

## СВОЕВРЕМЕННАЯ ДИАГНОСТИКА РАБОТЫ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ КОЭФФИЦИЕНТА ДЖИНИ И ЗНАЧЕНИЙ ЭНТРОПИИ ПЛАСТОВОЙ СИСТЕМЫ

Фаттахов И.Г., Кадыров Р.Р., Лысенков А.В., Кулешова Л.С., Хаертдинова Л.И.

*Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский нефтяной технический университет» в г. Октябрьском, г. Октябрьск, i-fattakhov@rambler.ru*

В статье для получения достоверной информации по массиву используются данные Стахановского месторождения, технологические показатели которых подвергаются выборке и исследованию. Анализ данных предоставляет комплексную оценку работы фонда скважин. Соотнося основные параметры эксплуатационного фонда, а именно коэффициент Джини и значение энтропии, с временным интервалом разработки, можно выявить участки, в которых значения резко меняются. Это позволит обратить особое внимание на определённый участок работы скважины. Данный метод даёт возможность своевременно выявить неравномерность работы скважин и предпринять решения по их устранению. Способ, предложенный авторами, имеет ряд преимуществ, так как не требует капиталовложений, технико-технологического оснащения и времени. Данные факторы создают благоприятные условия для его применения на практике.

Ключевые слова: разработка, нефть, коэффициент Джини, скважина, достоверная информация, запас углеводородов.

## TIMELY DIAGNOSTICS WELL OPERATION USING THE GINI COEFFICIENT AND VALUES OF ENTROPY OF RESERVOIR SYSTEM

Fattakhov I.G., Kadyrov R.R., Lysenkov A.V., Kuleshova L.S., Khaertdinova L.I.

*Branch "Ufa Oil Technical University", Oktyabrsk, i-fattakhov@rambler.ru*

In article for receiving reliable information on the massif are used data of the Stakhanov field which technological indicators are exposed to selection and exploitation. The analysis of data provides complex evaluation of the work of a well. Correlating key parameters of production fund namely Jeanie's coefficient and entropy to a time interval of development, we can reveal sites in which values sharply change. It will allow to pay special attention to a certain site of work of a well. This method gives the chance early to reveal irregularity of work of the wells and to decide decisions of their elimination. The way offered by authors has a number of advantages, because doesn't demand capital investments, technical and technological equipment and a lot of time. These factors create very good conditions for practical application.

Keywords: working, oil, Jeanie's coefficient, well, reliable information, oil reservoir.

В настоящее время фонд трудноизвлекаемых запасов углеводородов увеличивается, в связи с этим затраты на их добычу возрастают, вследствие чего необходимо обеспечить полное и безопасное извлечение нефти. Для этого необходимо составление проектов, которые включают в себя непростые комбинированные процессы извлечения жидких углеводородов, такие как эффективная система разработки, наиболее предпочтительное нагнетание вытесняющего рабочего агента, совмещение циклического и нестационарного заводнения, очередность закачек, улучшение процесса заводнения, заводнение с помощью газа и полимера, внедрение тепловых носителей; использование сверхглубокой перфорации, разное комбинирование вертикальных и горизонтальных скважин.

Проблема, связанная с извлечением трудноизвлекаемых запасов, актуальна и требует применения новых методов по прогнозированию нефтеотдачи во избежание ненужных расходов.

В современной нефтегазовой отрасли важное место должно уделяться прогнозным методам определения нефтеотдачи. Именно нефтеотдача в большей степени оказывает влияние на величину капиталовложений в бурении в области разведки и поиска, а также на проектируемый прирост промышленных запасов нефти. Кроме того, фактическое представление данных о нефтеотдаче способствует установлению остаточных перспективных жидких углеводородных запасов, целесообразности используемых систем разработки месторождения, применению новых способов разработки на долгосрочный период. На нефтеотдачу пластов оказывают значительное влияние геологические составляющие месторождения, а именно однородность пласта, физико-химические свойства флюида, способы воздействия на пласт, система их разработки. Добыча нефтяного флюида должна возрастать за счёт повышения значения нефтеотдачи текущего месторождения, нежели вследствие введения в работу новых скважин. Остаточные запасы нефти оцениваются от десяти до сотни миллионов тонн, поэтому незначительное повышение нефтеотдачи сравнивается с выявлением новых крупных месторождений запасов жидких углеводородов. Из выше написанного можно сделать вывод о том, что решение проблемы по извлечению нефти в максимальной степени из недр представляет собой актуальную задачу на сегодняшний день.

