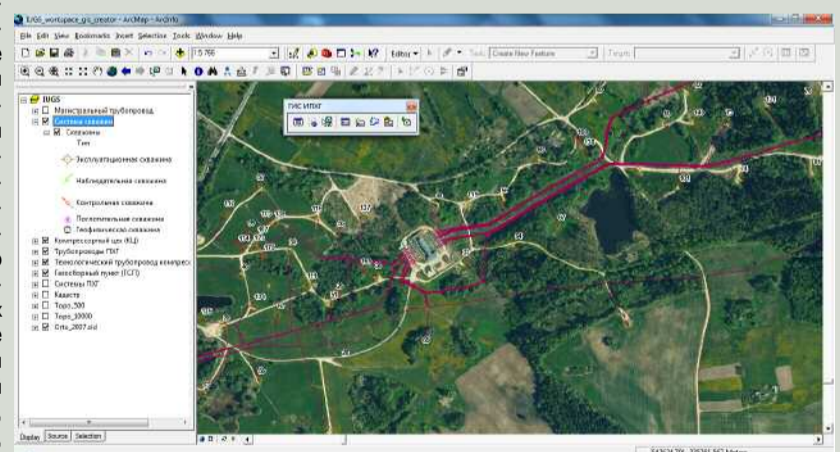


Рис. 3. Панель «ГИС ИПХГ» «толстого» клиента.

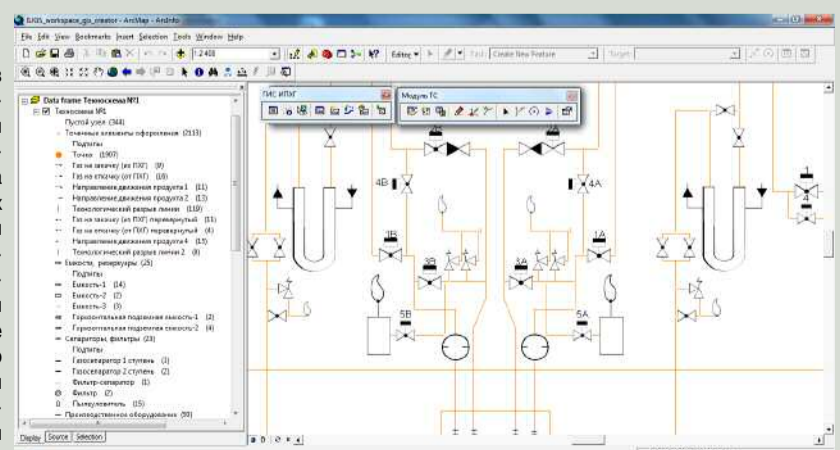


Рис. 4. Панель «Модуль ТС» «толстого» клиента.

(окончание, начало на стр. 14)

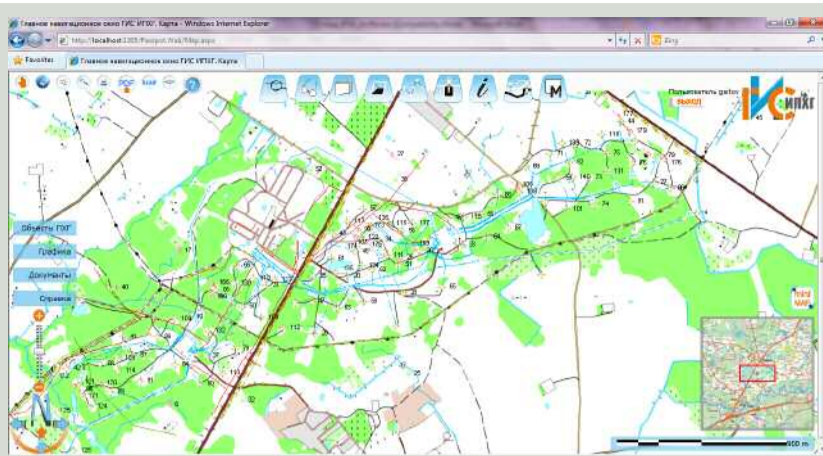


Рис. 5. Базовое окно карты.

