

УДК 550

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ЗАВОДНЕНИЯ



**А.С. МАРДАНОВ\***,  
управляющий директор  
по моделированию и  
мониторингу разработки  
месторождений



**Р.А. ЮСУБАЛИЕВ**,  
директор департамента  
мониторинга разработки



**М.Т. ГАЛЫМ**,  
главный специалист  
департамента геолого-  
гидродинамического  
моделирования

Филиал ТОО «НИИ ТДБ «Казмунайгаз»  
«Каспиймунайгаз» в г. Атырау, Республика Казахстан,  
060015, Атырауская область, сельский округ Геолог, г. Атырау, село Бірлік,  
промышленная зона Телемунара, строение 4

*На нефтяном месторождении два объекта, разрабатываемые приконтурным заводнением, обоснованно определены как элементы разработки. Составлены рейтинги и ранжирование элементов разработки. По характеристике вытеснения произведена оценка начальных извлекаемых запасов. Установлено, что накопленная добыча нефти превышает утвержденные запасы. Анализ состояния разработки (карты изобар и карты плотностей остаточных запасов) также подтвердил несоответствие запасов с проектными показателями. Для выявления гидродинамической связи проведен анализ влияния нагнетательных скважин на окружающие добывающие скважины. Для каждой нагнетательной скважины месторождения был построен диагностический график Холла. На основании выполненных исследований рекомендованы мероприятия с целью достижения необходимой приемистости для вытеснения остаточных извлекаемых запасов нефти в забой добывающих скважин и для поддержания энергии пласта.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нефтяное месторождение, ранжирование блоков, объекты разработки, элементы разработки, система разработки, коэффициент извлечения нефти, поддержание пластового давления, заводнение, расчет давления по материальному балансу, начальные извлекаемые запасы, остаточные запасы, график Холла, целевая приемистость, рекомендации.

\*Автор для переписки. E-mail: mardanov\_as@mail.ru

## ҚАБАТҚА СУ АЙДАУ ПРОЦЕСІН БАСҚАРУ

**А.С.МАРДАНОВ**, мұнай-газ кен орындарын модельдеу және игеру мониторингі департамент-терін басқарушы директор

**Р.А. ЮСУБАЛИЕВ**, игеру мониторингі департаментінің директоры

**М.Т. ҒАЛЫМ**, мұнай-газ кен орындарын геологиялық-гидродинамикалық модельдеу департаментінің бас маманы

«ҚазМұнайгаз» өндіру және бұрғылау технологиялары ғылыми-зерттеу институты» ЖШС  
Атырау Қаласындағы филиалы. Қазақстан Республикасы, 060011, Атырау о.,  
Геолог ауыл о., Атырау қ., Бірлік ауылы, өнеркәсіптік аймақ Телемұңара, 4 құрылыс

*Мұнай кен орнындағы 2 игеру нысандары шектеубойлық сумен тоғыту әдісімен игерілу-де. Бұл әдіс барлық жағынан толықтай негізделген игеру элементі ретінде енгізілген болатын. Осы ғылыми жұмыста игеру элементтерінің маңыздылық дәрежесін анықтау және бағалау әдістері қолданылды. Кезінде мұнайдың өндірілмелік қорлары әртүрлі ығыстыру сипаттама әдістері арқылы бағаланған болатын. Бірақ алынған мұнай көлемінің бекітілген өндірілмелік қордан асып кеткені анықталды. Бұл игерудің қазіргі жағдайын талдау барысында (изобар карталары мен игерілмек қалдық қорларының тығыздылығын көрсететін карталар арқылы) жоба көрсеткіштерінің бекітілген қорлармен сәйкессіздігін дәлелдеп отыр. Гидродинамикалық байланысын анықтау үшін тоғыту ұңғымаларының айналасындағы өндіру ұңғымаларына тигізер әсері зерттеліп талданды. Әрбір тоғыту ұңғымасы үшін Холл диагностикалық графиктері тұрғызылды. Аталған зерттеулер негізінде мұнай қабатындағы қалдық қорды өндіру ұңғымаларына қарай ығыстыру үшін қажетті де тиімді су айдау көлемін анықтауға бағытталған шаралар ұсынылды.*

**НЕГІЗГІ СӨЗДЕР:** мұнай кен орны, дербесжон, дербесжондық бағалау, игеру нысандары, игеру элементтері, игеру жүйесі, игерілу коэффициенті, қабат қысымына әсер ету, қабатқа су айдау, материалдық баланс әдісімен қысым есептеу, бастапқы игермелік қорлар, игерілмек қалдық қорлар, Холл графигі, көзделген мақсатқа жету үшін айдалатын су көлемі, ұсыныстар

## WATERFLOODING PROCESS CONTROL

**A.S. MARDANOV**, Managing Director of monitoring the development and modeling Department.

**R.A. YUSSUBALIYEV**, Director of monitoring of production Department.

**M.T. GALYM**, Chief specialist of hydrodynamic and geological modeling Department.

Branch of the LLP «Scientific Research Institute of Production and drilling technology of «KazMunayGas» «Caspimunaigas» in Atyrau city, Republic of Kazakhstan, 060011, Geolog rural district, Atyrau c., Birlik d., 4 building

*Two objects being exploited in the oil field by edge water flooding are reasonably identified as elements of exploitation. Ratings and element exploitation rankings are compiled. Initial recoverable reserves were estimated according to displacement characteristics. It is confirmed that the cumulative oil production exceeds approved reserves. An analysis of the state of exploitation (isobar maps and residual recoverable oil density maps) also confirmed contradiction of the reserves with the figures in the project. To identify hydrodynamic connection an analysis of the impact of injection wells on the surrounding production wells was carried out. For each injection well of the field a diagnostics Hall graph was constructed. Based on the studies performed workover operations are recommended to achieve the required injectivity, to displace residual recoverable oil reserves to the bottomhole of producing wells and to maintain reservoir pressure.*

**KEY WORDS:** oil field, block ranking, exploitation objects, exploitation elements, exploitation system, oil recovery factor, formation pressure maintenance, waterflooding, pressure calculation by material balance, initial recoverable reserves, residual recoverable reserves, Hall graph, target injectivity, recommendations.

## ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методов оценки показателей эффективности системы заводнения в процессе освоения нефтяных месторождений много и все они различаются в особенностях учета неоднородности пласта, в подходах к расчету площадного охвата заводнением, удельного коэффициента вытеснения, приемистости нагнетательных скважин и других переменных, которые оказывают влияние на эффективность применения заводнения.

Выполненное исследование по анализу и оптимизации системы заводнения на нефтяном месторождении должно решить возникающие в процессе разработки проблемы и внести коррективы для получения достоверной информации и снижения рисков неопределенностей.

Наиболее часто встречающиеся сложности и затруднения при поддержании пластового давления технологией заводнения приведены ниже.

### Многопластовые месторождения:

- при разработке нескольких пластов совместным фондом довольно трудно проследить историю добычи по каждому пласту в отдельности;
- если между пластами нет флюидоупора и разработка пластов идет с различной интенсивностью, то могут возникать перетоки между пластами;
- проводить мониторинг пластового давления в условиях, когда в большей части скважин перфорированы несколько пластов, практически невозможно.