В нашей статье рассматривается один из способов. Усложнённость и ограниченность геолого-геофизических исследований приводит к дефициту информации по месторождению, что чревато негативными последствиями, поэтому приходится пользоваться косвенными практическими методами. Недосток достоверной информации обусловлен тем, что эксперименты реализуемо проводить в ограниченном количестве по причине сложности проведения исследований. Увеличение объёмов добычи жидких углеводородов сопровождается ростом фонда скважин, разрабатывающихся в труднодоступных регионах, следствием которого является невозможность их систематического исследования и обслуживания.

Современные способы диагностики техносостояния оборудования, используемого при добыче, дают возможность наглядно представить шкалу оценок анализа состояния систем отдельных элементов, таких как насос, скважина и т.д.). Но данная оценка не предоставляет детализированного анализа работы в целом по месторождению. Регулярный контроль характеристик элементов месторождения интересен в качестве диагностики оборудования и своевременного выявления неполадок лишь на одном объекте, но никак не с объективной точки зрения. Поэтому наиболее важным является организация комплексного анализа оборудования всего месторождения. Осуществление комплексного контроля за работой нефтедобывающего оборудования основано на применении коэффициента Джини.

Коэффициент Джини впервые нашел применение в социологии с целью определения непостоянного распределения общего дохода населения по определенным слоям общества. В настоящее время данный коэффициент используется в нефтегазодобывающей отрасли. Коэффициент Джини применяется для выявления комплексной технической и технологической оценки оборудования, применяемого при эксплуатации скважин. В случае если рассматриваемый коэффициент равен нулю, это означает всецелое равенство дохода. В случае равенства коэффициента Джини единице это означает резкое изменение по доходам. Для фактической оценки распространения доходов при использовании коэффициента Джини применяют «кривую Лоренца» (рис. 1), которая показывает соотношение общего дохода на группу населения, что даёт возможность сделать вывод об экономическом различии состояния.

В основе «кривой Лоренца» лежит линия, необходимая для графического отображения степени сосредоточенности явления. Для того чтобы её построить, необходимо нанести на осях координат шкалу в процентах. На оси абсцисс точками кривой являются единицы совокупности, на оси ординат являются значения признака. Равноценное распространение признака выглядит в форме диагонали, а неравноценное – «линией Лоренца», который показывает долю неравномерности.

Если примем «совокупное число скважин, предназначенных для добычи нефти, и совокупную добычу» как 100 %, получим прямую, показывающую абсолютное равноценное распространение общей добычи среди групп скважин. Однако действительное распространение признака будет представлено в виде отклонения от прямой. Полное изменчивое распространение предстаёт в форме наложения на ось координат. Но скважины с очень хорошими промышленными запасами и наоборот составляют незначительную долю фонда, что и является «кривой Лоренца», отклонение которой от диагонали визуально покажет значение неравноценного развития добычи. При расчёте реальной степени неровности в развитии добычи необходимо площадь, образованную равноценными и неравноценными линиями, соотнести к площади треугольника, результатом которого и будет «коэффициент Джини», заштрихованный на графике (рис. 1).

