



УДК 622

АНАЛИЗ АЛГОРИТМА ПЛАНИРОВАНИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ**ANALYSIS OF THE ALGORITHM OF PLANNING OF OIL PRODUCTION****Мехтиев Фуад Рахим оглы**

начальник отдела разработки нормативов смет и энергетических ресурсов, НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, Баку, Азербайджан
fuadr.mehdiyev@socar.az

Аннотация. В статье рассмотрена проблема планирования добычи нефти на долгосрочную перспективу. Обосновано применение метода планирования, который корректируется с помощью статистических методов, исходя из прошедшего периода и текущего состояния залежи. Проанализирован алгоритм предлагаемого способа планирования со всеми расчетными показателями эксплуатации по горизонту СП месторождения «Гюняшли» с начала его разработки.

Прослежена динамика изменения во времени технологических показателей эксплуатации: количества добытой нефти и жидкости, обводненности продукции, количества добывающих скважин действующего фонда и их среднесуточных дебитов по нефти. Проанализировано влияние этих показателей друг на друга.

На основе сроков эксплуатации скважин и их количества разработан ковер движения фонда скважин для всего периода эксплуатации горизонта СП. По каждому году эксплуатации сформированы все виды фондов скважин: фонд новых скважин, переходящий фонд и бездействующий фонд.

На основании величины добычи жидкости, добычи нефти и количества добывающих скважин для каждой из 190 скважин и в целом по каждому году их эксплуатации, рассчитаны коэффициенты эксплуатации и коэффициенты изменения добычи нефти. По этим данным построен график динамики изменения этих коэффициентов за весь период разработки горизонта. Проанализирована возможность экстраполяции на перспективу.

Построена диаграмма рассеивания дебитов скважин в асимптотических координатах. Выявлены отклонения результатов при аппроксимации, которые явно выпадают из общей тенденции. Проанализированы эти отклонения в конкретных скважинах.

По выше рассчитанным данным проанализирован алгоритм метода перспективного планирования за весь период эксплуатации горизонта СП на месторождения «Гюняшли», путем сравнения фактического достигнутого уровня технико-экономических показателей с ранее планируемыми.

Ключевые слова: планирование добычи нефти, фонд скважин, дебит скважин, коэффициент эксплуатации, коэффициент изменения добычи нефти.

Mekhtiyev Fuad Rahim

Head of Department of development of standards of estimates and energy resources, NIPI «Neftegaz», SOCAR, Baku, Azerbaijan
fuadr.mehdiyev@socar.az

Annotation. In article the problem of planning of oil production for a long-term outlook is considered. Application of a method of planning which are adjusted by means of statistical methods, proceeding from last period and current state of a deposit is proved. The algorithm of the offered way of planning with all settlement indicators of operation on the horizon of the joint venture of the Gyunyashli field since the beginning of its development is analysed.

Dynamics of change in time of technological indicators of operation is tracked: amounts of the extracted oil and liquid, water contents of products, quantity of production wells of the operating fund and their average daily outputs on oil. Influence of these indicators at each other is analysed.

On the basis of terms of operation of wells and their quantity the carpet of the movement of a well stock is developed for the entire period of operation of the horizon of the joint venture. By every year of operation all types of well stocks are created: the fund of new wells passing fund and an idling well stock.

On the basis of the size of extraction of liquid, oil production and quantity of production wells for each of 190 wells and in general by every year of their operation, a rasschitanykoef-fitsiyenta of operation of an ikoeffitsiyenta of change of oil production. According to these data the schedule of dynamics of change of these coefficients for the entire period of development of the horizon is constructed. The possibility of extrapolation on prospect is analysed.

The chart of dispersion of outputs of wells in asymptotic coordinates is constructed. Deviations of results at approximation which obviously drop out of the general trend are revealed. Proanalizirovanyeti of deviations in concrete wells.

According to above to the calculated data the algorithm of a method of advance planning for the entire period of operation of the horizon of the joint venture on Gyunyashli fields, by comparison of the actual reached level tekhnikoekono-the micheskih of indicators with earlier planned is analysed.

Keywords: oil production planning, well stock, output of wells, operating factor, oil production change coefficient.

Эффективная деятельность нефтедобывающих предприятий в значительной степени зависит от того, насколько достоверно предвидится дальняя и ближняя перспектива их развития, в этих условиях возникает необходимость разработки и применения методики планирования добычи нефти.



