

## ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

© 2010 О.В. Митракова, Д.Б. Аракчеев, Е.В. Тимонина

Всероссийский НИИ геологических, геофизических и геохимических систем, г. Москва

Поступила в редакцию 07.05.2010

Статья посвящена описанию методико-технологического подхода к созданию и внедрению прикладной информационно-аналитической системы государственного мониторинга состояния недр по подсистеме «подземные воды».

Ключевые слова: *мониторинг состояния подземных вод, информационно-аналитические системы, технологическая платформа, конвертация ретроспективной информации*

Информационно-аналитическое и программно-технологическое обеспечение государственного мониторинга состояния подземных вод является одним из важных направлений развития государственной системы мониторинга состояния недр [1]. Современные требования к функционированию мониторинга включают, прежде всего, научно-обоснованную базу формирования и ведения информационных ресурсов мониторинга подземных вод, регламентированную систему сбора и обработки информации, средства хранения, интеграции, обобщения и представления информационных ресурсов для поддержки принятия управленческих решений. Необходимым условием оптимального хранения и эффективного использования мониторинговой информации является создание современных информационных систем по ведению мониторинга подземных вод, их интеграция в иерархическую информационно-аналитическую систему. Поскольку существующие системы ведения мониторинга не могут обеспечить такие технологические аспекты, как многопользовательский режим функционирования, стандартизацию ведения классификаторов и картографических основ, поддержку целостности базы данных, развитый инструментарий ГИС, возникла необходимость создания единой технологической основы для ведения государственного мониторинга состояния подземных вод в автоматизированном режиме на федеральном, региональном и территориальном уровнях РФ [2].

В ФГУП ГНЦ РФ ВНИИгеосистем совместно с ФГУП «Гидроспецгеология» в 2007 г. создана первая версия программно-технологического комплекса подсистемы «Подземные воды» ИАС ГМСН (ИАС ГМСН ПВ) для ведения мониторинга на территориальном, региональном и федеральном уровнях. Разработанная ИАС ГМСН ПВ предназначена для использования специалистами-гидрогеологами службы ГМСН и представляет собой единую технологическую основу для ведения государственного мониторинга состояния подземных вод в автоматизированном режиме на территориальном (субъект РФ), региональном (ФО, гидрогеологическая структура) и федеральном уровнях. Подсистема является многопользовательской, основывается на унифицированной иерархической системе классификации и кодирования информации, единой информационной модели данных и реализована с использованием средств современных систем управления базами данных (СУБД) и геоинформационных систем (ГИС). ИАС ГМСН ПВ реализует информационное обеспечение решения следующих задач:

- сбор, хранение и обобщение информации по объектам наблюдения за состоянием подземных вод,
- ведение государственного учета подземных вод,
- оценка состояния ресурсов и запасов подземных вод и их использования
- анализ состояния подземных вод, включая прогноз уровня и оценку гидрохимического и гидродинамического состояния.

Основными функциями подсистемы являются: ввод и унифицированное хранение данных по объектам мониторинга, динамическое построение запросов для выполнения информационно-поисковых функций, аналитическая обработка данных режимных наблюдений, формирование

*Митракова Ольга Владимировна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: o.mitrakova@geosys.ru*

*Аракчеев Дмитрий Борисович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: d.araktcheev@geosys.ru*

*Тимонина Екатерина Владимировна, научный сотрудник. E-mail: timkat@geosys.ru*

регламентированной и нерегламентированной отчетности, анализ и обобщение данных ГМСН на региональном и федеральном уровнях, автоматизация построения тематических карт в среде ГИС по информации из базы данных [3]. Разработанная прикладная информационно-аналитическая система основана на разработанной во ВНИИгеосистем технологической платформе, которая представляет собой развитие современных технологий создания программных систем, работающих с большими массивами территориально распределенной информации. К особенностям и преимуществам технологической платформы можно отнести:

- полностью визуальный подход к конструированию клиентских мест ИАС, не требующий написания программного кода и унифицированное создание рабочих мест ИАС в виде Windows- и Web-приложений позволяет ускорить разработку информационных систем и обеспечить надежность за счет использования готовых программных компонентов;
- встроенные средства для работы с пространственной информацией и сторонними ГИС позволяют легко включать ГИС-функции информационно-аналитические системы;
- взаимодействие с внешними приложениями и создание расширений обеспечивает возможность наращивания инструментальных возможностей технологической платформы.
- встроенные средства для загрузки и преобразования данных обеспечивают интеграцию разобобщенных источников данных.

