

С. М. Ибрагимова^{1}, К. И. Канакова^{1,2}*

Формирование сложнопостроенных ловушек в верхнеюрских отложениях Западной Сибири (на примере Крапивинского месторождения)

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация

² Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: Guseva@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Работа посвящена анализу условий формирования тектонически экранированной ловушки углеводородов в отложениях горизонта Ю₁ Крапивинского нефтяного месторождения. Объект расположен на западе Томской области, в зоне сочленения двух надпорядковых структур – Верхневасюгаской антеклизы и Колтогорско-Нюрольского желоба. Фактическим материалом для исследования послужили материалы 2D, 3D сейсморазведки и данные бурения по 57 скважинам. Полный цикл интерпретации сейсмических и скважинных данных, структурные и палеоструктурные построения осуществлялись в ПО W-SEIS, разработанном в ИНГГ СО РАН. Выполненные палеоструктурные реконструкции позволяют проследить динамику формирования юрской антиклинальной ловушки, а также время заложения разрывных нарушений, разбивших структуру на блоки. Полученная блоковая модель хорошо согласуется с результатами испытаний скважин, в разных блоках водонефтяные контакты проведены на разных отметках.

Ключевые слова: блоковая модель, палеоструктурный анализ, интерпретация данных сейсморазведки, Крапивинское месторождение

S. M. Ibragimova^{1}, K. I. Kanakova^{1,2}*

Formation of complex traps in the Upper Jurassic deposits of Western Siberia (on the example of the Krapivinsky field)

¹ Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of SB RAS,
Novosibirsk, Russian Federation

² Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: Guseva@ipgg.sbras.ru

Abstract. The work is devoted to the formation conditions analysis of a faulted anticline hydrocarbon trap in the horizon Yu₁ of the Krapivinsky oil field. The object is located in the west of the Tomsk region, in the junction area of two superorder structures – the Verkhnevasyug antecline and the Koltogorsko-Nyrotsky trough. The data sets for the study include 2D, 3D seismic survey materials and drilling data for 57 wells. The full cycle of seismic and well logging interpretation as well as structural and paleostructural constructions were carried out in the W-SEIS software developed at IPGG SB RAS. Paleostructural reconstructions show the dynamics of the Jurassic anticline trap formation and the time of genesis of the fault, that broke the structure into blocks. The resulting block model is in good agreement with the results of well testing. Oil-water contacts were outlined at different levels in different blocks.

Keywords: block model, paleostructural analysis, interpretation of seismic data, Krapivinsky oil field

Введение

Томская область является крупным центром нефтедобычи на юге Западной Сибири, в котором за последние десятилетия открыто более 100 месторождений нефти и газа. В настоящее время вероятность открытия залежей углеводородов, приуроченных к традиционным поисковым объектам, уменьшается с каждым годом. Учитывая степень современной геолого-геофизической изученности Томской области, актуальность приобретает поиск сложнопостроенных нефтеперспективных объектов.

Крапивинско-Моисеевская зона нефтенакпления, согласно последним исследованиям, является классической зоной развития тектонически экранированных залежей углеводородов. Разработанные методические приемы для оценки перспектив нефтегазоносности этой территории могут быть применимы в других, в том числе менее изученных, районах на юго-востоке Западной Сибири с целью открытия новых месторождений, воспроизводства и наращивания минерально-сырьевой базы России.

Данная статья посвящена истории формирования сложнопостроенных объектов Крапивинского месторождения, методике выделения и прослеживания дизъюнктивных нарушений.

Месторождение относится к Крапивинско-Моисеевской зоне нефтенакпления Каймысовской нефтегазоносной области. Крапивинско-Моисеевская зона нефтенакпления приурочена к одноименной структуре III порядка. В тектоническом отношении территория исследования находится в зоне сочленения двух надпорядковых структур – Верхневасюганской антеклизы и Колтогорско-Нюрольского желоба.