### 1) Месторождения с карбонатными коллекторами:

- неопределенности в начальных геологических запасах:
  - наличие двойной пористости (естественные трещины), достоверная оценка ее объема – крайне сложная задача;
  - изменчивость структуры;
- карбонатные коллектора не выдержаны по площади, а количество исследований ограничено, поэтому оценка активности законтурной области (аквифера), зачастую носит интуитивный характер;
  - ориентация естественных трещин известна в исключительных случаях, а ведь эта информация позволила бы снизить риски преждевременных прорывов нагнетаемой воды в добывающие скважины еще на этапе формирования системы ППД.

### 2) Все месторождения

- наличие ошибок в истории добычи/закачки;
- отсутствие полной истории замеров давлений (пластовых, забойных, устьевых);
- недостаточное количество и низкое качество ГДИС;
- недостаточное количество и не всегда хорошее качество ПГИС;
- низкий охват заводнением;

- прорывы нагнетаемой воды к добывающим скважинам по системе естественных/техногенных трещин или по высокопроницаемым пропласткам;
- недостаточный объем закачки – компенсация ниже 100%;
- наличие литологических границ между нагнетательной и добывающей скважинами (сбросы, зоны выклинивания коллектора, зоны ухудшенных свойств коллектора);
- негерметичность эксплуатационных колонн нагнетательных скважин.

Проблемам и специфике технологии поддержания пластового давления заводнением посвящены теоретические и практические разработки, многочисленные научные публикации. Ряд литературных источников в той или иной степени учтены и использованы авторами данного исследования [1–12].

## СКРИНИНГ, РАНЖИРОВАНИЕ БЛОКОВ

На нефтяном месторождении эксплуатируются два объекта среднеюрского горизонта (J-II-1 и J-II-2), которые разделены глинистой перемычкой мощностью в пределах 150 метров. На объектах реализована избирательная система разработки. Точных рядов нагнетательных и добывающих скважин не прослеживается (таблица 1).

Таблица 1 – Основные показатели ранжирования блоков

Объект	№ блока	НГЗ	КИН (проект)	НИЗ (проект)	ОИЗ	Отбор от НИЗ	Накопленная добыча нефти	КИН (тек)	Темп отбора	Компенсация отборов жидкости в пластовых условиях текущая	Компенсация отборов жидкости в пластовых условиях накопленная	$P_{пл.тек.}$	Действ. доб. скв.	Действ. наг. скв.	P/I	НИЗ <sub>ВНФ+ФРПС</sub>	ОИЗ (НИЗ <sub>ВНФ+ФРПС</sub> -Добыча)
		тыс. т	д. ед.	тыс. т	тыс. т	%	тыс. т	д. ед.	%	%	%	атм	шт	шт	шт/шт	тыс. т	тыс. т
MI	all	12021	0,528	6344	690	89	5653	0,470	17	72	75	156	87	16	5	9676	4023
1	1	6457	0,669	4320	301	93	4019	0,620	26	72	74	144	63	13	5	6083	2064
II	2	5564	0,364	2024	389	81	1635	0,294	8	130	111	168	25	3	8	2339	704

Система закачки более подходит к приконтурному типу заводнения. Согласно геологической модели, тектонические нарушения и гидродинамические барьеры отсутствуют. Так как площадь и фонд скважин позволяют, два объекта принимаются как два элемента разработки (ЭР). Текущая система разработки с картой накопленных отборов, построенных в ПО NGT-SMART, показана на рисунке 1.

Согласно истории разработки месторождения, только три скважины работали

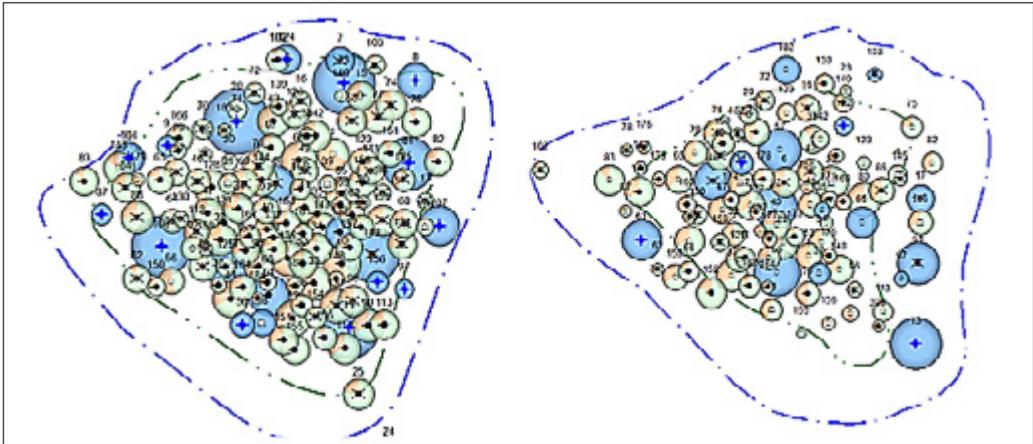


Рисунок 1 – Текущая система разработки с картой накопленных отборов

совместно на два объекта. В то же время имели место частые переходы между объектами. По этой причине до начала работ были проверены перфорации и изоляции по каждой скважине, после чего добыча и закачка были перераспределены по kh (абсолютная проницаемость, умноженная на мощность). В результате пересмотра добычи по kh, между объектами разработки только 2% от накопленной добычи нефти перешли из первого объекта во второй, накопленная добыча воды уменьшилась на 2%, накопленная закачка не изменилась.

Далее был составлен рейтинг ЭР на основании комплексного параметра, включающего: ОИЗ, показатели текущего КИН, текущие и накопленные компенсации и темпы отбора, согласно методике, разработанной специалистами ТОО «НИИ ТДБ «КазМунайГаз». Показатели ранжирования ЭР по месторождению в целом и по объектам отдельно, приведены в *таблице 1*.

Результаты скрининга I блока (первого объекта) показывают, что текущий КИН уже достиг значения 0,62 д. ед. при проектном – 0,669 д. ед. Для коллектора с проницаемостью по газу равной 147 мД такой результат выглядит сомнительным.

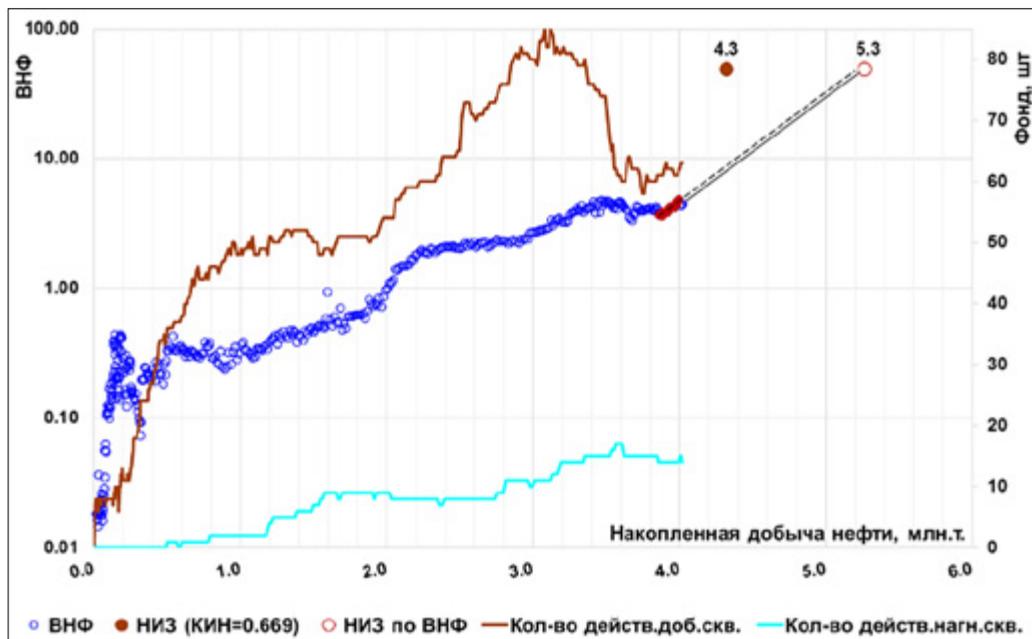
При построении зависимости КИН от Е<sub>в</sub> в начале замечается резкий рост обводненности, несмотря на то, что закачка воды еще не начата. В первые годы, до начала закачки, КИН достигал 0,08 д. ед. Но за пять лет, после начала закачки, КИН увеличился до 0,19 д. ед. при текущей компенсации 50%. Причиной этого могут быть факторы:

