

УДК 622.24
МРНТИ 39.59.15

<https://doi.org/10.55452/1998-6688-2025-22-3-370-380>

^{1*}**Ерболат Н.К.,**

магистр, ORCID ID: 0009 0001 1235 3888,

*e-mail: n_yerbolat@kbtu.kz

¹**Тулемисова Ж.С.,**

PhD, ассоциированный профессор, ORCID ID: 0000-0003-1803-4535,

e-mail: z.tulemisova@kbtu.kz

¹Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы, Казахстан

ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОЛЛЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Аннотация

В статье приведены результаты комплексного анализа геолого-геофизических данных месторождения, расположенного в южной части Прикаспийского осадочного бассейна, характеризующегося сложным разломно-блоковым строением, активными процессами галогенеза и высокой литолого-стратиграфической изменчивостью. В исследовании использованы материалы бурения, включая данные кернового анализа, спектрального гамма-каротажа, нейтронно-акустических исследований, результаты петрофизической интерпретации, а также уточненная переинтерпретация 3D-сейсмических данных. Интеграция разнородной информации обеспечила построение детализированной трехмерной геологической модели продуктивных горизонтов (нижнеальбский, аптский и неокомские пласты), включающей структурное, литологическое и петрофизическое моделирование. В рамках работы выделено пять структурных сегментов, уточнена система тектонических нарушений, определено пространственное распределение фаций и зон коллекторов с промышленным потенциалом. Фильтрационно-емкостные характеристики пластов варьируют: эффективная пористость – 13–19%, водонасыщенность – 24–36%. Применение индикаторного моделирования и гауссовой симуляции позволило повысить точность воспроизведения геологической концепции и согласованность модели с фактическими данными. Полученные результаты обеспечивают более точную оценку конфигурации залежей, распределения запасов углеводородов и параметров коллекторов, что позволяет снизить геологические риски и неопределенности. Разработанная модель является основой для проведения гидродинамического моделирования, проектирования эффективной системы разработки и оптимизации эксплуатации месторождения.

Ключевые слова: геолого-геофизические данные, геологическая модель, продуктивные пласты, фильтрационно-емкостные свойства, тектонические нарушения, структурное моделирование, литологическое моделирование.

Введение

Современная нефтегазовая отрасль сталкивается с необходимостью эффективного освоения, особенно в условиях геологического строения и высокой степени неопределенности при оценке коллекторов. В этих условиях возрастает роль комплексных методов анализа геолого-геофизических данных, направленных на формирование достоверных геологических моделей продуктивных пластов.

Наиболее полное и обоснованное представление о структуре, распространении и свойствах коллекторов возможно при интеграции данных различных дисциплин: сейсморазведки, геофизических исследований скважин, керна, результатов бурения и лабораторных петрофизических анализов. Такой подход позволяет не только уточнить геологическое строение месторождения, но и существенно повысить точность прогноза фильтрационно-емкостных

свойств пластов, что критически важно для выбора технологии разработки и обоснования эксплуатационных параметров.

Целью настоящего исследования является построение геологической модели коллекторов на основе комплексной интерпретации геолого-геофизических данных с последующей оценкой фильтрационно-емкостных свойств продуктивных пластов на примере месторождения Х.

Автор подчеркивает, что недостаточная изученность геолого-геофизических данных на раннем этапе открытия месторождения значительно влияет на успешность его разработки. Например, некачественная интерпретация сейсмических данных или их отсутствие затрудняют изучение структуры месторождения, а ошибки в интерпретации увеличивают геологические риски при разработке южной части Прикаспийского осадочного бассейна, одного из наиболее крупных и в то же время сложных в структурном отношении регионов. Месторождения этого района характеризуются высокой степенью галогенеза, наличием тектонически изолированных блоков, а также сочетанием нефтяных и газоконденсатных залежей, что требует использования современных методов. Принятый в работе подход основывается на интеграции данных сейсморазведки, ГИС, результатов бурения и петрофизической интерпретации, что обеспечивает более точное построение структурных и литолого-фациальных моделей, выделение коллекторов и оценку их характеристик. Такой подход способствует снижению неопределенности при геологическом моделировании и является основой для принятия обоснованных проектных решений на этапах доразведки и разработки месторождения.

Материалы и методы

Объектом исследования является месторождение Х, расположенное в южной части Прикаспийского осадочного бассейна. Геологическое строение участка отличается высокой тектонической сложностью, выраженной в наличии разновозрастных дислокаций, глубинных разломов и блоковой структуры. Дополнительными факторами, усложняющими геологическую интерпретацию, являются значительная мощность соленосной толщи, активные процессы галогенеза и высокая изменчивость литолого-стратиграфических комплексов. На площади месторождения выявлены как нефтяные, так и газоконденсатные залежи, локализованные преимущественно в меловых и пермотриасовых отложениях.

Для анализа геологического строения и построения модели коллекторов применялся комплексный подход. В работе использованы данные бурения, геофизических исследований и каротажа, полученные на месторождении Х.