Нефтепроявления в Крапивинско-Моисеевской зоне нефтенакпления связаны с верхнеюрскими отложениями. Они входят в состав келловей-волжского комплекса пород и представлены васюганской, георгиевской и баженовской свитами.

Нефтематеринской толщей в этом районе является баженовская свита, карбонатно-кремнисто-глинистые отложения которой обогащены органическим веществом. В Нюрольской депрессии отложения баженовской свиты находятся в главной зоне нефтеобразования [1, 2, 3]. Залежи нефти на Крапивинском месторождении выявлены в песчаных пластах Ю₁² и Ю₁³ горизонта Ю₁ васюганской свиты. Основная продуктивность на месторождении связана с песчаниками подугольной толщи, где сосредоточено около 80% извлекаемых запасов нефти [4].

Методы и материалы.

Фактическим материалом для исследований послужили данные 57 глубоких скважин, сейсмические профили МОГТ 2D общей протяженностью 2234 км и 3D сейсморазведка площадью 370 км².

На базе комплексной интерпретации временных сейсмических разрезов с применением интерпретационного пакета W-SEIS, была выполнена корреляция

основных отражающих горизонтов (II^a – подошва баженовской свиты, III – кровля кошайской пачки алымской свиты, IV – кровля кузнецовской свиты, V – кровля ганькинской свиты), построен набор структурных карт по реперным горизонтам юры и мела, набор карт изопахит сейсмогеологических комплексов, серия палеоразрезов по профилям, пересекающим территорию исследований, выполнена трассировка дизъюнктивных нарушений на временных разрезах и их увязка в плане.

Структурная характеристика

Юрские структуры. В структурном плане подошвы юры (кровля доюрского основания) выделяется 8 положительных структур. Основная их локализация на северо-северо-западе исследуемой территории, за исключением Игольско-Талового и Западного Карайского поднятий. Самая крупная Моисеевская структура, находится на севере района и вытянута в субмеридианальном направлении. В пределах Крапивинской площади в рельефе подошвы юры выделяются три поднятия.

В кровле юры эти три поднятия объединяются в единую Крапивинскую структуру. В восточной части территории фиксируется региональное погружение в направлении осевой части Нюрольской мегавпадины.

Меловые структуры. Структурный план кошайской пачки алымской свиты в региональном масштабе подобен нижележащим горизонтам. Крапивинское поднятие имеет изометрическую форму и большую площадь. Наиболее погруженные участки расположены на северо-востоке в Нюрольской мегавпадине.

Рельеф кровли кузнецовской свиты имеет принципиальную геометрию. В региональном плане территория исследований представляет собой моноклинал, погружающуюся в северном направлении. В сравнении с нижележащими горизонтами амплитуды структур значительно уменьшаются. Тем не менее Крапивинское поднятие все так же выделяется в рельефе кузнецовской свиты и сохраняет свои прежние очертания.

История тектонического развития

На основе палеоструктурного и палеотектонического анализов было установлено, что юрский и неокомский этапы развития территории являются важнейшими для формирования локальных структур в рельефе подошвы баженовской свиты.

В мезозое и кайнозое на исследуемой территории происходили принципиально разные региональные тектонические движения. В мезозое тенденцию к относительному росту испытывала северо-западная часть исследуемой территории, в пределах которой расположен Каймысовский свод, а эпицентр прогибания располагался на востоке и юго-востоке – в Нюрольской мегавпадине. В кайнозое тенденцию к росту испытывали юго-восточные, приближенные к обрамлению Западной Сибири, районы и территория погружалась в северо-западном направлении.

Важным моментом является то, что в титонском палеорельефе доюрского основания в пределах Крапивинской площади не выделяется положительных

структур, что иллюстрирует как карта толщин юрских отложений, так и палеоразрез по сейсморазведочному профилю №811807 (рис. 1). Большинство же юрских структур в юго-восточных районах Западной Сибири сформированы над контрастными эрозионно-тектоническими выступами фундамента, наглядным примером чего является Моисеевская структура. Процесс роста Крапивинского поднятия начинается во время бериас-нижнеаптского этапа развития и продолжается на протяжении всей дальнейшей геологической истории (см. рис. 1).

