

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ**

На правах рукописи

АБДУЛЛАЕВА ЛАЛА АКПЕР ГЫЗЫ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОСВОЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ
МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИИ АЗЕРБАЙДЖАНА
НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГО-ПРОМЫСЛОВОГО
И СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

2521.01 – «Геология, поиски и разведка нефтяных и
газовых месторождений»

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени доктора
философии по наукам о Земле

БАКУ – 2013

Работа выполнена в Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии на кафедре «Нефтегазопромысловая геология».

Научный руководитель: заслуженный деятель науки,
член корреспондент НАНА,
доктор геолого-минералогических
наук, профессор Б.А.Багиров

Официальные оппоненты: лауреат государственных премий,
доктор геолого-минералогических
наук, профессор Ф.Г.Дадашев

доктор геолого-минералогических
наук У.Ш.Мехтиев

Ведущее предприятие: Научно-исследовательский
институт «Геотехнологические
проблемы нефти, газа и химия»

Защита состоится « 27 ____ » 06 ____ 2013 г. в ____ на заседании
Диссертационного совета D.01.081 при Институте Геологии Национальной Академии Наук Азербайджана.

Адрес: AZ1143, Баку, пр. Г.Джавида, 29А.

Факс (99412) 5372215

E-mail: gia@azdata.net

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института Геологии НАНА.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2013г.

Ученый секретарь Диссертационного
совета D.01.081, доктор философии по
техническим наукам

Д.Р.Мирзоева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Как известно, в Азербайджане нефть и газ добываются как на суше, так и на морской акватории. При этом на море разработка проводится не только на длительно эксплуатируемых месторождениях, но и на залежах, введенных в разработку сравнительно недавно. Последнее обстоятельство оказало влияние на характер добычи нефти Азербайджана в целом. Так, если доля общей добычи, осуществленной иностранными фирмами, систематически растет и это, безусловно, является положительным эффектом, то объем добываемой нефти ПО «Азнефть» остается стабильным (8-9 млн. т. в год). Это происходит при том, что на залежах госкомпании числятся огромные остаточные (в том числе и извлекаемые) запасы нефти.

Таким образом, становится очевидным необходимость обращения особого внимания на длительно разрабатываемые морские месторождения, имеющие большие потенциальные возможности.

Важно отметить, что во многих месторождениях как Апшеронского, так и Бакинского архипелага текущие геолого-технологические условия залежей вполне пригодны для применения современных методов разработки: сохранены хорошие инфраструктуры, имеется высококвалифицированный кадровый потенциал и др.

Как показывает изучение материалов разработки морских месторождений Азербайджана за последние 20-30 лет, здесь широко-масштабные работы по воздействию на пласты, бурение и эксплуатация горизонтальных скважин и др. не проводились. Единственно, что можно отметить, это мероприятия по улучшению гидродинамической обстановки резервуаров путем заводнения. Оно, хотя в ограниченном масштабе, но все же осуществлялось во многих залежах.

Учитывая выше отмеченное, становится необходимым решить задачу эффективной реализации остаточных запасов морских месторождений. С этой целью следует обосновать комплекс геолого-технологических мероприятий по доработке каждого месторождения и отдельных его частей. Этим обусловлена актуальность темы диссертационной работы, посвященной обоснованию комплекса геологических исследований для повышения эффективности освоения

запасов длительно разрабатываемых морских нефтяных месторождений Азербайджана.

Цель работы:

Обоснование комплекса геологических исследований для повышения эффективности разработки морских нефтяных месторождений Азербайджана с привлечением статистических и динамических моделей.

Основные задачи исследования:

1. Уточнение выделения эксплуатационных объектов продуктивной толщи различных месторождений с использованием геолого-математических моделей;
2. Определение современного геолого-технологического состояния разработки залежей путем уточнения характера проявления пластовой энергии;
3. Изучение причин разнохарактерности освоения запасов нефти с комплексированием математических моделей;
4. Установление оптимальных областей развития процессов разработки длительно эксплуатируемых морских нефтяных залежей на основе реализации методики «контрольные карты Шухарта»;
5. Создание классификационной модели для обоснования применения новых технологий с выдачей их прогнозных оценок.

Научная новизна:

1. Предложен геолого-математический метод для надежного решения вопросов о возможности приобщения нескольких эксплуатационных объектов на морских месторождениях после длительной разработки;
2. Получена новая классификационная модель залежей, уточняющая характер проявления их режимов с реализацией дискриминантного анализа;
3. Созданы модели нефтеотдачи морских месторождений, характеризующихся различными энергетическими свойствами путем комплексирования геолого-статистических и графо-аналитических моделей, что дало возможность оценить значимости каждого из пластовых параметров при выработке запасов нефти;

4. Предложено использование динамических моделей для оценки степени эффективности проводимых процессов разработки залежей, что дало возможность рекомендовать обоснованные геолого-технологические мероприятия по регулированию этих процессов;

5. Предложена классификационная модель для определения масштабов внедрения методов увеличения нефтеотдачи пластов на морских залежах, характеризующихся различными геологическими условиями.

Защищаемые положения:

- Геолого-математические методы приобщения эксплуатационных объектов в разрезе многопластовых месторождений для совместной разработки;

- Модели нефтеотдачи залежей, характеризующихся различными режимами, составленные путем комплексирования корреляционно-регрессионного и графо-аналитического анализов;

- Геолого-математические модели «Карты Шухарта» для контроля и регулирования процессов разработки.