Основу исследования составили данные спектрального гамма-каротажа (СГК), нейтронно-акустических методов и количественной петрофизической интерпретации, что позволило уточнить границы продуктивных пластов и оценить фильтрационно-емкостные характеристики коллекторов. Анализ структурного строения разреза проводился с учетом литолого-стратиграфических особенностей, включая вариабельность тектонических блоков и влияние галогенеза. Комплексный анализ данных позволил выявить особенности распределения коллекторских интервалов в меловых и пермотриасовых отложениях, где интерпретация осложнена наложением аномалий, вызванных глинистостью и естественной радиоактивностью пород [1].

Для построения геологической модели использовались специализированные программные комплексы, обеспечивающие интеграцию разнотипных данных и визуализацию пространственного распределения коллекторов с учетом выявленных параметров. Полученные результаты заложены в основу дальнейшего моделирования разработки месторождения и оптимизации технологии добычи углеводородов.

При изучении геолого-геофизических данных месторождения Х ключевым моментом является комплексный подход, позволяющий максимально полно и точно определить фильтрационно-емкостные свойства коллекторов. Особое внимание уделялось качеству и полноте геофизических данных, а также корректной интерпретации результатов с учетом технологических особенностей добычи и бурения.

Особое внимание следует уделить буровым растворам. Для бурения скважин на месторождении использовались полимерные растворы, что обеспечивает высокую стабильность ствола скважины и снижает риск размыва пород.

Удельное электрическое сопротивление (УЭС) промывочных жидкостей при пластовой температуре варьировалось от 0,6 до 3 Ом·м. В новых скважинах применялся более современный полимерный буровой раствор с удельным весом 1,22–1,24 г/см³, сниженным удельным электрическим сопротивлением (0,37–0,57 Ом·м при 20 °С) и вязкостью 42–55 с. Долота для бурения в новых скважинах имели диаметры до 311 мм, что способствовало увеличению проходки и улучшению качества ствола. Эти данные имеют большое значение для оценки электрофизических свойств коллекторов и правильной калибровки каротажных кривых.

Для исследования геологических разрезов использовался стандартный комплекс промыслово-геофизических исследований (ГИС), включающий аналоговые методы: стандартный каротаж, боковой каротаж, кавернометрию, радиоактивный каротаж, инклинометрию, замер температуры, акустическую цементометрию и термометрию.

Построение точной геостатистической модели невозможно без качественных данных промыслово-геофизических исследований, которые играют ключевую роль уже на этапе их получения. Начиная с записи кривых и заканчивая интерпретацией, необходимо тщательно проверять качество выполненных работ, чтобы в дальнейшем избежать ошибок в построении модели [2].

Качество материалов гамма-каротажа обычно высокое, с четко выраженной дифференциацией по литологии. Максимальные значения естественной радиоактивности (ГК) соответствуют глинистым пластам, а минимальные – плотным породам. Однако в некоторых скважинах (например, X-20 и X-30) отмечались аномалии и отсутствие дифференциации, что требует дополнительного внимания при интерпретации.

Нейтронный каротаж хорошо отражает литологическую характеристику разреза, выявляя зоны с повышенной плотностью и газонасыщением, как это наблюдалось в скважине X-30. Влияние газового фактора проявляется в виде повышенных показаний на плотных пластах, что необходимо учитывать при оценке пористости и насыщенности.

Гамма-гамма-каротаж показал удовлетворительное качество в большинстве скважин, отражая изменение плотности пород. Значения плотности для коллекторов варьируются от 2,1 до 2,4 г/см³, что существенно ниже показателей плотных пород (от 2,7 г/см³ и выше).

Акустический каротаж применялся для определения коэффициента пористости и выделения плотных пропластков. Из-за рыхлости пород и особенностей бурения в некоторых случаях отмечались срывы на диаграммах, что учитывалось при интерпретации.

Потенциалы собственной поляризации (ПС) зарегистрированы слабо дифференцированными кривыми, что связано с близостью минерализации промывочной жидкости и пластовой воды. Поэтому этот метод использовался на качественном уровне для общей характеристики разреза, но не применялся для количественной оценки глинистости.

Электрокаротажные методы (МКЗ, ИК, БК) в целом дали хорошие материалы, хотя в отдельных скважинах (например, X-1 и X-30) кривые были слабо информативны. Нормализация кривых по опорным горизонтам обеспечивала корректность интерпретации и позволяла надежно выделять продуктивные пласты.

Песчаники, выявленные в продуктивных горизонтах K1a1 и K1a, представлены коричневыми полимиктовыми песчаниками с выраженной слоистостью и различной степенью сцементированности. Текстуры пород, включая биотурбацию и взламывание осадка, отражают сложные палеоэкологические условия образования коллектора. Минералогический состав и плотность зерен варьируются в зависимости от содержания карбонатных и пиритовых включений. Отложения неокотских горизонтов представлены конгломератами и мелкозернистыми песчаниками с выраженной слоистостью, обогащенным глинистым материалом. Литологические особенности и вариации плотности зерен подтверждаются каротажными данными.

Выделение коллекторов проводилось на основе качественных признаков, таких как снижение гамма-активности, увеличение интервального времени, наличие глинистой корки и электрических аномалий. Количественная оценка коэффициента глинистости и эффективных толщин была выполнена с использованием спектрального гамма-каротажа, что позволило исключить влияние радиоактивных элементов и более точно идентифицировать продуктивные пласты [3–4].

Особенно важным был метод спектрального гамма-каротажа, позволяющий корректно выделять коллекторы в условиях аномальных показаний стандартного гамма-каротажа. Это было критично для продуктивных меловых горизонтов, где присутствие радиоактивных элементов могло исказить оценку глинистости и пористости (рисунок 1).