Выделение разрывных нарушений

Для выявления разрывных нарушений был проведен анализ временных разрезов: разломы выделялись по смещению осей синфазности отражающих горизонтов, снижению когерентности волн и падению их амплитуд на локальных участках разреза. На рис. 2 приведен фрагмент временного разреза, на котором исключены низкие по модулю амплитуды. На разрезе отчетливо выделяются линейные, субвертикальные зоны, соответствующие разрывным нарушениям (см. рис. 2). Для увязки разломов в плане использовались карты градиентов поверхности отражающего горизонта Π^a и карты коэффициентов подобия рельефа с типовыми геоморфологическими формами [5].

Заключение

Построенная блоковая модель Крапивинского месторождения подтверждается результатами испытаний скважин. В разных частях месторождения залежи имеют разные положения водонефтяных контактов, в отложениях как надугольной, так и подугольной пачек. Палеоструктурный анализ позволяет сделать выводы, что верхнеюрская положительная структура, с которой связаны залежи на месторождении, начала формироваться в бериас-аптское время и продолжала расти на протяжении всей дальнейшей геологической истории. Разрывные нарушения, выделенные на временных разрезах, не проникают выше неокомских отложений, таким образом структура была разбита на блоки на ранней стадии своего формирования, а далее развивалась плекативно. Разломы, вероятно, были «залечены» в процессе вторичного минералообразования в ходе метосоматических процессов и стали выполнять роль тектонических экранов для пластовых флюидов.

