

Перспективы развития геолого-технологических исследований и систем мониторинга в рамках технологии кросс-моделирования

■ Кузнецов И.В., Турчанинов В.Ю., Шайбаков А.Л., ООО НПО «Союзнефтегазсервис», г. Энгельс

Проведение эффективного поискового и разведочного бурения требует обязательного оперативного и квалифицированного контроля со стороны геологических и технологических служб для своевременного принятия управленческих решений при выполнении геолого-технологических исследований.

В настоящее время главной целью геолого-технологических исследований и систем мониторинга является уже не только и не столько регистрация, передача и оперативный анализ полученных данных, сколько вовлечение в работу большого круга разноплановых специалистов для решения прикладных задач с выходом на геолого-гидродинамическое и геомеханическое моделирование.

Удалённый мониторинг строительства скважин, обеспечивающий в первую очередь получение технологической, геологической, геофизической и производственной информации с буровой, повсеместно дополняется возможностью передачи данных видеонаблюдений и оперативной обработки и анализа информации.

Технология удаленного мониторинга Wellook компании ООО НПО «Союзнефтегазсервис» (СНГС), обобщая накопленный опыт предыдущих систем удалённого мониторинга, представляет собой технологию информационного сопровождения строительства скважин в системе управления жизненным циклом нефтегазовых месторождений, основываясь на данных, поступающих в режиме реального времени с буровой площадки в офис клиента, с использованием Интернет-технологий и открытых между-

народных стандартов.

Wellook обеспечивает передачу данных с буровой в офис клиента, но при этом не зависит от набора программно-технических средств, используемых на буровой, что достигается за счёт конвертирования в открытые форматы. Данные оперативно поступают на сервер заказчика или один из выделенных серверов компании СНГС, хранятся в течение всего срока строительства скважины и определённое (согласованное) время после его окончания и доступны для оперативного и ретроспективного просмотра и анализа.

Одной из особенностей технологии Wellook является использование открытых международных стандартов передачи данных WITS и WITSML. Такой подход позволяет объединить в единую технологию отечественные и зарубежные станции геолого-технологических исследований, станции (системы) LWD/MWD, станции контроля цементирования, системы контроля процесса бурения, станции (системы) геофизических исследований в скважине на трубах и на кабеле с пакетами моделирования и углубленного анализа данных известных мировых производителей ПО.

С 2010 года СНГС является членом международного некоммерческого консорциума Energistics, целью которого является предоставление специалистам нефтегазовых компаний, занимающихся геологоразведкой и добычей, нейтральной площадки для совместной работы, продвижения открытых стандартов по обмену данными (в том числе WITS, WITSML) и решения вопросов, касающихся

