

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УПЛОТНЕННОЙ СЕТКИ СКВАЖИН ПРИ ДОРАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ АКИНЕЕВСКОГО ОПЫТНОГО УЧАСТКА АРЛАНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

ANALYSIS OF WELL GRID COMPACTION IN FURTHER WELL DEVELOPMENT, EXEMPLIFIED BY AKINEEVSKOYE AREA OF THE ARLANSKOYE OIL FIELD



**Косов А.А.**

Главный специалист отдела разработки и проектирования нефтяных месторождений, ООО «НИПИ НГ»

**A.A. Kosov**

Main specialist of the Department of oil field development and designing, "NIPI of oil and gas"



В статье показана эффективность использования уплотненной сетки скважин при доразработке месторождений на примере Акинеевского опытного участка Арланского нефтяного месторождения. Выполнен анализ проектных решений и их фактического выполнения, проведено сравнение основных показателей разработки северного (контрольного) и южного (опытного) участков с определением дальнейших перспектив их работы.

Ключевые слова: промышленный эксперимент, интенсивная система разработки, сравнение опытных участков.

The article describes the efficiency of well grid compaction in the further well development, exemplified by Akineevskoye area of the Arlanskoye field. Design decisions and their execution are analyzed, key indices of north (control) and south (experimental) area development are compared, their prospects are determined.

Key words: full-scale experiment, intensive development system, pilot area.

**Н**а основании решений Министерства нефтяной промышленности в 1977 г. на Арланском месторождении была поставлена задача проведения опытно-промышленных работ по испытанию интенсивных систем разработки, сочетающих сравнительно плотную сетку скважин и площадную систему заводнения. Испытание предполагалось провести на участках с высокими удельными значениями запасов нефти в низкопродуктивных пластах. Для проведения опытно-промышленных работ был выбран Акинеевский участок, находящийся на востоке Николо-Березовской площади Арланского месторождения (терригенная толща нижнего карбона – ТТНК).

Акинеевский опытный участок в 1976-1977 гг. находился в начальной стадии разработки. Ввиду значитель-

ных размеров участка, было выделено два поля: северное (контрольное) и южное (опытное), разбуриваемые сетками скважин разной плотности (16 и 9 га/скв., соответственно), при одинаковой площадной системе заводнения, по схеме, близкой к 9-ти точечной обращенной. Была поставлена задача оценить эффективность системы площадного заводнения с разными, но сравнительно плотными сетками скважин. При сравнительном анализе показателей разработки предполагалось наличие одинаковых условий эксплуатации опытного и контрольного полей.

В 1982 г. была составлена технологическая схема разработки Акинеевского опытного участка, по которой предусматривалось завершение формирования участка: южного (опытного) поля – по сетке 9 га/скв. и северного (контрольного) поля – по сетке 16 га/скв. Расчетные зна-

чения коэффициентов нефтеизвлечения (КИН) составили по южному полю – 0.508, по северному полю – 0.452.

В 1986 г. специалистами института БашНИПИнефть был выполнен предварительный анализ результатов эксперимента, который показал, что оба опытных поля разрабатывались достаточно интенсивно: максимальные годовые темпы отбора нефти по основному пласту СП составили: на южном поле – 6.3% от балансовых запасов, на северном – 3.9%. За 7-летний период с начала разработки средний годовой темп добычи нефти по южному полю составил 3.5%, по северному полю – 3.0%.

Сравнительная оценка влияния уплотнения сетки скважин на технологические показатели разработки контрольного и опытного полей была осложнена ввиду различия геолого-физических характеристик залежей. Указанные положительные результаты промышленного эксперимента позволили авторам рекомендовать интенсивные площадные системы заводнения к внедрению на залежах с трудноизвлекаемыми запасами.