Все это позволило создать программный комплекс ИАС ГМСН ПВ с многопользовательским режимом функционирования в архитектуре «клиент-сервер», обладающий целым рядом особенностей и преимуществ, среди которых можно выделить:

- Возможность хранения, агрегирования, анализа и предоставления всей необходимой информации на различных уровнях ведения ГМПВ.
- Методическая, классификационная и информационная совместимость баз данных (БД) различных уровней ведения мониторинга.
- Гибкое многосвязное представление элементов системы, обеспечивающее взаимосвязь между различными информационными разделами базы данных, что предоставляет пользователю широкие возможности единовременной работы с информацией любой степени детальности.
- Большое количество удобных пользовательских инструментов для проведения поиска, аналитических выборок и многомерных запросов.
- Наличие инструментов для решения предметных задач ГМПВ, в частности, контроля и анализа качества воды, мониторинга и анализа режимных данных, прогноза уровней подземных вод и т.п.

- Наличие как библиотеки уже готовых регламентированных выходных отчетов, так и инструментов быстрого создания пользовательских отчетов.

- Двухуровневый механизм защиты информации и разграничения доступа к функциональным разделам системы.

- Возможность расширения информационных, функциональных и аналитических возможностей без потери надежности уже существующих блоков системы.

- Возможность реализации удаленных клиентских мест на основе Интернет.

В подсистеме реализуются функции сбора, хранения и обобщения информации по объектам наблюдения за состоянием подземных вод, ведения учета подземных вод, оценки состояния ресурсов и запасов подземных вод и их использования, анализа состояния подземных вод, включая прогноз уровня и оценку качества подземных вод, автоматизации построения тематических карт в среде ГИС по информации из БД, упрощенной подготовки отчетных картографических материалов. Ведение информационных ресурсов в составе ИАС ГМСН обеспечивает обмен данными между базами данных территориального и регионального уровней и унификацию используемой нормативной базы (классификаторов, кодификаторов, словарей, картографических основ и т.д.), интеграцию информационных ресурсов на верхних иерархических уровнях.

В соответствии с нормативно-методическими требованиями Госцентра «Геомониторинг» (ФГУП «Гидроспецгеология») мониторинг подземных вод в ИАС ГМСН ПВ ведется по блокам государственного учета подземных вод, режима, качества, лицензирования и добычи подземных вод. Разработаны аналитические инструменты для анализа режимных данных и прогноза уровней, а также средства для построения отчетных форм (рис. 1).

С 2009 г. начато внедрение системы в региональных и отдельных территориальных центрах ГМСН. Развитие этих работ осуществляется в направлении внедрения и освоения программного комплекса ИАС ГМСН ПВ, формирования (на основе действующих информационных ресурсов) баз данных мониторинговой информации территориального и регионального уровня. Поскольку информационная система ИАС ГМСН (Геолинк) и другие применяемые информационные системы являются действующим инструментом ведения мониторинга подземных вод на территориальном уровне, определена эволюционная технология внедрения ИАС ГМСН ПВ, обеспечивающая преемственность существующих архивов и баз данных (должен быть обеспечен перенос накопленных архивов информации из имеющихся локальных БД) и перенос накопленных данных из локальных БД территориального

уровня на региональный с одновременной проверкой целостности данных, отсутствия дублирования, соответствия классификаторам и кодификаторам и т.д. В настоящее время ведутся работы по внедрению разработанной информационно-аналитической системы в федеральные, региональные и территориальные центры служ-

бы ГМСН. Проводится апробация и опытно-методическая эксплуатация программно-технологического обеспечения подсистемы «Подземные воды» ИАС ГМСН для ведения мониторинга на территориальном уровне на примере Саратовской, Самарской, Свердловской, Архангельской и Томской областей.

