

УДК 550.8.028

**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ, СОГЛАСОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ**

Д.Е. Черкунов\*, А.В. Марков, Г.А. Шелудченко\*

Томский политехнический университет

\*ОАО «ТомскНИПИнефть», г. Томск

E-mail: CherkunovDE@nipineft.tomsk.ru

**Черкунов Дмитрий Евгеньевич**, заведующий сектором технологий баз данных ОАО «ТомскНИПИнефть»,

E-mail:

CherkunovDE@nipineft.

tomsk.ru

Область научных интересов: хранилища данных, разработка ПО.

**Марков Александр Валерьевич**, магистрант кафедры вычислительной техники Института кибернетики ТПУ, инженер 2-й категории сектора технологий баз данных ОАО «ТомскНИПИнефть».

E-mail: MarkovAV@nipineft.

tomsk.ru

Область научных интересов: хранилища данных, разработка ПО.

**Шелудченко Георгий Александрович**, инженер 2-й категории сектора технологий баз данных ОАО «ТомскНИПИнефть».

E-mail: SheludchenkoGA@

nipineft.tomsk.ru

Область научных интересов: хранилища данных, разработка ПО.

Описана проблематика и информационные подходы, применяемые авторами при решении задачи ведения единой базы данных геолого-технических мероприятий, организации совместного взаимодействия проектных подразделений и недропользователя при планировании, согласовании и мониторинге геолого-технических мероприятий.

**Ключевые слова:**

Геолого-технические мероприятия, базы данных.

**Проблемы и современные требования к организации планирования, согласования и мониторинга геолого-технических мероприятий**

Задачи проектирования, согласования и мониторинга геолого-технических мероприятий имеют исключительно важное значение как при выполнении проектов разработки нефтегазовых месторождений, так и при решении текущих задач мониторинга.

При проектировании разработки нефтегазовых месторождений важно иметь актуальные данные по текущему состоянию и другим параметрам всего набора проведенных геолого-технических мероприятий, плановых мероприятий, геолого-технических мероприятий (ГТМ), ранее не согласованных предприятием, занимающимся добычей полезных ископаемых (далее недропользователем), либо проектным подразделением в силу каких-либо причин. Данная информация ложится в основу новой программы ГТМ, формируемой при выполнении проекта разработки, и утверждается департаментом геологии и разработки месторождений (ДГиРМ) института у недропользователя.

Итоговая программа ГТМ недропользователя, с учетом утвержденных проектным подразделением мероприятий в рамках проектно-технологического документов (ПТД), сопровождается департаментом мониторинга разработки месторождений (ДМРМ) в период до формирования очередного проектного документа в соответствии с планом работ института по ПТД. В этот период недропользователь и сотрудники департамента мониторинга разработки месторождений вносят данные по новым мероприятиям, изменяют статус и параметры выполненных ГТМ [1, 2].

Для эффективного выполнения описанных выше процессов важно обеспечить в рамках организационно-технической системы два основных условия:

• при проектировании и мониторинге ГТМ департамент мониторинга разработки месторождений должен работать в одном информационном пространстве с недропользователем, что

обеспечит возможность ведения в актуальном состоянии базы данных ГТМ и автоматизации работ ДМРМ;

- при формировании программы ГТМ в рамках производственной деятельности над очередным проектом ДГиРМ должен работать в едином информационном пространстве, содержащем актуальные данные в части ГТМ с учетом всей предыдущей истории и текущих работ по проектированию и мониторингу ГТМ, ДМРМ недропользователя. Согласованная программа работ ДГиРМ также должна загружаться в единую базу данных для последующего сопровождения работ недропользователя.

