

УДК 622.276: 622.276.4: 622.276:432

Цифровые решения в управлении добычей на «зрелых» нефтяных месторождениях

Numerical Solutions for Oil Production at the Mature Fields



Л.С. Бриллиант, к.т.н.,
действительный член академии
РАЕН
Тел. 8(3425)685-146

L.S. Brilliant, Ph.D,
acting member of RAES Academy

Подняты проблемы, связанные с процессами цифровизации нефтегазового производства. Показана необходимость объективной оценки потенциала месторождения, от которого зависят инвестиции в создание цифровых месторождений, что легло в основу авторского решения по управлению добычей нефти в технологии ИРВУД. Уделено внимание истории становления и трансформации авторских идей в области цифровых технологий управления добычей, приведены практические результаты их апробации на производстве. Показаны этапы работ по апробации и внедрению цифровых технологий управления добычей.

Ключевые слова: добыча нефти, интеллектуальное месторождение, управление добычей нефти, технология ИРВУД, платформа ПК «АТЛАС», автоматизированная система по управлению добычей нефти, управление заводнением.

The author considers the problems related to digitalization processes in oil and gas production industry. He also presents the necessity to make the actual evaluation of asset potential that specify the investments into the arrangement of digital fields, thus being the basis of proprietary solution in oil production monitoring through the use of IRWUD technique. The paper illustrates the history of formulation and transformation of these proprietary ideas in the area of digital monitoring in production process and presents the actual field pilot test results. The author also describes the stages of these test operations and the application of digital procedures to control the production.

Key words: Oil production, smart field, monitoring of oil production, IRWUD technique, "ATLAS" software platform, automated system to control oil production, water-flood control.

Авторские решения направлены на создание условий по предотвращению в среднесрочной перспективе падения добычи нефти на «зрелых» месторождениях.

Существенные отличия от созвучных по названию проектов, которые генерируют отраслевые издания и многочисленные сайты компаний, опираясь на «актуальную» терминологию:

- цифровое, интеллектуальное месторождение;
- цифровой двойник;

- функциональное самообучение;
 - роботы;
 - машинное обучение и т.д., касаются самой постановки задачи - добыча нефти не должна падать, операционные затраты избыточные и могут быть безболезненно сокращены на 15-20 %.
- Датчики, контроллеры, операции с данными, включая сбор, консолидацию, передачу информации, поисковые системы и разнообразные сервисы авторы относят в периферийную область, которая

развивается постольку, поскольку возникает потребность в этих разработках при решении главной производственной задачи - снижения издержек и увеличения прибыли.

Существующие проекты демонстрируют обратное: **лозунги превалируют над смыслом**. На первом месте на пути к цифровому месторождению, как правило, стоят инвестиции в периферию и создание разнообразных по названию, но совершенно идентичных по функционалу административных образований: мультидисциплинарные группы, кросс-функциональные группы, центры управления добычей и т.д. Часто встречаются ссылки, которые так или иначе ассоциируются с цифровым месторождением:

- электронная разработка актива;
- оптимизация работы насосно-оборудования;
- идентификация нештатных ситуаций в добыче;
- процессы планирования и задания на проведение ГТМ;
- автоматизация процессов управления движением бригад подземного и капитального ремонта скважин;
- превентивные оценки работы системы;
- технологии визуализации и контроля;
- энергосбережение;
- автоматизация разнообразных запросов, отчетов и сводок и т.д.

Инициаторы подобных проектов старательно дистанцируются от неудобных вопросов: насколько при этом увеличится добыча нефти на месторождении, которое, по мнению авторов разнообразных концепций, после существенных затрат в «цифру» приобретает особый «интеллектуальный» статус.

Мы убеждены, что цифровые решения начинаются с главного - объективной, непредвзятой **оценки потенциала** месторождения. Очевидно, что в офисах компаний, благополучие сотрудников которых с этим никак не связано, даже в постановочном плане это трудно себе предста-

вить. Такая оценка может быть выполнена только независимыми специалистами, обладающими уникальными компетенциями и инструментами.

В этом и заключается принципиальное отличие авторских решений по управлению добычей нефти в технологии «ИРВУД», которая создана на платформе ПК «АТЛАС»: **от результата оценок потенциала зависят инвестиции в «цифру» и инфраструктурные преобразования, а не наоборот**.

На производстве отражением потенциала месторождения является технологический режим добывающих и нагнетательных скважин. Это тоже новая постановка, так как в нашем случае режимы эксплуатации скважин организованы в соответствии с решением, направленным на снижение обводненности продукции, сокращение непроизводительной закачки, увеличение добычи нефти. Безотносительно к такой постановке не получить ответ на закономерный вопрос: почему в скважину необходимо закачивать тот или иной объем воды и, соответственно, отбирать жидкость.