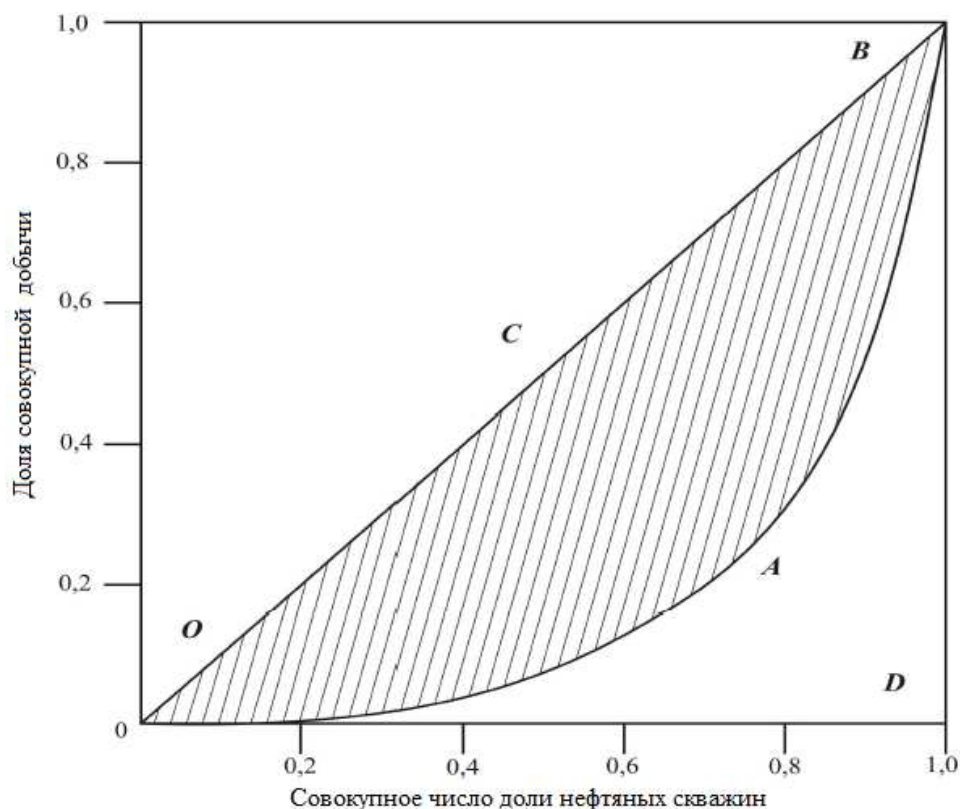


Рис. 1. График зависимости совокупного числа доли нефтяных скважин от доли совокупной добычи

Мы устанавливаем связь неустойчивости показателей коэффициента Джини и энтропии во времени. Так называемые «скачки» во время разработки позволяют оперативно предпринять эффективные меры по их устранению.