Методы проведения исследований:

Диссертационная работа выполнялась с привлечением геолого-промысловых методов и геолого-статистических моделей.

Практическая ценность диссертации:

Полученные модели нефтеотдачи и классификации позволяют определить значимость пластовых параметров при разработке морских залежей и выявлять при этом масштабы использования методов увеличения нефтеотдачи.

Реализация работы на практике.

Методы приобщения эксплуатационных объектов успешно применяются на практике (месторождение Нефть Дашлары).

Апробация работы:

Основные результаты диссертационной работы докладывались:

- на VI конференции «Молодых геологов», посвященной памяти академика А.А.Ализаде. Баку, 2001;

- на IV республиканской Научной Конференции, посвященной «Новым методам исследования и перспективным зонам прогнозирования полезных ископаемых Азербайджана». Баку, 2002;

- на VII конференции «Молодых геологов» Баку, 2002;
- на VIII Республиканской научной конференции студентов и аспирантов. Баку, 2003;
- на конференции молодых исследователей и аспирантов. Баку, 2004;
- на международной научно-практической конференции, посвященной «Новым технологиям в нефтегазодобыче» Баку, 2010;
- на научной конференции, посвященной 100 летнему юбилею академика Ш.Ф.Мехтиева, Баку, 2010;
- на научной конференции, посвященной актуальным вопросам современного профессионального образования. Тюмень, Екатеринбург, Варшава 2010;
- на 1-ой международной конференции, посвященной углеводородным потенциалам больших глубин: энергетические ресурсы будущего - реальность и прогноз, Баку, 2012;
- на международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Акционерного общества «Мангыстаумунайгаз» (ПО «Мангышлакнефть», Казахстан, 2013;
- на международном семинаре посвященном «Рассохинским чтениям», Ухта, 2013.

Публикация результатов работы.

Основные положения диссертации опубликованы в 22 работах, в том числе в 4 методических руководствах (для бакалавров, обучающихся по специальности Т010500).

Личный вклад соискателя:

Выполнение исследований проводились в рамках тематического плана научно-исследовательских работ АГНА и НАНА. Автор диссертации активно участвовал при решении всех вопросов и анализе их результатов.

Фактический материал:

При выполнении диссертации были использованы фондовые материалы ГНКАР и АГНА, а также опубликованные работы по соответствующей области науки.

Структура и объем работы:

Диссертационная работа изложена на 173 страницах, включая 35 рисунков, 15 таблиц и список использованной литературы из 107 наименований.

Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю, заслуженному деятелю науки Азербайджана, члену корреспонденту НАНА, д.г.-м.н., профессору Б.А.Багирову за внимание и помощь, оказанную при выполнении диссертационной работы. Автор благодарит доктора философии по геолого-минералогическим наукам, доцента кафедры «Нефтегазопромысловая геология» Ф.Ф.Магеррамова за консультации и ценные советы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Здесь даются основные положения диссертационной работы, актуальность проведенных исследований и обоснованы пути решения поставленных задач.

Первая глава посвящена современному состоянию разработки морских месторождений Азербайджана. Показано, что морская добыча нефти и газа – это главная составляющая энергобаланса Азербайджанской республики. Причем роль этой отрасли во времени все более растет. Здесь добыча флюидов осуществляется как на новых (Гюняшли-Чираг-Азери, Шахдяниз), так и на длительно разрабатываемых месторождениях. Необходимо учесть то, что на морском шельфе новые месторождения с крупными запасами нефти и газа обнаруживаются не часто. К тому же новые месторождения разрабатываются в основном иностранными фирмами, где Азербайджану принадлежит определенная часть добытой продукции. Что касается значимости длительно разрабатываемых месторождений, расположенных как на Апшеронском, так и на Бакинском архипелаге, то она так же высокая. Достаточно указать, что средний достигнутый уровень нефтеотдачи по месторождениям Апшеронского архипелага составляет 0,34, при конечном 0,42, а по Бакинскому архипелагу эти показатели соответственно составляют 0,29 и 0,41.

Таким образом, на современном этапе развития нефтяной промышленности в нашей республике исключительно важным является проблема максимальной реализации запасов морских месторождений.

Во второй главе приводится геолого-технологический анализ разработки морских месторождений. Рассмотрена стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность и текущее состояние разработки каждого месторождения в отдельности. Показана краткая характеристика 13 месторождений Апшеронского архипелага и 4-х Бакинского архипелага. При этом показатели геологии и разработки приводятся по всем 152 самостоятельным разрабатываемым залежам отмеченных месторождений.

Выявлено, что геолого-технологические характеристики залежей весьма разнообразны: текущая нефтеотдача залежей изменяется в весьма широких пределах (от 0,04 до 0,65-0,70 и более); разработка осуществлялась как с заводнением, так и без него; плотность сеток скважин в объектах весьма различна; в залежах на поздней стадии разработки нефтеизвлечение осуществлялось замедленными темпами; в разрезе ряда месторождений выявлено наличие значительных остаточных запасов нефти, которые относятся к категории трудноизвлекаемых.

Изучением геолого-технологических характеристик морских месторождений занимались М.Т.Абасов (2006), А.И.Алиев, Э.Н.Алиханов, Т.Ю.Багаров (1978), Б.А.Багиров (2013), Э.Б.Велиева (2011), Ф.М.Гаджиев (2009), И.С.Гулиев (2012), Р.Д.Джеваншир, Г.И.Джалалов, Ф.Г.Дадашов (2010), К.М.Керимов, А.М.Кулиев, У.Ш.Мехтиев (2006), Ш.Ф.Мехтиев, А.Х.Мирзаджанзаде (2006), Ф.Ф.Магеррамов (2004), С.А.Назарова (2008), А.А.Нариманов (2000), А.М.Салманов (2007), Н.Ю.Халилов, А.А.Фейзуллаев, С.Ф.Шабанов (2008), А.А.Ширинзаде, Х.Б.Юсифзаде (2012) и др.