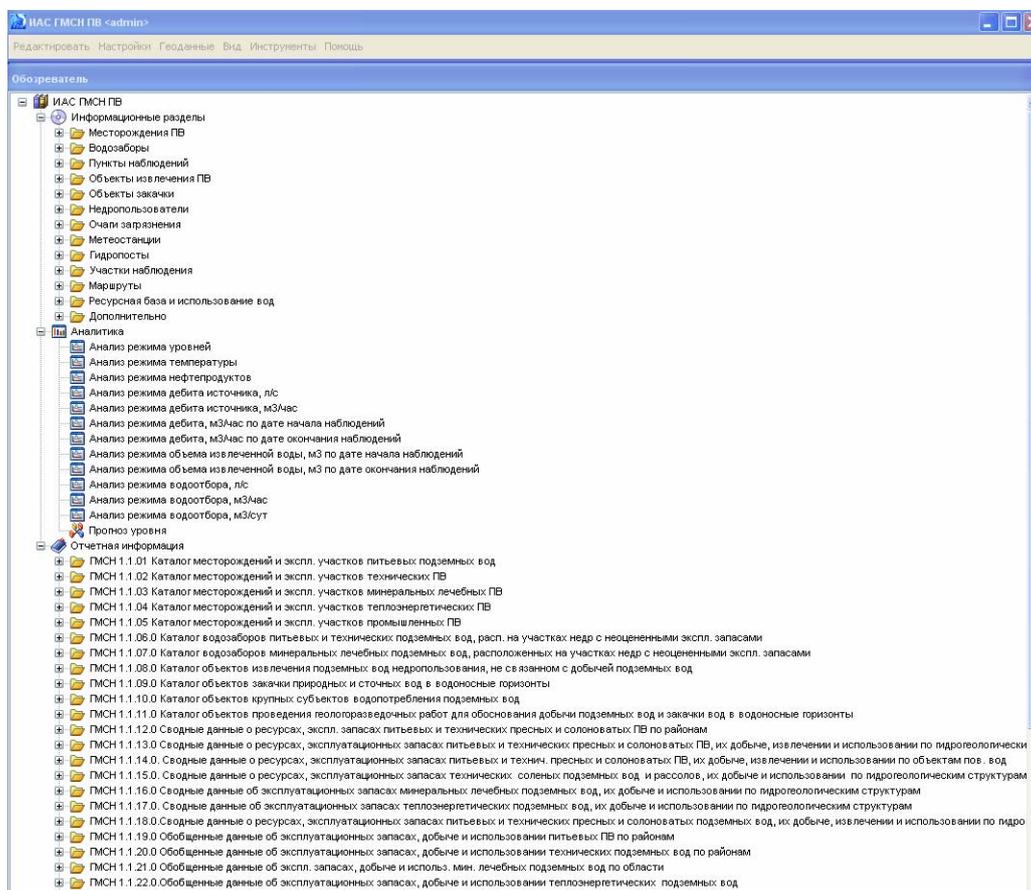
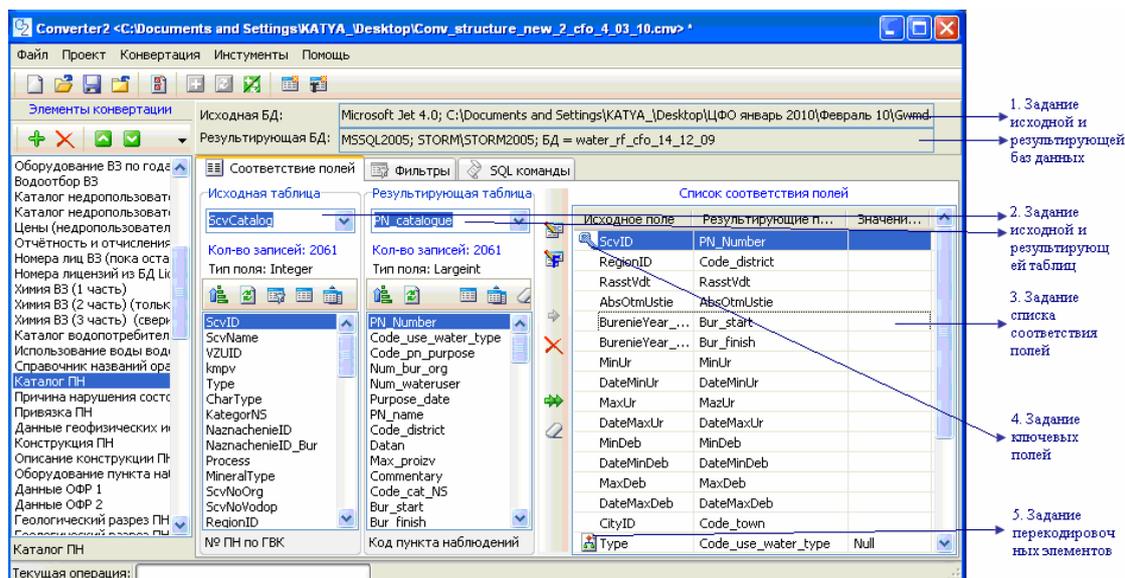