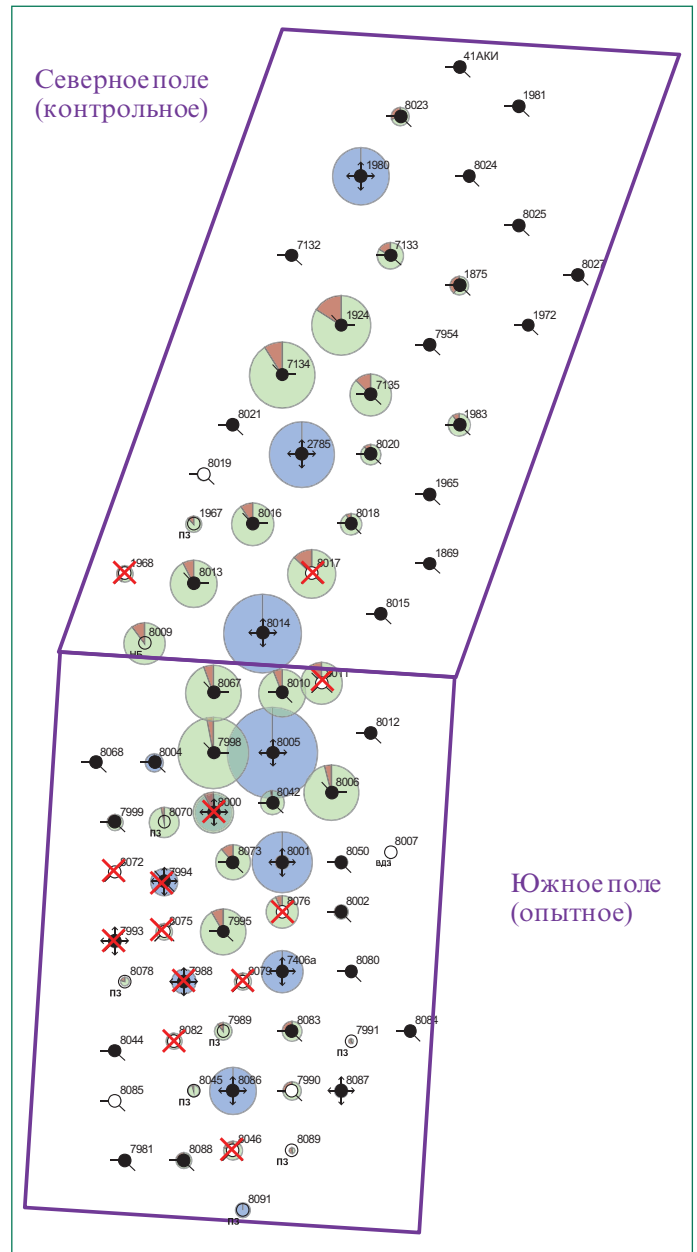
В 1994 г. был продолжен анализ разработки Акинеевского участка. Выводы и рекомендации по дальнейшей эксплуатации участка сводились к следующему:

- уплотнение сетки скважин на южном поле позволило достичь практически той же величины коэффициента нефтеизвлечения (КИН), что и на северном поле, характеризующемся лучшими геолого-физическими характеристиками;
- текущий КИН по основному пласту СП достиг 0.423 (южное поле) и 0.464 (северное поле);
- освоенная система ППД позволила достичь относительно высоких темпов разработки, превышающих средние темпы разработки Николо-Березовской площади.

В «Проекте доразработки Арланского месторождения» (2001 г.) был выполнен краткий анализ опытных работ по Акинеевскому опытному участку. В работе был сделан вывод о том, что уплотнение сетки скважин на южном поле опытного участка с 16 га/скв. до 9 га/скв. в условиях площадной системы заводнения не привело к желаемым результатам. Анализ показал, что такие параметры системы разработки, как плотность сетки скважин, режим залежей, система воздействия и прочие, не смогли компенсировать достижения конечной нефтеотдачи аналогично северному полю и не оказались решающими. Однако следует отметить, что по южному полю достигнут более высокий КИН по сравнению с КИН по Николо-Березовской площади в целом, что свидетельствует о положительном влиянии внедрения интенсивных систем разработки [1].

В данной статье выполнен анализ сложившейся ситуации на текущую дату. Современное состояние скважин Акинеевского опытного участка показано на рисунке 1.

На карте разработки видно, что за прошедшие годы значительная часть скважин участка была ликвидирована, особенно много скважин было ликвидировано на южном поле с более плотной сеткой скважин.