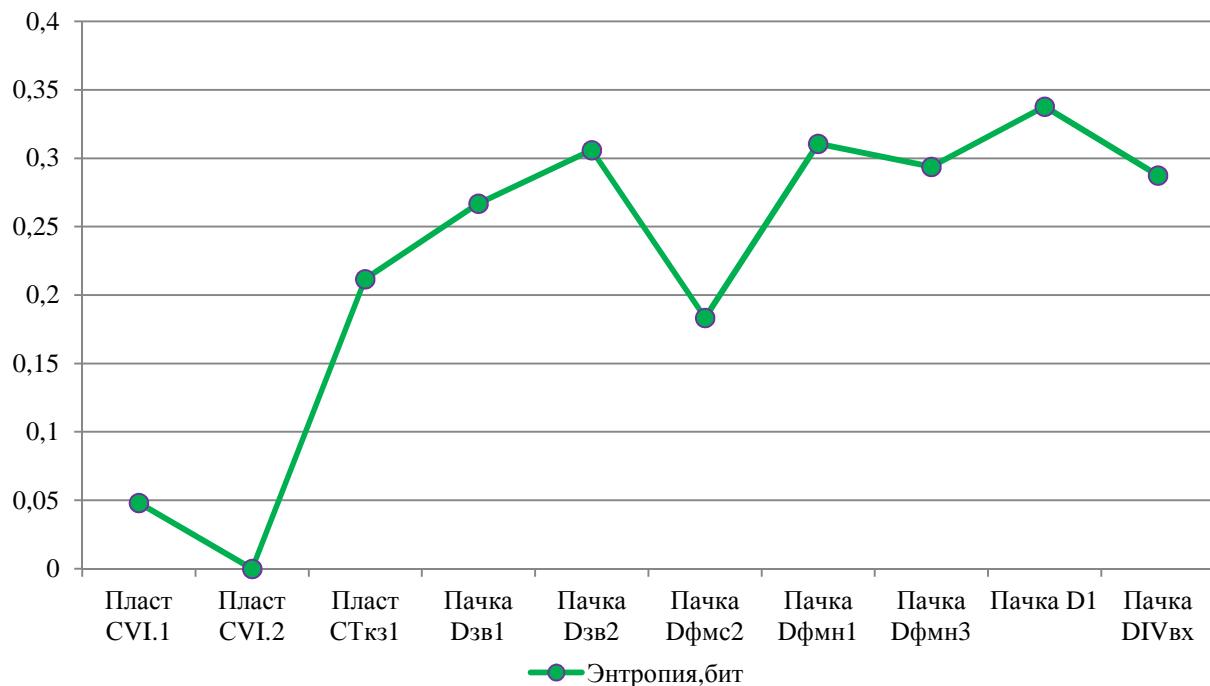


Рис. 2. Динамика значений энтропии

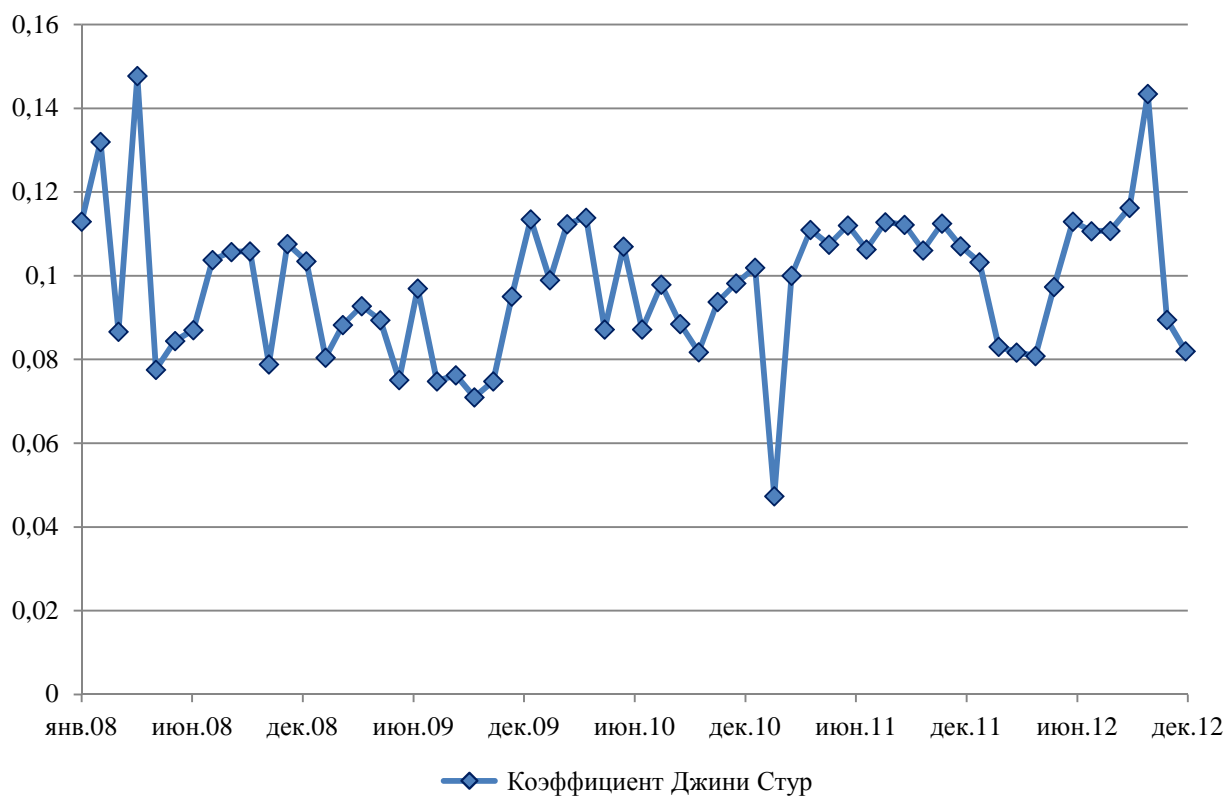


Рис. 3. Динамика значений коэффициента Джини в турнирном горизонте

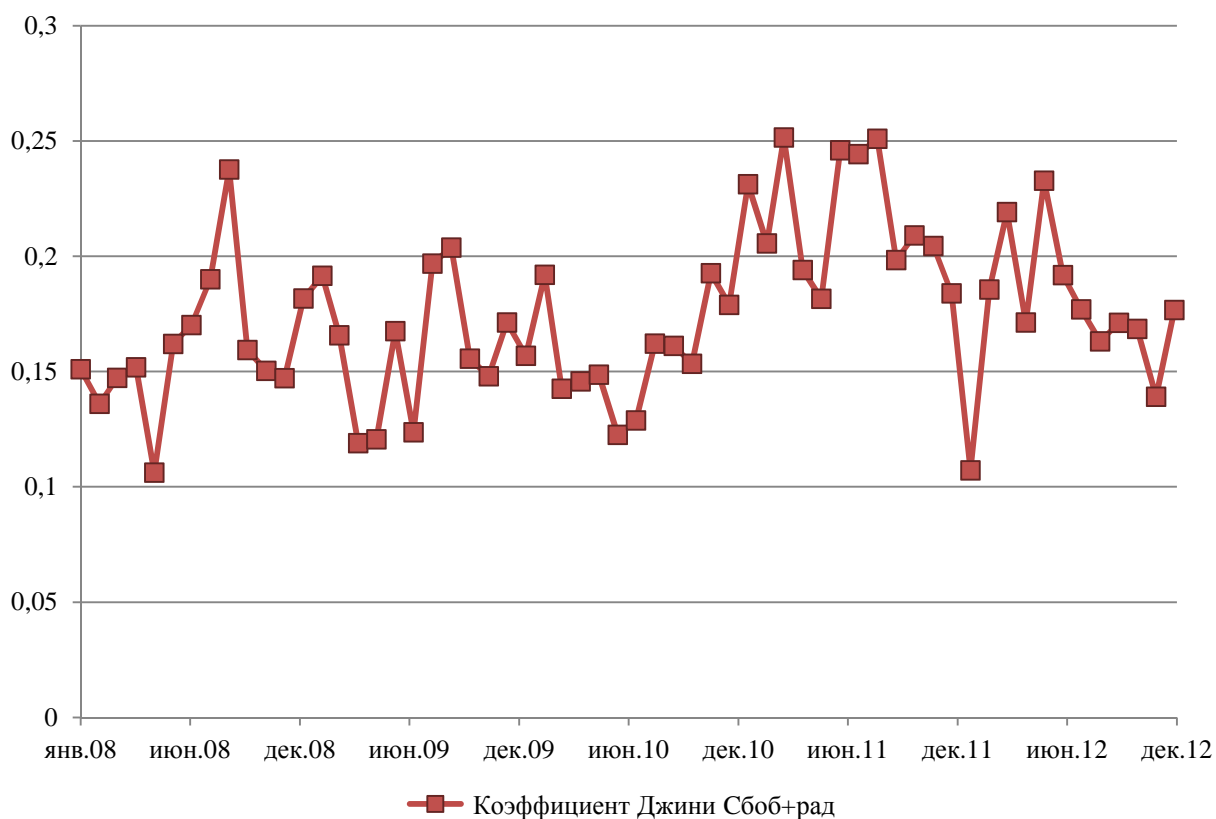


Рис. 4. Динамика значений коэффициента Джини бобриковского-радаевского горизонта

На рисунках представлены изменение значений энтропии и коэффициента Джини для скважин турнейского и бобриковско-радаевского горизонтов Стахановского месторождения за рассматриваемый период времени. Проанализировав полученные данные, выявлены временные интервалы резких изменений в пласте. Они указывают на относительно большую степень нестабильности условий эксплуатации при работе рассмотренных скважин. На основании теории катастроф и оценки колебаний основных технологических показателей процесса разработки доказываем справедливость сделанных выводов.