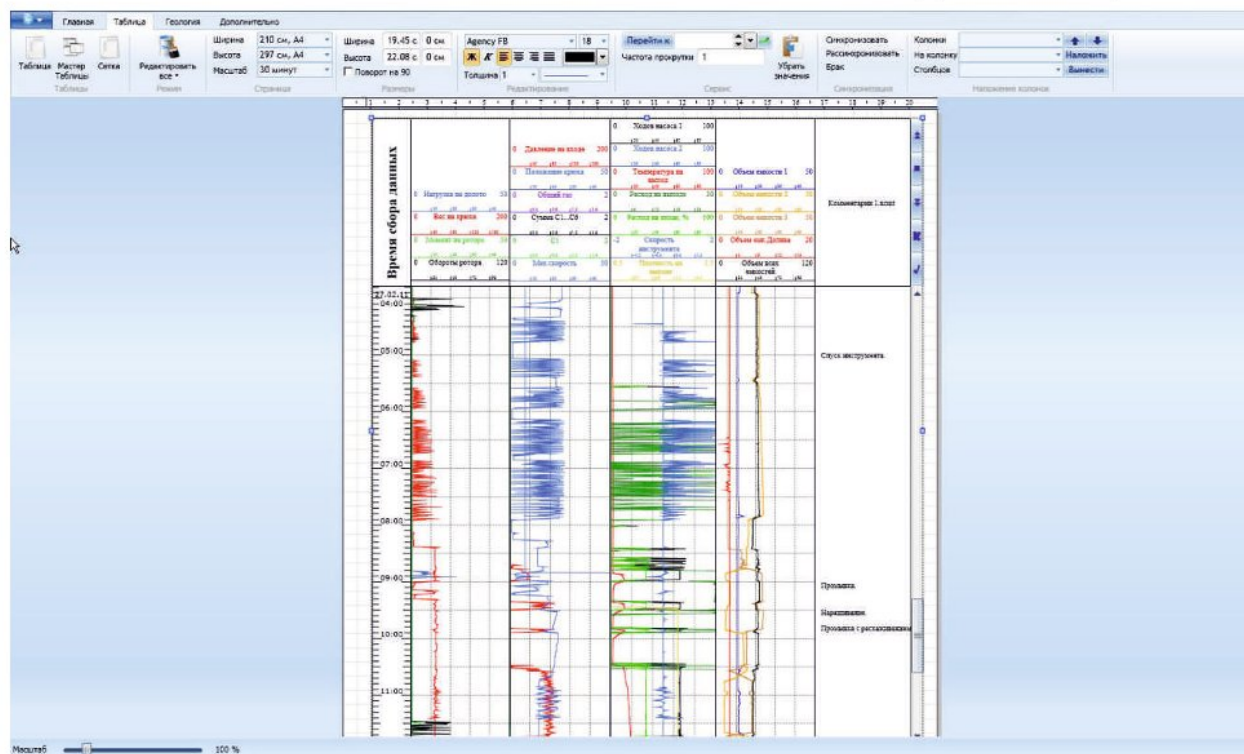
ся разведки и разработки. Членство в этой организации даёт возможность участвовать в развитии стандартов и получать дополнительную информацию для их внедрения в свои перспективные разработки.

Для обработки данных ГИС, ГТИ и их первичной интерпретации в рамках технологии Wellook возможно применение различных программных средств от разных производителей. В компании СНГС для подобных целей используется программный продукт SNGS MLPlotter собственной разработки, представляющий собой новое поколение программ для обработки данных и построения планшетов, основанных на современных программных технологиях.

дований (ГТИ) в процессе бурения скважин;

- определения и прогнозирования зон аномально высоких пластовых давлений на основе данных нормализованной скорости проходки (d-экспоненты и сигма каротажа), определяемой, как производная ряда технологических параметров, регистрируемых станцией геолого-технологических исследований (ГТИ) в процессе бурения скважин;

- определения гидродинамических параметров в скважине в процессе бурения, промывок и спуско-подъемных операций и оптимизации режимов работы гидравлической системы скважины как в режиме реального времени с использованием данных станции геоло-



В рамках технологии Wellook используются и другие программы компании СНГС, предназначенные для решения прикладных задач:

- интерпретации результатов газового каротажа на основе расчета флюидных коэффициентов W_h , B_h и C_h по данным станций геолого-технологических иссле-

го-технологических исследований, так и в автономном режиме;

- построения двумерных кросс-плотов и выделения областей с определенным характером зависимости, соответствующих определенным интервалам глубины по всему разрезу скважины;

- построения траектории скважины (2D, 3D) и перевода данных ГИС, ГТИ наклонно-направленных скважин к вертикальной глубине.

Основным средством для просмотра данных в технологии мониторинга Wellook является программный продукт WitsmlPlotter, разработанный компанией CHGC и существующий в трех вариантах – в виде отдельного полнофункционального приложения, «полевой» версии приложения для работы на буровой «в связке» с системой сбора и в виде web-приложения с основным необходимым функционалом.



Использование универсального хранилища (архива) данных на базе WITSML-сервера и доступ к серверу по WITSML-протоколу позволяют интегрировать данные, полученные системой Wellook, с любыми программами статистической, аналитической обработки и визуализации данных, поддерживающими WITSML-стандарт. Следует отметить, что на настоящее время поддержка WITSML-стандарта реализована во всех основных комплексах программ известных производителей, включая Landmark /Halliburton, Schlumberger, Paradigm, Roxar.