- проблемы с наземным учетом добычи нефти;
- перфорация интервалов, ранее не вовлеченных в разработку и не учтенных при подсчете запасов;
- перетоки флюидов между пластами, в заколонном пространстве или через интервалы перфорации ранее изолированные, но работающие согласно данным ГИС-к.

В 1999–2005 гг. наблюдалась нормальная динамика вытеснения, но, начиная с 2005 года, происходит значительный рост добычи нефти при значительном сокращении объемов закачки, как будто в разработку ввели новую залежь. Аналогичную

тенденцию можно видеть на графике, построенном суммарно по двум объектам разработки, что подтверждает предположение о том, что такой значительный рост добычи нефти в период с 2005 по 2017 гг. мог произойти только благодаря приобщению запасов, не учтенных госбалансом.

Далее были построены зависимости, которые также показывают резкое увеличение обводненности. Начальные извлекаемые запасы (НИЗ) нефти оцениваются по характеристике вытеснения. Водонефтяное отношение (ВНФ) =  $f$  (накопленная добыча нефти) превышает утвержденные (4320 тыс. т) на 22% и составляют около 5260 тыс. т (рисунок 2).



**Рисунок 2 – График изменения водонефтяного отношения от накопленной добычи нефти I объекта месторождения**

Кроме этого, на графике зависимости КИН от массовой обводненности выделяются два периода, когда резко увеличивается обводненность (рисунок 3). Первый скачек, вероятнее всего, связан с добычей воды не из целевого объекта разработки (негерметичность эксплуатационных колон, ранее изолированные интервалы перфорации, перетоки через тонкую перемычку из вышележащего мелового пласта). Такой вывод можно сделать на основании анализа карт состояния разработки в 1987–1988 гг., на которых видно, что при полном отсутствии закачки на месторождении, в центре чисто нефтяной зоны, обводненность скважин то увеличивается, то снижается. Второй рост обводненности, вероятнее всего, связан с прорывами нагнетаемой воды к добывающим скважинам, а также нельзя исключать добычу воды не из целевого объекта разработки.

На втором объекте текущий КИН составляет 29,4%, при утвержденном 36,4%. КИН, достигнутый на режиме истощения за 11 лет, равен 6%. Несмотря на то, что

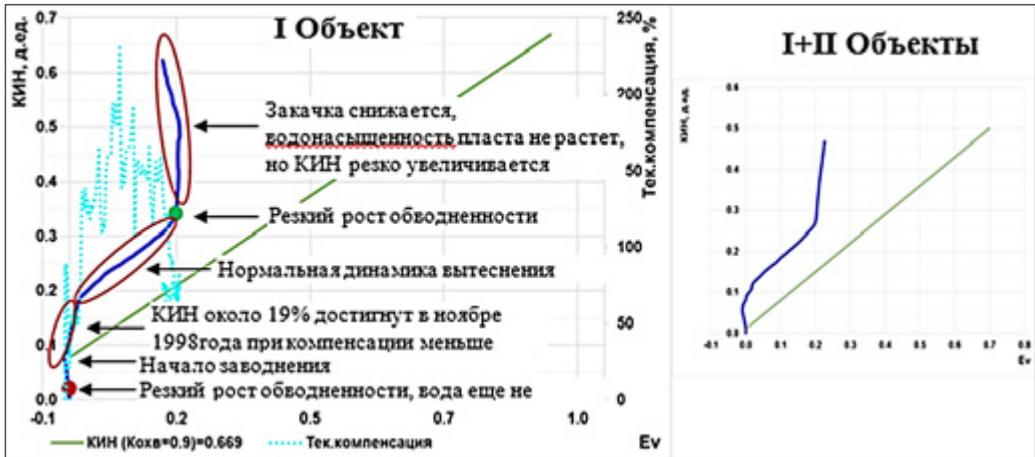


Рисунок 3 – Зависимость КИН от коэффициента охвата по объему I объекта месторождения

в процессе разработки второй объект был преимущественно перекомпенсирован (текущая компенсация достигала 400%), график зависимости КИН от коэффициента охвата по объему в целом, несмотря на флуктуации, выглядит как при нормальном вытеснении (рисунок 4). Прогноз по ВНФ показал возможное 5% увеличение НИЗ нефти (2151 тыс. т), по сравнению с утвержденным значением (2025 тыс. т) (рисунок 5). Скрининг выявил также два скачка обводненности, но немного раньше, чем по первому объекту. Причины увеличения добычи воды могут быть схожи с причинами, диагностированными на первом объекте.

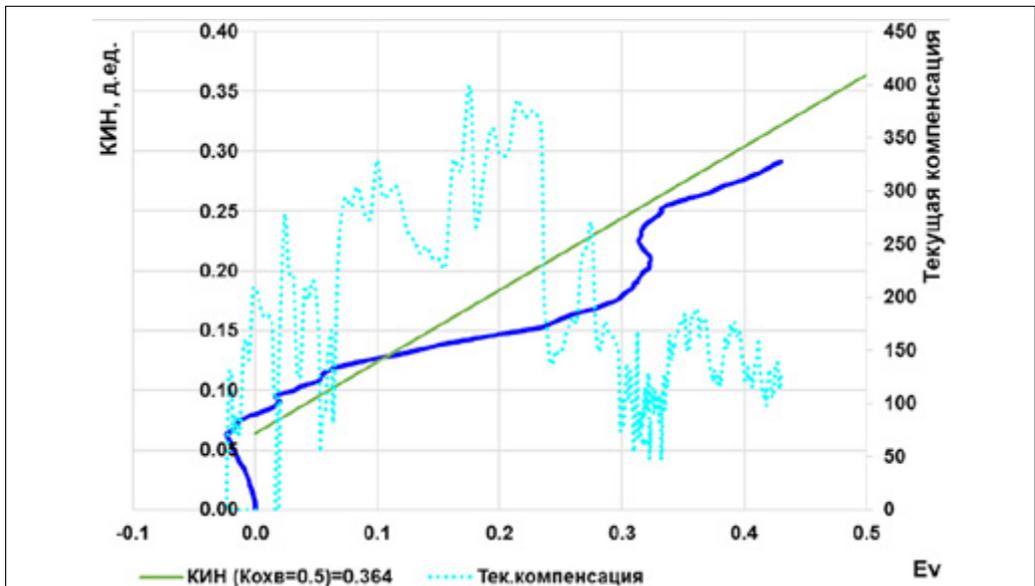


Рисунок 4 – Зависимость КИН от коэффициента охвата по объему II объекта месторождения