Алгоритм формирования технологических режимов работы скважин, соответствующих условию максимизации прибыли и минимизации затрат, - одно из главных достижений коллективов компаний ООО «ИРВУД», ООО «ТИНГ», ООО «БИТ» - разработчиков автоматизированных систем по управлению добычей нефти. Сопутствующие программы - сателлиты: планирование ГТМ, Форсайты, отчеты, поисковые системы и т.д. развиваются по мере потребностей производства, приобретения базовых навыков и инженерной подготовки пользователей.

Как и все новое, это сложно понять инженеру или работнику научного центра компании, полагающихся в своих решениях, включая планирование работ на скважинах, преимущественно на интуицию и опыт либо всецело доверяющих сложным, но обязательно достоверным геолога-гидродинамическим моделям, совершенно непригодным для

задач оперативного планирования и управления разработкой.

Наряду с укоренившимися стереотипами в отрасли и сложившейся системой подготовки студентов в вузах это является основным тормозом в организации инновационного цифрового производства, потребность в котором продиктована сокращением объема добычи на месторождениях и стремительным развитием информационных технологий.

Ниже мы приводим краткую информацию, иллюстрирующую историю становления и трансформацию авторских идей в области «цифровых технологий управления добычей» и практические результаты апробации на производстве.

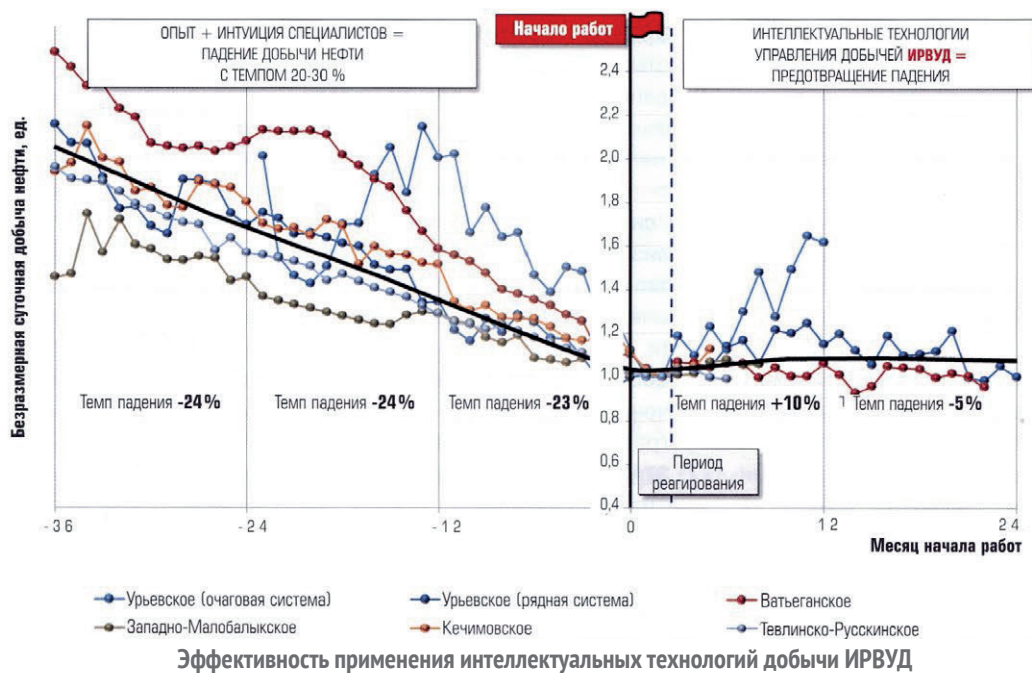
1. Первые исследования авторов в этой области приходятся на 2003 г. и затрагивают методические вопросы оценки связи между нагнетательными и добывающими скважинами Шеркалинской свиты Талинской площади, Красноленинского месторождения (Бриллиант Л.С., Захарян А.З., Павлюкович А.Л. Сибирская инновационная нефтяная корпорация (СИБИНКОР), Тюменский институт нефти и газа (ТИНГ). Сборник статей «Оптимизация технологий разработки нефтяных месторождений»),

2. В 2013 г. стартовал первый промышленный проект по управлению заводнением на Верх-Тарском месторождении.

3. 18.06.2013 зарегистрирован патент на изобретение № 2565313 «Способ оперативного управления заводнением пластов», в основу которого положены алгоритмы взаимовлияния добывающих и нагнетательных скважин.

4. 23.12.2013 получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014611757 «Атлас - Управление заводнением».

5. Первые результаты ОПР опубликованы в 2014 г. в статье: Методика совершенствования системы разработки при заводнении на примере Верх-Тарского месторождения / Н. Нестеров, А.В. Барышников, Д.Р. Галеев, Л.С. Брилл-



Эффективность применения интеллектуальных технологий добычи ИРВУД

лиант, А.С. Завьялов, А.В. Кибирев // Нефтяное хозяйство. - 2014. - № 8.

6. В 2014 г. стартовал проект по управлению заводнением на участке объекта ЮВ1 Урьевского месторождения.

7. Теоретические и практические аспекты работ публикуются в статье: Управление заводнением нефтяных месторождений на основе прокси-моделирования / А.А. Потрясов, М.Р. Мазитов, С.С. Никифоров, Л.С. Бриллиант, М.Ф. Печеркин, А.А. Клочков, А.И. Комягин // Нефть. Газ. Новации. - 2014. - № 12.