Существует несколько подходов планирования объемов добычи нефти. В первом случае это планирование объема добычи нефти отдельно по объектам (горизонтам, пластам), после чего все расчеты суммируются для того, чтобы получить общий плановый объем. Во втором случае это планирование объемов добычи нефти в целом по предприятию с использованием средневзвешенных показателей, рассчитанных с учетом всех объектов.

Планирование начинают с расчета объемов добычи нефти из имеющегося фонда скважин месторождения, который складывается из разных групп скважин, отличающихся по своему назначению и технологическому состоянию. Планируемый объем добычи нефти рассчитывается как сумма объемов добычи нефти на вновь пробуренных скважинах, добычи из переходящего фонда скважин, а также скважинах, введенных из бездействия. Причем в переходящем фонде скважин расчеты целесообразно делить на две части, в зависимости от сроков ввода скважин в эксплуатацию:

- «новые» переходящие скважины, т.е. скважины, впервые введенные в эксплуатацию в предыдущем году;
- «старые» переходящие скважины, т.е. скважины, впервые введенные в эксплуатацию два года назад и более [1].

Алгоритм вышеуказанного метода перспективного планирования проанализирован на нефтеносном горизонте СП (свиты перерыва) месторождения «Гюняшли» с начала его разработки, путем сравнения фактического достигнутого уровня технико-экономических показателей и влияния отдельных факторов на его исполнение.

В настоящее время при планировании добычи нефти за основу принимаются результаты, которые уточняются и корректируются с помощью статистических методов, исходя из прошедшего периода и текущего состояния залежи. Этот метод базируется на статистической обработке данных о добыче и их экстраполяции на перспективу и чем длительнее расчетный период, тем более надежны расчеты [2].

Анализ планирования добычи нефти начинается с изучения каждой скважины как обособленного объекта с целью определения максимальной возможности добычи нефти с учетом геолого-технических условий эксплуатации, сроков ввода в действие скважин и их выбытия. Нефтедобычу планируют при помощи системы показателей, отражающих различные стороны эксплуатации месторождения.

По мере отбора нефти из пласта происходит изменение основных геолого-технических показателей разработки, падают дебиты скважин, изменяется число скважин в фондах, увеличивается обводнение добываемой продукции [3].

Динамика изменения добычи нефти и жидкости с горизонта СП с начала его разработки показаны на рисунке 1. Как видно из совмещенных графиков с каждым годом уменьшается доля нефти в объеме добываемой жидкости, т.е. возрастает обводнение пласта. Если в 2000 году соотношение количества пластовой воды и нефти в добываемой жидкости было 5,8 % и 94,2 %, то в 2015 году – 18,6 % и 81,4 % соответственно.

