

О Т З Ы В

научного консультанта на диссертационную работу
докторанта Казахского Национального Исследовательского Технического
Университета имени К.И.Сатпаева Құдайбергеновой Сабинны Сатыбалдықызы
на тему «Современные технологии геодинамического мониторинга при изучении
и картировании быстроменяющихся природно-техногенных процессов на
месторождениях углеводородов»,
представленную на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе 8D07104 – Нефтегазовая и рудная геофизика

Диссертационная работа Құдайбергеновой С.С. состоит из введения, семи глав и заключения, списка использованной литературы, изложенного на 174 страницах текста, включая 7 таблиц и 45 рисунков.

Выполненные в диссертации исследования базируются на большой фактографической базе данных, которые охватывают изданные материалы авторских исследований, опубликованные статьи и монографии в отечественных и зарубежных изданиях (в количестве 201), а также фондовые отчеты по теме диссертации.

Актуальность диссертационной работы.

Несомненно и определяется сложностью и многофакторностью решения задач по обеспечению геодинамической безопасности и снижению экологических рисков при освоения недр РК, что, во-первых, вызывает необходимость углубленного изучения условий формирования быстроменяющихся природно-техногенных событий, а, во-вторых, требует существенного развития научных и практических подходов к своевременному выявлению этих событий, а также реальных оценок последствий проявления сейсμοдеформационных процессов на разрабатываемых месторождениях углеводородов (УВ).

Что отличает данную работу от производственных отчетов по геодинамическому мониторингу по месторождениям УВ? Прежде всего то, что в основу диссертационных исследований была положена методология системного анализа с применением теоретических, модельных, экспертных и других видов исследований по результатам геодинамического мониторинга, которая включает:

- изучение сейсμοдеформационных процессов на региональном и детальном уровнях на базе результатов комплекса методов, охватывающему высокоточный гравиметрический и сейсмологический мониторинг, повторное точное нивелирование, GPS-измерения, радарную интерферометрию с применением современного программного обеспечения;
- выявление закономерностей возникновения и пространственно-временного проявления различных форм природно-техногенной геодинамики недр – сейсмичности, просадок/подъема дневной поверхности, горизонтальных сдвигов, активизации разломов;
- научно - обоснованную оценку причин, вызывающих эти процессы на базе синтеза, обработки, интерпретации/переинтерпретации, моделирования/ремоделирования геолого-геофизических и промысловых данных;
- выполнение геодинамического районирования территорий месторождений УВ – выделение зон и участков геодинамического риска;
- обоснование рекомендаций по оптимизации комплексных геодинамических исследований для решения задач по размещению систем и объектов обустройства на месторождениях УВ, что позволит избежать возникновения возможных аварийных ситуаций, связанных с природно-техногенными факторами.

Цель диссертационных исследований соискателя.

Изучение быстроменяющихся природно-техногенных деформационных процессов для анализа пространственно-временной структуры геодинамических параметров (просадки, горизонтальные сдвиги, землетрясения) и в исследовании на их основе особенностей проявления природно-техногенных сейсμοдеформационных процессов на разрабатываемых месторождениях углеводородов на основе непрерывного функционирования эффективной системы ГДМ.

Инструменты для достижения поставленной цели - программное обеспечение

Grapher, Surfer, Digger (США, Golden Software), ArcGIS&Esri (США), Coscad 3D, SiBER Tools (Новосибирск, РФ), RES2D (Geotomo softwear, Малайзия), Эра, EMS (ИНГГ СО РАН) и ZondTEM1D и т.д.

Научная новизна диссертационных исследований.

Заключается в том, что впервые даны объяснения причин возникновения с различной интенсивностью сейсмодетонационных процессов в приповерхностных интервалах геологических разрезов под влиянием добычи УВ по месторождениям Западного Казахстана с привлечением данных по зарубежным странам и РФ.

В частности, были проведены исследования по-практически 40 зарубежным месторождениям УВ, на которых в той или иной степени и за разные интервалы времени проявили себя просадки дневной поверхности, сейсмичность и горизонтальные сдвиги.

Большой объем проанализированной статистической информации позволил сформулировать выводы диссертационных исследований с большей степенью достоверности.

Соискателю удалось выявить следующую специфическую особенность для всех месторождений УВ с терригенным типом коллекторов, которая заключается в том, что продуктивными являются неконсолидированные и слабokonсолидированные песчаники, пески, местами гравий и алевролиты, легко поддающиеся уплотнению. Наблюдается высокая пористость и проницаемость пород – коллекторов, слабо меняющиеся с глубиной.

