

ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ИСТОЧНИКА ОБВОДНЕНИЯ НА НЕФТЯНЫХ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ

Высокая обводненность на скважинах одна из наиболее актуальных проблем для современной нефтегазовой промышленности. Выбор эффективного метода борьбы с данной проблемой зависит от правильного определения источника обводнения. Для месторождений, разрабатываемых большим количеством скважин, выполнение анализа источника обводнения по существующим методикам занимает значительное количество времени, из-за чего может пострадать оперативность принятия решений. На данном этапе особую значимость приобретает автоматизация процесса диагностики. Данная статья посвящена результатам автоматизации процесса определения источника обводнения посредством разработки встроенного модуля для программного пакета хранения и анализа данных работы скважин NGT-Smart и о задачах, которые он позволяет оперативно решать при разработке месторождений в Филиале «Газпромнефть-Муравленко» ОАО «Газпромнефть-ННГ».

Ключевые слова: обводненность, источник обводнения, экспресс-метод, нефтяная добывающая скважина, программный модуль, NGT-smart.

Высокая обводненность на скважинах одна из наиболее актуальных проблем для современной нефтегазовой промышленности. Выбор эффективного метода борьбы с данной проблемой зависит от правильного определения источника обводнения. Разработано немало различных методов диагностики источника обводнения на нефтяных добывающих скважинах. Однако эффективность данных методик сильно зависит от наличия и качества требуемых исходных данных.

На данный момент многие месторождения Западной Сибири находятся на поздних стадиях разработки, что сопровождается постоянным снижением темпов добычи нефти и сокращением количества фонда скважин в силу нерентабельности за счет роста обводненности добываемой продукции. Поскольку данные месторождения разрабатываются большим количеством скважин, выполнение анализа по определению источника обводнения по существующим методикам занимает значительное количество времени, из-за чего может пострадать оперативность принятия решений. На данном этапе особую значимость приобретает автоматизация процесса диагностики.

Наиболее эффективные методики диагностики источников обводнения были протестированы и реализованы в едином экспресс-методе (подробное описание метода приведено в работах (Азаматов, Шорохов, 2011; Шорохов, Азаматов, 2011; Шорохов, 2011)):

– Метод Меркуловой-Гинзбурга основан на построении специального графика в декартовых координатах, отображающего изменение накопленных объемов воды и нефти относительно времени (Меркулова, Гинзбург, 1986);

– Метод диагностических графиков основан на специальном графике в логарифмических координатах, отображающего изменение производной водонефтяного отношения относительно времени (Chan, 1995);

– Оценка результатов промыслово-геофизических исследований на определение технического состояния эксплуатационной колонны, источника обводнения и наличия

заколонных перетоков;

– Химический метод основан на сравнении данных химического анализа попутно добываемой воды с критериями из лабораторных исследований о композиционном составе пластовой и нагнетаемой воды.

Применение экспресс-метода направлено на определение следующих источников обводнения (Рис. 1):

- подтягивание пластовой воды;
- прорыв нагнетаемой воды;
- заколонный переток из-за плохого качества цементирования эксплуатационной колонны;
- негерметичность эксплуатационной обсадной колонны.

Рассмотренные методики не требуют проведения дополнительных исследований и основаны на базовой исторической информации, сопровождаемой по каждой скважине: данные месячных эксплуатационных рапортов (МЭР), результаты химического анализа попутно добываемой воды (ХАЛ), результаты промыслово-геофизических исследований (ПГИ). Несмотря на доступность исходных данных, реализация экспресс-метода требует значительных трудозатрат на обработку большого количества статистических данных по каждой скважине отдельно, что делает очень трудоемким процесс анализа по целой группе скважин или объекту.