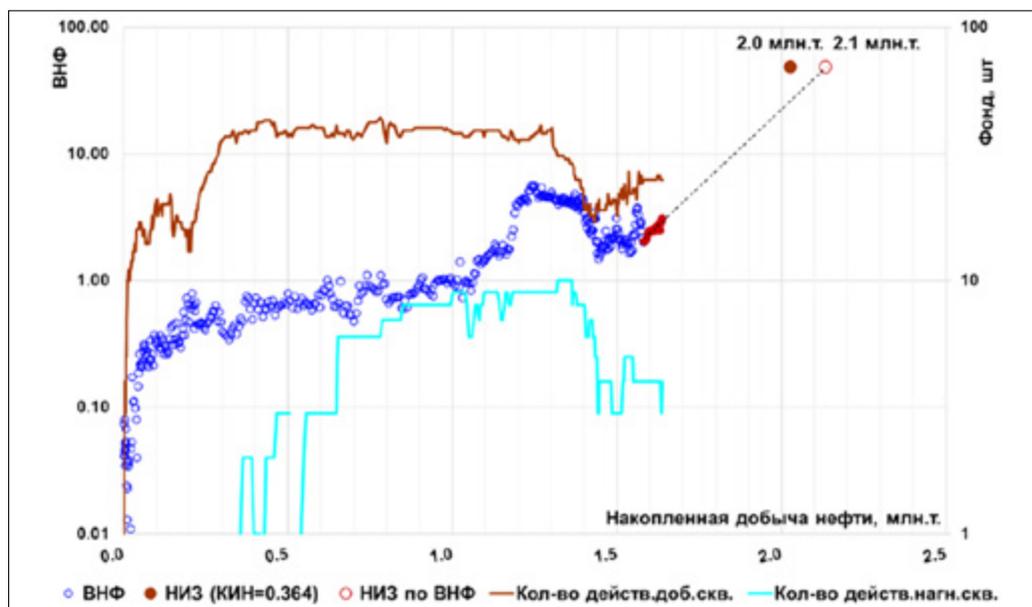


Рисунок 5 – График изменения водонефтяного отношения от накопленной добычи нефти по II объекту

Для выявления объема неэффективной закачки и активности законтурной воды проверялось соотношение порового объема с объемами добычи и закачки по расчету пластового давления по материальному балансу. Расчеты производились по объектам отдельно и по месторождению в целом.

По первому объекту в период 12.1998–03.2004 гг. неэффективность закачки составила 50%. Достижение схождения данных пластовых давлений, осредненных по картам изобар, с кривыми расчетного давления, полученными по материальному балансу, удалось путем увеличения объема законтурной воды всего в два раза от размера нефтяной залежи и притоком от нее  $100 \text{ м}^3$  с перепадом давления в 1 атм (см. рисунок 10). Расчетные давления настроить на фактические за время с 2005 по 2017 г. не удалось, поскольку наблюдалось резкое увеличение добычи нефти при замедлении темпа роста обводненности.

### УРАВНЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА

Согласно расчету материального баланса при отборах, зафиксированных в официальных МЭР, пластовое давление должно падать сильнее, чем фактически это происходит согласно замерам. Данные расчета давления по материальному балансу представлены на *рисунке 6*.

По II объекту удалось добиться хорошего схождения замеренных и расчетных пластовых давлений путем применения аквифера, объемом в 1,2 раза превышавшего размер нефтяной части (продуктивность составляет  $100 \text{ м}^3$  на перепад давления в 1 атм), а также путем исключения неэффективной закачки в размере 60% в период 04.1994–12.2000 гг. (*рисунок 7*).

