

3D сейсморазведка как основа для реконструкции тектонической эволюции (на примере северной части Русско-Часельского мегавала, Западно-Сибирский бассейн)

Кузнецов В.И., ООО "НОВАТЭК НТЦ", г. Тюмень, Кузнецова Я.В., ОАО "Варьеганнефтегаз", г. Радужный

Аннотация

Реконструкция тектонической эволюции северной части Русско-Часельского мегавала является актуальной задачей, поскольку формирование продуктивных залежей происходило за счет вертикальной миграции углеводородов из нижележащих горизонтов.

В результате анализа данных 3D сейсморазведки выявлено, что рассматриваемая территория состоит из трех зон, отличающихся различным количеством выделенных сейсмических комплексов, и, следовательно, различной историей своего тектонического формирования. Идентифицировано два этажа структурных элементов (триасово-юрский и меловой), которые не связаны друг с другом и были сформированы в периоды, характеризующиеся различной ориентацией полей напряжений в земной коре.

На основании реконструированной тектонической эволюции выделены два типа гидродинамически изолированных блоков: первый тип сформирован в период кайнозойской инверсии за счет реактивации Юрибейского разлома и ограничен данным разломом, второй тип блоков образовался в неогеновый период за счет малоамплитудных сдвиговых дислокаций.

Введение

В ловушках северной части Русско-Часельского мегавала (Западно-Сибирский бассейн) аккумулировано более 1.5 млрд. т нефти и около 100 млрд. м³ газа [3]. Продуктивные залежи относятся к апт-сеноманскому нефтегазоносному комплексу. До настоящего времени исследования, связанные с реконструкцией тектонической эволюции, путей миграции углеводородов и истории формирования рассматриваемых продуктивных залежей, на изучаемой территории не проводились. Принимая во внимание, что продуктивные залежи сформировались за счет вертикальной миграции углеводородов из нижележащих горизонтов, а также тот факт, что рассматриваемая площадь характеризуется исключительной сложностью геологического строения, реконструкция ее тектонической эволюции является актуальной задачей, решение которой необходимо

для последующего успешного выбора рациональной системы разработки.

Структурные элементы и сформировавшиеся в триасовом периоде события

На основании анализа данных сейсморазведки территорию северной части Русско-Часельского мегавала можно разделить на 3 зоны, отличающиеся разным количеством выделенных сейсмических комплексов, и, следовательно, различной тектонической эволюцией. Это южная, центральная и северная части, представленные на рисунках 2 и 3 соответственно.

На указанных разрезах центральная северная части отличаются от южной наличием синрифтовых отложений верхней части покурской свиты. Северная часть отличается от центральной присутствием сининверсионных отложений над синрифтовыми породами покурской свиты. Кроме того, центральная часть отличается от южной и северной отсутствием пострифтовых осадков чаттампейской свитой.

На рис. 1 следует отметить высокий амплитудный Юрибейский разлом, пересекающий отложения триасового, юрского, мелового и палеогенового возраста. Указанный разлом изначально был сформирован в триасовом периоде как сбросовая дизъюнктивная дислокация. На сейсмическом разрезе (рис.1) рядом с Юрибейским разломом видна складка - инверсионная антиклиналь - на основании наличия которой можно сделать вывод о том, что разлом был реактивирован.

Грабен, расположенный в южной части, был сформирован после накопления пород чаттампейской свиты, так как разломы, образующие данный грабен, пересекают все слои указанной свиты (рис.1). Разлом, локализованный в правой части сейсмического разреза, изображенного на рисунке 1, был сформирован как сдвиговая дизъюнктивная дислокация, а затем реактивирован за счет сжатия. Данное заключение сделано на основании наличия синрифтово-сининверсионных отложений в пределах чаттампейской свиты, а также инверсионной антиклинальной, расположенной над разломом. Кроме