Для определения текущих извлекаемых запасов жидких углеводородов доминирующим способом является детерминированный подход, при котором необходимо рассчитать фильтрационные течения в залежи, на основе решения общих уравнений движения жидкости и газа в пористой среде. Моделирование усложненных систем с помощью данного подхода имеет ограниченный характер в связи с отсутствием полной информации при практическом его применении на стадиях разработки месторождений нефти и газа. Недостижимость действительного прогнозирования темпа отбора жидких углеводородов, климатических условий, финансового потенциала, а также дефицит фактической информации о детализированном геологическом строении в местах скопления нефти, неточности в промысловых данных являются ограничением применения детерминированного подхода. Исходя из этой данности, используются косвенные методы целостной оценки промысловых данных, которые позволят с достоверностью осуществлять анализ текущего состояния разработки месторождения. В зависимости от особенностей изменения основных технологических параметров разработки допустимы различные профили увеличения суммарной добычи флюидов, что оказывает влияние на подбор моделей для оценки извлекаемых запасов жидких углеводородов.

На этом основании для анализа увеличения дебитов используются феноменологические модели, которые позволяют анализировать присутствие качественных изменений в пластовой системе, выделять внешние и внутренние факторы, вызвавшие данные изменения и количественно оценить результат. Использование характерной своеобразности развития системы в местах скопления жидких углеводородов с учётом границ переходных процессов и является принципом данного подхода. Данный подход предоставляет качественную оценку технологических параметров в процессе разработки, не учитывая субъективные обстоятельства, а именно: аварийное состояние скважины, спуско-подъёмных операции и т.д.

Выполненный анализ технологических показателей турнейского и бобриковско-радаевского горизонтов Стахановского месторождения предоставляет возможность диагностировать своеобразные периоды в течение разработки с последующим

осуществлением прогнозных расчётов с применением коэффициента Джини и значений энтропии. Благодаря этому мы достоверно устанавливаем границы временных интервалов, которые характеризуют резкое искажение в пластовой системе, что, в свою очередь, указывает на низкую устойчивость условий эксплуатации. Данная информация позволяет своевременно предпринять решения по их устранению.

### Список литературы

1. Каневская Р.Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта [Изоматериал]: к изучению дисциплины. – М. : Недра-Бизнесцентр, 1999. – 128 с.
2. Юсифов Т.Ю., Фаттахов И.Г., Юсифов Э.Ю., Грезина О.А., Хаертдинова Л.И. Повторный гидроразрыв с уменьшением массы проппанта // Научное обозрение. - 2014. - № 11-1. - С. 139-142.
3. Юсифов Т.Ю. Поэтапный контроль проведения геолого-технических мероприятий на поздней стадии разработки месторождений / Т.Ю. Юсифов, И.Г. Фаттахов, Р.Г. Маркова // Научное обозрение. - 2014. - № 4. - С. 38-42.
4. Юсифов Т.Ю., Фаттахов И.Г., Юсифов Э.Ю., Петрова Л.В., Нафикова Р.А., Герасимова А.В. Влияние комплексной технологии на эффективность нефтеотдачи пласта // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. - URL: [www.science-education.ru/121-18914](http://www.science-education.ru/121-18914) (дата обращения: 07.06.2015).
5. Юсифов Т.Ю., Фаттахов И.Г., Юсифов Э.Ю., Каримова Н.Г., Петрова Л.В., Сафиуллина А.Р. Влияние фронта нагнетаемых вод на эффективность гидроразрыва пласта // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. - URL: [www.science-education.ru/121-18959](http://www.science-education.ru/121-18959) (дата обращения: 07.06.2015).
6. Фаттахов И.Г. Интеграция дифференциальных задач интенсификации добычи нефти с прикладным программированием // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. - 2012. - № 5. - С. 115-119.
7. Фаттахов И.Г. Классификация объектов разработки с использованием метода главных компонент // Нефтепромысловое дело. - 2009. - № 4. - С. 6-9.
8. Фаттахов И.Г. Систематизация причин прорыва воды в добывающие скважины // Нефтепромысловое дело. - 2011. - № 12. - С. 17-19.

**Рецензенты:**

Арсланов И.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Механика и технология машиностроения»  
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» филиал в г.  
Октябрьском, г. Октябрьск;

Галлямов И.И., д.т.н., профессор, кафедра «Информационные технологии, математические  
и естественные науки» ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический  
университет» филиал в г. Октябрьском, г. Октябрьск.