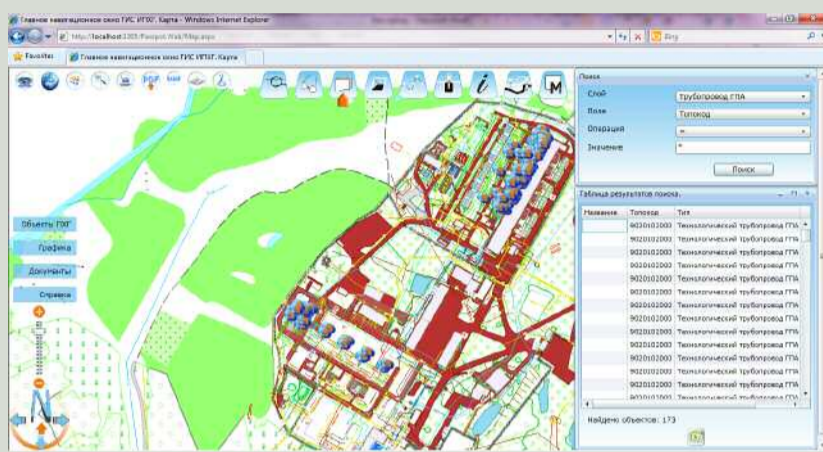


Рис. 6. Окно карты с активной функцией логического поиска объектов по их свойствам.

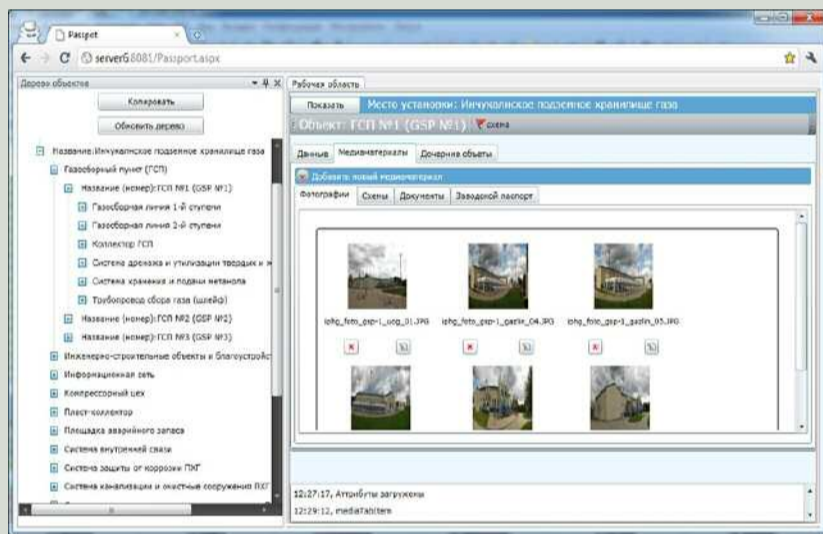


Рис. 7. Модуль паспортов (работа с медиаматериалами).

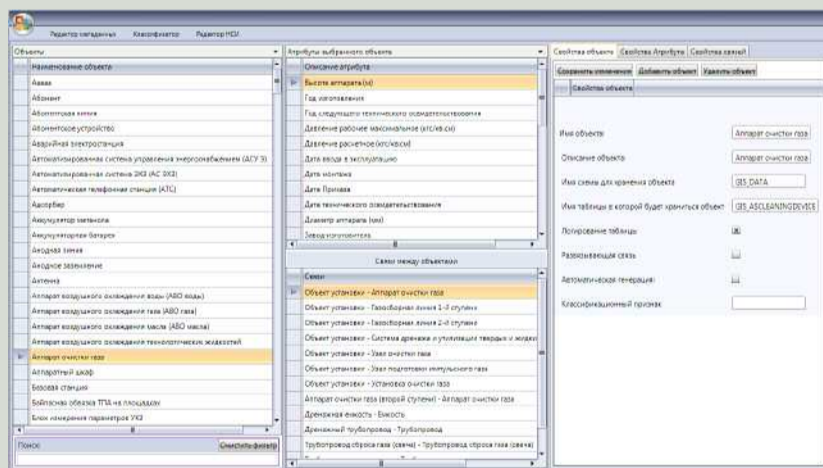


Рис. 8. Модуль метаданных и НСИ.