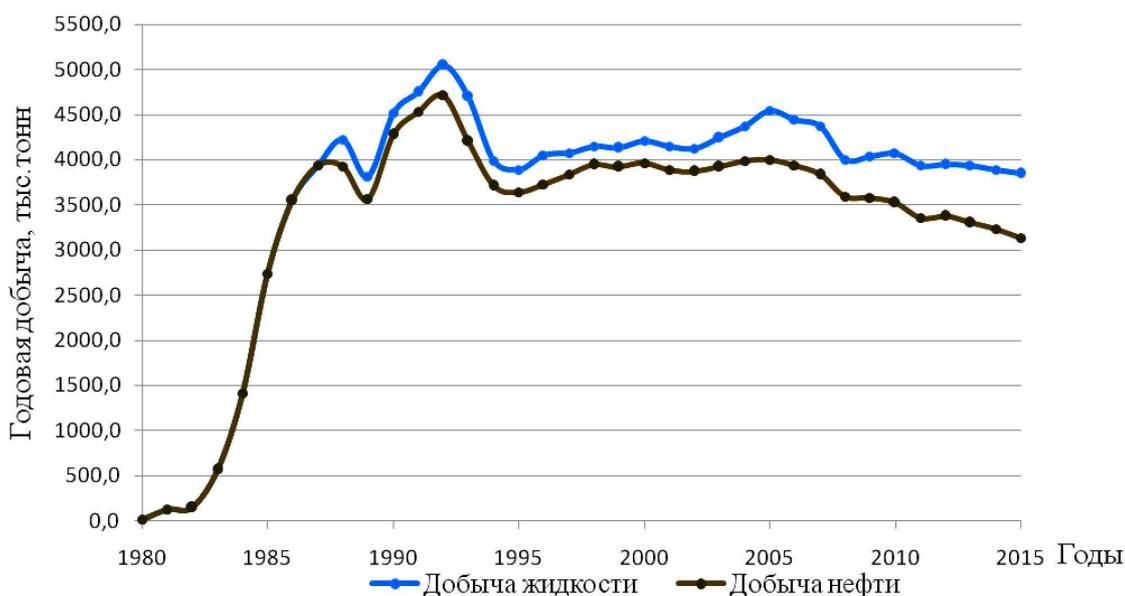


Рисунок 1 – Динамика добычи нефти и жидкости с горизонта СП с начала его разработки

Динамика изменения количества действующего фонда добывающих скважин и их среднесуточных дебитов по нефти с начала разработки горизонта СП показаны на рисунке 2. Как видно из графика, дебит скважин величина непостоянная во времени и на него влияют многие факторы: изменения



пластовых условий, обводнение добываемой продукции, выбытие из эксплуатации высокопродуктивных скважин по разным причинам и т.д.

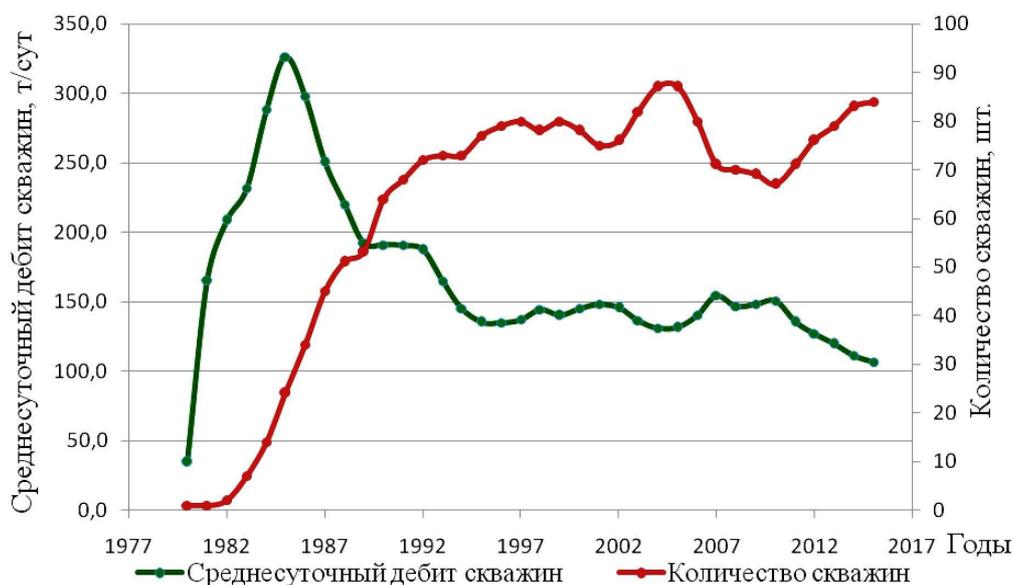


Рисунок 2 – Динамика изменения технологических показателей разработки горизонта СП

Анализируя графики на рисунке 1 и 2 можно сделать вывод, что поддержание темпов добычи нефти, при значительном снижении среднесуточных дебитов и повышении обводненности пласта, происходит за счет введения в эксплуатацию новых добывающих скважин. Этот фактор и позволяет держать довольно стабильную добычу нефти с горизонта СП.

Для целей планирования добычи нефти необходимо отследить движение фонда скважин, которое учитывает деление скважин по категориям, объемы буровых работ, геолого-технические и организационные мероприятия, предусматривающие возможность ввода скважин из бездействия, перевода с одной категории скважин в другую и выбывание скважин из эксплуатации по тем или иным причинам [4].

По каждому году эксплуатации горизонта СП, прежде всего, сформированы фонды скважин. Проанализированы план-графики строительства скважин за все годы. Сделана выборка всех эксплуатационных скважин пробуренных и освоенных на площади «Гюняшли». Отобраны скважины, бурящиеся на горизонт СП – новые скважины из бурения. Номера скважин, бурящихся на другие горизонты, сравнены с номерами скважин эксплуатируемых на горизонте СП в настоящее время. Отобраны скважины, переходящие с других горизонтов на горизонт СП – новые скважины, введенные в эксплуатацию с других горизонтов. На основе выборки новые скважины из бурения и новые скважины, введенные в эксплуатацию с других горизонтов, объединены в категорию «фонд новых скважин».