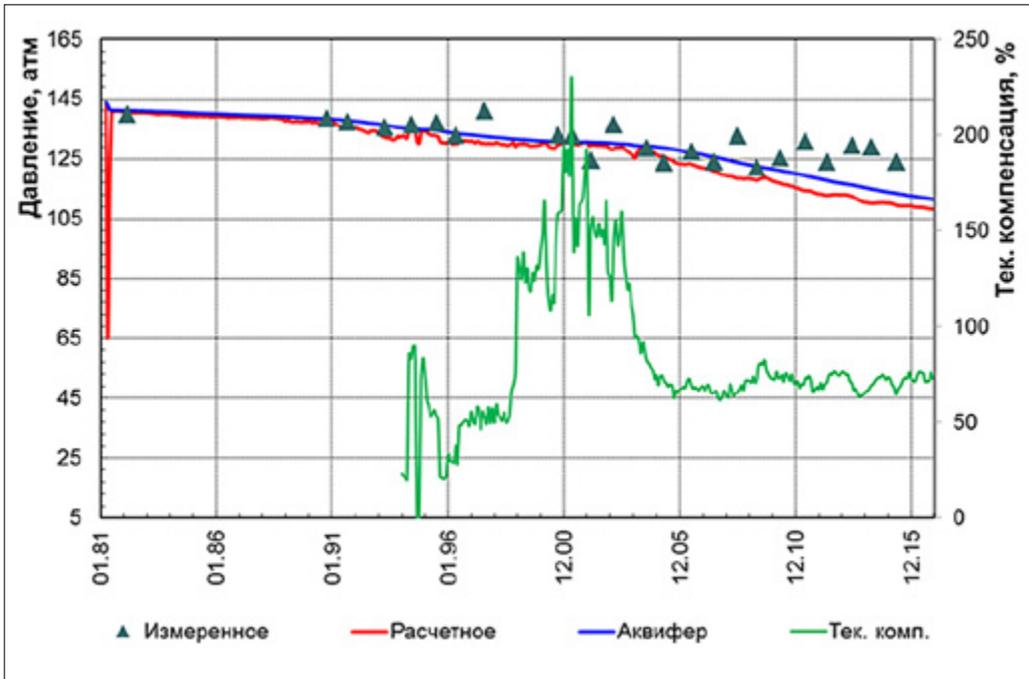


Рисунок 6 – Результаты расчета давления по материальному балансу I объекта

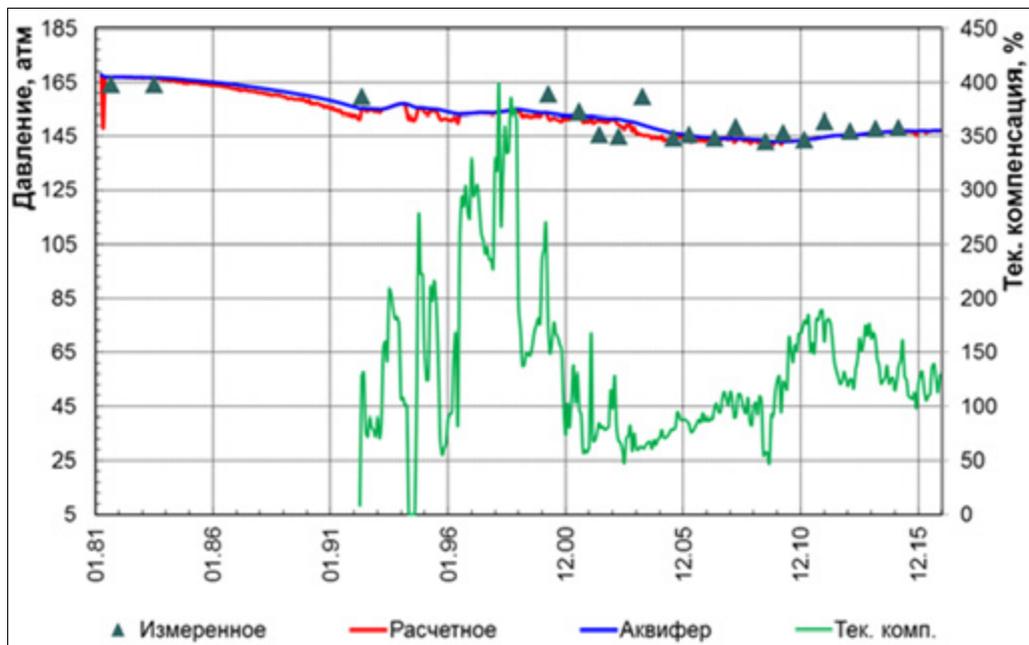


Рисунок 7 – Результаты расчета давления по материальному балансу II объекта

Расчет давления по материальному балансу, выполненный совместно для двух объектов, является более представительным. Скачок расчетного давления в период с 05.1981 по 02.1982 г. показывает добычу безводной нефти не из существующих объектов разработки (рисунок 8). Как видно из графика, тенденция падения расчетного давления сохраняется, что свидетельствует о том, что НГЗ нефти по объектам разработки должны быть больше чем утвержденные, либо часть нефти добыта не из существующих объектов разработки.

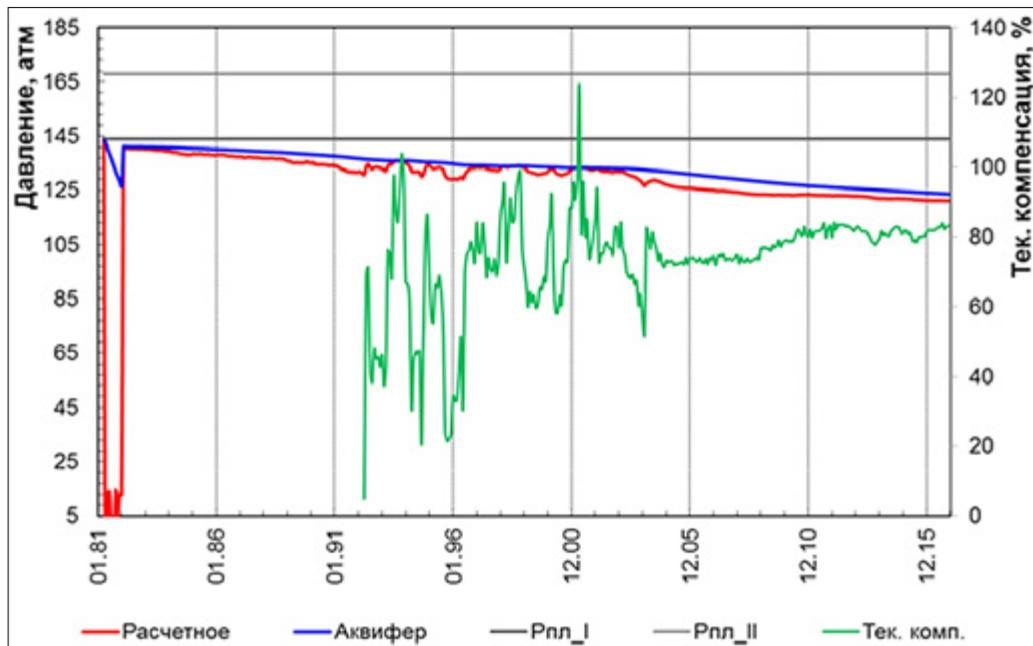


Рисунок 8 – Результаты расчета давления по материальному балансу I+II объект

## ПОСТРОЕНИЕ КАРТ ИЗОБАР И КАРТ ПЛОТНОСТЕЙ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ

В продолжение ранее проделанной работы были построены карты изобар по объектам и карты плотности остаточных запасов по пластам разработки после разделения добычи и закачки по КН и загрузки их в локальную базу. Было проанализировано состояние разработки блоков и их ранжирование для оценки корректности добычи закачкой по пластам.

Данный анализ состояния разработки по пластам также подтвердил несоответствие запасов с проектными показателями. Подсчитанные запасы ПЗ-2013 г. сильно занижены, так как накопленная добыча по J-I-I в среднем на 480 тыс. т превышает показатели НИЗ (рисунок 9, а). Текущий КИН по горизонту 0,826 д. ед., что превышает утвержденный КИН (ПЗ-2013 г. 0,685 д. ед.)

По J-I-II текущий КИН 0,533 д. ед., против утвержденного (ПЗ-2013 г.) 0,685 д. ед.  
По первому пласту II объекта (J-II-I) текущий КИН составляет 0.239 д. ед.,

утвержденный 0,365 д. ед. По пласту J-II-II тоже отмечено занижение запасов (рисунок 9, б). Текущий КИН составляет 0,384 д. ед., вместо утвержденного 0,362 д. ед. По прогнозу ВНФ, в пласте остается примерно 300 тыс. т нефти. Если судить по текущей карте плотности остаточных запасов, второй пласт почти выработан (см. рисунок 9, б).