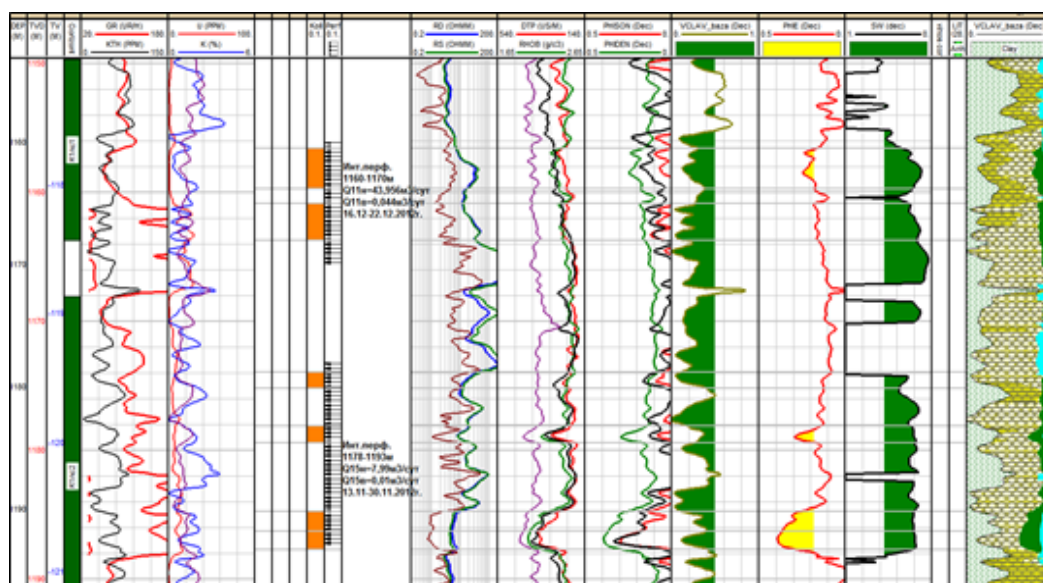


Рисунок 1 – Пример выделения высокорадиоактивных участков скв. X-20 (области, оконтуренные черным овалом), не связанных с глинистостью

В рамках проведенного исследования была разработана трехмерная цифровая геологическая модель продуктивных горизонтов месторождения X, охватывающая нижнеальбский, аптский и два неомских пласта, представляющих промышленный интерес с точки зрения нефтегазоносности. Особенностью геологического строения изучаемого участка является локализация залежей в зоне тектонической активизации между двумя предполагаемыми разломами, в области развитого сброса F. На всех структурных построениях сброс прослеживается как единое нарушение, оказывающее значительное влияние на формирование ловушек.

Основными целями моделирования являлись получение геологически обоснованного распределения пород и коллекторских свойств в пространстве, а также выполнение подсчета геологических запасов углеводородов. Построение модели включало два ключевых этапа: формирование структурного каркаса залежей и пространственное моделирование литологических и петрофизических параметров.

Для построения модели использовался комплекс разнородной геолого-геофизической информации, включая:

- ♦ скважинные данные – координаты устьев, глубины забоев, инклинометрические данные (MD, Inclination, Deviation), геологические отбивки, положения флюидальных контактов;
- ♦ результаты ГИС – импортированы промыслово-геофизические кривые РНПЕ (эффективная пористость), SW (водонасыщенность), VCLAV (глинистость);
- ♦ сейсмическая интерпретация – переинтерпретированные данные 3D-сейсморазведки в виде стиков и полигонов разломов, а также структурные карты по кровле нижнеальбского, аптского и неомского горизонтов.

Эти данные позволили провести высокдетализированную интерпретацию разломно-блокового строения, уточнить геологические границы пластов и сформировать базу для создания надежной геостатистической модели.

Моделирование системы тектонических нарушений. Создание модели разломов проводилось с использованием полигональных представлений разломов, полученных в результате переинтерпретации сеймики. Информация дополнялась данными бурения и интерпретацией ГИС. В процессе объединения и корректировки разломов была сформирована модель, сегментирующая продуктивную зону на пять блоков. По данной сетке был сформирован структурный каркас с размером ячеек 25×25 м, охватывающий горизонты K1al-2, K1a, K1nc1 и K1nc2 (рисунки 2, 3).

На основе утвержденной стратиграфической корреляции и сейсмических трендов были построены структурные поверхности по кровле пластов. Для построения карт использовался алгоритм конвергентной интерполяции с размером сетки 50×50 м, при этом учитывались геологические отбивки, данные корреляции, модель разломов и карты общих толщин межпластовых интервалов 9 (рисунки 4–5).