Проанализированы данные о продолжительности работы каждой скважины (190 штук) за весь период их эксплуатации. На основе сроков эксплуатации скважин и их количества разработан ковер движения фонда скважин по годам для всего периода эксплуатации горизонта СП. По коврику движения скважин для каждого года сформирован переходящий фонд скважин, в том числе:

- переходящие «новые» скважины;
- переходящие скважины из бездействия;
- переходящие «старые» скважины.

По коврику движения фонда скважин просчитана продолжительность промежуточного вывода из эксплуатации каждой скважины по годам. Продолжительное время вывода скважин из эксплуатации принимается как перевод скважин в бездействующий фонд скважин. Дата возвращения скважины в эксплуатацию принимается как введение скважины в эксплуатацию из бездействующего фонда.

На основании вышеуказанных расчетов по годам сформированы все виды фондов скважин, что является одним из главных факторов при анализе алгоритма планирования добычи нефти. На рисунке 3 показана среднегодовая структура рассчитанного фонда скважин при разработке горизонта СП.

К показателям использования эксплуатационного фонда скважин во времени относится коэффициент эксплуатации, учитывающий плановые и внеплановые простои добывающих скважин, который определяется как отношение фактически отработанного времени к календарному времени действующего фонда скважин. Таким образом, этот коэффициент отражает изменение календарного времени работы этих скважин, независимо от их причин.

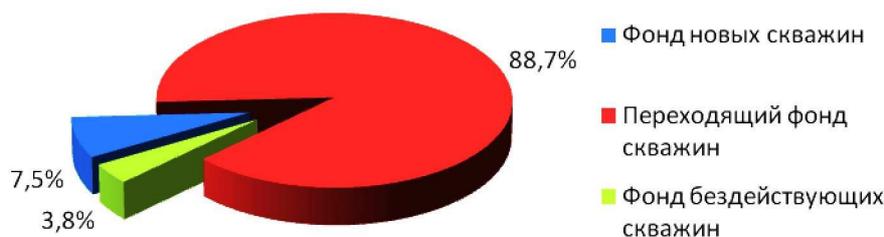


Рисунок 3 – Среднегодовая структура фонда скважин при эксплуатации горизонта СП

За все время разработки горизонта СП рассчитаны коэффициенты эксплуатации по каждой скважине (2360 позиций) и на основе этих расчетов выведены годовые коэффициенты эксплуатации для горизонта СП на месторождении «Гюняшли». По этим данным построен график динамики изменения коэффициентов эксплуатации за весь период разработки горизонта (рис. 4), где путем экстраполяции (красная линия) определяется ожидаемый коэффициент эксплуатации при планировании добычи нефти.