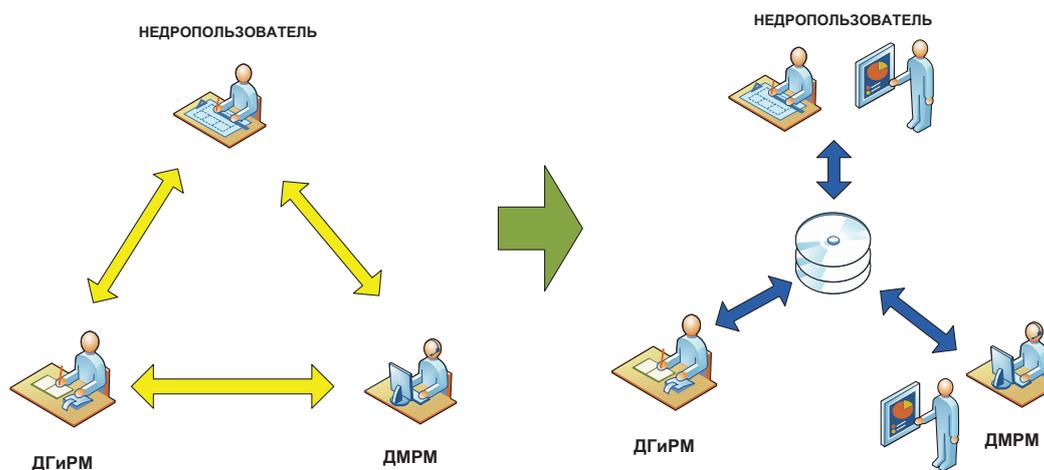
Имеющееся до текущего момента решение было основано на файловом обмене проектных подразделений и недропользователя, хранению локальных копий с данными ГТМ и зачастую приводило к несогласованной работе подразделений. Как следствие имела острая необходимость в смене парадигмы.

Поиск готовых систем подобного вида, позволяющих выполнять весь спектр необходимых функций, не принес положительных результатов в связи с закрытостью информации о них, так как подобные системы разрабатываются непосредственно под нужды заказчика и имеют в каждом случае свои уникальные черты, необходимые заказчику. Использование систем общего назначения, информацию о которых можно найти в открытом доступе, таких как «Камертон» и «Gintel», так же затруднительно по причине нехватки необходимых функциональных возможностей и возникающих трудностей при интеграции с уже имеющимися системами у заказчика. Описание этих систем можно получить на официальных сайтах проектов [www.gintel.ru](http://www.gintel.ru) и [www.getek.ru](http://www.getek.ru), соответственно.

Далее будет показан подход, разрабатываемый авторами и внедряемый в настоящее время в рамках ряда работ ОАО «ТомскНИПИнефть», основанный на создании организационно-технического решения (базе данных и информационной среде), в рамках которого возможно ведение единой базы данных ГТМ и проведение комплекса работ по планированию, согласованию и мониторингу ГТМ департаментами по разработке и мониторингу института и недропользователя.

### Цели и этапы внедрения

Данное информационное решение призвано организовать взаимодействие при проектировании, согласовании и мониторинге ГТМ ДГиРМ, ДМРМ и недропользователя (рис. 1). На рис. 1 в упрощенном виде, схематично представлено изменение в структуре организации работ при переходе от существующего подхода к внедряемому в настоящее время.



**Рис. 1.** Организация совместного ведения БД при проектировании, согласовании и мониторинге ГТМ

Конечной целью выполнения данной работы является обеспечение следующих возможностей:

1. Ведение единой базы данных ГТМ и совместной работы на её основе подразделений ДГиРМ, ДМРМ проектного предприятия при разработке, согласовании и мониторинге ГТМ.
2. Автоматизация выполнения анализа эффективности ГТМ, построение отчетности по различным параметрам ГТМ.
3. Хранение информации по проектным и фактически выполненным ГТМ в контексте увязки с комплексом исходных данных (исследования, технологические режимы), на основе которых выполнялось обоснование предлагаемого ГТМ, расчет плановых и фактических показателей. Построение аналитических отчетов, связанных с деятельностью в части ГТМ.
4. Наличие гибких механизмов быстрой загрузки данных ГТМ из промышленных сводок недропользователя, согласованного шаблона по ведению ГТМ внутри проектного предприятия.
5. Обеспечение работы с единой базой данных проектного предприятия геолого-технических мероприятий подразделений недропользователя при решении задач согласования ГТМ, внесения изменений в состояние ГТМ и другие характеристики.

Внедрение информационного подхода, структура которого представлена в правой части на рис. 1, было разбито на два этапа.

**Этап 1.** Работы первого этапа направлены на обеспечение ведения единой базы данных ДГиРМ при разработке, согласовании и мониторинге ГТМ. В этих целях решались задачи, представленные пунктами 1–4. Были проведены работы по созданию базы данных, интерфейса информационной системы и механизмов актуализации информационной системы данными ГТМ.

**Этап 2.** Обеспечение совместной работы с ГТМ департаментов проектного предприятия и недропользователя. В результате работы недропользователь будет иметь возможность доступа ко всему комплексу проектируемых и сопровождаемых проектным предприятием геолого-технических мероприятий, согласования ГТМ, формирования отчетности.