**Рисунок 1.** Накопленные отборы и состояние скважин Акинеевского опытного участка на 01.01.2010 г.

За всю историю разработки по северному (контрольному) полю Акинеевского участка отобрано 1 060.9 тыс.т нефти и 7 032.1 тыс.т жидкости при обводненности 84.9%, в пласты закачано 4384.4 тыс. м<sup>3</sup> воды, накопленная компенсация отбора закачкой составила 69.4%. В добыче нефти на северном поле участвовала 31 скважина, в закачке участвовали три скважины (из них все три первоначально участвовали в отработке). Сравнительно низкая накопленная компенсация отборов жидкости закачкой связана с тем, что две из пяти проектных нагнетательных скважин так и не были переведены под закачку. Таким образом, на одну нагнетательную скважину приходится более

	Северное поле (контрольное)	Южное поле (опытное)
Площадь разбуренной части участка, км <sup>2</sup>	6.4	4.3
Плотность сетки проектная, га/скв.	16	9
Плотность сетки фактическая, га/скв.	20.6	9.6
Накопленная добыча нефти, тыс.т	1060.9	750.4
Накопленная добыча жидкости, тыс.т	7032.1	8645.9
Накопленная закачка воды, тыс. м <sup>3</sup>	4383.4	6288.0
Обводненность продукции, %	84.9	91.3
Средний дебит нефти, т/сут	4.3	3.0
Средний дебит жидкости, т/сут	28.2	34.8
Средняя приемистость, м <sup>3</sup> /сут	182.0	121.6
В добыче участвовали, скв.	31	44
В закачке участвовали, скв.	3(3 отр.)	13 (12 отр.)
Накопленная компенсация, %	69.4	82.8
Накопленная добыча на скважину, тыс.т/скв.	34.2	17.1

Таблица 1.

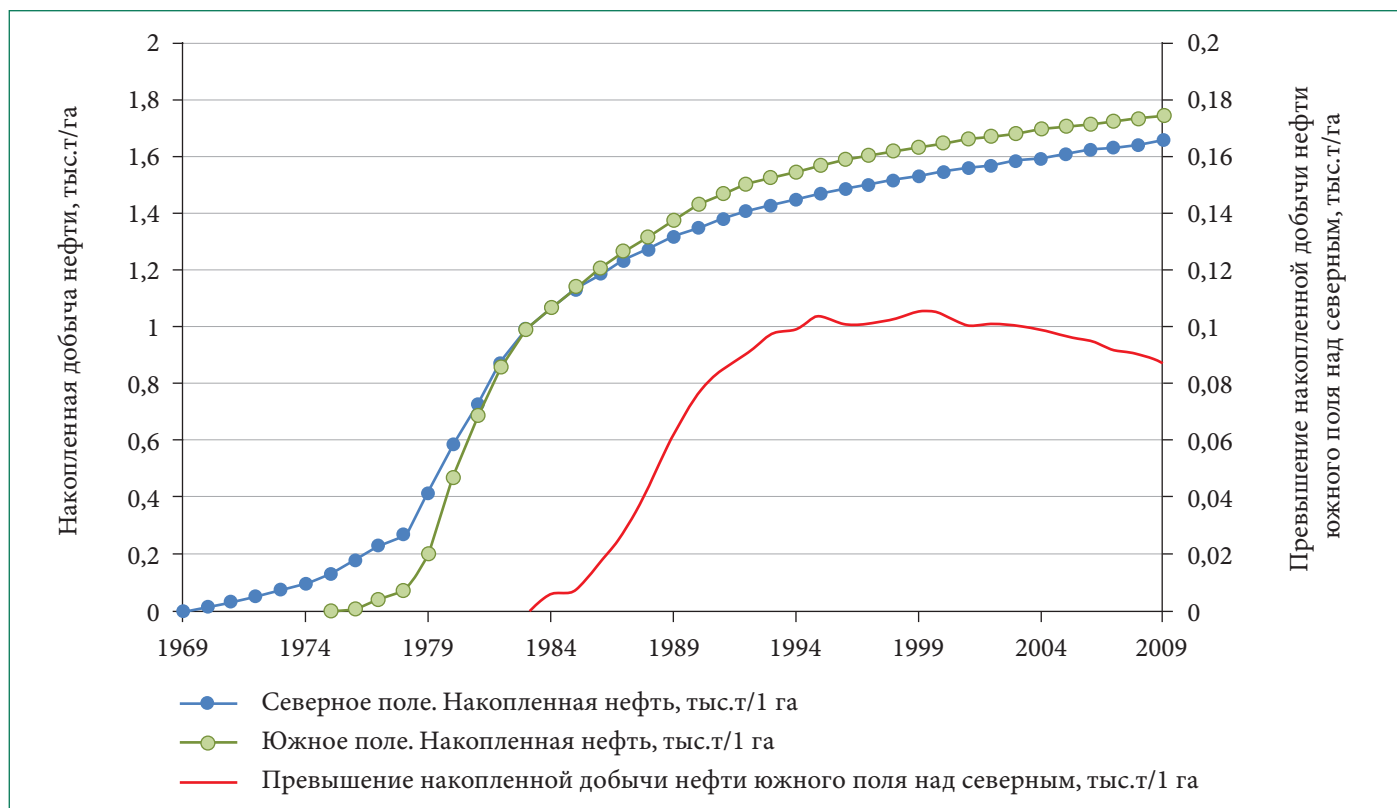
Сравнение показателей разработки северного и южного поля Акинеевского участка по состоянию на 01.01.2010 г.