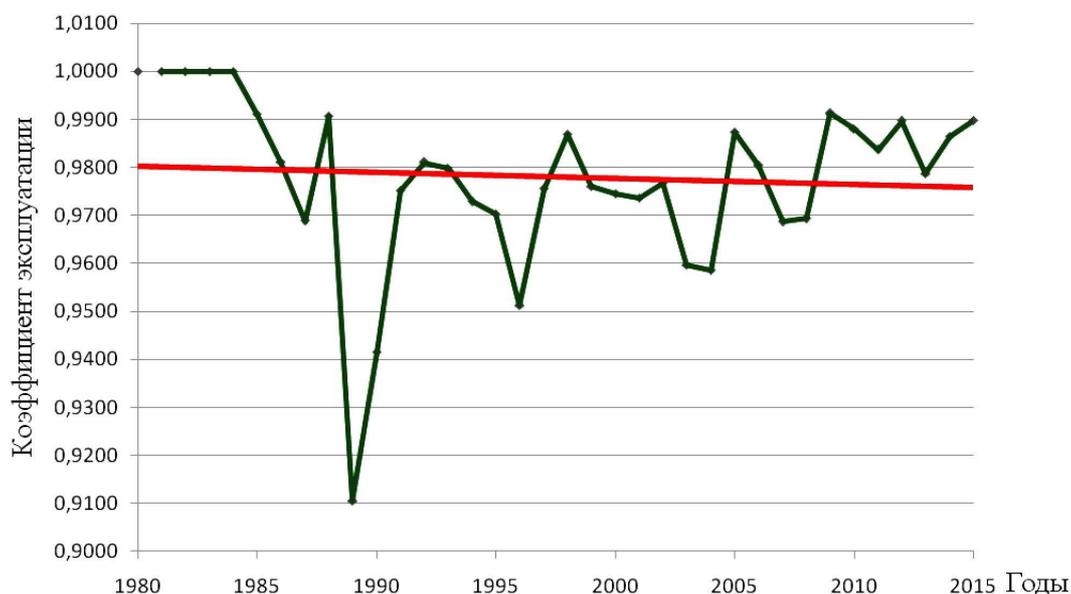


Рисунок 4 – Динамика изменения коэффициентов эксплуатации за весь период разработки горизонта СП

При проверке алгоритма планировании добычи нефти этот коэффициент рассчитывается по годам, в зависимости от количества добывающих скважин.

Еще одной особенностью планирования добычи нефти состоит в необходимости учета изменения текущих дебитов скважин. Это делается с помощью соответствующего коэффициента изменения добычи, определяемого на основе статистических данных.

Основные трудности при определении коэффициента изменения добычи нефти проявляются главным образом в уменьшении доли нефти в продукции скважин, изменении добычи жидкости и изменении фонда скважин, находящихся в эксплуатации.

За весь период разработки горизонта СП, на основании величины добычи жидкости, добычи нефти и количества добывающих скважин для каждой из 190 скважин и в целом по каждому году их эксплуатации, рассчитаны следующие годовые показатели:

- коэффициенты изменения нефтесодержания;
- коэффициенты изменения дебита жидкости;
- коэффициенты изменения количества добывающих скважин.

Произведения величин вышеуказанных показателей и определяют коэффициенты изменения добычи нефти по годам. Эти коэффициенты учитывают влияние геолого-физических и промышленно-технологических факторов на изменение фонда действующих скважин, их производительности и обводненности добываемой продукции.

Результаты проведенного анализа представлен графически (рис. 5). Как видно из графика, на величину коэффициента изменения добычи нефти влияют сразу несколько показателей эксплуатации горизонта СП, поэтому при планировании добычи нефти эта величина всегда расчетная и не подлежит экстраполяции.

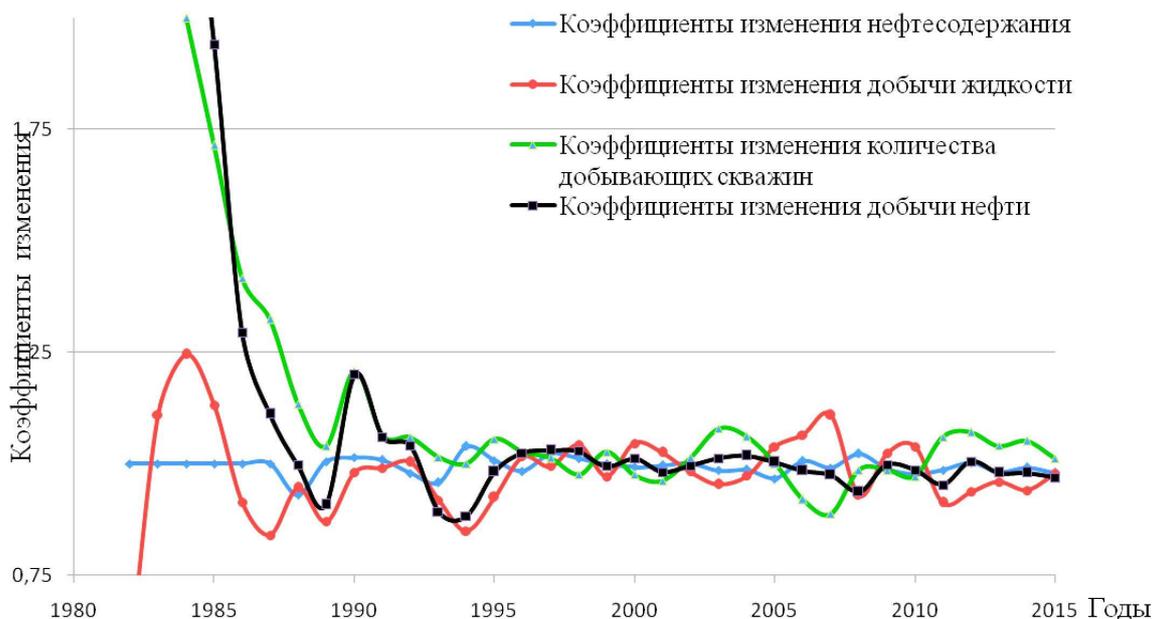


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента изменения добычи нефти от других показателей эксплуатации горизонта СП

Интенсивность отбора нефти из пласта на любом этапе его разработки характеризуют дебиты скважин. За весь период эксплуатации горизонта СП (35 лет) рассчитаны среднегодовые дебиты по каждой из скважин. На основе полученных данных построена диаграмма рассеивания (разброса) дебитов скважин в асимптотических координатах (рис. 6).