Третья глава диссертационной работы посвящена обоснованию методики выделения эксплуатационных объектов в разрезе многопластовых морских месторождений, которые находятся в поздней стадии разработки. Эта задача является фундаментом всех научно-практических работ по разработке месторождений нефти и газа.

Отметим, что выделение групп пластов или пропластков для создания эксплуатационных объектов на месторождениях Азербайджана, осуществлялось на качественном уровне при субъективном подходе самих специалистов. Поэтому, здесь в разрезе даже в близлежащих месторождениях Абшерона число таких объектов нередко разнялось в два раза (например, Балаханы-Сабунчу-Раманы - 29 и Сураханы - 40).

Сложность решения данной проблемы в начальной стадии разработки обусловлена тем, что оно должно быть найдено до проектирования разработки месторождения, т.е. в тот момент, когда решения должны приниматься, опираясь на весьма ограниченное количество информации, поступающей в результате разведочных работ.

Однако следует отметить, что независимо от того, насколько корректно решена задача выделения эксплуатационных объектов в разрезе многопластового месторождения до начала разработки, она должна периодически уточняться. Это связано с тем, что различия в значениях параметров смежных эксплуатационных объектов в процессе разработки все более уменьшаются и после определенного периода могут оказаться несущественными. А с момента обнаружения идентичности геолого-промысловых условий смежных пластов (по разрезу) проведение их раздельной эксплуатации должно быть прекращено, как нерациональная система нефтеизвлечения. Эти мероприятия, как известно, позволяют оптимизировать разработку многопластовых нефтегазовых месторождений за счет эффективного использования фонда скважин.

Как показывает опыт разработки многопластовых месторождений, в том числе и морских месторождений Азербайджана, укрупнение объектов позволяет уплотнить сетку разработки при сохранении общего фонда скважин по месторождению. При этом достигается существенное увеличение среднесуточных дебитов нефти за счет включения возможностей смежных объектов. Следует отметить, что в результате внедрения этого мероприятия также значительно увеличивается межремонтный период работы скважин.

Рассмотрение проблемы рациональной доработки морских месторождений в указанном контексте позволяет остановиться на методе объединения двух или более продуктивных пластов в один эксплуатационный объект (приобщение) как на одном из наиболее эффективных методов и, в то же время, являющимся экономически весьма оправданным.

Такого рода задачи, как показали результаты изучения данных многих месторождений, не могут быть решены корректно, если сравнительный анализ различия смежных эксплуатационных объектов проведен на качественном уровне.

В этой связи для решения этой задачи обосновано использование математической модели разграничения геологических объектов по комплексу признаков, предложенной Д.А.Родионовым.

Функция $v(r^2)$ подсчитывается по формуле:

$$v(r^2) = \frac{n_1 + n_2 - 1}{(n_1 + n_2)n_1n_2} \sum_{j=1}^m \frac{\left(n_2 \sum_{t \in A_1} x_{tj} - n_2 \sum_{t \in A_2} x_{tj} \right)^2}{\sum_{t \in T} x_{tj}^2 - \frac{1}{n_1 + n_2} \left(\sum_{t \in T} x_{tj} \right)^2}$$

Если проверяемая гипотеза верна, то $v(r^2)$ будет представлять собой значение случайной величины, распределенной как χ^2 с m степенями свободы, согласно которой гипотеза об однородности принимается, если

$$\max_{r \in R} v(r^2) \leq \chi_{g,m}^2,$$

и отклоняется, если
$$\max_{r \in R} v(r^2) > \chi_{g,m}^2,$$

где m -число степеней свободы; g -выбранный уровень значимости.

Реализация предложенной методики позволила обосновать конкретные рекомендации о целесообразности сокращения числа эксплуатационных объектов в разрезе этих месторождений за счет их объединения (приобщения): на месторождении Нефть Дашлары по

блокам: II от 15 до 10, III от 20 до 17, IV от 16 до 12, V от 18 до 14, а на месторождении Палчыг Пилпилеси от 14 до 9.

Практически реализация этой рекомендации начата в 2004 г. и продолжается в настоящее время. Суммарный эффект по данным НГДУ «Нефт Дашлары» составляет 252,2 тыс.т. нефти.

Четвертая глава диссертационной работы посвящена моделированию нефтеотдачи залежей нефти морских месторождений Азербайджана.

Выявление факторов, влияющих на нефтеотдачу и тем самым обоснование мероприятий по рациональной доработке залежей, является одной из важных задач.

Однако следует иметь в виду, что создание геолого-математической модели нефтеотдачи для всего региона без учета характера проявления в залежах энергетических условий оказывается некорректным. Из опыта проведения такого рода исследований вытекает, что математические модели оказываются адекватными, когда они отражают конкретные энергетические условия разрабатываемых объектов. А на месторождениях Южно-Каспийской впадины на подавляющем большинстве залежей выделяются два типа пластовой энергии: пассивный и активный.

Пассивный – режим растворенного в нефти газа (в процессе разработки по мере снижения пластового давления из нефти выделяется газ и увеличивает её объем, за счет чего нефть замедленными темпами движется к зоне дренирования.)