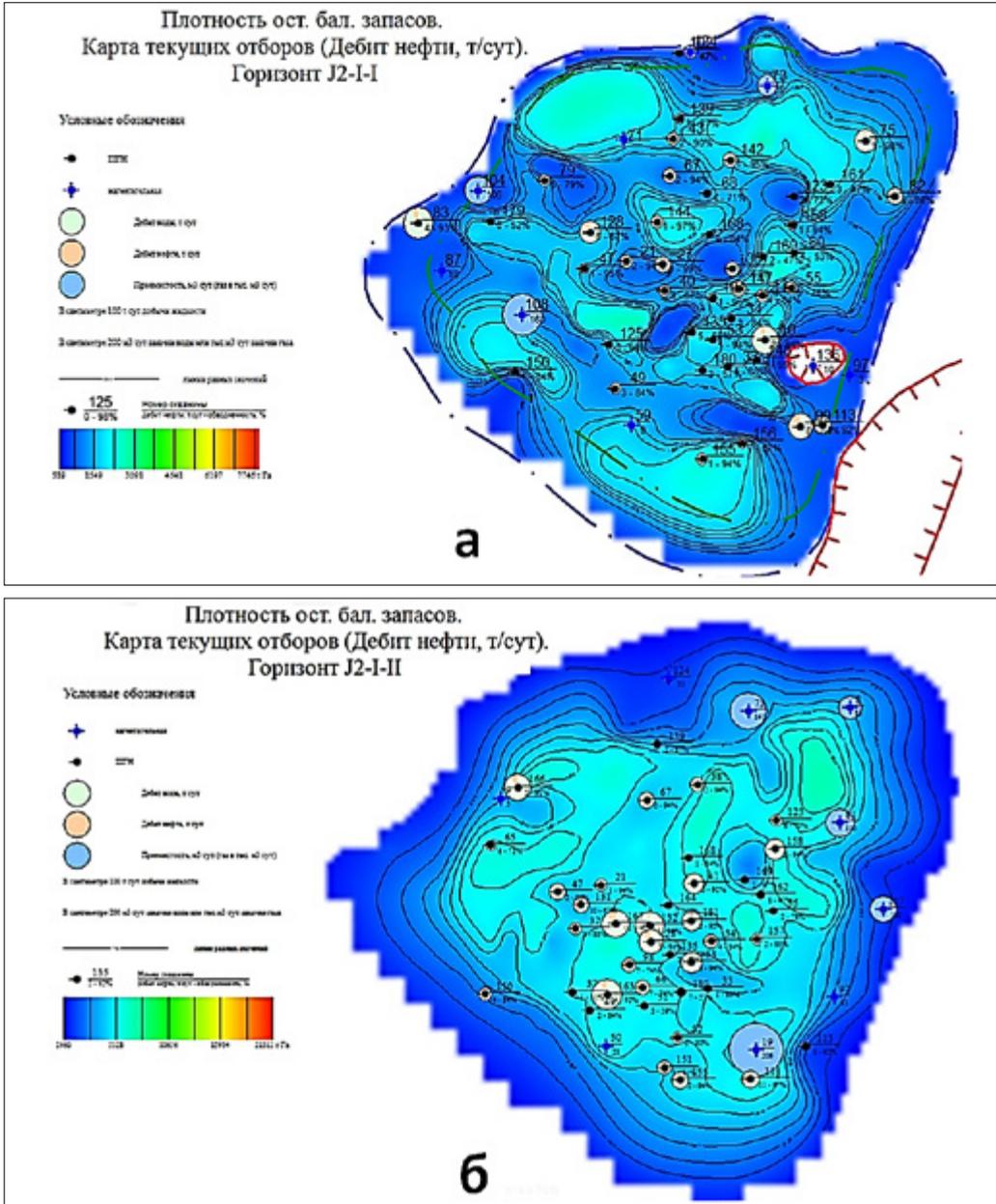


Рисунок 9 – Карта остаточных запасов пластов первого объекта:  
а – J-I-I, б – J-I-II

Согласно карте изобар (рисунок 10, а), в целом по I объекту давление снижено в среднем на 25–30 атм от начального. Как видно из карты, нагнетательные скважины не поддерживают энергетику объекта кроме трех скважин, в зоне которых зафиксированы высокие давления, скорее всего, недовосстановленного при исследовании КПД. По остальным скважинам возможно закачки ведутся не в целевой объект, а через негерметичные участки эксплуатационной колонны или ранее перфорированные участки в другом объекте.

По II объекту давление снижено в среднем на 50 атм от начального (рисунок 10, б). Как и на первом объекте, нагнетательные скважины работают при негерметичности эксплуатационной колонны.

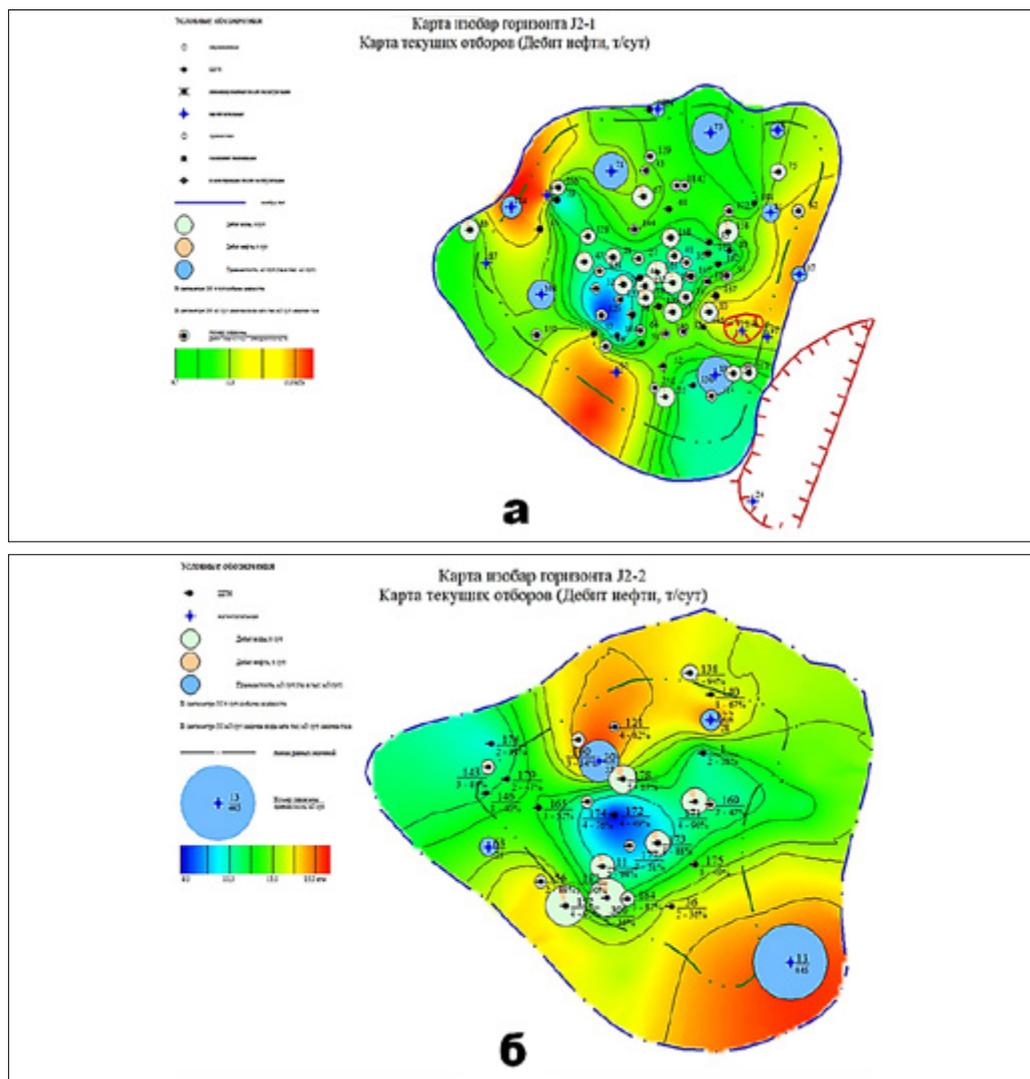


Рисунок 10 – Карты изобари текущих отборов объектов разработки: а – первого, б – второго

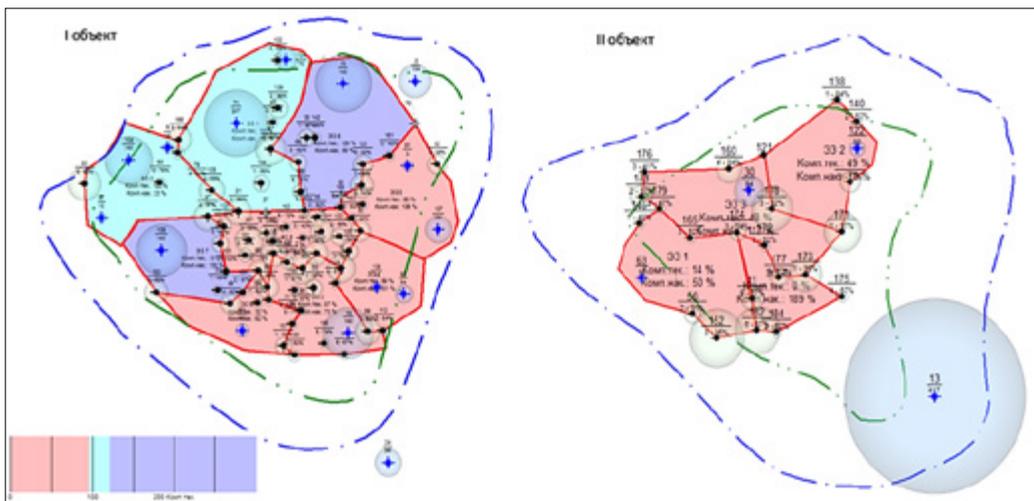
## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЗАКАЧКИ

Проведен анализ влияния нагнетательных скважин на окружающие добывающие с целью выявления между ними гидродинамической связи, для последующей оценки приемистости, необходимой для компенсации отборов реагирующих добывающих скважин, определения интервалов пласта в добывающих и нагнетательных скважинах, не вовлеченных в разработку, и интервалов, по которым циркулирует закачиваемая вода.