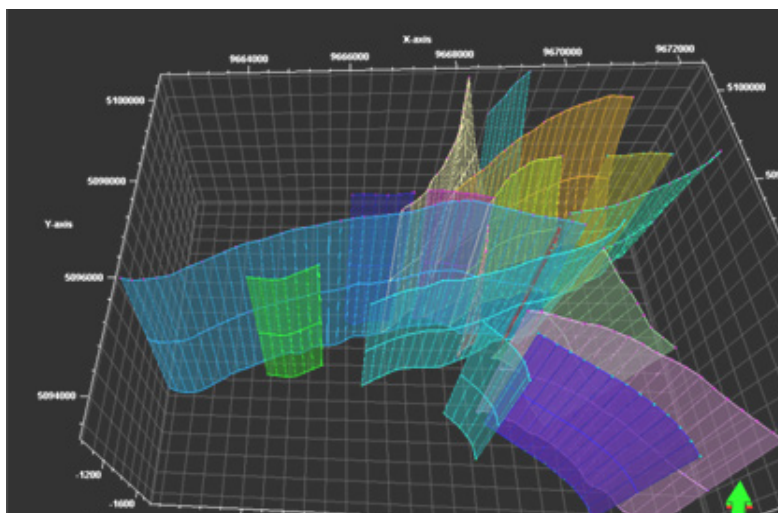


Рисунок 2 – Смоделированная система нарушений

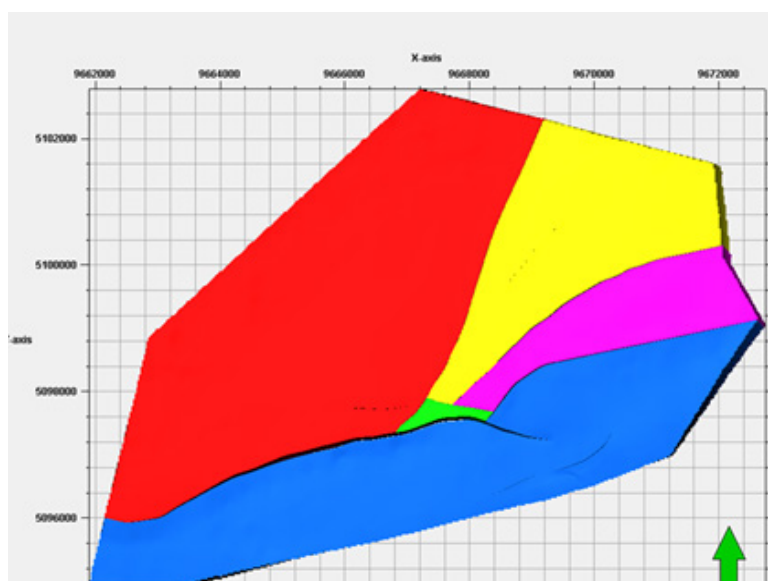


Рисунок 3 – Блочность модели

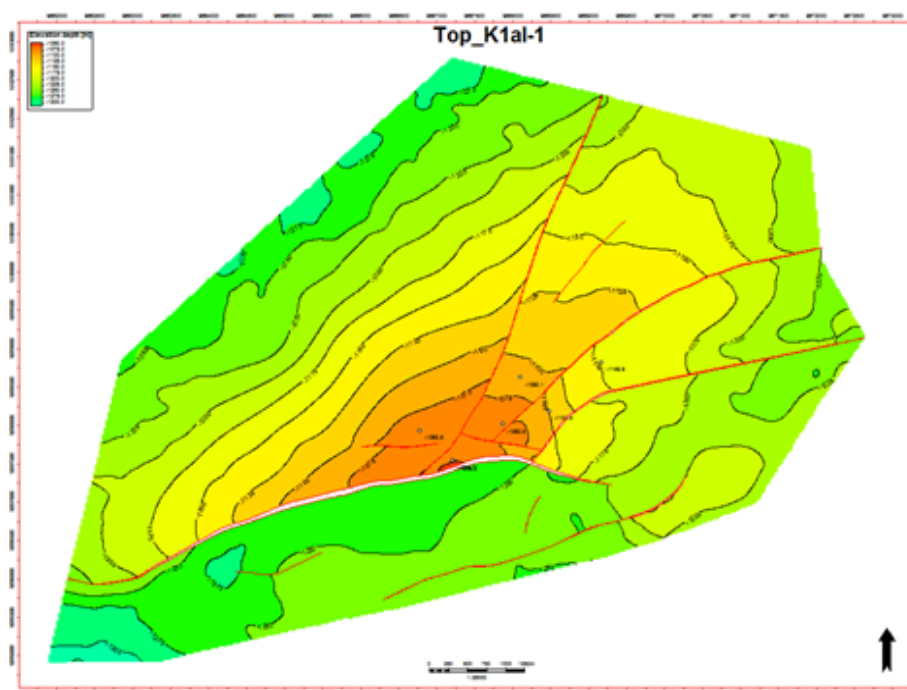


Рисунок 4 – Структурная карта по кровле пласта K1al-1

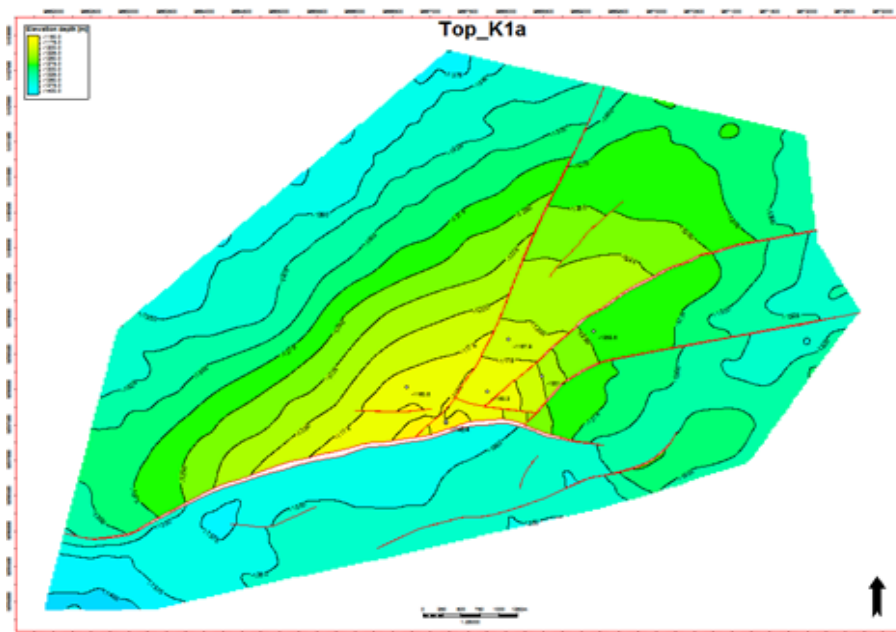


Рисунок 5 – Структурная карта по кровле пласта K1a

Методика и результаты детальной корреляции продуктивных пластов. Осадочный комплекс исследуемой территории подразделяется на надсолевую и подсолевую части, границей между которыми служат мощные соленосные отложения кунгурского яруса нижнепермского возраста. В подсолевом комплексе развиты толщи карбонатных пород девонской и каменноугольной систем, а также терригенные отложения нижней перми. Надсолевый комплекс представлен чередующимися отложениями обломочного состава, охватывающими временной диапазон от верхней перми до неогена включительно.

Меловая система в разрезе делится на два структурных подразделения. Нижний отдел сложен преимущественно аргиллитами с включениями песчаников, отложившихся в условиях прибрежно-дельтовой среды. Верхняя часть характеризуется преобладанием известняков, сформированных в условиях мелководного эпиконтинентального моря. Выше залегающие палеогеновые и четвертичные отложения представлены песчано-алевритистыми комплексами, генетически связанными с речными и дельтовыми фациями (рисунок 6).