ЗАЧЕМ НЕФТЯНИКАМ ГЕОФИЗИКА РАБОТЫ

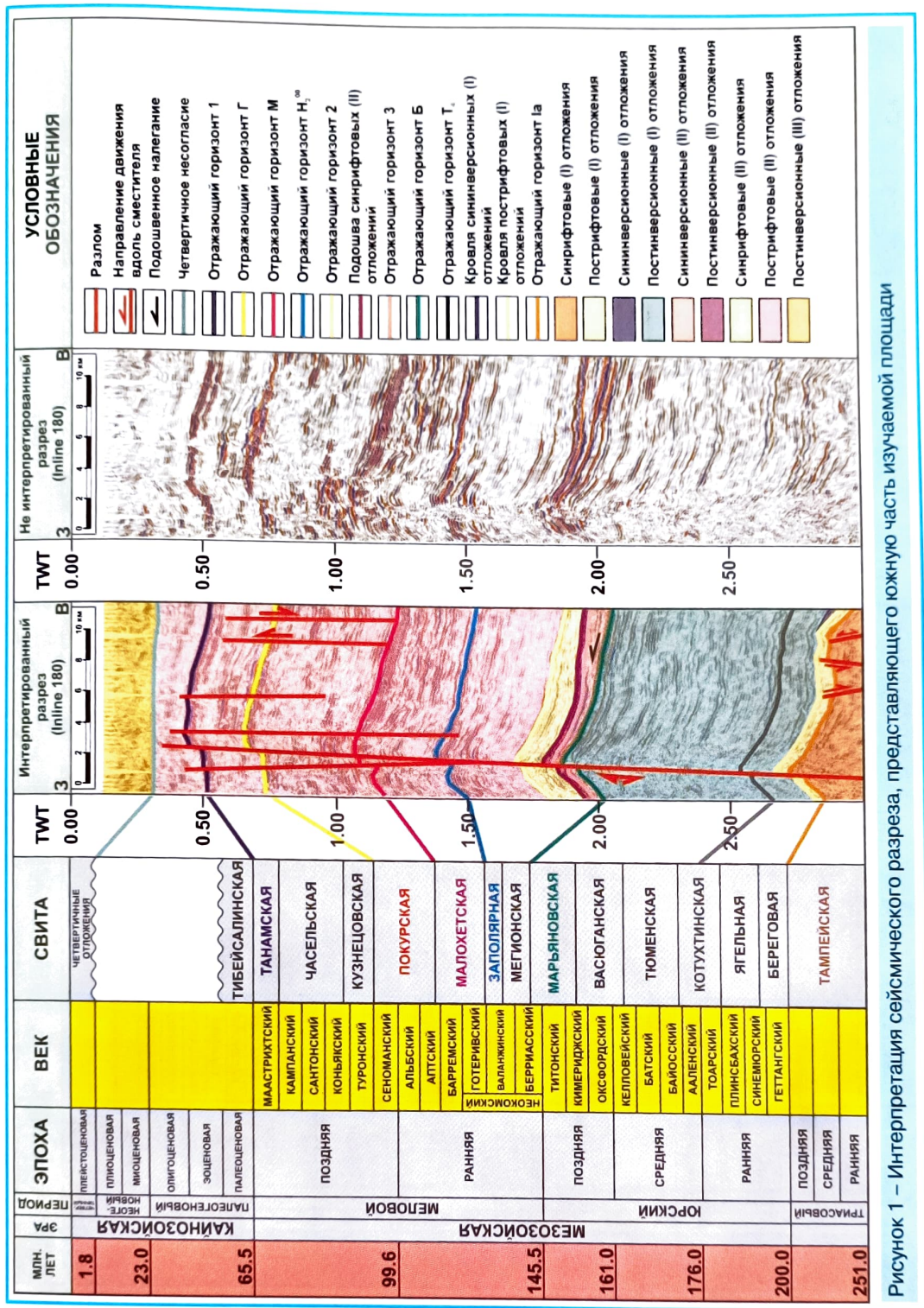


Рисунок 1 – Интерпретация сейсмического разреза, представляющего южную часть изучаемой площади

того, на изучаемом сейсмическом разрезе выделены сининверсионные слои, которые идентифицированы по присутствию подошвенного налегания, а также по уменьшению мощности одновозрастных пород в направлении к сининверсионной складке.