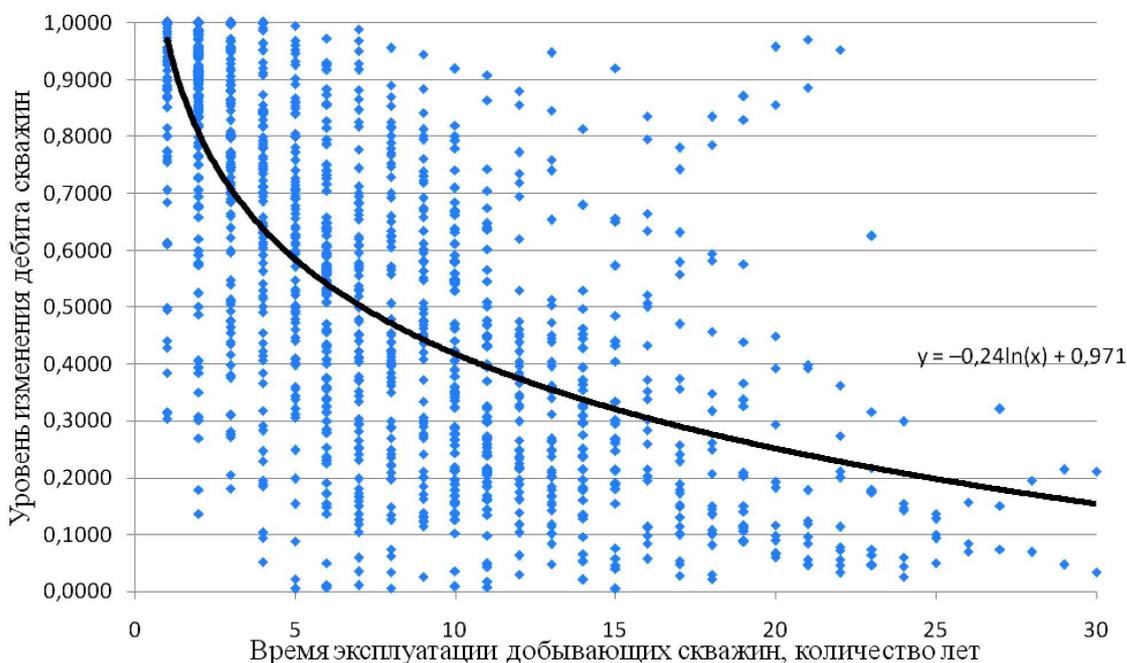


Рисунок 6 – Динамика изменения дебита скважин за весь период эксплуатации горизонта СП

Проведенный анализ точечной диаграммы динамики изменения дебитов скважин от срока их эксплуатации позволил определить тенденцию изменения результатов и осуществить аппроксимацию. Аппроксимирующая линия или линия тендера показывает наличие закономерности изменения результатов, в данном случае дебитов скважин.

Точечная диаграмма на рисунке 5 имеет явно выраженную тенденцию монотонного убывания значений, т.е. суточная добыча нефти в скважинах уменьшается в зависимости от времени их эксплуатации (количества лет) в математической закономерности $y = 0,971 - 0,24\ln(x)$.

Исследуя область рассеивания значений, выявлен целый ряд отклонений результатов от линии тендера, явно выпадающих из общей тенденции. При анализе этих отклонений в конкретных скважи-



нах, выяснилось, что это значительное повышение дебитов происходит после введения скважин из бездействия, проведения ремонтных работ, геолого-технических и организационных мероприятий.

Таким образом, высокие дебиты скважин в исследуемом массиве результатов измерений не являются грубыми погрешностями и не выходят за пределы анализа точечной диаграммы, хотя и подтягивают линию тендера в её тенденции к монотонному убыванию.