### **Основные технические решения, применяемые для обеспечения целей первого этапа База данных**

При разработке базы данных ГТМ и информационной системы, реализующей функции обработки данных о ГТМ, были учтены следующие особенности:

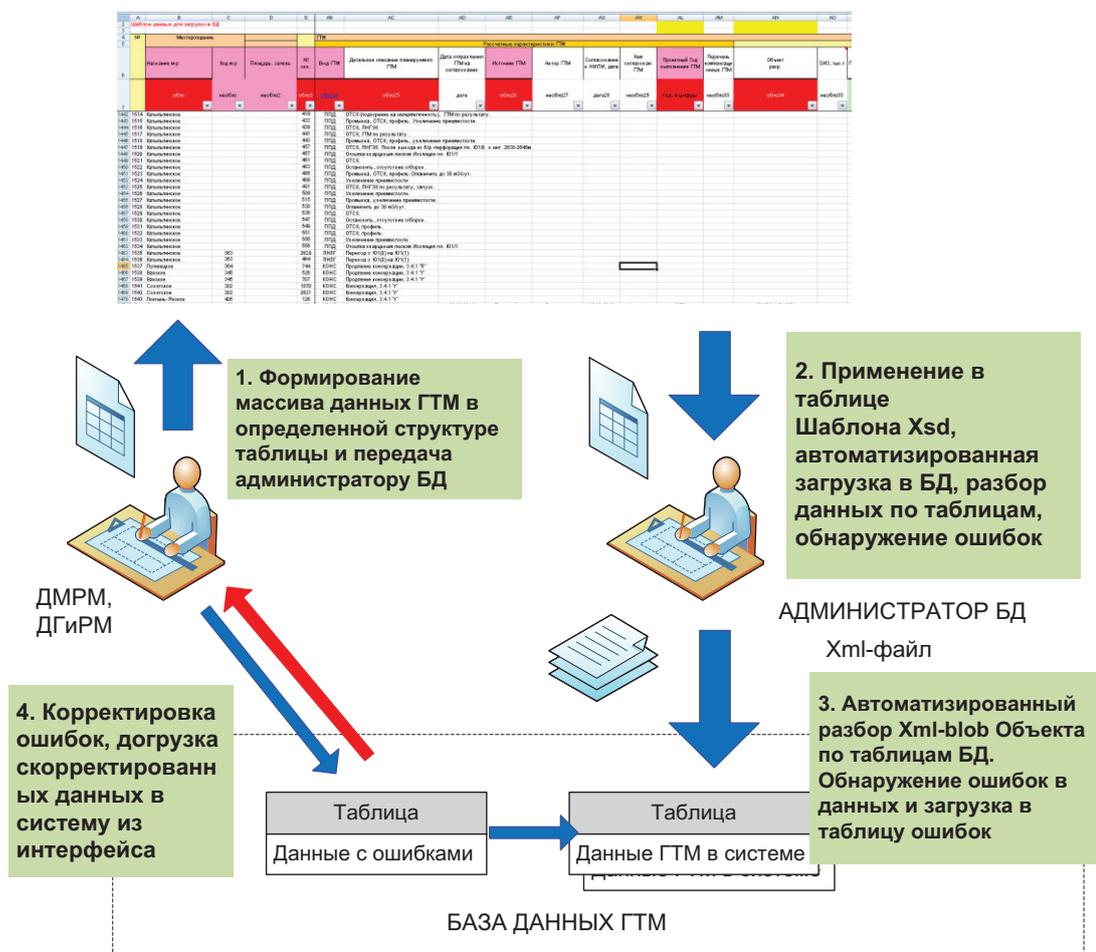
- Полный набор необходимых характеристик ГТМ, которые могут потребоваться в процессе эксплуатации, достаточно сложно определить на этапе разработки технического проекта. При создании базы данных было необходимо заложить расширяемость системы в части дополнения объектов хранения необходимыми свойствами по мере эксплуатации системы. В тоже время, это не должно приводить к необходимости переделки остальной части системы, модификации основной части кода интерфейса и бизнес-логики системы.
- Для анализа и обоснования предлагаемого проектного ГТМ, данные по ГТМ должны храниться в контексте увязки с комплексом данных по исследованиям, промышленным и геолого-геофизическим данным. То есть должна существовать возможность расширения системы другими видами данных аналогично предыдущему пункту – без необходимости модификации основной части кода интерфейса и бизнес-логики системы.