Такой подход позволяет сформировать единую информационную среду, в которой без необходимости дополнительного конвертирования и копирова-

ния будут присутствовать первичные данные по скважинам, а значит, становится возможным задействование всего комплекса обрабатывающих, визуализационных и аналитических программ от различных производителей, а не только узкоспециализированного ПО компании, осуществляющей мониторинг. Это позволяет в реальном (или приближенном к реальному) времени обновлять геологическую и/или гидродинамическую модель месторождений по данным бурения, делая процесс моделирования по-настоящему «живым» и интерактивным. При этом появляется уникальная возможность проведения моделирования во время бурения, вовлекая в единую информационную среду не только специалистов-геологов, но и специалистов по гидродинамике, что приводит к улучшению скорости и качества моделирования, а значит, и к более взвешенным и адекватным управляющим действиям.

Применение открытых стандартов является залогом успешной интеграции программных продуктов в единый комплекс управления жизненным циклом месторождения. Универсальность такого подхода заключается в том, что в единый комплекс могут быть увязаны программные продукты и базы данных различных производителей.

Использование при мониторинге средств моделирования приводит к необходимости применения высокопроизводительных вычислений. Для этого центр удаленного мониторинга должен комплектоваться современными многоядерными компьютерами, эффективно использующими возможности распараллеливания ресурсоемких задач. Одной из современных тенденций рынка высокопроизводительных систем является расширение линейки ведущих брендов за счёт так называемых персональных

суперкомпьютеров (с производительностью не более нескольких десятков терафлопс).

Относительно новым перспективным направлением можно считать применение геомеханического моделирования. В нефтегазовой отрасли использование геомеханического моделирования позволяет снизить риски при бурении и освоении скважин, тем самым повысить эффективность эксплуатации месторождения.

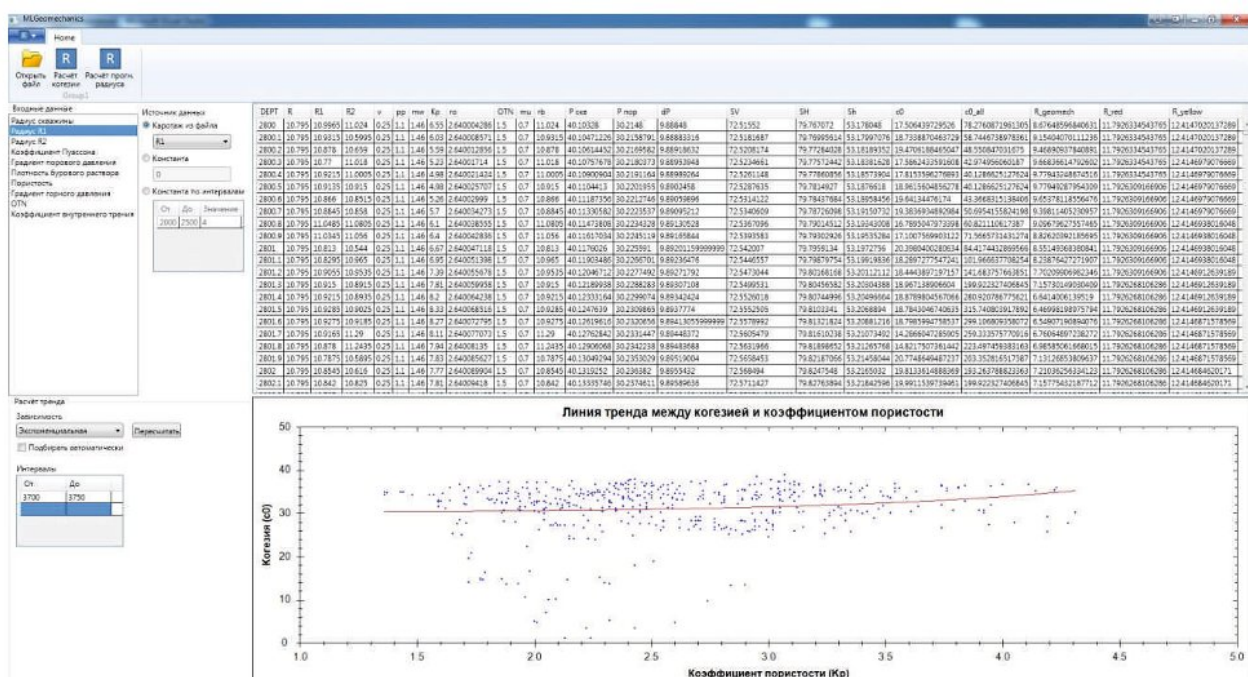
В связи со сложностью геологического строения вновь разрабатываемых месторождений возрастает потребность в геомеханическом моделировании, как инструменте, который позволяет объяснить и предсказать изменения в механике пород, вызванные бурением, добычей УВ и другими технологическими процессами. В результате решения задачи геомеханики появляется возможность выбрать оптимальное направление бурения, интенсифицировать приток и определить направление трещин гидроразрыва.