базами данными выбрана Oracle 10g. Для доступа к пространственным данным, хранящимся в Oracle, используется сервер ArcSDE. Тонкий клиент карты и технологической схемы имеют доступ к различным кэшированным и динамическим сервисам, которые предназначены для отображения и анализа информации.

Модули системы созданы с использованием различных технологий, выбранных с учётом специфики каждого модуля. «Толстый» клиент карты разработан при помощи технологии ArcGIS Desktop .NET SDK для того, чтобы создавать подключаемые к ArcMap дополнительные панели инструментов. «Тонкий» клиент карты, технологической схемы и паспорта объекта используют технологию Microsoft Silverlight для построения многофункциональных Веб-приложений. Для доступа к базам данных реализованы WCF-сервисы, размещённые на сервере

приложений WebServer. Для доступа к пространственным данным и управления ими используется библиотека ArcGIS API for Microsoft Silverlight 2.1, для построения динамического изображения объектов и схем – Adobe Flex, позволяющая разрабатывать и внедрять многофункциональные визуализации как двух, так и трёхмерных изображений необходимых объектов.

«Толстый» клиент карты реализован в виде двух панелей инструментов, а также нескольких закрепляемых окон, в которых открываются модули «тонких» клиентов, такие как профиль трубопровода, паспорт объекта и другие. Панель «ГИС ИПХГ» обеспечивает работу с пространственными объектами, размещёнными на карте, а также предоставляет доступ к другим модулям системы (рис. 3).

Панель «Модуль ТС» этого же приложения предназначена для просмотра,

создания и редактирования технологических схем разных типов, а также обеспечивает увязывание паспортов технологических объектов ИПХГ с графическими элементами картографических материалов и технологических схем, находящихся в базе данных ГИС ИПХГ (рис. 4).

Вход в ГИС осуществляется со стартового web-окна с использованием специального механизма аутентификации. Перечень модулей системы, её функций и данных, доступных авторизованному пользователю, определяется в зависимости от его прав, установленных администратором системы, и предоставляет посредством инструментов динамически формируемого из базы данных персонального Меню ГИС.

Главным модулем «тонкого» клиента в системе ГИС ИПХГ является модуль карты, который обеспечивает просмотр пространственных объектов и разные типы их поиска, а также атрибутивной информации о них в удобном для пользователей виде. В этом модуле есть возможность вызова всех доступных модулей, печати и экспорта данных в файлы формата PDF (рис. 5)

В системе реализован достаточно богатый набор поисково-навигационных функций, традиционно используемых в геоинформационных системах по работе с пространственными топографическими, технологическими и кадастровыми данными, среди них и так называемые логические запросы (рис. 6).

Для отображения и редактирования паспортной информации об объектах, которая динамически формируется из атрибутивных данных, используется модуль паспортов объектов (рис. 7). Также динамически формируется и дерево доступных пользователю объектов.

Модуль «Метаданные и НСИ» (рис. 8) предоставляет возможность просмотра и редактирования структуры данных и нормативно-справочной информации, что, в свою очередь, наследует разработанный классификатор объектов ПХГ.

Для динамической визуализации пространственного изображения глубинного залегания трубопровода используется специализированный модуль построения его продольного профиля. Он позволяет динамически управлять горизонтальным масштабом отображения трубопровода, укрупнять любой из его участков, получать паспортные данные о пересечениях с другими инженерными коммуникациями, выводить профиль на печать и экспортировать в файлы формата PDF.

Просмотр условного вертикального разреза скважины и схематического размещения её основного оборудования предоставляется модулем «Разрез скважины», интерфейс которого представлен на рис. 9. Схема генерируется по запросу пользователя на основании данных паспорта выбранной скважины и её оборудования. Взаимное расположение основных элементов скважины метрически корректно. Все технологические и природные объекты схемы интерактивны и позволяют при клике на них открывать, просматривать и редактировать паспортные данные.