Месторождения УВ с деформационными процессами в терригенных коллекторах характеризуются средними, но чаще крупными размерами, многопластовым характером и большой толщиной продуктивной толщи, кровля которой чаще всего залегает на относительно небольших глубинах. Тип ловушек – преимущественно структурный, осложненный контрастным проявлением разломов, определяющих фрагментацию месторождений УВ и обусловивших неравномерное распределение нефти как по площади, так и по разрезу продуктивных горизонтов.

Амплитуда просадок за периоды наблюдений значительно варьирует по месторождениям углеводородов, приобретая максимальные значения в своде структур.

Примененный соискателем подход предоставил возможность дифференцировать по видам элементы, составляющие природный и техногенные факторы, которые при определенном сочетании повышают риски возникновения аномальных и, соответственно, опасных событий, таких как землетрясения, активизация разломов, интенсивные просадки земной поверхности, поверхностное разломообразование и др.

Опираясь на результаты диссертационных исследований, диссертант аргументированно выделил следующие факторы потенциального геодинамического риска:

Природные факторы - образуют сочетание либо индивидуально относительно большие размеры месторождений УВ, их блоковое строение, увеличенная плотность разломов, неглубокое залегание продуктивных пластов, большая суммарная мощность этих пластов, природная сейсмическая активность, повышенные фильтрационно-емкостные свойства коллекторов, их слабая степень эпигенетической измененности и площадная неоднородность.

Техногенные факторы геодинамического риска – формируют длительный и интенсивный отбор углеводородов, неравномерная площадная добыча углеводородов, нагнетание флюида в скважины для поддержания пластового давления и повышения нефтеотдачи пластов.

И далее, соискателем осуществлен переход к очевидному выводу, согласно которому природные и техногенные факторы могут привести или приводят к концентрации и неоднородному распределению полей напряжений, к последующим деформации земной коры в местах контактов блоков, которые проявляют себя в форме сброса напряжений и последующем формировании просадок, поднятий, сейсмичности, проявлению горизонтальных сдвигов на месторождениях УВ.

Полученные результаты исследований во второй части диссертации были привлечены для исследований полей геодинамических напряжений на Карачаганакском

нефтегазоконденсатном и Северо-Базашинском газонефтяном месторождениях, по которым также выполнен детальный анализ группы природных и техногенных факторов.

Практическая значимость диссертации.

Полученные выводы и основные защищаемые положения диссертации подтверждают принципиальную возможность оценки возникновения различных сценариев геодинамических ситуаций и экологических рисков, связанных с разработкой месторождений УВ, рекомендованы мероприятия с целью снижения геодинамических и связанных с ними экологических рисков. Результаты диссертационных исследований представляют практический интерес для компаний ведущих операционную и сервисную деятельность на месторождениях УВ Казахстана.

Ценность полученных результатов.

Заключается также в том, что в процессе выполнения диссертации установлено:

1. Реальная совокупность природно-техногенных факторов потенциального геодинамического риска проявляется в форме концентрации и неоднородного распределения полей напряжений с последующей деформацией геологической среды в местах контактов блоков в виде поднятий и прогибов дневной поверхности, сейсмичности и горизонтальных сдвигов.

2. Аппаратурно-методическое обеспечение геодинамического мониторинга, точность полученных данных (повторного нивелирования и GNSS-наблюдений, гравиметрического, сейсмологического и космического радарного мониторингов), алгоритмы их обработки, интерпретации и моделирования позволяют с достаточной степенью достоверности выделять зоны и участки деформационных процессов.

3. На разрабатываемых месторождениях УВ в своде локальных структур наблюдается увеличенная амплитуда этих процессов в форме вертикальных просадок. В пробуренных здесь скважинах производится увеличенный отбор нефти, зафиксированы максимальные величины падения пластового давления в нефте-и газонасыщенных коллекторах, зафиксировано снижение добычи УВ, рост обводненности продукции скважин, увеличение объемов закачки флюида, уменьшение среднего дебита по нефти и газу на 1 скважину.

4. Уменьшение пластового давления в эксплуатируемых интервалах при добыче УВ и его увеличение при закачке воды нарушают сложившееся природное геодинамическое равновесие в содержащих их геологических структурах, дестабилизируют динамическое равновесие между пластовыми флюидами и вмещающими породами-коллекторами, которые могут стать причиной их подвижек и сейсмических событий, в том числе и опасных.