Технология геомеханического моделирования уже получила широкое распро-

странение за рубежом и обеспечивает достояние увеличение коэффициента достоверности моделирования залежи в целом и, как следствие, повышение эффективности процесса эксплуатации месторождений.

В процессе связанного моделирования (кросс-моделирования) мы получаем улучшенную фильтрационную модель разработки месторождения, с уточненными дебитами нефти по скважинам и извлекаемыми запасами. Также получаем новые данные о динамике напряжений и деформаций, действующих в пласте-коллекторе и вмещающих породах, которые являются важными для оценки ситуации на месторождении.

Полученные данные о максимальных касательных напряжениях, действующих в пласте-коллекторе и вмещающих слоях, являются важными для оценки рисков обрушения стволов скважин. Данные о максимальных вертикальных и горизонтальных напряжениях используются для 1D моделирования устойчивости ствола скважины при бурении и оценке оптимальной плотности бурового раствора.



В технологии Wellook для проведения 1D геомеханического моделирования с последующей передачей полученных результатов для моделирования с использованием высокопроизводительных вычислений, предназначена программа MLGeomechanics компании CHGC, позволяющая выделять по данным ГТИ и ГИС интервалы, характеризующиеся анизотропией напряженно-деформированного состояния пород и оценивать диапазоны допустимого изменения плотности буровой промывочной жидкости по разрезу скважин.

Для выявления этих интервалов используется программа MLCrossPlot компании CHGC, с помощью которой выделяются области с определенным характером зависимости пористости и когезии пород. Комплекс программ позволяет «настроить» зависимости геомеханических свойств под разрез скважин с помощью выделения интервалов, т.н. «обучающих выборок».

Таким образом, применяя данные геолого-технологических исследований, системы мониторинга и технологии оперативного моделирования, мы приходим к созданию постоянно действующей геолого-гидро-геомеханической модели (кросс-модели) месторождения, использование которой позволяет решать, помимо традиционных, следующие задачи:

- оптимизация разработки залежи, путем наполнения модели геомеханическими свойствами, полученными в процессе бурения скважин;
- выявление причин возникновения неустойчивости стенок скважин и осложнений в виде прихватов, прогнозирование интервалов их возникновения (дополнение комплекса ГТИ оперативным

построением 1Д и 3Д с использованием данных ГИС, стандартного комплекса ГТИ, отбора и исследования обвального шлама);

- уточнение добычных характеристик (дебиты, извлекаемые запасы) модели месторождения;
- оценка рисков обрушения ствола скважины по данным о касательных напряжениях, действующих в пласте-коллекторе и вмещающих слоях;

Развитие информационных технологий невозможно без применения современных инновационных подходов и решений. Основные тенденции развития информационных технологий в нефтегазовой отрасли формируют новый взгляд на развитие геолого-технологических исследований и систем мониторинга. Среди этих тенденций необходимо отметить использование высокопроизводительных расчётов и алгоритмов распараллеливания и интеграцию информационных систем с использованием открытых международных стандартов, что в конечном итоге делает возможным развитие информационных систем контроля и управления производственными процессами в реальном времени с прицелом на решение конкретных задач, в частности – оперативно-го геолого-гидро-геомеханического (кросс) моделирования.