Модуль «Гидродинамического разреза» используется для построения и просмотра залегания пласта-коллектора и пласта-покрышки по задаваемому пространственному направлению ПХГ в соответствии с выбранным набором скважин (рис. 10). Все объекты на форме интерактивны и позволяют просматривать относящиеся к ним паспортные данные.

В ГИС также включен инструментальный для работы с разнообразной технической графикой: технологическими схемами, схемами размещения оборудования, схемами подключений и др. Данные схемы являются одним из основных информационных ресурсов специалистов, эксплуатирующих объекты ПХГ. Для схем реализован удобный инструмент навигации, поиска объектов и печати (рис. 11).

Внедрения системы

В настоящее время разработанная единая корпоративная система ГИС ИПХГ, которая предназначена для управления основными производственными процессами, связанными с эксплуатацией пространственно-распределённых технических объектов и систем ПХГ, установлена у Заказчика и успешно передана в эксплуатацию.

ГИС ИПХГ является динамически развивающейся и расширяемой системой. Перспективными направлениями её развития являются добавление информационно-аналитических функций оценки технического состояния объектов ПХГ и мониторинговых задач пространственного анализа (в том числе в 3D), автоматизация технологического документооборота и ряд других.

Общие замечания и ближайшие перспективы

Фактически, данная работа является реализацией концепции системы поддержки принятия решений на основе пространственных данных (англ. SDSS – spatial decision support system, см. [1]), которая сегодня реализуется в Евросоюзе, США и ряде других стран в виде обязательных для исполнения директив. Разработка соответствующих документов по этому вопросу осуществляется и Правительством России. Следуя этим тенденциям, компания Esri CIS и

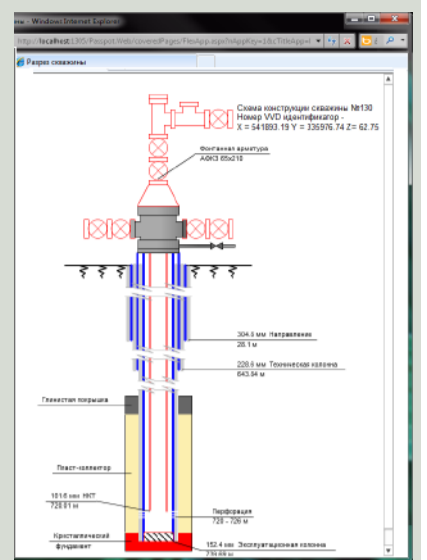


Рис. 9. Схема скважины.

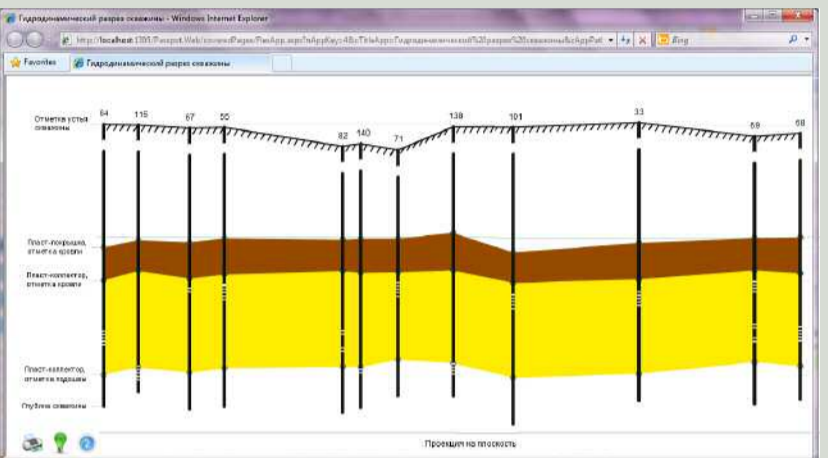


Рис. 10. Модуль гидродинамического разреза скважины.