Анализ влияний по обоим объектам разработки не выявил сильной связи между нагнетательными и добывающими скважинами. Это, возможно, связано с закачкой не в целевые горизонты из-за негерметичности эксплуатационных колонн нагнетательных скважин.

Данные о текущих отборах I и II объекта и элементах заводнения представлены на *рисунке 11*.

Важно отметить, что до выдачи окончательных рекомендаций по регулированию закачки необходимо оценить забойные и устьевые давления, при которых происходит разрыв пласта. Забойные давления, при которых происходит авто-ГРП, могут быть оценены на основе градиентов разрыва, полученных по данным уже выполненных ГРП, устьевые – путем вычитания давления гидростатического столба.



*Рисунок 11* – Карты текущих отборов I и II объекта с элементами заводнения

## ГРАФИК ХОЛЛА

Для каждой нагнетательной скважины месторождения был построен диагностический график Холла, который основан на предположении об установившемся радиальном течении в призабойной зоне нагнетательной скважины и позволяет судить об изменении ее состояния в течение времени. Пример графика Холла представлен на *рисунке 12*.

Интерпретация графика Холла довольно проста. Если малому приращению устьевого давления соответствует большое приращение приемистости, это сви-

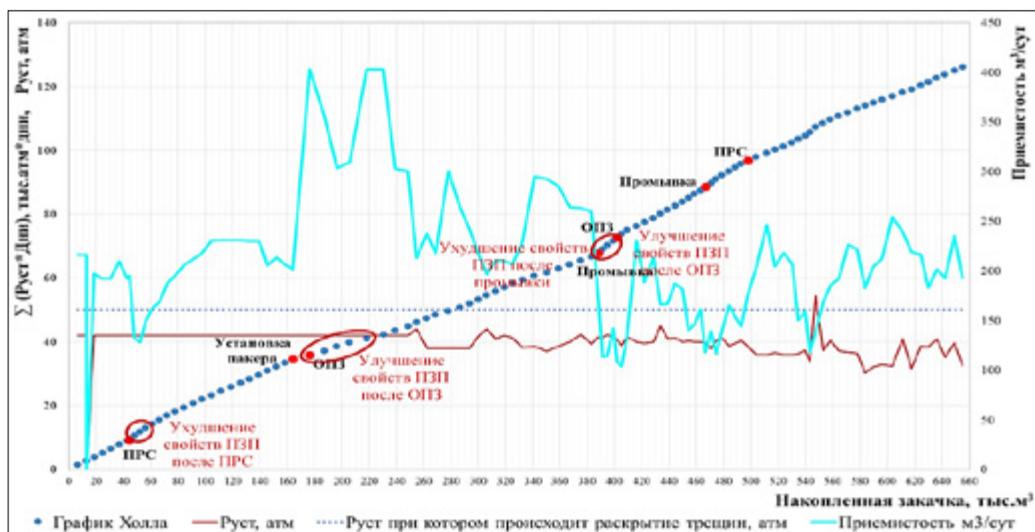


Рисунок 12 – Пример графика Холла

детельствует об улучшении свойств призабойной зоны пласта, что может быть следствием образования трещин авто-ГРП или результатом проведения ОПЗ. Если большому приращению устьевого давления соответствует малое приращение приемистости, то это говорит об ухудшении коллекторских свойств в призабойной зоне скважины.

## ОЦЕНКА ПРИЕМИСТОСТИ

На базе выполненных исследований для определения целевой приемистости нагнетательных скважин существующего фонда I и II объекта произведены расчеты. Пример такого расчета представлен в *таблице 2*.

Таблица 2 – Пример расчета целевой приемистости для нагнетательных скважин существующего фонда I объекта

Вариант расчета с существующим фондом 1 объекта								
Имя ячейки	Нагнет. СКВ.	Реагирующие ДОБ. СКВ.	Дебит жидкости, т/сут	Обвод.%	КУС	КУС*дебит жидкости	Целевая приемистость, м³/сут	Текущая приемистость, м³/сут
1	71+124	102	7,5	36,0	1,0	7,5	220	184+95=279
		128	44,9	86,0	0,5	21,2		
		139	0,0	0,0	1,0	0,0		
		144	27,5	96,0	1,0	27,5		
		166	44,7	82,0	0,8	33,8		
		168	39,5	72,0	0,5	20,8		
		21	46,1	94,0	0,4	18,1		
		27	0,0	0,0	0,2	0,0		

		41	0.0	0.0	0.2	0.0		
		43	18.1	84.0	1,0	18.1		
		67	23.0	96.0	0.8	18.0		
		68	29.5	87.0	0.3	9.7		
		79	22.4	76.0	0,4	8.3		
2	9+87+104	128	44.9	86.0	0.5	21.2	218	5+15+119=139
		166	44.7	82.0	0.8	33.8		
		21	46.1	94.0	0,4	18.1		
		47	47.5	93.0	0.5	23.0		
		65	26.4	67.0	1,0	26.4		
		79	22.4	76.0	0,4	8.3		
		83	50.9	90.0	1,0	50.9		
		80	15.6	48.0	1,0	15.6		
		82	39.0	85.0	1,0	39.0		
		85	0.0	0.0	0.3	0.0		

## ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

- Исследуемое нефтяное месторождение содержит два объекта среднеюрского горизонта, разрабатываемые с приконтурным заводнением, которые обоснованно принимаются как элементы разработки.

- Составлены рейтинги и проведено ранжирование элементов разработки, оценена корректность добычи закачкой по пластам.

- По характеристике вытеснения произведена оценка начальных извлекаемых запасов.

- Построенные графики изменения водонефтяного отношения от накопленной добычи нефти обоих объектов месторождения подтверждают, что накопленная добыча нефти превышает извлекаемые запасы, учтенные Государственным балансом по запасам полезных ископаемых.

- Анализ состояния разработки (карты изобар и карты плотностей остаточных запасов) также подтвердил значительное превышение объемов извлеченной нефти над проектными данными о запасах. Предполагается, что это могло произойти только благодаря освоению запасов, не учтенных госбалансом.

- Анализ влияния нагнетательных скважин на окружающие добывающие скважины позволил оценить характер гидродинамической связи между ними.

- Произведен анализ изменения КИН по блокам и во времени.

- Диагностические графики Холла, построенные для каждой нагнетательной скважины месторождения, позволяют судить об изменении ее состояния в течение времени.