Рис.1. Тематические блоки в ИАС ГМСН ПВ

Самым главным и сложным этапом внедрения системы является этап формирования базы данных с перегрузкой в нее ретроспективной информации по государственному мониторингу подземных вод, накопленной в локальных базах и других источниках данных центров службы ГМСН, в ИАС ГМСН ПВ. Процесс извлечения и загрузки ретроспективной информации реализуется следующей последовательностью этапов: анализ исходных данных в информационных источниках (включающий чтение, фильтрацию и обработку ретроспективных данных); загрузка исходных данных (включая создание сценария и загрузку в хранилище с предотвращением потерь и агрегированием исходных данных, а также сортировкой отклоненных записей); анализ загруженной информации с верификацией информации на корректность и полноту перенесенных данных. Этап загрузки данных в результирующую БД реализуется на основе

применения специально разработанных во ВНИИГеосистем программно-технологических средств конвертации данных («Конвертор»). Данная программа позволяет обеспечить анализ, проверку по заданным условиям, фильтрацию, загрузку данных и контроль ошибок, возникающих в процессе конвертации. Для перегрузки накопленной информации в конверторе необходимо создать сценарий для загрузки данных, который можно сохранить и использовать в дальнейшем для дозагрузки информации из других аналогичных таблиц и баз данных. После создания сценария загрузки производится конвертация данных, которая осуществляется по заданным соответствиям полей с указанием среди них ключевых. Также к полям, относящимся к классификатору, подгружаются или заносятся вручную перекодировочные таблицы (представляющие собой таблицу соотнесения кодов классификаторов исходной и результирующей баз данных).



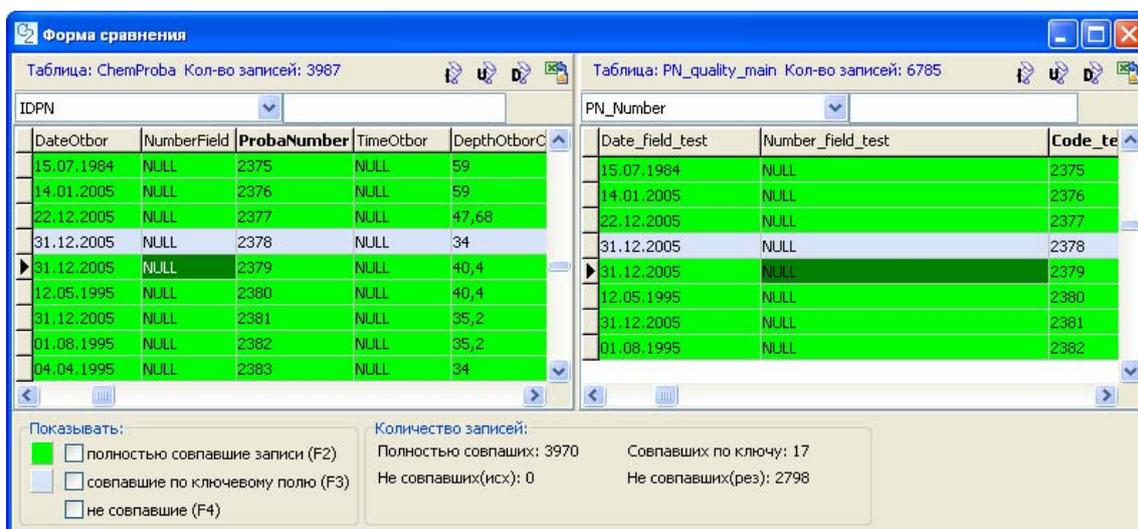
**Рис. 2.** Пример сценария для загрузки данных из базы данных ИКС ГМГС (Геолинк) в базу данных ИАС ГМСН ПВ