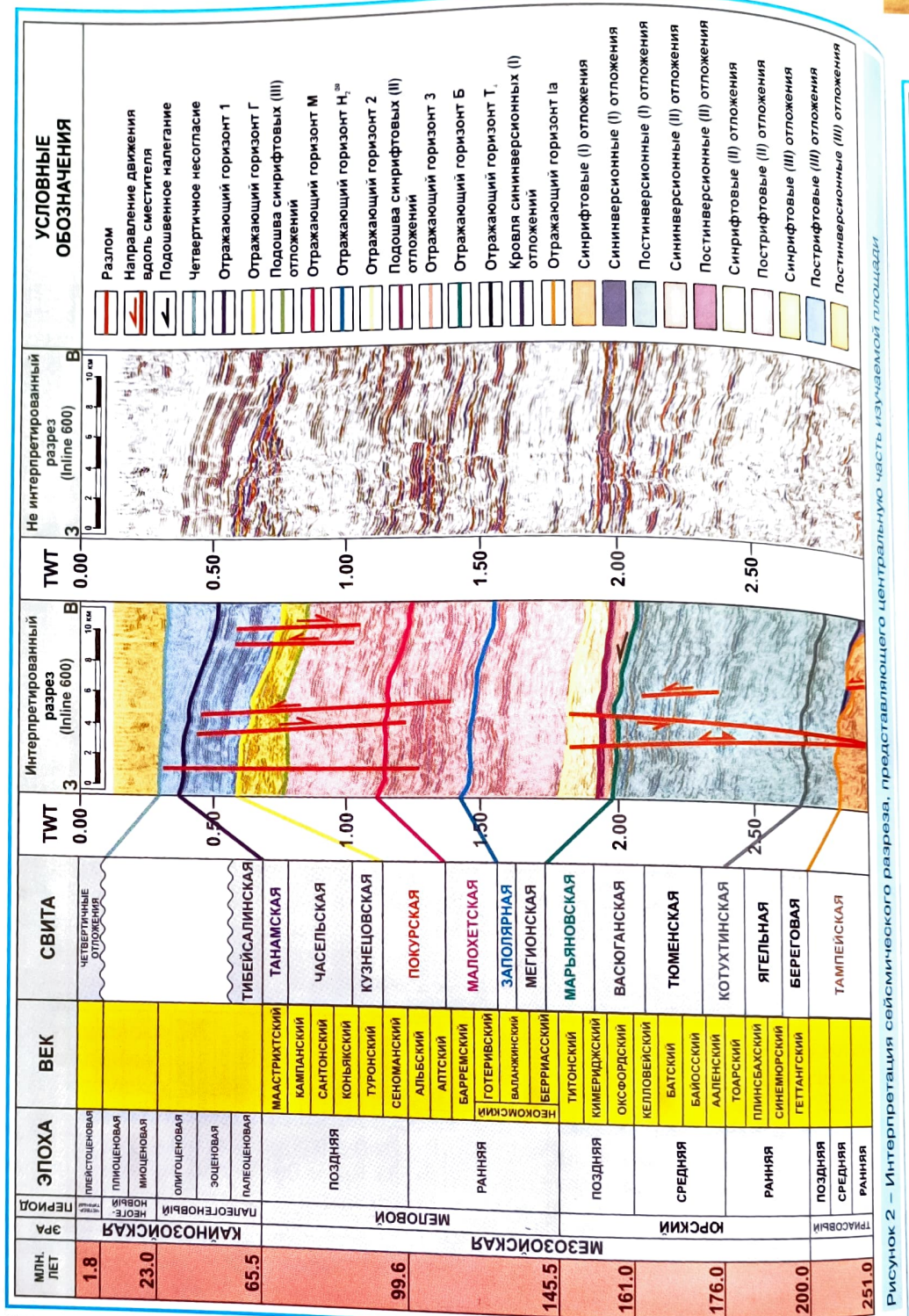
Грабены, расположенные в центральной и северной частях территории были сформированы следующим образом: прежде всего, за счет растяжения образовались сдвиговые дизъюнктивные дис-