Активный - смешанный режим (проявляется энергией водных бассейнов законтурных областей при сочетании с режимом растворенного в нефти газа).

Однако на режимную принадлежность залежей морских месторождений необходимо внести некоторую корректировку, так как здесь выделяются не две, а три группы объектов:

I группа – объекты с низкими показателями разработки, текущий коэффициент нефтеотдачи менее 0,20. В эту группу вошли 56 объекта, которые разрабатываются на режиме растворенного газа.

II группа – объекты со средними показателями разработки, текущий коэффициент нефтеотдачи варьирует в интервалах от 0,20 до 0,30. Сюда вошли 21 так называемых промежуточных по режиму объекта.

III группа - объекты с высокими показателями разработки, текущий коэффициент нефтеотдачи более 0,30. Эта группа составлена из 72 объектов с активными энергиями пласта, т.е. из залежей эксплуатирующихся на смешанном режиме (текущий коэффициент нефтеотдачи – 0,44).

Можно полагать, что зафиксированные различия в результатах реализации запасов, полученные за длительный период эксплуатации залежей I и III групп, и в перспективе не перетерпят существенных изменений. Что касается залежей II группы, то прогнозирование их потенциальных возможностей нуждается в особых исследованиях. При этом за основу должно быть принято предположение, что если конкретные объекты из II группы по своим геолого-технологическим показателям статистически не отличаются от таковых объектов I группы, то это может свидетельствовать об успешности применяемых в этих залежах процессов разработки, способствующих реализации запасов более 20%, или наоборот, если показатели объектов из этой группы идентичны показателям III группы объектов, то это должно свидетельствовать о факте неэффективности применяемых процессов нефтеизвлечения, ограничивающих достижение коэффициентов нефтеотдачи выше 0,30. Именно такие залежи должны, прежде всего, привлекать наше внимание, как имевшие реальные возможности для наращивания добычи нефти и коэффициентов нефтеотдачи.

Вследствие этого перед нами встала задача определить на основе многовариантного решения перечень объектов II группы, которые можно относить к I или III группе.

Для решения этой задачи воспользовались распознаванием образов методом дискриминантного анализа, который допускает определения граничных значений между сравниваемыми группами.

Реализация задачи на базе дискриминантного анализа показала, что из 21 объектов II группы 12 объектов отнести к I-ой, а 9 - к III группе

С учетом вышеизложенного, для решения задач моделирования нефтеотдачи залежей, выделенных по режимам, в качестве математического аппарата был выбран корреляционно-регрессионный анализ, как хорошо апробированный в аналогичных исследованиях. При этом в матрицу залежей с режимом растворенного газа были включены средние значения 16-ти признаков, а со смешанном режимом - 11.

В результате реализации программы были получены следующие модели нефтеотдачи:

для объектов, характеризующихся режимом растворенного газа

$$Y_1 = 0,13378 + 0,05735(x_1) + 0,1487 \sqrt{(x_2)} + 0,015(x_3) - 0,00706(x_6) - 0,0839(x_7) + 0,0342(x_{11}) - 0,01344(x_{12})$$

$$R_{\text{мн}} = 0,75$$

для объектов, характеризующихся смешанным режимом

$$Y_2 = 1,024 - 0,655(x_1) + 5,334 \frac{1}{e^{x_3}} + 0,212(x_6)^{-1} - 0,457(x_7) + 1,714(x_{10}) + 3,126(x_{11})$$

$$R_{\text{мн}} = 0,76$$

Далее для наглядного представления влияния параметров на нефтеотдачу была построена графо-аналитическая модель.

Реализация этого метода при изучении факторов, влияющих на нефтеотдачу для обоих режимов разработки морских месторождений, показали практически идентичную картину, полученную на базе корреляционно-регрессионного анализа.

На основе полученных результатов становится возможным обосновать мероприятия по оптимизации динамики нефтеизвлечений

из морских месторождений Азербайджана.

В пятой главе дается метод изучения динамики процессов разработки залежей нефти. Показано, что развитие процессов нефтеизвлечений происходит за весьма длительный период, имея при этом характерные особенности на залежах. Темп разработки в различных залежах во времени происходят различно. При такой представленности кривых годовых (квартальных месячных) отборов нефти всегда возникает вопрос о степени оптимальности этого процесса, решение которого осуществляется на качественном уровне. Такая постановка не позволила получить адекватный ответ на поставленный вопрос. Поэтому, для решения этой задачи привлечены возможности динамических моделей «Контрольные карты» Шухарта.

Методика позволяет достаточно надежно определить оптимальные зоны развития динамики нефтеизвлечения отдельно взятого объекта, в случае перехода годовой добычи ниже или выше границ оптимального регулирования процесса, четко определить время нарушения процесса, выяснить причины этого явления и рекомендовать мероприятия для возвращения ее к этой зоне. При этом целесообразно рассмотреть оценки динамического ряда как для всего периода нефтеизвлечения конкретного объекта, так и для отдельных стадий.

Согласно методике, число измерений параметра X (в нашем случае – объемы годовой добычи нефти) равно n , среднее значение определяется по формуле

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

Отклонения - размах (R) в свою очередь будет определяться по формуле:

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{R_i}{n-1}$$

Тогда оптимальная зона развития процесса разработки или верхняя и нижняя границы регулирования ($V_{гр}$ и $H_{гр}$) определяются по формуле:

$$\begin{aligned} \text{Вгр} &= \bar{X} + \frac{3\bar{R}}{d_2}, \\ \text{Нгр} &= \bar{X} - \frac{3\bar{R}}{d_2} \end{aligned}$$

где значение d_2 берётся из специальной таблицы, составленной Шухартом.

