

УДК 551.24:553.98

В.Ф. Подурушин

## Тектоника и особенности нефтегазоносности Геофизического мезовала (север Западной Сибири)

### Ключевые слова:

тектоника,  
надвиг,  
ранняя юра,  
неоком,  
структурная  
ловушка.

### Keywords:

tectonics,  
thrust,  
Early Jura,  
Neocomian,  
structural trap.

Геофизический мезовал расположен на севере Западной Сибири в основном газодобывающем регионе России. Преобладающая по площади западная часть мезовала находится в акватории Обской губы, восточное окончание выходит на Гыданский п-ов, где ведется разведка Геофизического нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ) с залежами в отложениях верхнего, нижнего мела и средней юры (рис. 1). Проведенные на месторождении поисково-разведочные работы (ПРР) позволили получить значительный объем фактического материала. Детальное изучение и правильная оценка этих данных необходимы для составления достоверных геологической и гидродинамической моделей известного месторождения, выбора правильного направления поисков в акваториальной части мезовала, а также развития общих представлений о геологическом строении и перспективах нефтегазоносности Ямало-Гыданского региона.

Геофизический мезовал является структурой II порядка, осложняющей строение надпорядковой Антипаютинско-Тадобяхинской мегасинеклизы (см. рис. 1), верхний структурный этаж которой образован среднетриасово-кайнозойским осадочным чехлом. Ниже расположены рифтогенный верхнепермско-среднетриасовый промежуточный структурный этаж и складчатый палеозойский фундамент (нижний структурный этаж) (рис. 2) [1].