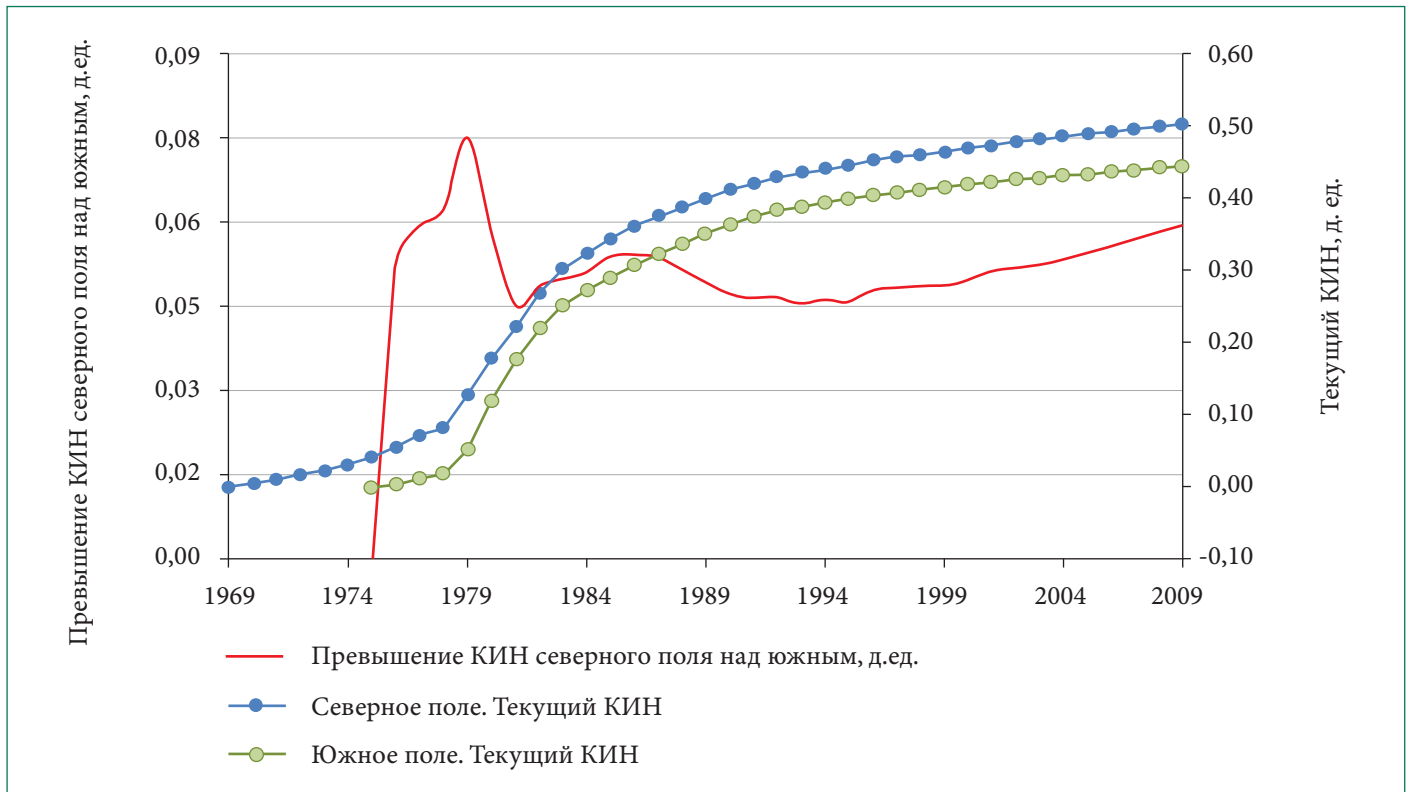
9 добывающих (вместо планируемых 6 добывающих скважин). Средний дебит по нефти для добывающих скважин северного поля Акинеевского участка составил 4.3 т/сут, средний дебит по жидкости – 28.2 т/сут. На одну скважину северного поля приходится 34.2 тыс.т добытой нефти, что является не очень высоким результатом, если сравнивать со скважинами Николо-Березовской площади в целом. Средняя приемистость скважин, участвующих в закачке, составила 182 м<sup>3</sup>/сут.