По выше рассчитанным данным проанализирован алгоритм метода перспективного планирования за весь период эксплуатации горизонта СП на площади «Гюняшли» путем сравнения фактического достигнутого уровня технико-экономических показателей с ранее планируемыми.

Согласно ковшу движения фонда скважин для каждого года определен объем добычи из старого фонда скважин, из новых скважин и скважин введенных из бездействия.

Добыча нефти из новых, вновь пробуренных скважин и скважин, введенных из бездействия, определена прямым счетом в зависимости от числа вводимых скважин, их среднесуточного дебита и среднего числа суток их эксплуатации. Добыча нефти из этой категории скважин рассчитана, без каких либо понижающих коэффициентов.

Объем добычи нефти по переходящему фонду скважин определяется с учетом темпов естественного убывания производительности скважин и эффективности эксплуатации фонда скважин [5] . Метод расчета добычи нефти по данному фонду скважин подробно рассмотрен в литературе [1]. Расчетная добыча нефти с этого фонда скорректирована на коэффициенты эксплуатации и коэффициенты изменения добычи.

Суммарный объем планируемой добычи нефти со всех выше перечисленных фондов скважин сравнен с фактически достигнутой добычей нефти по годам. Отклонение планируемых и фактических объемов добычи нефти составляет 0,8–3,6 % в зависимости от года эксплуатации.

Проанализировав полученные проценты отклонений, прослеживается закономерность, что процент отклонения увеличивается при введении значительного количества новых скважин и скважин из бездействия. Это говорит о том, что даже в отдельной гидродинамической системе залежи невозможно со 100-процентной уверенностью, заранее предсказать среднесуточный дебит этих скважин.

Процент отклонения планируемых и фактических объемов значительно не изменяется в те годы, где сравнительно стабильная (пассивная) добыча нефти, т.е. добыча в основном за счет переходящего фонда скважин.

Выводы

1. Проанализированный алгоритм метода планирования, основанного на предшествующем опыте, со всеми расчетными показателями эксплуатации по горизонту СП месторождения «Гюняшли» дает более точный результат прогнозирования добычи нефти.

2. Определены степени влияния каждого технико-экономического показателя, участвующего в расчете плана, на конечные результаты объема добычи нефти.

3. Проведенный анализ и выявленные закономерности изменения различных факторов позволяют оперативно оценивать ситуацию при эффективном осуществлении текущего и долгосрочного планирования добычи нефти.

4. Алгоритм перспективного планирования следует использовать при контроле над ходом его выполнения путем сравнения фактического достигнутого уровня технико-экономических показателей.

Литература:

1. Гаралов А.Ш., Сильвестрова И.Ю. Методический подход к перспективному планированию добычи нефти // Научные труды НИПИ Нефтегаз ГНКАР. – 2014. – № 1. – С. 70–74.
2. Чоловский И.П. Спутник нефтегазопромыслового геолога. – М. : Недра, 1989. – 376 с.
3. Бренц А.Д., Тищенко В.Г. Организация, планирование и управление предприятиями нефтяной и газовой промышленности. – М. : Недра, 1986. – 2-е изд. перераб. и доп. – 511 с.
4. Малышев Ю.М., Тищенко В.Е., Шматов В.Ф. Экономика нефтяной и газовой промышленности. – М. : Недра, 1980. – 2-е изд. перераб. и доп. – 279 с.
5. Ксенофонтов М.Ю. Теоретически и прикладные аспекты социально-экономического прогнозирования. – М. : ИНП РАН, 2002.

References:

1. Garalov A.Sh., Silvestrova I.Yu. Methodical approach to advance planning of oil production // Scientific works of NIPI Neftegaz SOCAR. – 2014. – № 1. – P. 70–74.
2. Cholovsky I.P. Companion of the oil and gas geologist. – M. : Nedra, 1989. – 376 p.
3. Brents A.D., Tyshchenko V.G. Organization, planning and management of the oil and gas industry of the enterprises. – M. : Nedra, 1986. – the 2nd prod. reslave. and additional – 511 p.
4. Malyshev Yu.M., Tyshchenko V.E., Shmatov V.F. Ekonomika of the oil and gas industry. – M. : Nedra, 1980. – the 2nd prod. reslave. and additional – 279 pages.
5. Ksenofontov M.Yu. Theoretically and applied aspects of social and economic forecasting. – M. : INP RAS, 2002.