Проведенный анализ фациальной изменчивости, стратиграфических границ и литологического состава позволил детально скоррелировать продуктивные пласты между скважинами, что послужило основой для построения геологически достоверной трехмерной модели залежи.

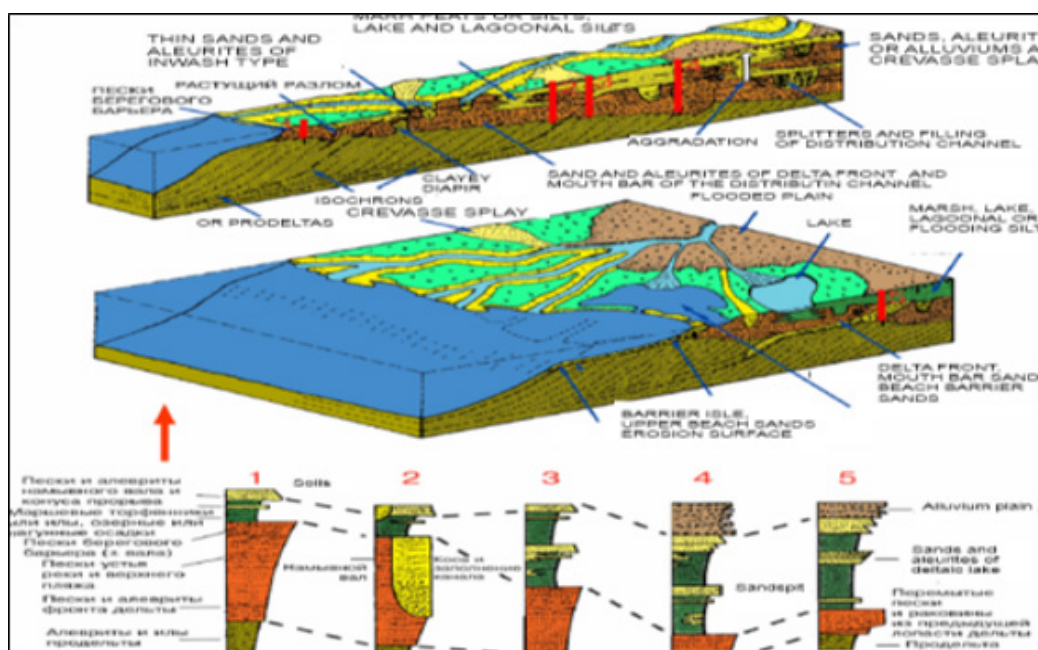


Рисунок 6 – Остановка осадконакопления

Перенос скважинных данных в геологическую сетку. Для моделирования свойств пород использовались кривые N_{tg} (доля коллектора), $PHIE$ (эффективная пористость), SW (водонасыщенность). Осреднение непрерывных кривых проводилось методом арифметического среднего по заданным интервалам, обеспечивая сглаженное представление параметров в модели [5].

Литологическое и петрофизическое моделирование

Распространение фаций выполнялось методом последовательного индикаторного моделирования (SIS). Предварительно данные были нормализованы, устранены тренды по глубине, построены экспериментальные вариограммы. Для каждой зоны использовалась изотропная вариограмма с параметрами 750×500 м и азимутом 12° , соответствующим преобладающему направлению осадконакопления. На базе полученного распределения фаций моделировались пористость, проницаемость и нефтенасыщенность. Расчеты производились только для коллектора, код которого равен 1 (рисунки 7–8) [6–7].