Наиболее распространенные ошибки, выявляемые при загрузке данных, связаны с:

- нарушением целостности информации, загружаемой в базу данных (например, в таблицах исходной базы данных часто присутствует информация по объектам, отсутствующим в каталогах),
- несовместимостью типов данных таблиц исходной и результирующей баз данных.

После загрузки информации средствами «Конвертора» выполняется анализ загруженных

данных и выявление недостающей информации для корректной работы системы. По указанным соответствиям полей (и выделению среди них ключевых) открывается форма сравнения данных, где в левой части формы показана исходная таблица, а в правой части – результирующая (рис. 3). В этих таблицах на форме сравнения данные закрашены в разные цвета в зависимости от полностью, частично совпавших и несовпавших данных.



**Рис. 3.** Пример сравнения исходной и загруженной информации

Дальнейшее развитие этих работ проводится в направлении обеспечения решения комплекса задач по учету и оценке гидрохимического и гидродинамического состояния подземных вод; создания и совершенствования федерального банка данных ГМСН по разделам участков загрязнения и водозаборов, на которых выявлены загрязнения подземных вод, государственной

опорной сети мониторинга подземных вод федерального уровня, уровней грунтовых вод для составления сезонных прогнозов на федеральном уровне, учета месторождений (участков) подземных вод с подготовкой соответствующей картографической основы и ГИС-проекта, созданием электронных легенд выходных карт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Кочетков, М.В.* Организация и ведение государственного мониторинга геологической среды. // Минеральные ресурсы. – 2000. - № 6. – С. 18-20.
2. *Митракова, О.В.* Создание прикладных территориально-распределенных ИАС в области мониторинга состояния недр и управления недропользованием / *О.В. Митракова, Д.Б. Аракчеев, А.С. Попов* // Российско-казахстанский сборник научных трудов. – М., 2007. – С. 116-125/
3. *Попов, А.С.* ИАС-КОНСТРУКТОР: технологическая платформа для разработки распределенных информационно-аналитических систем. // Геоинформатика. – 2006. - № 2. – С. 44-53.

**TECHNOLOGY OF DEVELOPMENT AND INTRODUCTION THE  
INFORMATIONAL-ANALYTICAL SYSTEM OF MONITORING THE  
GROUNDWATER CONDITION**

© 2010 O.V. Mitrakova, D.B. Arakcheev, E.V. Timonina

All-Russia Scientific Research Institute of Geological, Geophysical and Geochemical Systems,  
Moscow

Article is devoted to the description of methodical-technological approach to creation and introduction the applied informational-analytical system of the state monitoring the condition of bowels on a subsystem "groundwater".

Key words: *monitoring of groundwater condition, informational-analytical systems, technological platform, converting the retrospective information*

---

*Olga Mitrakova, Candidate of Technical Sciences, Leading Research Fellow. E-mail: o.mitrakova@geosys.ru*  
*Dmitriy Arakcheev, Candidate of Technical Sciences, Leading Research Fellow. E-mail: d.araktcheev@geosys.ru*  
*Ekaterina Timonina, Research Fellow. E-mail: timkat@geosys.ru*