локации, падающие на восток, которые затем были реактивированы. Доказательством этих событий являются интерпретированные синрифтово-сининверсионные отложения, представленные на рисунке 2. Таким образом, логично предположить, что разломы, падающие на запад, в пределах центральной и северной частей были сформированы в более позднее время.

Структурные элементы и их сформировавшие тектонические

ЗАЧЕМ НЕФТЯНИКАМ ГЕОФИЗИКА

ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ



события юрского периода

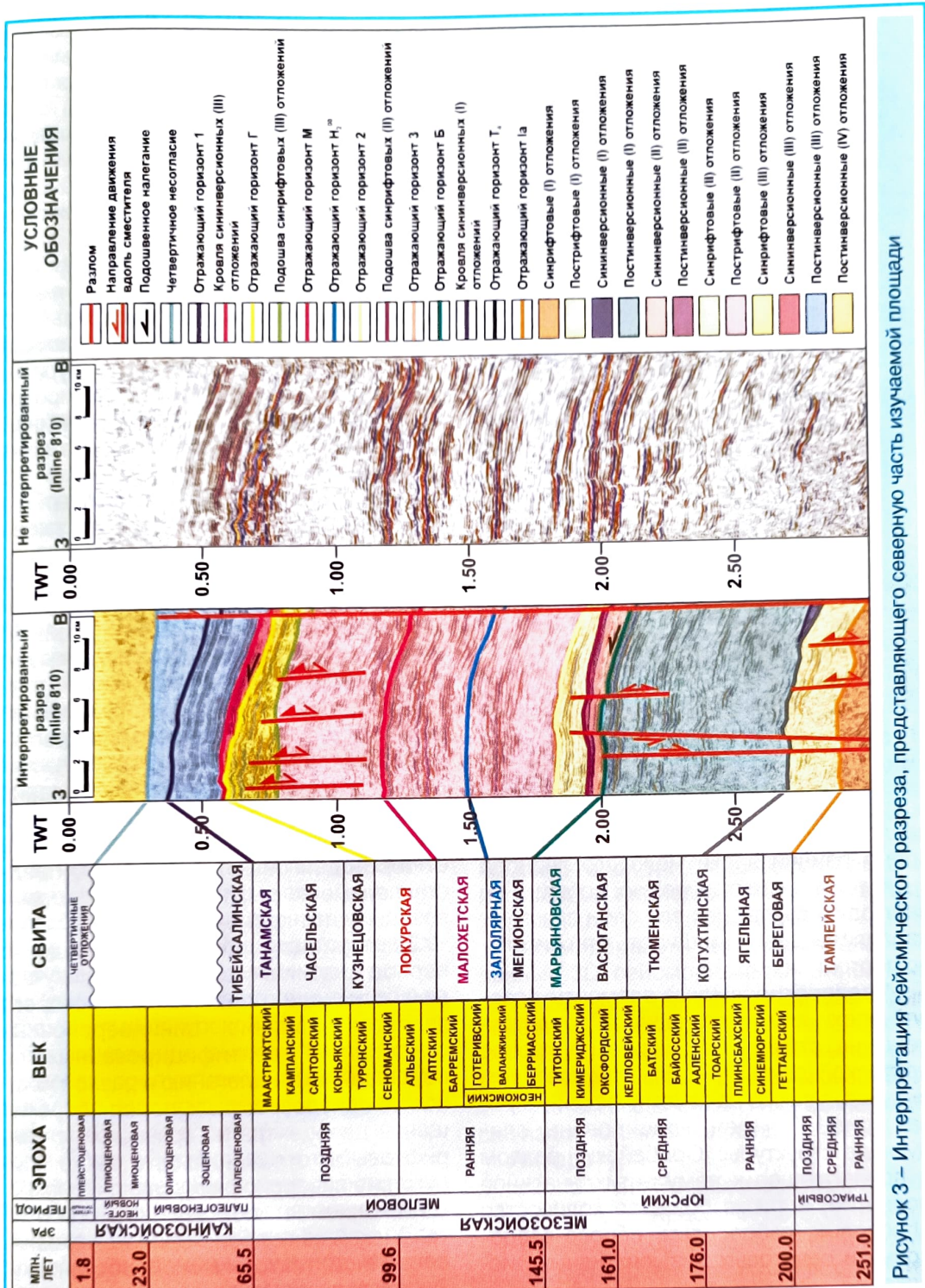
Во время юрского периода грабены, представленные на сейсмических разрезах (рис.2-3), отсутствовали, так как, во-первых, только падающие на восток разломы были сформированы во время триасового периода, во-вторых, разломы, формирующие грабены, пересекают все слои юрских отложений, следовательно, они были образованы после накопления этих отложений.