Реализация экспресс-метода посредством Visual Basic Application в Microsoft Excel значительно сократила время проведения анализа, но по-прежнему требовало выполне-

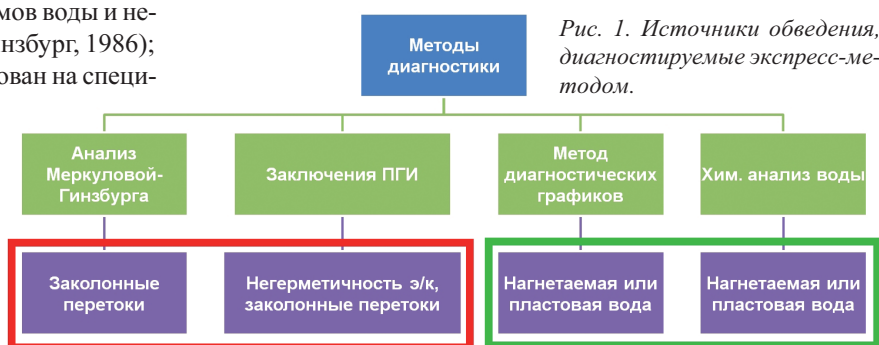


Рис. 1. Источники обводнения, диагностируемые экспресс-методом.

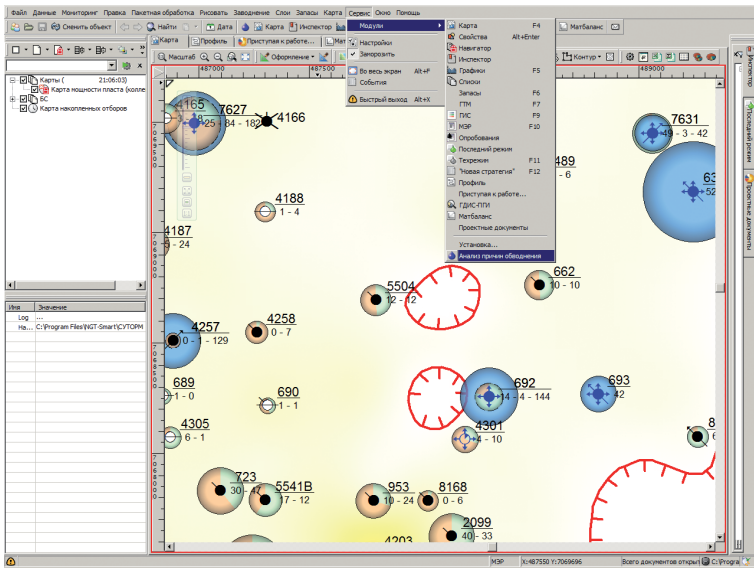


Рис. 2. Окно программы NGT-Smart при запуске модуля определения источника обводнения.

ния обработки исходной информации для загрузки в данный программный продукт. В основном это связано с хранением каждого вида исходной информации (ХАЛ, МЭР, ПГИ) в отдельной программе с различными форматами выдачи отчетов. Инженерам, использующим данный продукт, было необходимо вручную выгружать каждую категорию исходных данных и конвертировать данную информацию в формат Microsoft Excel, что отнимало большое количество времени и создавало значительные неудобства.

На текущий момент многим российским нефтегазодобывающим компаниям (РОСНЕФТЬ, Газпромнефть) удалось организовать систематизацию сбора и анализа базовой исторической информации в едином пакете программного обеспечения (ПО) NGT-Smart, разработчик – Уфимский НТЦ (Рис. 2). В связи с этим наиболее рациональным решением в данной ситуации было выполнить разработку встроенного программного модуля для ПО NGT-Smart, обеспечивающего автоматизацию экспресс-метода определения источника обводнения.

Данный подход был реализован совместно со специалистами Уфимского НТЦ и позволил решить следующие задачи:

1. Автоматизацию загрузки исходных данных (ПГИ, МЭР, ХАЛ) без необходимости предварительной выгрузки и обработки исходной информации из других программ;
2. Автоматизацию методов анализа (Химический, Меркуловой-Гинзбурга, Диагностических графиков) с возможностью гибкой настройки параметров каждого метода индивидуально для каждого объекта разработки;
3. Получение детальной информации о результатах анализа для каждой скважины в течение всего периода её работы.

Таким образом, процесс определения источника обводнения на скважинах был автоматизирован посредством создания данного модуля в программном пакете NGT-Smart. К сожалению, на данном этапе не удалось автоматизировать оценку источника обводнения по результатам промыслово-геофизических исследований в связи с невозможностью обработки заключений интерпретации, несущих смысловую нагрузку, доступную для понимания только человеку. Однако, специалистам по геофизическим исследованиям было рекомендовано разработать систему стандартизации результатов интерпретации данных ПГИ для последующей автоматизации процесса их анализа в экспресс-методе.