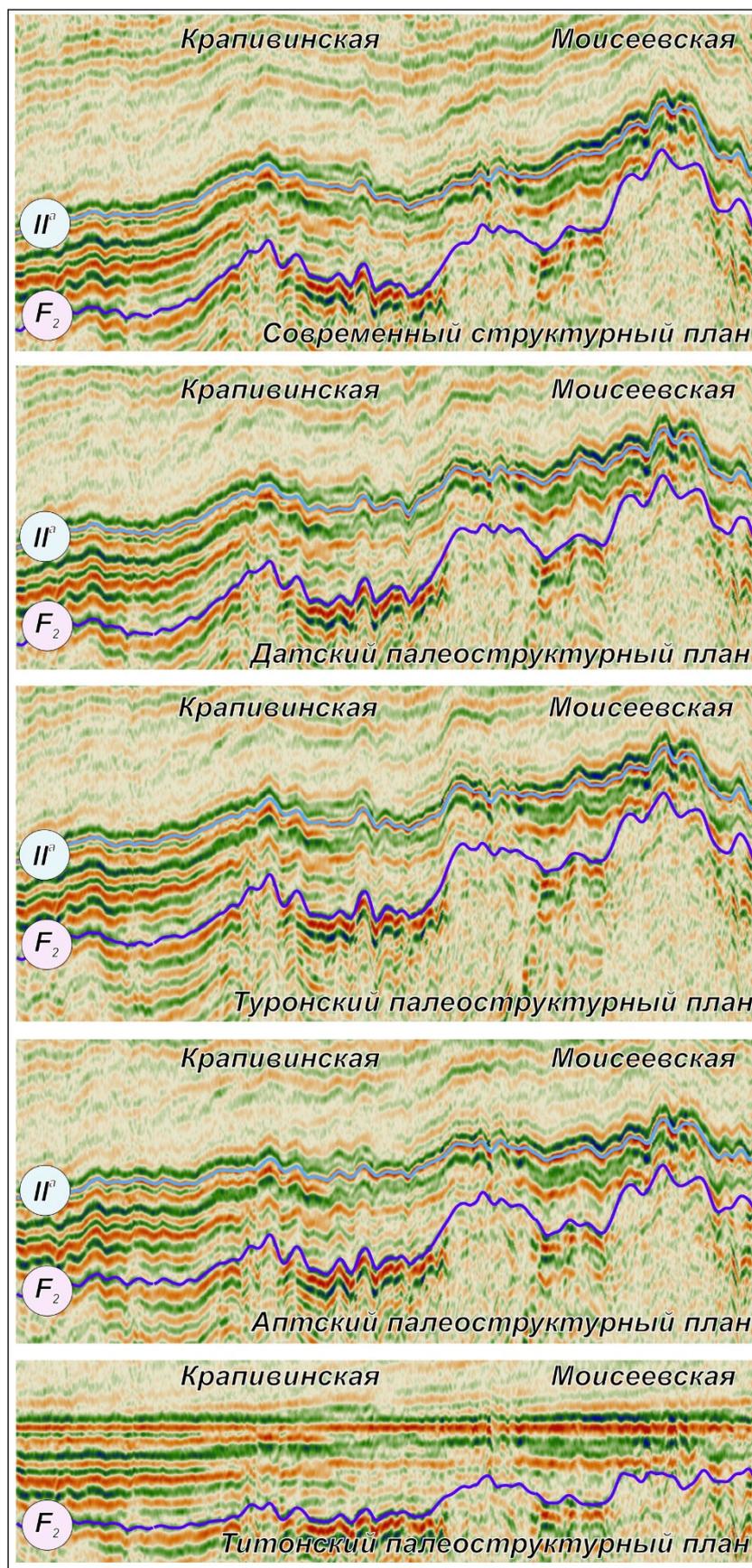


Рис. 1. Серия палеоразрезов по профилю № 811807.