В раннюю эпоху юрского периода произошла инверсия, признаки которой

можно видеть на рисунках 1-3, где отмечены сининверсионные породы, идентифицированные по наличию подошвенного налегания и разной мощности одновозрастных отложений, уменьшающейся по направлению к разломам. Кроме того, на них представлены синрифтово-сининверсионные отложения и инверсионные антиклинали, которые были описаны выше.

Структурные элементы и их сформировавшие тектонические события мелового периода

ЗАЧЕМ НЕФТЯНИКАМ ГЕОФИЗИКА ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ



На структурной карте по кровле марьяновской свиты, которая представлена на рисунке 4, можно выделить следующие элементы: систему грабенов, сформированную сопряженными дизъюнктивными дислокациями, Юрибейский разлом в юго-западной части рассматриваемой площади и прилегающее к нему антиклинальное поднятие. Также можно идентифицировать две аккомодационные зоны, характеризующиеся изменением направления падения разломов.

В раннюю эпоху мелового периода

произошла инверсия, признаки которой представлены на рисунках 1-3, где отмечены сининверсионные отложения, идентифицированные по наличию подошвенного налегания и разной мощности разновозрастных отложений, уменьшающейся по направлению к разлому. За периодом инверсии следовал период растяжения, выделенный на основании разной мощности разновозрастных пород, увеличивающийся по направлению к разлому.

Судя по интерпретации сейсмических

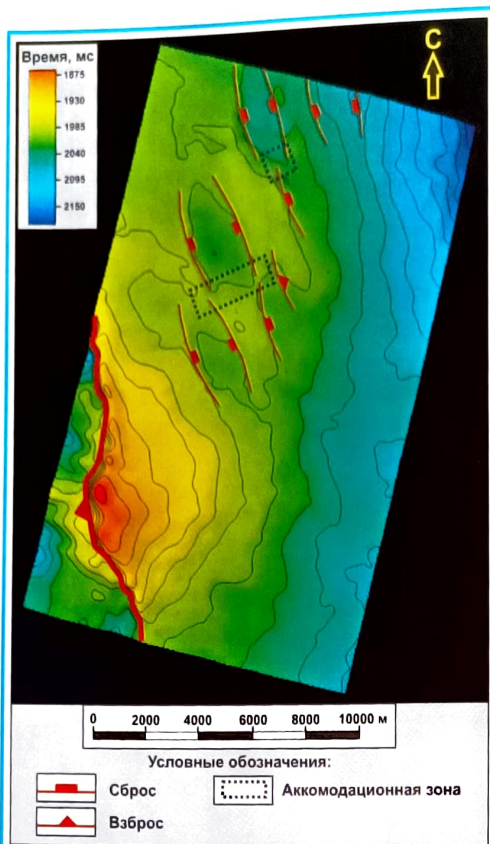


Рисунок 4 – Структурная карта по кровле марьяновской свиты

разрезов, изображенной на рисунках 1-3, после накопления синрифтовых пород во время ранней эпохи мелового периода значительных тектонических событий не наблюдалось, так как все слои залегают параллельно, а их мощность относительно постоянна.