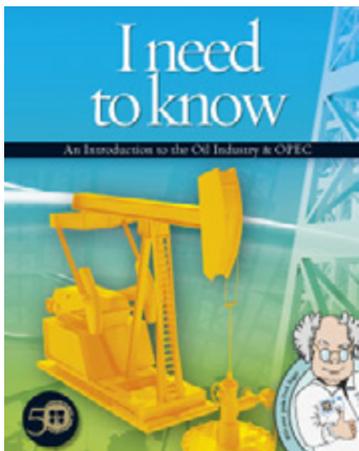
- На основании выполненных исследований рекомендованы мероприятия с целью достижения необходимой приемистости для вытеснения остаточных извлекаемых запасов нефти в забой добывающих скважин и для поддержания энергетики пласта.**

- Предложено переинтерпретировать материалы ГИС, выполнить анализ и обобщение всех данных, полученных в процессе разработки, произвести корректный пересчет запасов нефти данного месторождения.** 🌐

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Уолш М., Лейк Л. Первичные методы разработки месторождений углеводородов. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований. 2008 [Mark P. Walsh, Larry W. Lake A Generalized Approach to Primary Hydrocarbon Recovery. Moscow-Izhevsk: Computer Research Institute. 2008.]
- 2 Чудинова Д.Ю., Султанов Ш.Х. Оптимизация системы заводнения месторождения Когалымского региона с учетом геологического строения // Разведочная и промышленная геофизика: теория и практика: сб. докл. Девятой молодеж. науч.-практ. конф. Уфа: Информреклама. 2014. Вып. 8. С. 86–88. [Chudinova D.Yu., Sultanov Sh.Kh. Waterflood system optimization of a field in Kogalym region with respect to geological structure // Exploration and field geophysics: theory and practice: reports collection of the 9th youth scientific conference. Ufa: Inforeklama, 2014. Issue 8. P. 86–88.]
- 3 Чудинова Д.Ю., Чибисов А.В. Решение задачи оптимизации системы заводнения на объектах разработки в поздней стадии методами статистического анализа геолого-промысловых данных // Современные тенденции развития науки и технологий: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., г. Белгород. 2016. № 2–3. С. 127–129. [Chudinova D.Yu., Chibisov A.V. The solution of the task of waterflood system optimization on late stage development reservoirs by means of statistical analysis of field data // Modern tendencies of science and technology development: XI International scientific conference materials, Belgorod. 2016. № 2–3. P. 127–129.]
- 4 Фазлыев Р.Т. Площадное заводнение нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1979. – 254 с. [Fazlyev R. T. Areal flooding of oil fields. – M.: Nedra, 1979. – 254 p.]
- 5 Бакиров И.М. Развитие систем разработки нефтяных месторождений с применением заводнения в различных геолого-физических условиях. Автореф. дисс. докт. техн. наук. ГУП «ИПТЭР». – Уфа. 2012. – 48 с. [Bakirov I. M. Development of oil field development systems using flooding in various geological and physical conditions. Abstract. Diss. Doc. tech. sciences'. GUP «IPTEP». – Ufa. 2012. – 48 p.]
- 6 Дияшев Р.Н., Блинов А.Ф. Влияние объема и темпа отбора жидкости на нефтеизвлечение при разработке нефтяных месторождений методами заводнения // Прошлое, настоящее и будущее нефтяных месторождений в Республике Татарстан. Сб. докл. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию образования ОАО «Татнефть», 28 мая 2010 г. – Ч. 1. – С. 41–48. [Diyashev R. N. The impact of the volume and rate of liquid extraction in the oil field in the development of oil fields in the Republic of Tatarstan. The past, the present and the future of oil fields in the Republic of Tatarstan. Sat. Doc. scientific.-prakt. Conf. place of work. 60th anniversary of formation of JSC Tatneft, may 28, 2010. – Part 1. – P. 41–48.]
- 7 Муслимов Р.Х., Дияшев Р.Н., Хисамов Р.С. О некоторых последствиях внутриконтурного заводнения на многопластовом Ромашкинском месторождении и задачи контроля геофизическими методами // Второй китайско-русский научный симпозиум по геофизическим исследованиям скважин. Шанхай. 3–5 ноября 2002 г. Материалы симпозиума. – 2003. – С. 344–352. [Muslimov R. H., Diyashev R. N., Khisamov R. S. On some consequences of in-circuit flooding at the multi-layer Romashkinskoye field and problems of control by geophysical methods // the Second Sino-Russian scientific Symposium on geophysical studies of wells. Shanghai. On November 3–5, 2002, proceedings of the Symposium. – 2003. – P. 344–352.]
- 8 Дияшев Р.Н., Мациевский Н.С. Оценка охвата продуктивных пластов процессом заводнения // Нефтяное хозяйство. – 1984. – № 2. – С. 32–36. [The Diyashev R. N., Matsievsky N. With. Assessment of the coverage of productive layers flooding process // Oil industry. – 1984. – № 2. – P. 32–36.]

- 9 Владимиров И.В., Велиев Э.М., Альмухаметова Э.М. и др. Теоретическое исследование применения нестационарного заводнения в различных геолого-технологических условиях разработки залежей высоковязкой нефти // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2014.. – № 3. – С. 33–45. [Vladimirov I.V., Veliev, E.M., Almukhametova E.M. etc. Theoretical study on the application of non-stationary flooding in different geological and technological conditions of development of deposits of heavy oil // Problems of gathering, treatment and transportation of oil and petroleum products. – 2014. – № 3. – P. 33–45.]
- 10 Tempest–MORE. Руководство пользователя. Версия 6.3. Roxar, 2006. – 373с. [Tempest–MORE. User manual. Version 6.3. Roxar, 2006. – 373 p.]
- 11 Низаев Р.Х. Развитие технологий разработки трудноизвлекаемых запасов нефтяных месторождений на основе геолого-технологического моделирования. Дисс. док.техн. наук. Бугульма, 2010. – 220 с. [Development of technologies for the development of hard-to-recover oil reserves on the basis of geological and technological modeling. Diss. dock.tech. sciences'. Bugulma, 2010. – 220 p.]
- 12 Джавадые А.А., Гавура В.Е., Лapidус В.З. Оптимизация системы заводнения в различных геолого-промысловых условиях на разных стадиях разработки // Разработка нефтяных и нефтегазовых месторождений. Состояние, проблемы и пути их решения. Материалы совещания. – М.: ВНИИОЭНГ, 1996. – С. 61–70. [Dzhavadyae A.A., Gavura V. E., Lapidus V. Z. Optimization of the waterflooding system in various geological conditions at different stages of development of oil and oil and gas fields. State, problems and ways to solve them. The proceedings of the meeting. – М.: VNIIOENG, 1996. – P. 61–70.]



## НОВАЯ КНИГА

*Children Book «I need to know»* – это научно-популярная книга для детей «Мне нужно знать». изданная под эгидой «ОПЕК» и размещена на сайте организации: [https://www.opec.org/opec\\_web/en/publications/2333.htm](https://www.opec.org/opec_web/en/publications/2333.htm):

Это приобщение к познанию нефтяной отрасли: что такое нефть, как была обнаружена сырая нефть, как ее добывают из земли и превращают в другие продукты, как и почему в последние 150 лет преимущества от применения нефти изменили промышленность, изменили наш мир. 🌐