Отметим, что установленные границы симметричны относительно центра. Если годовые объемы добычи нефти выходят за установленные границы регулирования, то это свидетельствует о том, что нарушена оптимальность процесса разработки и необходимо, принять меры, которые позволят вернуть процесс в оптимальное русло.

Разрешающие способности оценки степени оптимальности процессов нефтеизвлечения показаны на конкретных примерах (месторождение Нефт Дашлары, V блок залежь горизонта VIIa - I -IV стадии, месторождение Гум-адасы залежь горизонта IXв - IV стадия).

На фактических примерах указанных залежей, приводится ход решения задач степени оптимальности процессов нефтеизвлечения.

Шестая глава посвящена перспективам применения современных методов разработки на морских месторождениях Азербайджана.

Как известно, современная технология нефтеотдачи предусматривает, применение методов увеличения нефтеотдачи (МУН). Эти методы позволяют увеличить добычу нефти по сравнению с их величиной, достигаемой при использовании природного режима залежей и заводнения еще на 3-10%.

За последние десятилетия за рубежом значительно расширены работы по разработке и опытно - промышленному испытанию и внедрению МУН пластов, позволяющих значительно увеличить конечную нефтеотдачу. Арсенал существующих и прошедших промышленные испытания МУН пластов в настоящее время достаточно обширен: термические, физико-химические, физико-гидродинамические, газовые, биологические, микробиологические, акустические и другие.

Для определения перспективы применения МУН на морских месторождениях Азербайджана собраны и систематизированы результаты промышленных испытаний в различных нефтедобывающих регионах. Установлено, что благодаря применению МУН экономические эффекты достигаются в тех объектах, где геолого-технологические условия соответствуют условиям эффективного внедрения конкретного метода повышения нефтеотдачи.

Следует иметь в виду, что привлечение этих методов на практике, особенно в морских условиях, весьма ответственная задача, так как по-существу каждый отдельно взятый метод увеличения нефтеотдачи пластов является экономически рентабельным лишь в узких геолого-технологических условиях залежей. В этой связи возникают требования надежного определения комплекса параметров каждого из эксплуатационных объектов, приуроченных к морским месторождениям Азербайджана, а затем с решением оптимизационных задач выявлять масштабы и эффективность применения здесь МУН.

Для использования МУН на морских месторождениях целесообразно опираться на известную методику, созданную профессором Б.А.Багировым. Согласно этой методике на эффективность применения МУН оказывают существенное влияние четыре основных фактора разрабатываемого эксплуатационного объекта: вязкость нефти в пластовых условиях, глубина залегания пласта, проницаемость пород и степень использования балансовых запасов нефти. Полученное путем иерархического перечисления отмеченных признаков, "дерево" классификации содержит 24 класса, которые отражают все возможные условия применения МУН. Опираясь на эту модель, позволяющую надежно классифицировать все морские месторождения без исключения, стало возможным определить масштабы применения отдельных видов МУН на этих объектах.

В результате проведенных исследований, рекомендовано:

закачку поверхностно-активных веществ (ПАВ) в 54 объектах; закачку щелочи в 25 объектах; мицеллярное заводнение в 54 объектах; полимерное заводнение в 7 объектах; внедрение пенных систем в 15 объектах; циклическая закачка в 92 объектах; водогазовое воз-

действие в 29 объектах; закачка CO_2 в 10 объектах; закачка газа высокого давления в 10 объектах; микробиологическое воздействие в 25 объектах; закачка горячей воды в 31 объектах; внутрислоевого горения в 15 объектах; закачка пара в 10 объектах.

Этот цикл исследования завершается определением локальных зон для обоснования очередности вовлечения в отдельных частях залежи методов МУН. Так, например, для определения зон залежи с целью применения тепловых методов на основе картирования данных главенствующих признаков (вязкости и плотности нефти), и их совместное прослеживание дало возможность выявить зоны, где свойства нефтей характеризуются наихудшими показателями. Эта задача надежно решается путем реализации модифицированного тренд-анализа. Если по площади выявляется не одно, а несколько локальных зон, то выбор первоочередных из них обосновывается на базе сопоставительного анализа объемов остаточных запасов этих зон. В этой главе приводятся так же объемы дополнительной добычи нефти из залежей в результате использования МУН в целом и по отдельным видам.

Выводы и рекомендации

В диссертационной работе, на основе геолого-промысловых и вероятностно-статистических исследований решен ряд задач в области геологических основ разработки морских месторождений. Они ориентированы на повышение эффективности разработки месторождений Азербайджана, находящихся на шельфе Каспийского моря.

Основные выводы и рекомендации диссертационной работы сводятся к следующему:

1. Рекомендована геолого-математическая модель расчленения разреза морских многопластовых нефтяных месторождений, позволяющая обосновать приобщение ряда эксплуатационных объектов после длительного периода разработки залежей;

2. Предложена методика классификации залежей с привлечением дискриминантной функции, что дает возможность уточнить природно-энергетические условия разрабатываемых морских залежей нефти;

3. Выявлено и изучено с комплексированием корреляционно-регрессионного и графо-аналитического анализа влияние геологических и технологических параметров залежей на процесс их разработки, позволяющих расшифровать характер выработки запасов при различных природно-технологических условиях;

4. Предложено использование динамической модели «Контрольные карты» Шухарта для контроля и регулирования процессов разработки залежей морских месторождений, что дало возможность оценить степени оптимальностей этих процессов;

5. Создана классификационная модель, позволяющая рекомендовать залежи из числа морских месторождений для применения в них методов увеличения нефтеотдачи, с выдачей прогнозных оценок их эффективности;

6. Предложена методика выявления локальных зон по площади залежей, перспективных для применения методов повышения нефтеотдачи пластов.