Алгоритм работы с программным модулем включает в себя следующие шаги:

1. На карте накопленных или текущих отборов выбира-

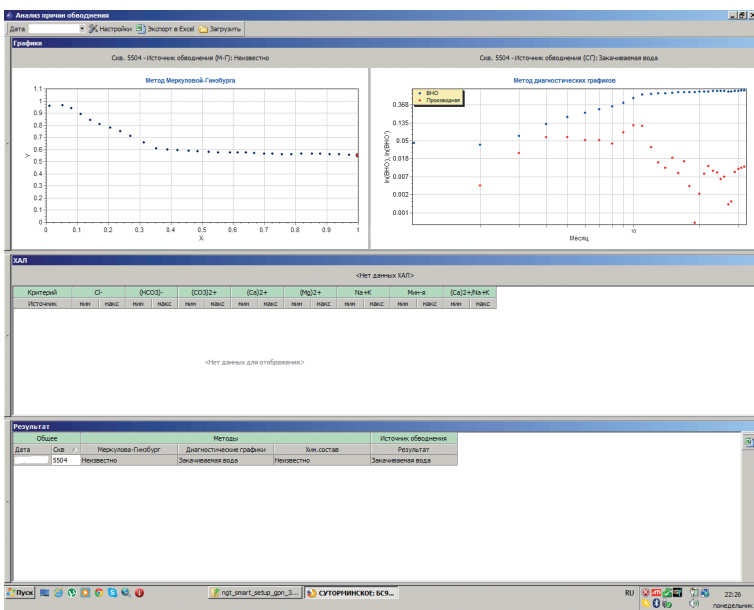


Рис. 3. Окно результатов анализа модуля по определению источника обводнения.

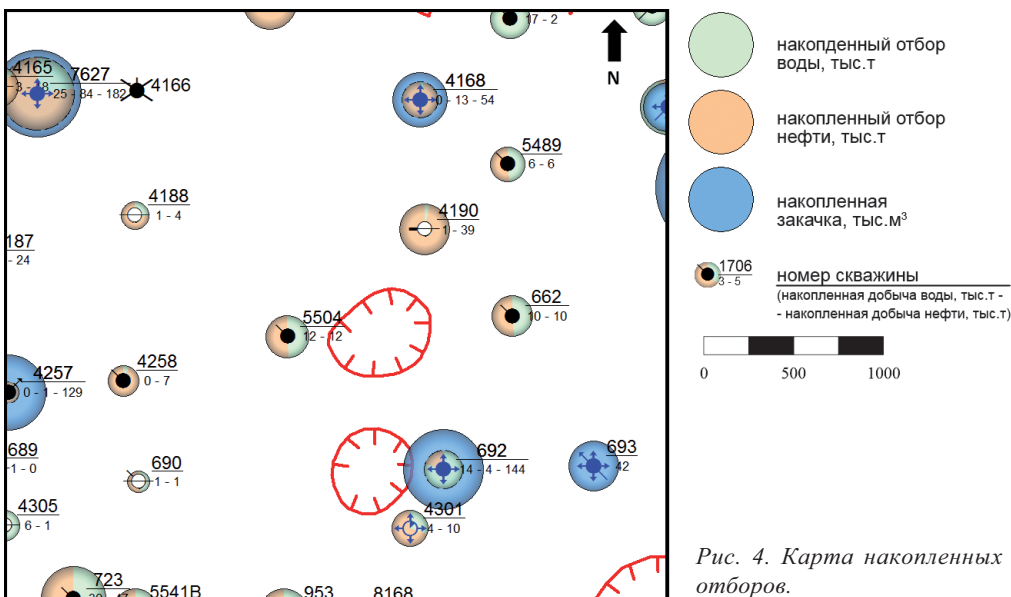


Рис. 4. Карта накопленных отборов.