В процессе исследования методов построения систем подобного рода было принято решение о разработке общего универсального ядра базы данных на основе объектно-ориентированного подхода. Не углубляясь в технические детали, можно отметить, что данный подход позволил в рамках системы получить гибкий механизм управления набором свойств объектов данных, а так же набором самих объектов в целом. Другими словами, дополнительные атрибуты, характеристики ГТМ, могут быть добавлены (удалены) в систему в последствии, без необходимости расширения структуры базы данных и корректировки программной части – интерфейса системы. А наряду с ГТМ, добавление в систему новых разделов данных (гидродинамические, промышленно-геофизические исследования, технологические режимы и т. д.) не приводит к необходимости расширения структуры ядра базы данных, а сводится к занесению

определенного рода метаинформации в существующий каталог описания объектов данных и взаимосвязей между ними. Таким образом, с увеличением номенклатуры разделов данных и свойств объектов не происходит усложнения структуры самой модели данных. Это является существенным преимуществом по сравнению со стандартным ER-моделированием, когда каждая сущность (класс данных) представляется одной или несколькими таблицами базы данных, в результате чего мы со временем наблюдаем достаточно «тяжелые» информационные системы с сотнями связанных таблиц. Хотя, справедливости ради, стоит отметить, что данный подход влечет за собой больше трудозатрат при разработке системы на начальном этапе.

### Внедрение единого формата ведения данных ГТМ

При анализе различных источников информации с данными ГТМ внутри проектного мероприятия (таблиц с данными ГТМ департаментов разработки и мониторинга) стала очевидной необходимость разработки единого шаблона документа, в рамках которого подразделения будут формировать данные для массовой загрузки в базу данных. Снижению трудозатрат по загрузке данных было уделено особое внимание, поскольку именно трудоемкость занесения данных в систему зачастую является камнем преткновения при внедрении системы в промышленное использование (рис. 2).



**Рис. 2.** Структура процесса автоматизированной загрузки данных, формируемых в едином формате

В системе разработан механизм, обеспечивающий автоматизированную загрузку массива данных, сформированных в соответствии с разработанным шаблоном и передаваемых в базу данных при проектировании ГТМ. Встроенный механизм контроля корректности данных поз-

воляет найти большую часть ошибок на этапе загрузки. После загрузки массива данных ответственные специалисты ДМРМ имеют возможность провести анализ некорректных ГТМ, при необходимости средствами интерфейса системы скорректировать и догрузить данные (рис. 3).

Выберите буферную таблицу: Геолого-технические мероприятия на скважине

шаблон: Буфф ГТМ, СводкиТомскнефте

Данные буферной таблицы

	Месторождение	Скважина	Пласт (план)	Вид ГТМ	Детал. опис. вып. ГТМ	Автор	Дата согл. ДО	Коммент. согл. ДО	Дата мероп., план
407378	Герас	124		ГРП	ГФР Детализ. откуда	Терентьев	2010-08-27	КРС от 25.01.-26.03.20:	2011
407374	Э-Ост	30		ГРП	Рефрак	Воробьев			2011
409914	Крап	414	Ю1(3)	ППД	Перевод в ППД	Плет			2010

Сохранить данные

: Такой объект уже существует

Рис. 3. Анализ и корректировка ошибок при загрузке данных ГТМ

### Актуализация данных ГТМ из сводок недропользователя

Основным источником информации по выполненным и планируемым недропользователем ГТМ на первом этапе по-прежнему являются промышленные сводки и отчеты, передаваемые от недропользователя в департамент мониторинга института.

Отчет недропользователя, содержащий плановые ГТМ передается сотрудником ДМРМ в подразделение БД института для загрузки в систему. Администратор БД при загрузке использует механизм, подобный представленному ранее на рис. 2. Разница только в том, что к данному виду отчета применяется другой xsd-шаблон, соответствующий формату таблицы данного входного документа, что позволяет в результате сформировать xml-объект с корректной структурой для загрузки. Далее xml-объект загружается в blob-поле таблицы базы данных, после чего встроенными средствами БД Oracle разбирается по атрибутам и конечные данные, представляющие собой характеристики ГТМ, перегружаются в преопределенные таблицы. Специально разработанные процедуры проверяют данные на предмет ошибок и обеспечивают возможность корректировки ошибочно введенной информации через web-форму.

На рис. 4 представлена структура процесса актуализации базы данных ГТМ выполненными мероприятиями на основании информации из промышленных сводок.