Список литературы опубликованной по теме диссертации

1. Абдуллаева Л.Я. Palçıq Pilpilası yatağında istismar obyektlərin birləşməsinə məqsəduyğunluğunun müəyyən edilməsi / Ə.Əlizadənin xatirəsinə həsr olunmuş "Gənc geoloqlar " dərnəyinin VI Konfransı. Bakı: ADNA, 2001.
2. Абдуллаева Л.А. Усовершенствование систем доработки нефтяных залежей Азербайджана / VII конференция «Юных Геологов». Баку: АГНА, 2002, с. 21.
3. Абдуллаева Л.А. Выявление перспективных зон по площади залежи для применения методов повышения нефтеотдачи пластов / Материалы IV Республиканской Научной Конференции. Баку: 2002, с. 20.
4. Абдуллаева Л.Я., Гоьайев А. Palçıq Pilpilası yatağının işlənmə təpəsinin yüksəldilmə yolları / Tələbə və aspirantların VIII respublika elmi konfransıнын тезисляри. **Bakı: ADNA, 2003, с. 56.**
5. Абдуллаева Л.А. Классификация разрабатываемых морских нефтяных залежей для обоснования путей реализации остаточных запасов / Конференция посвященная «Дню Республики». Баку: 2004, с. 30-32.
6. Abasov M.T., Bağırov B.Ə., Abdullayeva L.Ə., Qaragözov E.Ş. Neft yataqlarında suvurmanın effektivliyinin təyini üsulları // Azərbaycan Geoloqu, №10, 2005, 5-7 с.
7. Абасов М.Т., Багиров Б.А., Абдуллаева Л.А. О методах определения эффективности заводнения нефтяных залежей / Конференция посвященная 95 летию Мехтиева Ш.Ф. Баку: 2005, с.13.
8. Bağırov B.Ə., Cavadov Ə.Ə., Süleymanova V.M., Abdullayeva L.Ə. Layların neftverimini artırılmasının yeni üsulları. T010500 ixtisası üzrə metodik göstəriş. Bakı. ADNA, 2005. 24 s.
9. Salmanov Ə.M., Əliyev V.Ə., Nəzərova S.Ə., Abdullayeva L.Ə. Palçıq Pilpilası yatağının istismar obyektlərinə ayrılmasının geoloji riyazi modellərlə öyrənilməsi // Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərin Xəbərləri, 2005, №5(39), s. 13-17.
10. Абдуллаева Л.Я. Dəniz yataqlarında işlənilmə nəticələrinin müxtəlifliyinin səbəbləri // Azərbaycan Geoloqu. Bakı, 2006, №11, s.105-110.
11. Багиров Б.А., Салманов А.М., Назарова С.А. Абдуллаева Л.А. Обоснование приобщения эксплуатационных объектов в разрезе морских многопластовых месторождений / Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Нефть и газ западной Сибири, 2007, с. 16-17.

12. Абдуллаева Л.Я. Dəniz yataqlarının işlənməsində təsnifat üsulları // Azərbaycan Geoloqu. Bakı: 2008, №12, s. 57-61.
13. Джавадов А.А., Сулейманова В.М., Абдуллаева Л.А. Методическое указание по «Новым методам увеличения нефтеотдачи пластов при разработки нефтяных месторождений» (по специальности Т010500). Баку: АГНА, 2008, 9 с.
14. Багиров Б.А., Гарагёзов Э.Ш., Абдуллаева Л.А., Гаджиев А.М. Классификация нефтяных залежей на основе искусственных нейронных сетей и кластер анализа // Электронный научный журнал «Нефтепромысловое дело» - 2009. Том VII, №1. http://www.ogbus.ru/authors/Bagirov/Bagir_1.pdf.
15. Багиров Б.А., Абдуллаева Л.А., Шарифов Д.Д. Модели классификации и нефтеотдачи морских месторождений Азербайджана и их интерпретация / «Известия» высших технических учебных заведений Азербайджана. Том 15, №5-6 (69-70), Баку: 2010, с. 9-10.
16. Багиров Б.А., Назарова С.А., Абдуллаева Л.А. и др. Сравнительный анализ моделей нефтеотдачи пластов / «Новые технологии в нефтедобыче» Материалы Международной Конференции. Баку: 2010, с. 375-387.
17. Абдуллаева Л.А. Графо-аналитическая модель нефтеотдачи залежей / Актуальные вопросы современного профессионального образования. Тюмень, Екатеринбург, Варшава. 2010, стр.471-472.
18. Багиров Б.А., Абдуллаева Л.А. О нефтеотдачи залежей морских месторождений Азербайджана / Материалы научной конференции. Баку: БГУ, 2010, səh. 224-225.
19. Багиров Б.А., Абдуллаева Л.А. Определение оптимальных областей развития проводимых процессов нефтеизвлечения / Угледородный потенциал больших глубин: Энергетические ресурсы будущего – реальность и прогноз. 1-ая Международная Конференция. Баку: 2012, с. 110.
20. Багиров Б.А., Абдуллаева Л.А. Метод изучения динамики процессов разработки залежей нефти // «Известия» высших технических учебных заведений Азербайджана. Том 15, №2, Баку: 2013, с. 7-12.
21. Багиров Б.А., Абдуллаева Л.А. Математический метод анализа разработки нефтяных залежей / Инновационное развитие нефтегазового комплекса Казахстана. Посвящается 50-летию Акционерного общества «Мангыстаумунайгаз» (Производственного объединения «Мангышлакнефть»), Международная Научно-практическая Конференция, Казахстан: 2013, с. 261-265.
22. Багиров Б.А., Абдуллаева Л.А. Решение оптимизационных задач при разработке нефтяных залежей на базе «Контрольных карт»