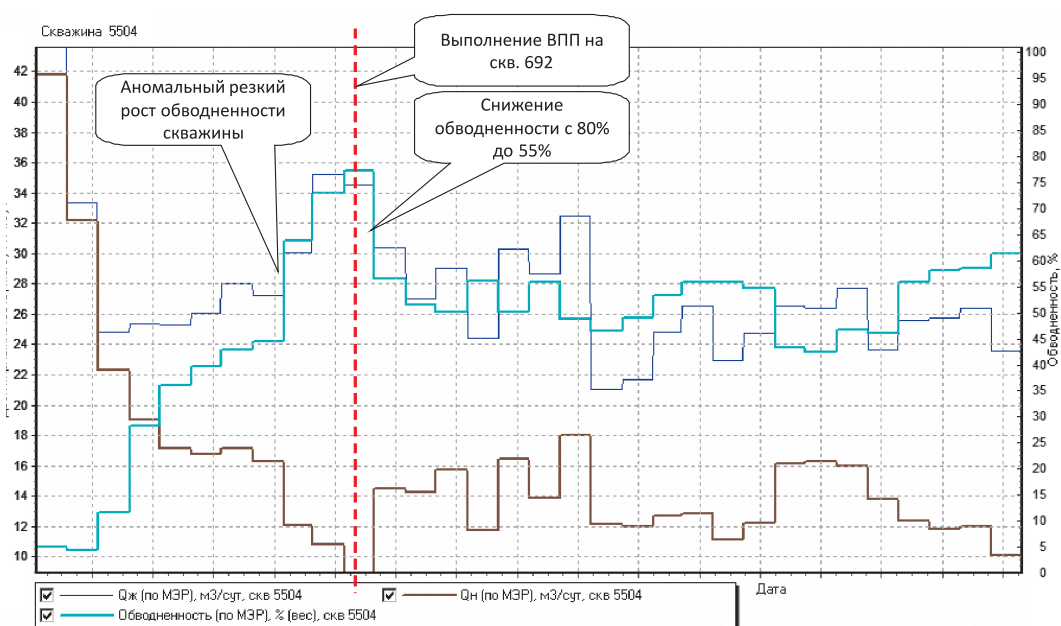


Рис. 5. График параметров работы скважины №5504.

ется определенная скважина, для которой необходимо выполнить анализ (Рис. 2);

2. В главном меню выбирается вкладка Сервис => Модули => Анализ источника обводнения (Рис. 2);

3. Программа производит анализ по трем методам (Химический, Меркуловой-Гинзбурга, Диагностических графиков) и выводит результаты по всем методам отдельно в сводной таблице (Рис. 3). По каждой скважине существует возможность просмотра графиков, соответствующих тому или иному методу, для детальной оценки во временном разрезе или возможной ошибки интерпретационного алгоритма модуля на случай некорректных исторических данных;

4. На данном этапе человек, опираясь на совокупность результатов всех задействованных методов в программном модуле, и результаты интерпретации ПГИ может сделать вывод об источнике обводнения на отдельно взятой скважине или группе скважин.

Данный инструмент был реализован и успешно применяется в Филиале «Газпромнефть-Муравленко» ОАО «Газпромнефть-ННГ» при решении следующих важных задач:

1. Подбор скважин-кандидатов для проведения геолого-технических мероприятий (ГТМ: гидравлический разрыв пласта, очистка призабойной зоны, зарезка бокового ствола) для оценки рисков получения повышенной обводненности продукции по результатам анализа источника обводнения на группе соседних скважин согласно комплексной методике обоснования ГТМ, реализованной в Филиале «Газпромнефть-Муравленко» (Шорохов и др., 2012а; 2012б);

2. Оптимизация системы поддержания пластового давления – для выявления прорывов нагнетаемой воды для группы скважин и последующего перераспределения фильтрационных потоков путем реализации циклического заводнения;

3. Подбор скважин-кандидатов для реализации методов ограничения водопритока – выравнивание профиля приемистости нагнетательных скважин (ВПП) или закачка

модификаторов относительной фазовой проницаемости в добывающие скважины. Выбор того или иного метода значительно зависит от выявленного источника обводнения;

4. Подбор скважин-кандидатов под проведение трассерных исследований.