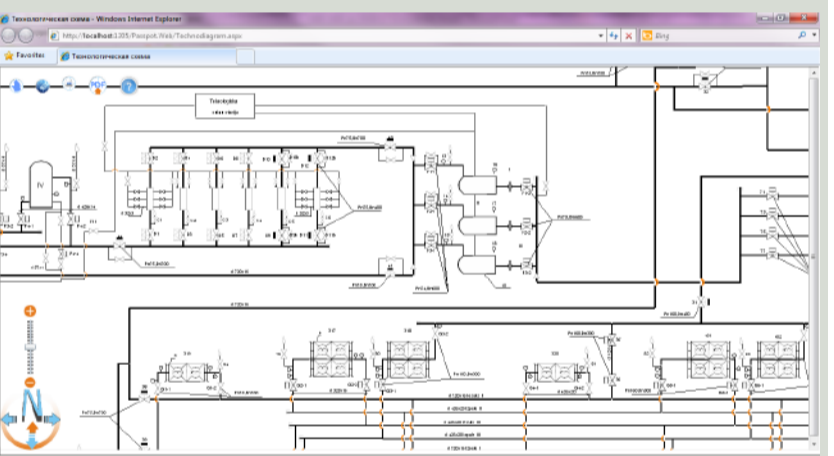


Рис. 11. Фрагмент технологической схемы ПХГ.

DATA+ представили в этом году российскому рынку концепцию «Esri 5D – управление бизнесом с помощью ГИС-технологий».

Данная концепция исходит из того, что ранее при реализации традиционных моделей ведения бизнеса в явном виде не учитывалась географическая (пространственная) составляющая. Это серьёзно снижало возможности развития, точность прогнозирования и планирования, приводило к ошибкам при задействовании ресурсов, ограничивало оперативное реагирование в кризисных ситуациях. Более того, даже в тех случаях, когда необходимость решения бизнес-задачи требовала работы с геоданными (данными с привязкой к местности), отсутствие соответствующих ИТ-инструментов затрудняло её реализацию и влекло за собой многократный рост финансовых и временных затрат. Концепция Esri 5D предлагает новый инструментальный ведение бизнеса, базирующийся на включении многослойных пространственных данных в стандартные механизмы управления. Упрощённо: наряду с такими показателями как «время» и «деньги», появляются три классических пространственных измерения (длина, ширина, высота), и/или привязка к точным географическим координатам. При таком подходе ГИС становится базовой технологической платформой корпоративного класса, позволяющей понять пространственные взаимосвязи в их развитии и решать сложные вопросы административно-хозяйственного управления.

Важно отметить, что компания Esri в конце прошлого года выпустила обзор-

щающий Опыт Esri и её партнёров с изложением данных вопросов описывается в ряде изданных книг и других материалов, в том числе в виде брошюры («Белая книга») под названием «Geographic Information Systems (GIS) for Facility Management» (Географические информационные системы (ГИС) для административно-хозяйственного управления), см. [3]. Этот документ переведён Esri CIS и доступен для русскоязычного читателя.

В широком смысле, Facility Management (FM) – это управление активами, создание и эксплуатация объектов с заданными бизнес-свойствами – новый быстро развивающийся рынок приложений и ещё одно из направлений развития проекта «ГИС Инчужалского ПХГ».

Объединение технологий Web и ГИС позволяет превратить ГИС- и FM-решения из «сложных» и доступных лишь профессионалам технологий в бизнес-инструмент, направленный на рассчитываемый экономический эффект по снижению затрат на содержание предприятий и комплексов любой сложности. Эта проблематика рассматривается в книге [2], также переведённой на русский язык DATA+ и планируемой к изданию в этом году. И это направление показывает один из векторов развития проекта «ГИС Инчужалского ПХГ».

Литература

1. R. Sugumaran, J. DeGroot. *Spatial decision support systems: principles and practices*. CRC Press, 2010.
2. P. Fu, J. Sun. *Web GIS. Principles and applications*. New York: Esri Press, 2011.
3. S. Rich, K. Davis. *Geographic Information Systems (GIS) for Facility Management*. IFMA Foundation, 2010.