Интерпретированные элементы поздней эпохи мелового периода представлены на структурной карте по кровле покурской свиты (рис.5). На указанном рисунке, а также на сейсмических разрезах (рис.1-3) идентифицированы следующие структуры: Юрибейский разлом и прилегающее к нему антиклинальное поднятие, а также большое количество сбросовых, взбросовых, сбросо-взбросовых и сдвиговых дизъюнктивных дислокаций.

Примеры сбросов и взбросов в пределах покурской свиты представлены на рисунках 1-2. Сбросо-взбросовые дислокации выделены на основании наличия синрифтово-сининверсионных слоев и инверсионных антиклиналей – их пример изображен на рисунке 3. Следует отметить, что выделение малоамплитудных субвертикальных сдвиговых дислокаций представляет значительные трудности. Указанные структуры идентифицированы по наличию следующих признаков (рис.5):

- 1) сегментированный в плане разлом, который соединяется с другими разломами и формирует структурный блок гообразной формы;
- 2) сегментированный рисунок структурных элементов;
- 3) одновременное присутствие на площади динамических обстановок сжатия и растяжения.

Сравнивая структурные карты по кровле покурской свиты и по кровле марьяновской свиты, логично заключить, что разломы меловых отложений не являются унаследованными структурами юрских дислокаций и были сформированы в период, характеризующийся ориентацией полей напряжений в новой коре.

Это касается тектонических событий позднюю эпоху мелового периода. В интерпретации 3D сейсмических данных установлено, что во время накопления пород нижней части покурской свиты тектоническая обстановка была спокойной, так как все слои залегают параллельно, и их мощность не изменяется (рис.1-3).

Во время формирования верхней части покурской свиты произошло растяжение в центральной и северной части территории. Признаки этого явления видны на рисунках 2-3: мощность слоев увеличивается в западном направлении. Сбросо-сдвиговые дислокации, представленные на рисунке 3, были сформированы в этот период как сдвиги.

За периодом растяжения следует период сжатия в северной части изучаемой площади, признаками которого является наличие сининверсионных отложений, идентифицированных по подошвенному налеганию и разной мощности однообразных пород, перемещение депоцентра по сравнению с синрифтовыми отложениями, а также присутствие инверсионных складок (рис.3).

Накопление пород часьельской танамской свит происходило в условиях спокойной тектонической обстановки, так как все слои залегают параллельно, и их мощность не изменяется (рис.1-3).

Структурные элементы и события кайнозойской эры

Кайнозойские отложения представлены в верхней части сейсмических разрезов, показанных на рисунках 1-3. На этих же рисунках можно видеть несогласное залегание четвертичных осадков породах палеоценового возраста.

Во время накопления осадков эоценово-плиоценового возраста произошло растяжение территории, доказано

тельством чего является наличие высокоамплитудной сдвиговой дислокации на границе восточной части изучаемой площади (рис.3).

Во время растяжения в кайнозойскую эру были сформированы малоамплитудные сбросовые дислокации в позднемиловых отложениях покурской свиты (рис.5). Эти дислокации не пересекают вышележащие слои ввиду отличий в механических свойствах пород покурской и кузнецовской свит: резервуар покурской свиты представлен песчаниками, которые в рассматриваемый отрезок геологического времени были заполнены газообразными углеводородами, а вышележащая кузнецовская свита представлена глинами.