Шухарта / Материалы международного семинара «Рассохинские чтения», Ухта, 2013, с. 94-99, [http: www.uqtu.net/conference](http://www.uqtu.net/conference).

**GEOLOJİ-MƏDƏN VƏ STATİSTİK ANALİZ KOMPLEKSİ
ƏSASINDA AZƏRBAYCANIN DƏNİZ YATAQLARININ
QALIQ NEFT EHTİYATLARININ MƏNİMSƏNİLMƏ
EFFEKTİVLİYİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİ**

XÜLASƏ

Dissertasiya işi girişdən, 6 fəsildən, nəticə və təkliflərdən, istifadə olunan 107 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

İşin məqsədi - statistik və geoloji-mədən modellərin tətbiqi ilə Azərbaycanın dəniz akvatoriyasında yerləşən neft yataqlarının işlənilməsinin effektivliyə çatdırılması üçün tədbirlərin əsaslandırılmasıdır.

Birinci fəsildə Azərbaycanın dəniz yataqlarında öyrənilən problemin müasir vəziyyəti, məqsədi və vəzifələrindən bəhs edilir.

İkinci fəsil dəniz yataqlarının işlənilməsinin geoloji-texnoloji təhlilinə həsr olunmuşdur. Burada hər bir yatağın stratifikasiyası, tektonikası, neft-qazlılığı, cari işlənilmə xüsusiyyətlərinə baxılmışdır. Tədqiqata cəlb edilmiş Abşeron arxipelaqının 13, Bakı arxipelaqının isə 4 yatağının, o cümlədən onların kəsilişində olan 152 istismar obyektinin geoloji-istismar göstəricilərinin qısa səciyyəsi verilmişdir.

Üçüncü fəsil işlənilmənin səmərəli başa çatdırılması üçün çoxsaylı yataqların kəsilişində xüsusi metodikaya əsaslanaraq istismar obyektlərinin ayrılması məsələsi həyata keçirilmişdir. Azərbaycan yataqlarında, o cümlədən dənizdə işlənilən çoxsaylı neft mədənlərində bu məsələnin həlli subyektiv yavaşmaların təsiri ilə həyata keçirildiyindən bir sıra xətalara yol verilmişdir. Onların aradan qaldırılması isə yataqlar kəsilişində olan geoloji-texnoloji oxşarlıqları olan iki və daha çox obyektlərin birləşdirilərək birgə istismarını təmin edə bilər. Nəticədə mövcud quyu fondundan səmərəli istifadə etməklə obyektlərin işlənilmə tempini yüksəltməsinə şərait yaranır. Qoyulan məsələni korrekt həll etmək üçün professor D.A.Rodionovun üsulundan istifadə edilmiş və konkret yataqlar üçün yeni bölgü sistemləri əsaslandırılmışdır. Üsul bəzi dəniz yataqlarında yüksək səmərə ilə tətbiq olunmuşdur.

Dördüncü fəsil dəniz yataqlarının neftverməsinin modelləşdirilməsinə həsr edilmişdir. Dəniz yataqlarının geoloji-mədən məlumatlarının təhlili onların işlənilmə nəticələrinin müxtəlifliyinin (neftvermə əmsalı 0,05-

0,60 hüdudlarında dəyişir) səbəblərinin aşkar edilməsini aktual problem kimi qarşıya qoyur. Analoji tədqiqatlara istinadən burada yataqların enerji mənsubluğunu nəzərə almaqla neftvermə modellərindən istifadə edilmişdir. Tədqiqatlar aşağıdakı ardıcılıqla həyata keçirilmişdir:

- dəniz yataqlarının bütün obyektlərinin tədqiqatla əhatə olunma tələbatını nəzərə alaraq, geoloji-mədən və ehtimal nəzəriyyəsi (diskriminasiya analizi) üsullarından istifadə etməklə onlar iki qrupda cəmləşdirilmişdir: aktiv rejimli (qarışıq rejim) və passiv rejimli (neftdə həll olmuş qaz rejimi).

- ayrılmış qruplarda korrelyasiya-reqresiya və qrafo-analitik üsullarının kompleksli tətbiqi ilə müvafiq modellər alınmışdır.

- modellərin müqayisəli analizi həyata keçirilmişdir ki, bu da qruplara daxil edilmiş yataqların neftvermə mənfəəti və ya müsbət təsir edən lay parametrləri aşkar edilməsini təmin etmişdir.