Моделирование пористости проходило с использованием метода гауссовой симуляции GRFS (Gaussian Random Function Simulation). Распространение свойств пористости по коду коллектора 0 устанавливалось равным 0 (рисунок 9) [8].

В результате построения модели удалось добиться высокой степени согласованности с геологической концепцией строения месторождения. Полученная модель легла в основу оценки

запасов, проектирования разработки и проведения сценарного анализа. Модель также представляет собой надежную платформу для последующей гидродинамической симуляции и оптимизации разработки.

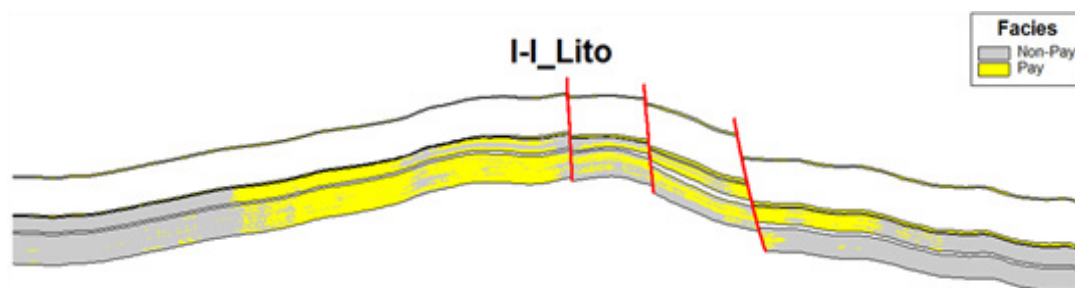


Рисунок 7 – Куб литологии, профиль по линии I-I'

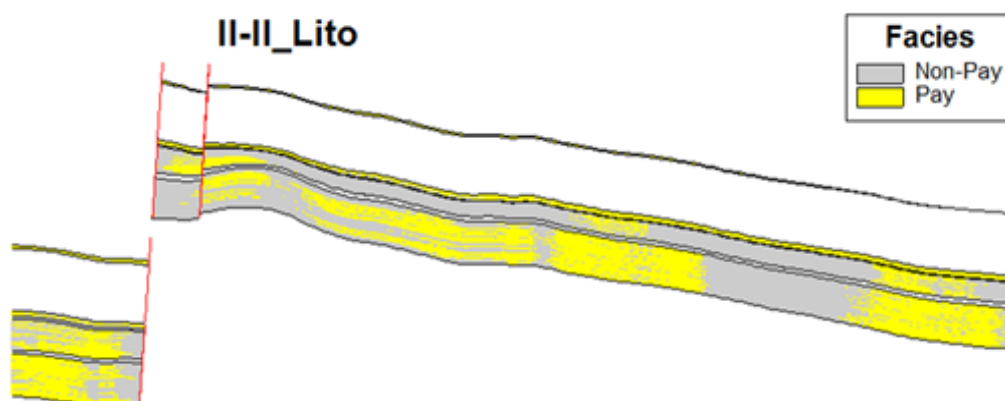


Рисунок 8 – Куб литологии, профиль по линии II-II'

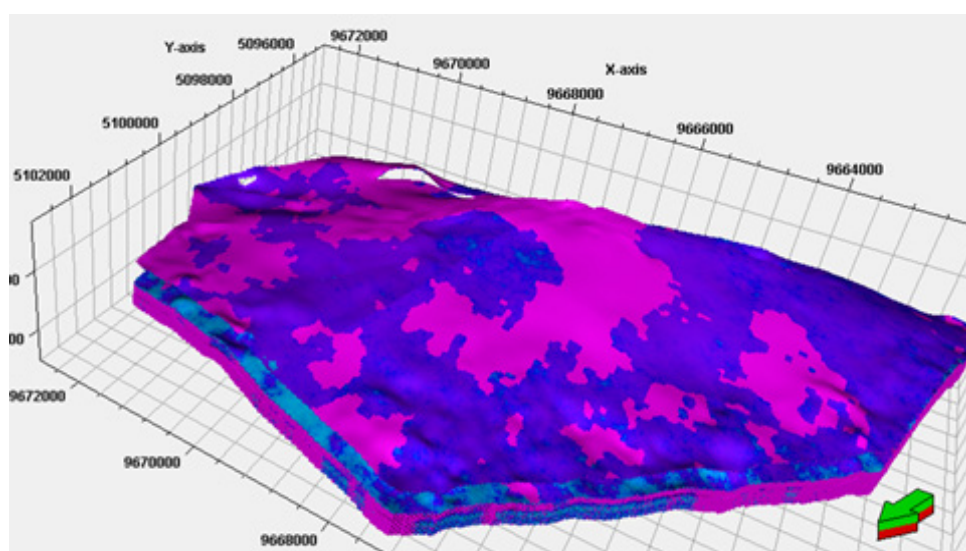


Рисунок 9 – Куб пористости

Результаты и обсуждение

Построение трехмерной геологической модели обеспечило комплексное представление о внутреннем строении продуктивных горизонтов, стратиграфически соответствующих нижнеальбскому, аптскому и двум неокомским интервалам. Конфигурация структурных поверхностей, сформированная на основе актуализированной 3D-сеймики и подтвержденная скважинной корреляцией, позволила достоверно воспроизвести пространственное распределение коллекторских свойств и выделить зоны тектонической дислокации, определяющие блоковое строение залежи.