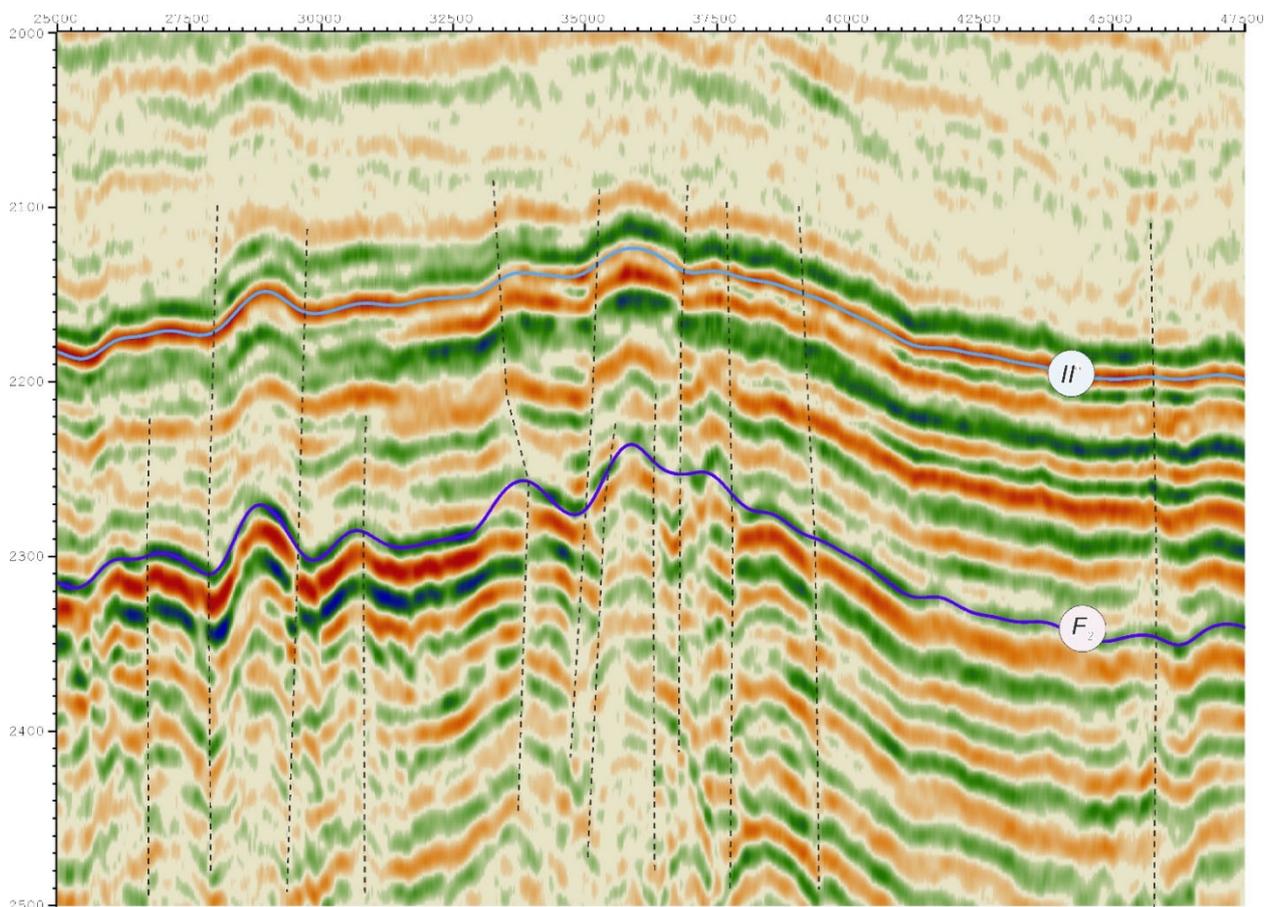


Рис. 2. Фрагмент временного разреза, пересекающего Крапивинскую площадь, после фильтрации низких по модулю амплитуд.

Таким образом к тому моменту, когда баженовская свита вошла в главную зону нефтеобразования, тектонически экранированная ловушка, вероятно, уже существовала и миграция углеводородов осуществлялась в изолированные блоки. Учитывая эти соображения, внимание привлекает зона, находящаяся к востоку от Крапивинской площади, на склоне Моисеевского поднятия (см. рис. 1). Данная зона также разбита субвертикальными разрывными нарушениями и в плоть до датского времени находилась гипсометрически выше Крапивинской структуры. В таком случае, если блоки были сформированы в раннемеловое время, а при заполнении ловушек залеченные разломы могли выполнять роль барьеров для миграции, то перспективные объекты не всегда должны контролироваться структурным фактором и в пределах палеоподнятия на склоне Моисеевской структуры также можно ожидать открытия залежей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конторович А.Э. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов, В.С. Сурков, А.А. Трофимук, Ю.Г. Эрвье. – М.: Недра, 1975. – 680 с.
2. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Вып. 2. Западно-Сибирский бассейн / Под ред. А.Э.Конторович, В.С.Сурков, А.А.Трофимук, и др. – Новосибирск: ОИГГМ СО РАН, 1994. – 201 с.

3. Конторович В.А. Роль мезозойско-кайнозойской тектоники в формировании залежей углеводородов в южных частях Каймысовского свода и Нюрольской мегавпадины / В.А. Конторович, М.В. Соловьев, Л.М. Калинина, А.Ю. Калинин // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52. – №8. – С. 1075 – 1091.

4. Даненберг Е.Е., Белозеров В.Б., Брылина Н.А. Геологическое строение и нефтегазонасыщенность верхнеюрско-нижнемеловых отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область). – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 291 с.

5. Лапковский В.В. Оценка сходства поверхностей слоев с типовыми геоморфологическими и тектоническими формами // Интерэкспо ГЕО-Сибирь: XIV Международный научный конгресс (г. Новосибирск, 23-27 апреля 2018 г.): Междунар. науч. конф. "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология": Сборник материалов в 6 т. Т. 1. – СГУГиТ: Новосибирск, 2018. – С. 217-223.

© С. М. Ибрагимова, К. И. Канакова, 2023