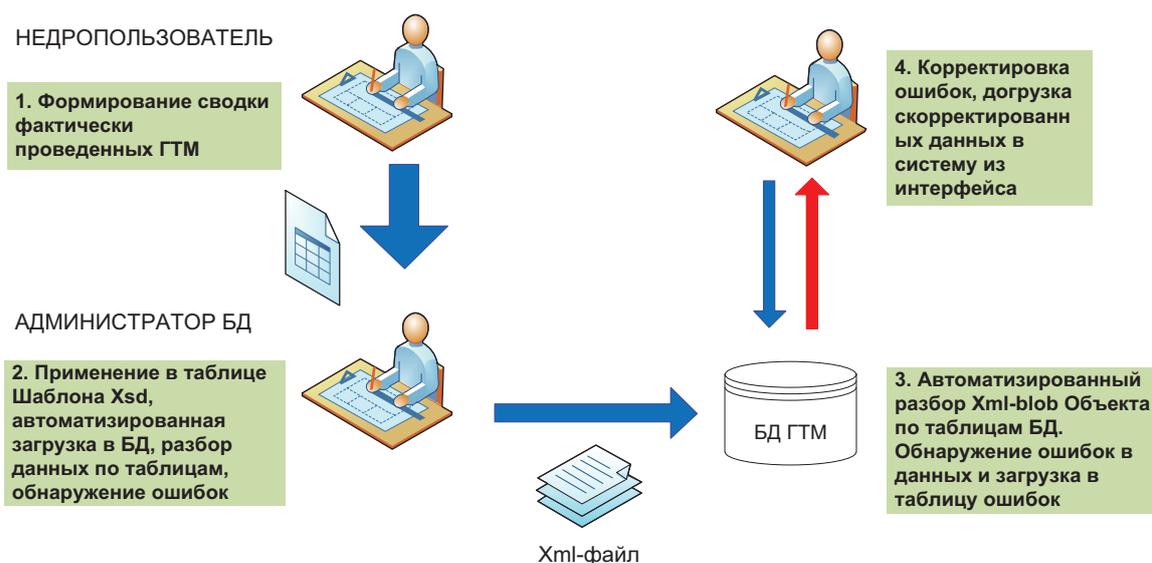


Рис. 4. Актуализация базы данных выполненными геолого-техническими мероприятиями из промышленных сводок

Формирование входного xml-объекта и его загрузка в базу данных производится аналогично. Отличие состоит только во внутренней реализации процедур актуализации и перегрузки данных. В данном случае для каждого, фактически выполненного ГТМ, пришедшего из промышленной сводки, ищется соответствующий аналог планового ГТМ, уже загруженный в базу данных. Если такой присутствует, производится актуализация фактической даты выполнения существующего ГТМ и ряда других его характеристик. В остальном аналогично – процедуры анализа проверяют данные на корректность, сотруднику ДМРМ предоставляется интерфейс с возможностью исправления и повторной загрузки откорректированных данных ошибок ГТМ.

### Построение отчетов, факторный анализ ГТМ

Представленные ранее организационно-технологические процессы по загрузке и актуализации данных позволяют обеспечить главную задачу первого этапа – создание и систематическая актуализация единой базы данных ГТМ для сотрудников подразделений ДГиРМ и ДМРМ проектного предприятия. Отчеты из базы данных могут использоваться сотрудниками ДГиРМ при планировании ГТМ в рамках проектирования разработки и сотрудниками ДМРМ при решении задач проектирования и мониторинга ГТМ (рис. 5).

**ПОИСК И ВЫГРУЗКА ДАННЫХ ГТМ**

**НАСТРОЙКА ШАБЛОНА ОТЧЕТА**

Статус	Пласт	Характер работы	Дата отчета	СОСТ.	СЗ	Над	Инер	Наф	Qн	Qж	W	Рзаб	Рпл
С	До	Ю1(1)	21.09.2010	без.теклова	ШГН	2475.9	10.1	5.96	.58	2.76	75	100.93	212.8
С	До	Ю1(2+3)	21.09.2010	без.теклова	ШГН	2486.4	18.9	13.89	.68	3.24	75	100.93	213.8
С	До	Ю1(1)	21.08.2010	без.теклова	ШГН	2475.9	10.1	5.96	.58	2.76	75	100.93	212.8
С	До	Ю1(2+3)	21.08.2010	без.теклова	ШГН	2486.4	18.9	13.89	.68	3.24	75	100.93	213.8
С	До	Ю1(1)	21.07.2010	без.теклова	ШГН	2475.9	10.1	5.96	.58	2.76	75	100.93	212.8

Рис. 5. Интерфейс поиска и доступа к данным ГТМ

БД ГТМ позволяет выполнять поиск и сортировку данных по любому полю, экспорт найденных данных в файл обменного формата. Форма отчета настраивается путем создания шаблона с указанием перечня необходимых полей. Созданный шаблон может использоваться сотрудниками в дальнейшем при необходимости построения отчетов требуемого вида.