Моделирование разломов выявило наличие пяти крупных сегментов, разделяющих залежь, что требует учета при подсчете запасов и проектировании системы разработки. Пространственное положение нарушений согласовано с геофизическими признаками и результатами бурения, включая смещения кровель, аномалии в интерпретации ГИС и данные опробования. Это подтвердило реалистичность структурной схемы модели.

Литологическая характеристика пластов продемонстрировала преобладание терригенных пород с варьирующейся степенью песчанистости, соответствующей разным фазам осадконакопления в меловой системе. Песчаные фации аптского и неокомских горизонтов локализуются преимущественно в центральной и восточной частях модели, где они характеризуются наиболее благоприятными фильтрационно-емкостными свойствами.

Петрофизическое моделирование на базе нормализованных кривых каротажа (PHIE, SW, Ntg) и статистической обработки дало возможность получить осмысленные распределения пористости и насыщенности. Значения эффективной пористости в пределах коллекторов колеблются от 13 до 19%, при этом водонасыщенность варьирует от 24 до 36%, что свидетельствует о наличии зон с потенциалом промышленного извлечения углеводородов. Отчетливо прослеживаются участки, где наблюдаются наиболее благоприятные комбинации фильтрационных свойств и структурной ловушки преимущественно в пределах аптского пласта.

Сравнение полученной геологической модели с данными исторической разработки позволило подтвердить обоснованность пространственного распределения свойств, а также уточнить параметры продуктивных интервалов, ранее идентифицированных по данным ГИС. Полученные результаты могут служить надежной основой для построения гидродинамической модели и разработки оптимальной стратегии эксплуатации месторождения.

Таким образом, построенная модель представляет собой надежный инструмент для последующего гидродинамического моделирования, оценки рисков при бурении и оптимизации системы разработки месторождения.

Заключение

В результате выполненного комплекса работ осуществлено построение трехмерной геологической модели продуктивных горизонтов месторождения X, основанной на анализе геолого-геофизических данных. На основании интеграции данных бурения, промыслово-геофизических исследований и 3D-сейсмической переинтерпретации были получены следующие ключевые результаты:

- ♦ выявлены и детализированы тектонические разломы, разделяющие продуктивную зону на пять структурных блоков, что критически важно при планировании разработки;
- ♦ установлены особенности литологического строения и фациального замещения пород, повлиявшие на фильтрационно-емкостные характеристики;
- ♦ получены пространственные распределения ключевых петрофизических параметров: пористости, водонасыщенности и песчанистости;
- ♦ проведена высокоточная корреляция пластов, уточнены положения флюидальных контактов, обеспечившая достоверность геологической модели.

Таким образом, проведенный комплексный анализ геолого-геофизических данных, включающий интерпретацию данных бурения, ГИС и 3D-сеймики, позволил сформировать обо-

снованное представление о строении продуктивных горизонтов месторождения. На основании полученных результатов была построена трехмерная цифровая геологическая модель, которая обеспечила высокую степень детализации распределения литологических и петрофизических свойств. Модель послужила важным инструментом для количественной оценки запасов углеводородов и может быть использована как основа для последующего гидродинамического моделирования и проектирования системы разработки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Zhumabekov, A.K., Portnov, V.S., and Zhen, L. Integrated Reservoir Characterization Based on a Comprehensive Study of the Geological Structure Using 3D Seismic Survey, E3S Web of Conferences, 264, 07009 (2021). https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2021/42/e3sconf_ti2021_07009.pdf.
- 2 Bello, A.D. Bida and M. Habib, A Review of Integrated Description and Evaluation of Reservoirs Based on Seismic, Core and Well Log Data: Case Study of Bornu Basin, Int. Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) 8 (5), 345–352 (2019). <https://www.ijert.org/a-review-of-integrated-description-and-evaluation-of-reservoirs-based-on-seismic-core-and-well-log-data-case-study-of-bornu-basin>.
- 3 Salah, A.F., and Abdullah, N.H. 3D Static Reservoir Modeling by Geostatistical Techniques Used for Reservoir Characterization and Data Integration, International Journal of Engineering Research and Applications, 12 (3), 50–59 (2022). <https://www.academia.edu/79442973>.
- 4 El Gendy, M. Application of 3D Static Modeling and Reservoir Characterization for Optimal Field Development: A Case Study from the Kharita Formation, Egypt, International Journal of Advanced Research in Physical Science, 9 (5), 1–12 (2022). <https://www.longdom.org/open-access/application-of-3d-static-modeling-and-reservoir-characterization-for-optimal-field-development-a-case-study-from-the-kharita-forma-102680.html>.
- 5 Mahmood, H.H., and O. Al-Fatlawi, Construction of Comprehensive Geological Model for an Iraqi Oil Reservoir, Iraqi Geological Journal 54 (2F), 22–35 (2021). <https://doi.org/10.46717/igj.54.2F.3ms-2021-12-20>.
- 6 Samadi, M. Soleimani Monfared and M. Kordi, Geological Modelling of Petroleum Reservoir Through Multi-Scale Analysis of Faults in Complex Media, Journal of Asian Earth Sciences, 271, 106238 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2024.106238>.
- 7 Delev, A.N., Nurgaliev, D.K., Sidorov, S.V., and Akhmadullin, R.R. Construction of Geological Model of a Shallow Super-Viscous Oil Deposit Based on Core Analyses and Geophysical Monitoring Data, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 282 (1), 012022 (2019). <https://www.researchgate.net/publication/334523327>.
- 8 Wang, J., Liu, Y., Han, C., Zhang, Y., Li, X., and Gao, X. Integrated Geological Modeling for Complex Hydrocarbon Reservoirs Based on Multi-Scale Seismic and Geological Data, Journal of Asian Earth Sciences, 248, 106238 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2024.106238>.