По южному (опытному) полю показатели следующие: за всю историю разработки из продуктивных залежей поля добыто 750.4 тыс.т нефти и 8 645.9 тыс.т жидкости, обводненность накопленной добычи составила 91.3%, в пласты закачено 6 288.0 тыс. м<sup>3</sup> воды. Накопленная компенсация отбора закачкой составила 82.8%, что несколько больше, чем по северному полю, но недостаточно для полной компенсации отбора. В добыче на южном поле пребывало 44 скважины, в закачке – 13 (из них 12 участвовали в отработке). Средний дебит по нефти составил 3.0 т/сут, средний дебит по жидкости – 34.8 т/сут. Средняя приемистость скважин, участвующих в закачке, составила 121.6 м<sup>3</sup>/сут.

Рисунок 2.

Зависимость накопленной добычи нефти на единицу площади по Акинеевскому опытному участку





**Рисунок 3.**  
Сравнение текущего КИН по опытным полям Акинеевского участка

На одну скважину южного поля приходится 17.1 тыс.т добытой нефти, что является в два раза меньшим значением, чем по северному полю участка.

Сравнение основных показателей опытного и контрольного полей Акинеевского участка приведено в таблице 1.

Первое, на что стоит обратить внимание: по северному полю Акинеевского участка проектное значение плотности сетки так и не было достигнуто. На текущую дату на южном поле в работе находится чуть более 50% скважин, причем более половины неработающих скважин были ликвидированы. По северному полю более 80% скважин находятся в работе.

Дебит нефти по скважинам северного поля выше при более низком значении обводненности добываемой продукции. По состоянию на 01.01.2010 г. на 1 га северного поля приходится 1.658 тыс.т накопленной добычи нефти, а на 1 га южного поля – 1.754 тыс.т (всего на 5.2% выше). Начиная с 2000 г., разница между величинами накопленной добычи нефти на единицу площади северного и южного полей постепенно уменьшается (рис. 2), что может привести, при сохранении данной тенденции, к сближению величин добычи на северном и южном полях.

Как отмечалось ранее, в соответствии с технологической схемой разработки Акинеевского опытного участка расчетные значения КИН по северному полю составили 0.452 по южному – 0.508. При выполнении работ по анализу участка в 1994 г., были показаны текущие значения

КИН: по северному полю – 0.464, по южному – 0.423. Таким образом, уже в то время имело место превышение проектного КИН по северному полю и недостижение проектного КИН по южному. При современной оценке геологических запасов опытного участка, текущий коэффициент извлечения нефти составляет по северному полю – 0.503, по южному полю – 0.444 (рис. 3).