После этапа растяжения имела место инверсия. В это время Юрибейский разлом был реактивирован и инвертирован, доказательством чего является наличие инверсионной антиклинали (рис.1). Кроме того, за счет инверсионного сжатия вся изучаемая территория была поднята и эоценово-плиоценовые отложения подверглись эрозии.

Следует отметить, что территория была поднята больше в западной части, в связи с чем в районе Юрибейского разлома сформировались структурно-тектонические ловушки.

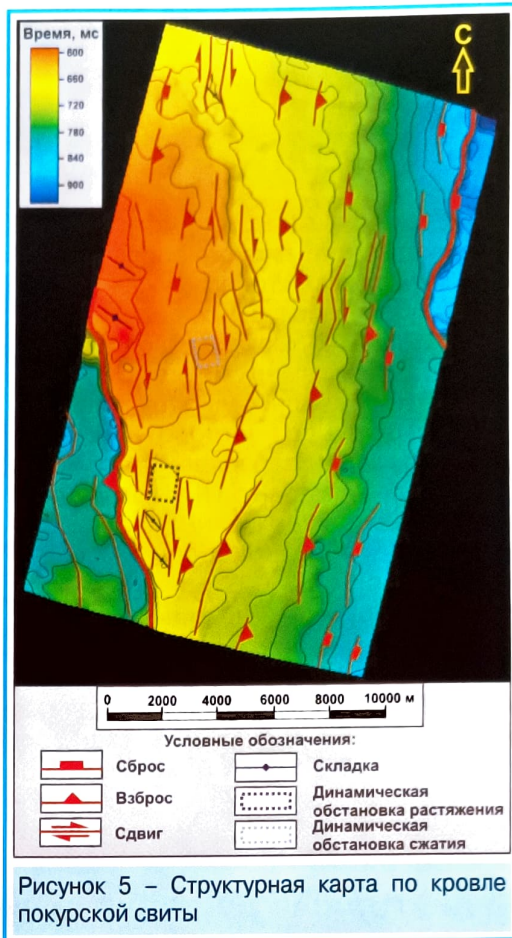
За инверсией следовал период правостороннего горизонтального движения, вследствие чего были образованы сдвиговые дислокации. Ряд сдвигов пересекает все слои до четвертичного несогласия (рис.2), другие же ограничены только отложениями покурской свиты.

На основании вышеизложенного в пределах продуктивной залежи покурской свиты можно выделить два типа гидродинамически изолированных блоков: первый тип сформирован в период кайнозойской инверсии за счет реактивации Юрибейского разлома и ограничен данным разломом, второй тип блоков образовался в неогеновый период за счет малоамплитудных сдвиговых дислокаций и ограничен указанными дислокациями.

Закключение

В результате проведенного анализа идентифицировано два этажа структурных элементов (триасово-юрский и меловой), которые не связаны друг с другом и были сформированы в периоды, характеризующиеся различной ориентацией полей напряжений в земной коре.

Обнаружено два типа гидродинамически изолированных блоков: первый тип сформирован в период кайнозойской инверсии за счет реактивации Юрибей-



ского разлома и ограничен данным разломом, второй тип блоков образовался в неогеновый период за счет малоамплитудных сдвиговых дислокаций.

Таким образом, на основе анализа данных 3D сейсморазведки выполнена реконструкция тектонической эволюции северной части Русско-Часельского мегавала, которая позволяет выполнить рациональный выбор системы разработки с учетом выделенных гидродинамически изолированных блоков.

Литература

1. Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э., Красавчиков В.О., Конторович А.А., Супруненко О.И. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика. – 2001. – т. 42 (11-12). – с. 1832-1845.
2. Allen P.A., Allen J.R. Basin analysis: principles and applications. – Blackwell Publishing company, 2005. – 549 p.
3. <http://www.tnk-bp.ru/production/exploration-production/projects/russkoe>.
4. Ulmishek G.F. Petroleum Geology and Resources of the West Siberian Basin, Russia // U.S. Geological Survey Bulletin. – 2003. – 2201-G. – 49 p.