Для решения ряда задач при мониторинге геолого-технических мероприятий в системе предусмотрена возможность расчета планового, фактического прироста показателей и эффективности ГТМ (рис. 6).

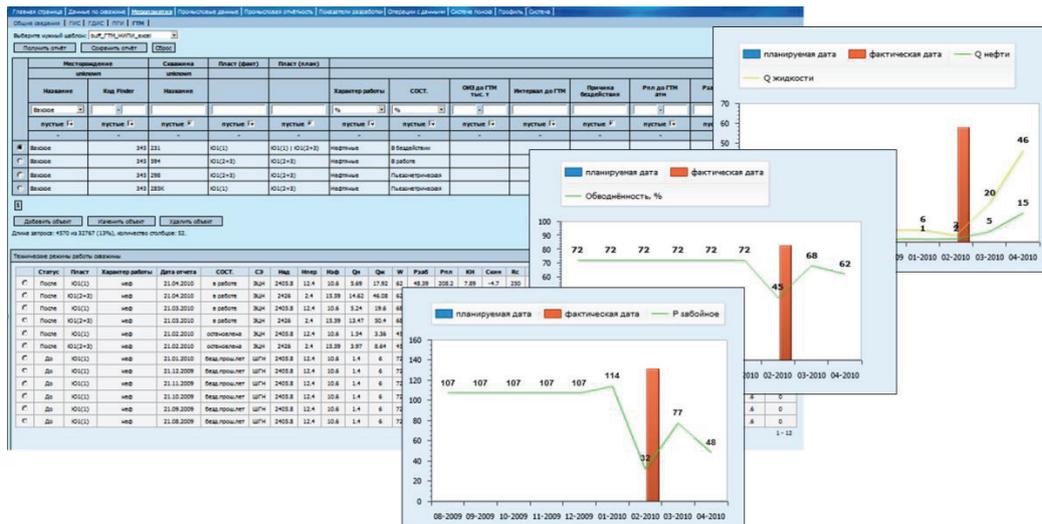


Рис. 6. Анализ ГТМ

Расчет производится на основании выбранных для скважины технологических режимов, определяющих фактические параметры работы до и после проведения соответствующего ГТМ.

### Заключение

Стратегической целью данной работы, как уже было сказано ранее, является организация бизнес процессов проектирования, согласования и мониторинга ГТМ, выполняемых подразделениями проектного предприятия и недропользователя в рамках единой информационной среды и базы данных. Это позволит обеспечить согласованное взаимодействие ответственных в данном вопросе, снизить трудозатраты при формировании отчетности на основе ГТМ, повысить качество данных и, как следствие, повысить качество принимаемых решений. В силу технологических и организационных сложностей достижение поставленной цели происходит поэтапно.

Применяемый информационный подход к построению базы данных позволяет поэтапно, без необходимости существенных доработки и проектирования структуры базы данных, подключать к базе новые разделы и типы данных путем внесения информации в словарь метаданных. Подход по загрузке данных в пакетном режиме, применяемый в данной системе позволяет существенно снизить трудозатраты по загрузке данных и поиску ошибок в данных.

В данной статье отдельно было представлено информационное решение по ведению базы данных геолого-технических мероприятий. На самом деле, данное решение является только частью (разделом) более общей комплексной базы данных. Действительно, полноценно выполнять работу по анализу и мониторингу ГТМ невозможно без наличия в системе актуальных данных, таких как технологические режимы, данные гидродинамических и промыслово-геофизических исследований. Так, в существующей информационной системе наряду с геолого-техническими мероприятиями уже имеются следующие разделы данных «технологические режимы», «гидродинамические исследования», данные по скважинам, месторождениям и т. д.

На данный момент система проходит апробацию в рамках ряда работ ОАО «ТомскНИПИнефть» и результаты внедрения системы в бизнес процесс предприятия будут изложены в дальнейших публикациях.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Шагиев Р.Г. Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений. – М.: Экспертнефтегаз, 2002. – 15 с.
- Хуснулин М.Х. Геофизические методы контроля разработки нефтяных пластов. – М.: Недра, 1989. – 123 с.

Поступила 05.04.2012 г.