^{1*}Ерболат Н.К.,

магистр, ORCID ID: 0009 0001 1235 3888,

*e-mail: n_yerbolat@kbtu.kz

¹Түлемисова Ж.С.,

PhD, қауымдастырылған профессор, ORCID ID: 0000-0003-1803-4535,

e-mail: z.tulemissova@kbtu.kz

¹Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ КЕШЕНДІ ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ КОЛЛЕКТОРЛАРДЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ

Аңдатпа

Мақалада Каспий маңы ойпатының оңтүстік бөлігінде орналасқан, күрделі жарылым-блоқты құрылымымен, галогенездің белсенді үдерістерімен және жоғары литологиялық-стратиграфиялық әртүрлілігімен сипатталатын кен орнының геологиялық-геофизикалық деректерін кешенді талдау нәтижелері ұсынылған.

Зерттеуде бұрғылау материалдары, соның ішінде керндік талдау деректері, спектралды гамма-каротаж, нейтронды-акустикалық зерттеулер, петрофизикалық интерпретация нәтижелері және 3D сейсмикалық деректердің нақтыланған қайта интерпретациясы пайдаланылды. Өртүрлі деректерді интеграциялау арқылы өнімді горизонттардың (төменгі альб, апт және неоком қабаттары) құрылымдық, литологиялық және петрофизикалық модельдеуді қамтитын егжей-тегжейлі үш өлшемді геологиялық модель құрылды. Жұмыс барысында бес құрылымдық сегмент бөлініп, тектоникалық бұзылыстар жүйесі нақтыланды, фациялар мен өнеркәсіптік әлеуеті бар коллектор аймақтарының кеңістіктік таралуы анықталды. Коллекторлардың фильтрациялық-сиымдылық қасиеттері: тиімді кеуектілік – 13–19%, су қанығуы – 24–36%. Индикаторлық модельдеу және Гаусстық симуляция әдістерін қолдану геологиялық концепцияны дәл бейнелеуге және модельдің нақты деректермен сәйкестігін арттыруға мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер кеніштердің конфигурациясын, көмірсутек қорының таралуын және коллектор параметрлерін дәлірек бағалауға жағдай жасайды, бұл геологиялық тәуекелдер мен белгісіздіктерді азайтады. Дайындалған модель гидродинамикалық модельдеу, тиімді игеру жүйесін жобалау және кен орнын пайдалануды оңтайландыру үшін негіз болып табылады.

Тірек сөздер: геологиялық-геофизикалық деректер, геологиялық модель, өнімді қабаттар, сүзу-сыйымдылық қасиеттері, тектоникалық бұзылулар, құрылымдық модельдеу, литологиялық модельдеу.

¹*Yerbolat N.K.,

Master, ORCID ID: 0009 0001 1235 3888,

*e-mail: n_yerbolat@kbtu.kz

¹Tulemisova Zh.S.,

PhD, Associate Professor,

e-mail: z.tulemissova@kbtu.kz

¹Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan

CONSTRUCTION OF A GEOLOGICAL RESERVOIR MODEL BASED ON A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL DATA

Abstract

The article presents the results of a comprehensive analysis of geological and geophysical data from a field located in the southern part of the Pre-Caspian sedimentary basin, characterized by complex fault-block structures, active halogenesis processes, and high lithological–stratigraphic variability. The study utilized drilling data, including core analysis, spectral gamma-ray logging, neutron–acoustic surveys, results of petrophysical interpretation, as well as refined re-interpretation of 3D seismic data. Integration of diverse information enabled the construction of a detailed three-dimensional geological model of productive horizons (Lower Albian, Aptian, and Neocomian formations), incorporating structural, lithological, and petrophysical modeling. Five structural segments were identified, the fault system was refined, and the spatial distribution of facies and reservoir zones with commercial potential was determined. Reservoir properties vary: effective porosity ranges from 13–19%, water saturation from 24–36%. The use of indicator modeling and Gaussian simulation improved the accuracy of the geological concept reproduction and the model's consistency with actual data. The results provide a more precise assessment of hydrocarbon accumulation geometry, reserves distribution, and reservoir parameters, thus reducing geological risks and uncertainties. The developed model serves as the basis for hydrodynamic modeling, designing efficient development systems, and optimizing field operations.

Keywords: geological and geophysical data, geological model, productive formations, filtration and capacitance properties, tectonic disturbances, structural modeling, lithological modeling.

Дата поступления статьи в редакцию: 26.05.2025