Bəşinci fəsilə yataqların neftçıxarma proseslərinin dinamikasının öyrənilmə üsulları verilmişdir. Təklif olunmuş yanaşma Şuxartın “nəzarət xəritələri” üsuluna istinad etməklə hər hansı bir obyekt üzrə neftçıxarma prosesinin optimal zonalarının ayırd edilməsini, baş vermiş pozulmaların vaxtını və səbəblərini etibarlı təyin edir. Nəticədə yataqlarda neftçıxarma dinamikasının optimallaşdırılması üçün tədbirlər əsaslandırılır. Üsulun yüksək həlletmə qabiliyyətini nəzərə alaraq, onun yataqların işlənilməsinin bütün mərhələlərinin analizi ilə yanaşı, hər hansı bir dövrlərini səciyyələndirmək üçün də tövsiyə olunur.

Altıncı fəsilə dəniz yataqlarının işlənilməsində müasir texnologiyaların tətbiqinin perspektivliyinə baxılmışdır. Göstərilmişdir ki, baxılan yataqların ehtiyatlarının səmərəli istifadəsi layların son neftvermə əmsalını artıran üsulların tətbiqi ilə sıx əlaqədardır. Bu məsələnin adekvat həlli xüsusi tərtib olunmuş təsnifat modeli ilə həyata keçirilmişdir ki, bu da dəniz yataqlarında fiziki-kimyəvi, termiki və s. üsulların tətbiq miqyasını təyin etməyə imkan vermiş və effektivliyin proqnozlaşdırılmasını təmin etmişdir.

İşin nəticə və təkliflər bölməsində isə dəniz yataqlarının işlənilməsinin spesifik xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq bir sıra məqsədyönlü geoloji-texnoloji tədbirlər təklif edilmişdir.

Beləliklə, dissertasiya işində əsaslandırılan geoloji-mədən və statistik analiz kompleksi Azərbaycanın dəniz yataqlarının qalığ neft ehtiyatlarının istifadə dərəcəsini yüksəltmə yollarının təyində önəmli hesab edilə bilər.

**INCREASING THE EFFICIENCY OF DEVELOPING
REMAINING OFFSHORE OIL RESERVES OF AZERBAIJAN ON
THE BASIS OF THE COMPLEX GEOLOGICAL AND
STATISTICAL ANALYSIS**

SUMMARY

Thesis consists of an introduction, 6 chapters, conclusion and recommendations, list of 107 reference literatures.

Purpose of the thesis is substantiation of arrangements (activities) for effective supplementary development of Azerbaijan offshore oil fields with the application of statistical and dynamic models.

Current status, purpose and subject of studied problem for Azerbaijan offshore fields is described in the first chapter

The second chapter is devoted to the geological-technological analysis of offshore development. Stratigraphy, tectonics, oil-gas bearing capacity and current development characteristics of each field are considered in this chapter. Brief summary of geological-development characteristics for 13 Absheron archipelago and 4 Baku archipelago fields, including 152 development targets in their section are given in the study.

The third chapter is about allocation of the development targets of multilayer fields for their efficient development based on special technique. There were several errors during resolution of this problem for Azerbaijan fields, including offshore multi-layer oil fields due to subjective approaches. As a result of eliminating this problem, two or more objects with similar geological-technological parameters could be developed in combination. This may contribute to existing well fund efficiency and finally increase production rate.

In order to solve the problem concretely, professor D. I. Rodionov's methods were used and new nomenclature system was substantiated for concrete fields.

The method has been very efficiently applied to some offshore fields.

The fourth chapter is dedicated to modeling oil recovery of offshore fields. Analysis of the geological-field data of offshore oil fields allows us to reveal the causes of the differences with respect to its development

results (recovery factor changes within the limits of 0,05-0,60) as an actual problem. Based on similar researches, oil recovery models were used considering energy attribution of fields.

Researches are carried out in the following order:

- all studied targets of offshore fields were separated into two groups considering methods of geological-field and probability theory (discriminant analysis): active regime (mixed regime) and passive regime (regime of the dissolved in oil gas regime).

- appropriate models were obtained by applying complex correlation-regression and grapho-analytical methods for each generated group.

- comparative analysis of models was done allowing us to determine reservoir parameters positively or negatively affecting oil recovery factor for each group of fields.

The fifth chapter covers methods of studying dynamics of oil recovery process. Proposed method allows us to define optimal oil recovery zones, failure time and reasons according to Schuchardt control card method. Consequently, arrangements (activity) for optimization of oil recovery dynamics are substantiated.

Taking into account high resolution capability of the method, it is recommended to use both for analysis of all development stages and also, characterization of single development stage separately.

The sixth chapter is devoted to perspectives of modern technology applications for offshore fields. It shows that rational reserves recovery is closely related to application of enhanced oil recovery methods. The adequate solution of this problem was achieved by specially prepared classification model. This allowed to determine using scope of the physical-chemical, thermal etc. methods and its efficiency prognoses.

In the conclusions and recommendations, considering offshore development specifics, a number of reliable geological-technological activities was proposed.

Thus, geological and statistical analysis complex, substantiated in the thesis, can be important in determining the ways of increasing the usage level of remaining offshore oil reserves of Azerbaijan.

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
GEOLOGİYA İNSTİTUTU**

Əlyazma hüququnda

LALƏ ƏKBƏR QIZI ABDULLAYEVA

**GEOLOJİ-MƏDƏN VƏ STATİSTİK ANALİZ KOMPLEKSİ
ƏSASINDA AZƏRBAYCANIN DƏNİZ YATAQLARININ
QALIQ NEFT EHTİYATLARININ MƏNİMSƏNİLMƏ
EFFEKTİVLİYİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİ**

2521.01 – Neft və qaz yataqlarının geologiyası,
axtarışı və kəşfiyyatı

Yer elmləri üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilən dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKİ – 2013