Рассмотрим типовой пример применения модуля по определению источника обводнения при подборе скважин-кандидатов для проведения мероприятий по ограничению водопритока, в данном случае – ВПП нагнетательной скважины.

Скважины №5504 и №692 расположены в зоне с сформированной системой разработки (Рис. 4). В добывающей скважине №5504 наблюдается аномальный резкий рост обводненности (Рис. 5).

Выполнив диагностику при помощи программного модуля NGT-Smart, удалось установить, что согласно результатов анализа по двум методам (химический и диагностических графиков) скважина обводняется нагнетаемой водой (Рис. 3). Поскольку в данной области пласта поддержание пластового давления ведется непосредственно нагнетательной скважиной №692, то следует сделать вывод, что источником обводнения является именно она. В результате было принято решение о проведении ВПП на скважине №692, что позволило изолировать специальным составом промытые пропластки и продолжить процесс поддержания пластового давления в данном регионе. Через месяц после проведения мероприятия наблюдается значительное снижение обводненности добываемой продукции скважины №5504 и восстановление утраченного дебита нефти после прорыва нагнетаемой воды (Рис. 5).

При решении подобных задач, разработанный модуль по определению источника обводнения на нефтяных добывающих скважинах ПО NGT-Smart зарекомендовал себя, как очень эффективный инструмент анализа разработки, позволяющий поднять работу геологических служб нефтегазодобывающих предприятий на новый более высокий уровень по направлению подбора скважин-кандидатов под ГТМ и оптимизации системы поддержания пластового давления.

Литература

- Chan K.S. Water control diagnostic plots. *SPE* 30775. 1995.
 Азаматов М.А., Шорохов А.Н. Внедрение метода оперативной диагностики источников обводнения нефтяных добывающих скважин. *Нефтяное хозяйство*. №12. 2011. 63-65.
 Меркулова Л.И., Гинзбург А.А. Графические методы анализа при добыче нефти. М.: «Недра». 1986
 Шорохов А.Н. Применение аналитических методов для оперативной диагностики источника обводнения на нефтяных добывающих скважинах. *Вестник ЦКР Роснедра*. №6. 2011. 7-10.
 Шорохов А.Н., Азаматов М.А. Разработка и внедрение экспресс-метода по определению источника обводнения на нефтяных добывающих скважинах. *Наука и ТЭК*. 2011. №6. 58-62.

Окончание статьи А.Н. Шорохова, М.А. Азаматова «Внедрение программного модуля оперативной диагностики источника обводнения...»

Шорохов А.Н., Азаматов М.А., Бахурский В.Ю. Комплексная методика обоснования геолого-технических мероприятий для месторождений Филиала «Муравленковскнефть» ОАО «Газпромнефть-ННГ». *Наука и ТЭК*. №2. 2012а. 11-14.

Шорохов А.Н., Азаматов М.А., Бахурский В.Ю. Унифицированная методика подбора геолого-технических мероприятий для нефтяных добывающих скважин. *Вестник ЦКР Роснедра*. №3. 2012б. 9-13.

A.N. Shorokhov, M.A. Azamatov. The development of software module to determine a water source for oil producing wells.

Different methods were developed to determine water source of oil production wells. However, its efficiency depends on correct initial data and available time for analysis. Petroleum engineers don't have sufficient time for initial data preparation and performance of analysis. Thus, development of express-method to determine water source of oil production wells is actual object.

Keywords: water cut, water source, express-method, oil production well, software, NGT-smart.

Алексей Николаевич Шорохов

Заместитель начальника отдела интенсификации пласта ООО «НОВАТЭК НТЦ».

625000, Тюмень, ул. Челюскинцев, д. 6, корп. 1.

Тел.: +7(929) 262-86-45.

Марат Альбертович Азаматов

Начальник управления проектирования, мониторинга ГТМ и сводного планирования добычи – заместитель главного геолога филиала «Газпромнефть-Муравленко» ОАО «Газпромнефть-ННГ».

Ямало-Ненецкий автономный округ, Муравленко, ул. Ленина, д.82/19. Тел.: +7(922) 060-02-00.