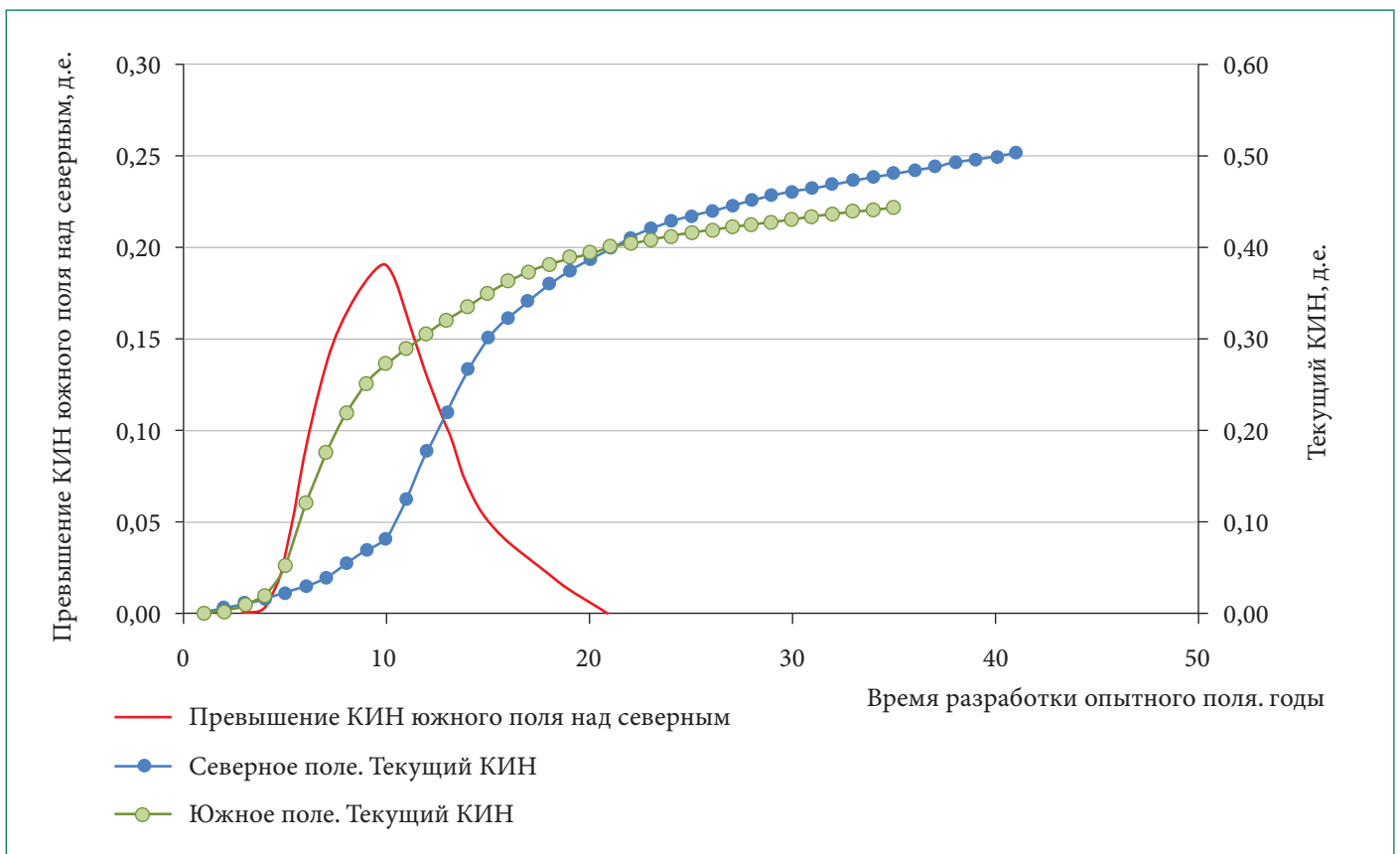
Отставание выработки южного поля связано и с более поздним вводом его в разработку. Оба поля разбуривались в течение 10 лет, однако разбуривание южного опытного поля началось на 7 лет позже, чем разбуривание северного контрольного поля (рис. 4).

При приведении кривых зависимости КИН от прошедшего времени к единому временному старту (условие одновременного ввода в разработку опытных полей), получаем превышение текущего КИН южного (опытного) поля над северным (контрольным) практически с первого года (рис. 5).

Таким образом, если бы опытные поля вводились в разработку одновременно, то превышение КИН на участке с более плотной сеткой скважин имело бы место только в течение первых 20 лет разработки. Конечно, при сравнительном анализе необходимо учитывать различие опытных полей по геолого-физическим характеристикам, плотности запасов, не стоит отбрасывать и техногенные проблемы, имевшие место на южном поле, а также более поздний ввод его в разработку. Несмотря на выше указанное, основным



**Рисунок 4.**  
Ввод скважин в разработку на северном и южном поле Акинеевского опытного участка



**Рисунок 5.**  
Зависимость текущего КИН по опытным полям Акинеевского участка от года разработки

результатом данного эксперимента, продолжающегося более 40 лет, является отсутствие прироста конечного КИН на завершающей стадии разработки месторождения за счет двукратного уплотнения сетки скважин. Эффект от уплотнения сетки скважин наблюдается на начальных этапах разработки (первые 20 лет), что положительно влияет на окупаемость работ по бурению, обустройству и т.п. К концу десятого года разработки (при условии одновременного ввода экспериментальных полей в разработку) КИН южного (опытного) поля составляет 0.273, что в 3 раза превышает КИН северного (контрольного) поля (0.083). В дальнейшем эффект от уплотнения сетки скважин начинает снижаться и к концу 20-го года разработки КИН контрольного участка превышает КИН уплотненного участка.