8. В начале 2015 г. стартовал проект по управлению заводнением на месторождении Кзрамандыбас, Республика Казахстан.

9. 25.12.2015 зарегистрирован патент на изобретение № 2614338 «Способ оперативного управления заводнением пластов», в основе которого лежат алгоритмы нейронных сетей и оптимизационные решения прокси-модели.

10. В 2015 г. стартовал амбициозный проект опытно-промышленных работ по испытанию технологии управления заводнением на участке объекта ЮВ1 Ватьеганского месторождения. Цель - апробация инновационных алгоритмов по предотвращению падения добычи нефти на исто-

ценных участках залежи.

11. Методические вопросы решения оптимизационных задач при управлении заводнением представлены в статье: Бриллиант Л.С., Комягин А.И. Формализованный подход к оперативному управлению заводнением нефтяного месторождения // Нефть. Газ. Новации. - 2016. - № 2.

12. В 2016 г. опубликованы основные идеи, которые формируют контуры цифровых технологий управления добычей на современном производстве. Они нашли отражение в статье: Автоматизация процессов управления заводнением на нефтяном месторождении / Потрясов А.А., Бриллиант Л.С., Печеркин М.Ф., Комягин А.И. // Недропользование XXI век. - 2016. - № 7.

13. 2017 г. стартовали проекты опытно-промышленных работ по управлению добычей на участках месторождений Тевлинско-Русскинское, Кечимовское и Западно-Малобалькское.

14. Теоретические исследования, основанные на алгоритмах машинного обучения и решения оптимизационных задач, получили завершение в разработке математической платформы цифровых технологий управления добычей. 21 марта 2017 г. получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2017619002

«АТЛАС - Управление добычей».

15. Завершает цикл публикаций о теоретических и практических аспектах управления добычей статья «Методические основы и опыт внедрения цифровых технологий оперативного планирования и управления режимами работы добывающих и нагнетательных скважин на участке ОПР пласта ЮВ1 Ватьеганского месторождения ТПП «Повхнефтегаз», написанная в соавторстве с ведущими специалистами компании ООО «Лукойл-Западная Сибирь» и опубликованная в журнале «Недропользование XXI век», выпуск №6/ 2017.

На современном этапе своего развития инновационные решения апробированы на семи участках ОПР нефтяных месторождений с фондом порядка 1800 скважин. Дополнительная добыча нефти позволила достичь следующих результатов: бизнес-план компании превышен на **9-23 %**, операционные затраты снижены на **17 %**, годовой доход предприятия, нормированный на скважину, изменяется в диапазоне от 900 тыс. до **2000 тыс. руб.** (см. рисунок).

Следуя логике поступательного развития, ООО «ТИНГ» при поддержке динамично развивающихся компаний ООО «ИРВУД» и ООО «БИТ» предлагает эффективные решения по предотвращению падения добычи нефти в среднесрочной перспективе и сервисы, включая уникальные компетенции, программное обеспечение, основанное на принципах машинного обучения, административные преобразования, охватывающие базовые элементы планирования и управления производством.

Практика работ по апробации и внедрению цифровых технологий управления добычей представляется следующей:

ЭТАП 1. Изучение объекта. Здесь важно определить основные тренды в добыче углеводородов и факторы, сдерживающие производство. Рекомендации касаются базовых решений, направленных на предотвращение потерь запасов.

ЭТАП 2. Опытно-промышленные работы на участке месторождения. Создание и настройка прокси-модели с целью генерации процессов в системе нагнетания воды, направленных на снижение обводненности продукции скважин. Оценка потенциала и анализ ограничений. Формирование годовой программы работ и плана по добыче нефти. Индикаторы эффективности. Инжиниринг технологических процессов по управлению добычей. Обучение специалистов и установка программного обеспечения.

ЭТАП 3. Промышленное внедрение на месторождении. Оценка потенциала и анализ ограничений. Автоматизированные системы управления добычей. Кросс-функциональные группы. Новые компетенции. Документооборот. Ответность. Инжиниринг технологических процессов по управлению добычей. Обучение специалистов и установка программного обеспечения.

ЭТАП 4. Сопровождение. Повышение квалификации. Контроль индикаторов и экстренное реагирование. Развитие цифровых технологий и обновление ПО.

В обозримом будущем именно зрелые месторождения будут определять основные тенденции в нефтедобыче. При отсутствии эффективных отечественных технологий и техники баженовская свита, как и шельф, - скорее экзотика, чем практика. В этих условиях, учитывая значительные остаточные запасы углеводородов разрабатываемых месторождений, а также неблагоприятные для инвестиций ценовые показатели рыночной стоимости нефти, можно утверждать, что цифровые технологии управления добычей более чем конкурентоспособны. При правильном их прочтении они способны кардинально изменить устаревшие, неэффективные практики и сформировать новые тренды развития отраслевой науки.