5. Вариации локального поля силы тяжести напрямую коррелируются с объемами отобранных углеводородов и закаченной в эксплуатируемые интервалы воды для поддержания пластового давления.

В своде структур на месторождениях УВ с терригенным типом коллекторов наблюдается увеличение значений локальных аномалий силы тяжести, что связано с уплотнением пород-коллекторов и влиянием на продуктивные пласты процессов закачки воды для поддержания пластового давления.

В своде структур на месторождениях УВ с карбонатным типом коллекторов рифового типа (обладающие жесткой структурой и мало подверженные уплотнению) в гравитационном поле формируются локальные гравитационные минимумы.

6. По периферии структур на месторождениях УВ амплитуда просадок уменьшается и последовательно происходит их замещение на поднятия дневной поверхности. При этом, если в своде этих структур выявляются минимальные амплитуды горизонтальных подвижек, то на склонах этих структур установлено увеличение величин горизонтальных смещений дневной поверхности от свода в сторону мульды проседания.

7. В процессе разработки месторождений УВ создаются условия для последовательного возникновения и развития сейсмодеформационных процессов в форме очагов землетрясений, которые влияют на добычу углеводородов посредством изменения геодинамического состояния недр.

В диссертации большое место отведено классификации очагов землетрясений по отношению к разрабатываемым продуктивным горизонтам. Всего выделено три вида этих

сейсмических событий-над продуктивными горизонтами, под ними и, собственно, в этих горизонтах. Для каждого вида землетрясений предложен свой индивидуальный механизм генерации.

8. На разрабатываемых месторождениях УВ с «Прикаспийским типом геологического разреза» появляется риск формирования суффозионно-карстовых воронок в результате совместного проявления экзогенных факторов и глубинной тектоники. В частности, установлена, четкая приуроченность линий суффозионных воронок к зонам глубинных разломов и флексуророобразного перегиба поверхностей триасовых и нижнепермских солевых отложений.

9. Система мониторинга геолого-геофизическими и геодезическими методами при изучении и картировании природно-техногенных процессов требует постоянного совершенствования в методике и аппаратурном обеспечении.

Достоверность полученных результатов.

Подтверждается фактическими материалами по ГДМ на месторождениях УВ зарубежных стран, РФ и Западного Казахстана, в том числе сравнительным анализом методик и оценок точности измерений, полнотой комплекса методов с использованием современных программных пакетов для обработки, интерпретации и моделирования результатов полевых измерений, а также сопоставлением теоретических результатов с результатами других авторов, проводивших исследования на месторождениях УВ Западного Казахстана.

В заключение необходимо отметить, что цель диссертационных исследований достигнута, а поставленные задачи решены на высоком научно-техническом уровне.

Полученные Кудайбергеновой С.С. результаты диссертационных исследований обладают научной новизной и практической значимостью; являются авторскими, а их достоверность и обоснованность не вызывают сомнения. Они не противоречат и дополняют общеизвестные геолого-геофизические и геодезические факты, в полной мере подкреплены аналитическими исследованиями.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 9 научных трудах, в т.ч. 4 статьи опубликованы в журналах, входящих в базу данных Scopus и Clarivate Analytics, в одном издании, рекомендованном ККСОН МОН РК и четыре публикации – в изданных трудах международных конференций, казахстанских и зарубежных. В опубликованных работах отражены основные выводы и обоснования защищаемых положений диссертации.

Диссертация прошла апробацию: на международных форумах и научно-практических конференциях на СМУ ИГиНГД и СМУ SU, в Институте сейсмологии МЧС РК, МЦАиРМ, на кафедре «Маркшейдерского дела и геодезии» и на внутренних кафедральных заседаниях.

Не вызывает сомнения, что диссертационная работа Кудайбергеновой С.С. на тему: «Современные технологии геодинамического мониторинга при изучении и картировании быстроменяющихся природно-техногенных процессов на месторождениях углеводородов» представляет собой законченное научное исследование, выполненное на должном научном уровне и в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а Кудайбергеновой С.С. заслуживает присвоения звания доктора философии PhD по образовательной программе 8D07104 – Нефтегазовая и рудная геофизика.

**Доктор геол.-мин. наук, ассоц. профессор,
член-корр. НАН РК**



Абетов А.Е.