В заключении можно отметить, что сравнительный анализ коэффициентов извлечения нефти является несколько условным ввиду отсутствия утвержденных геологических запасов северного и южного полей. Сравнительный анализ по накопленной добыче нефти на единицу площади полей также условен из-за присутствия определенной погрешности в вычислении разбуренных площадей северного и южного участков. Для получения более качественных выводов сравнительный анализ проводился по различ-

ным показателям, поэтому получены несколько различные результаты. К примеру, при современном взгляде на величину текущего КИН, данный показатель по северному (контрольному) полю превышает показатель по южному (опытному) полю. По величинам накопленной добычи нефти на единицу площади показатель южного (опытного) поля превышает показатель северного (контрольного) поля. Проведенные сравнения по различным показателям сходятся в одном: примерно через 20-25 лет после начала разработки южное (опытное) поле начинает отставать от северного (контрольного) и по росту КИН, и по росту накопленной добычи на единицу площади, что в очередной раз подтверждает правильность основного вывода.

Этот долгосрочный интересный эксперимент хоть и близок к своему завершению, но полностью еще не закончен. В течение ближайших 10-15 лет продолжение эксперимента поможет более полно ответить на поднятые в статье вопросы, а его результаты позволят внести соответствующие коррективы в окончательную оценку эффекта от уплотнения сетки скважин на Акинеевском опытном участке. Полученные выводы могут быть в дальнейшем использованы с целью более эффективной разработки месторождений с аналогичными геолого-физическими характеристиками ■

## Литература

1. Проект доработки Арланского месторождения / Отчет БашНИПИнефть. Е.В.Лозин, Э.М.Тимашев и др., Уфа, 2001.

## ОПЫТ СЛОВАМИ НЕ ЗАМЕНИШЬ



Моноблочный ПК Kraftway Studio с сенсорным экраном

Лидер отечественной ИТ-индустрии компания Kraftway давно и плодотворно работает с российскими предприятиями, занимающимися геологоразведкой и разработкой недр, предлагая целый арсенал современных технических средств: от рабочих станций для визуализации данных и персональных суперкомпьютеров до мощнейших кластерных комплексов. Один из таких комплексов был установлен в ОАО «Севергеофизика» и позволил в разы увеличить производительность и эффективность обработки и интерпретации данных сейсморазведки и ГИС для поиска месторождений углеводородов.

Новые продукты компании для оснащения рабочих мест операторов реализованы на основе новейшей разработки Kraftway – эргономичного моноблочного ПК с сенсорным дисплеем, поддерживающим многоточечное нажатие. С его помощью стало гораздо удобнее манипулировать трехмерными объектами на экране монитора, меняя их расположение, масштаб и ориентацию простым движением руки.

Новые моноблоки Kraftway Studio, как и вся остальная продукция компании, производятся на самом современном российском заводе, введенном в эксплуатацию в 2007 году. В его строительство было инвестировано более 20 млн. дол. Владея уникальным предприятием, способным выпускать до миллиона единиц продукции в год, компания гарантирует своим потребителям стабильно высокое качество, достижимое только в промышленных условиях, и заменяет понятие «российская сборка» на «российское производство».

Накопленная компанией экспертиза в разработке и производстве современных средств вычислительной техники, успешные внедрения, поддержка и обслуживание сложных комплексов на предприятиях нефтегазовой отрасли заложили фундамент для дальнейшего развития сотрудничества Kraftway с ведущими компаниями этой индустрии. Ведь опыт словами не заменишь.

Узнайте больше о решениях Kraftway для нефтегазовой индустрии на [www.kraftway.ru](http://www.kraftway.ru)

Завод электронного оборудования в г. Обнинск