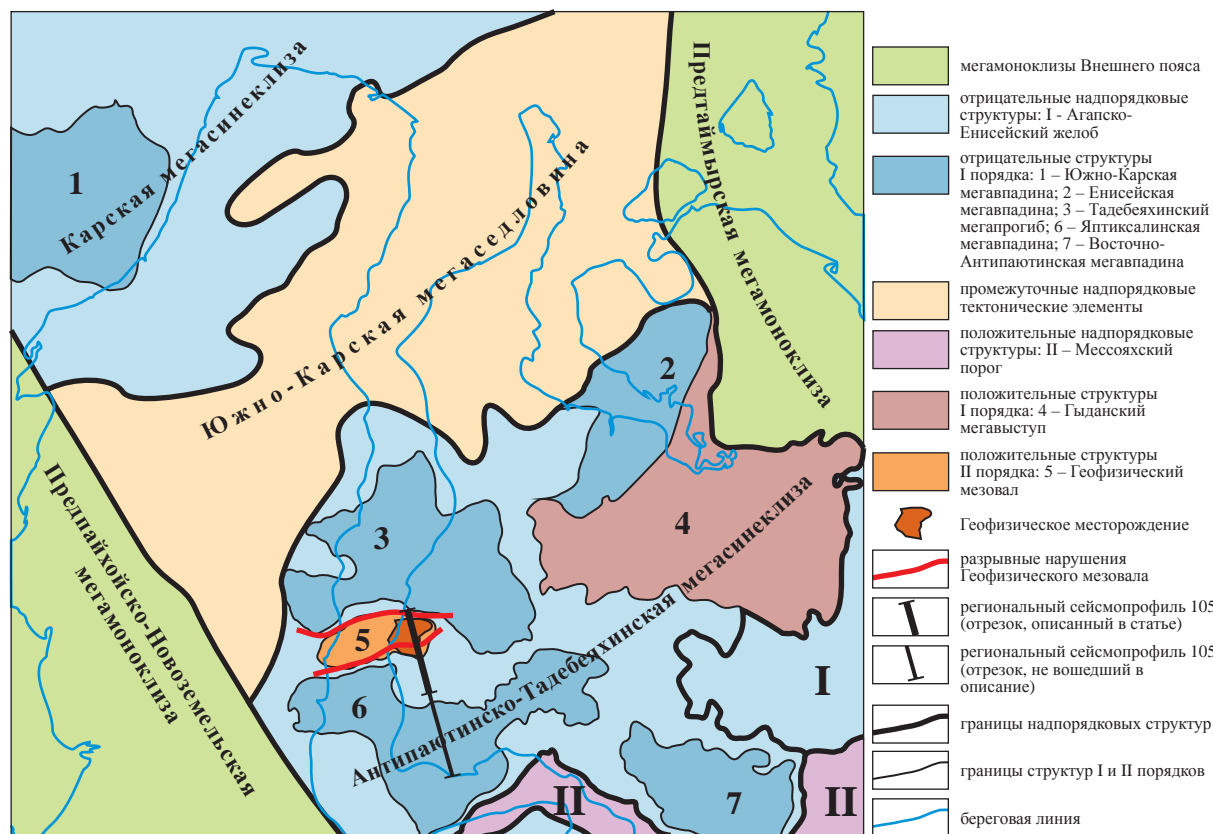
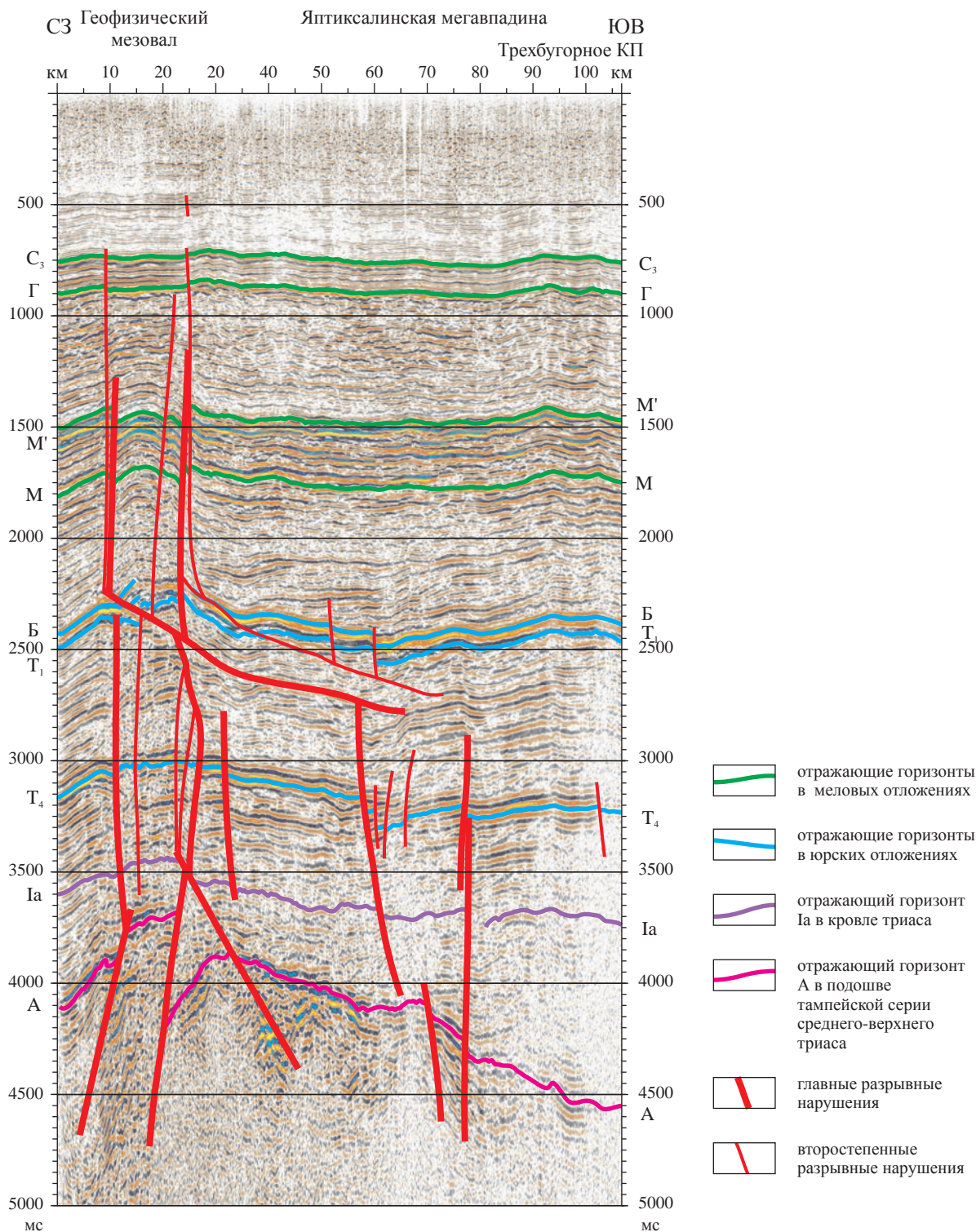


Рис. 1. Структурно-тектоническая схема Ямало-Гыданского региона (по данным [5] с дополнениями по данным [6])



**Рис. 2. Интерпретация северной части временного сейсмического разреза по региональному профилю № 105 (соотношение горизонтального и вертикального масштабов 1:10)**

В работах предшественников [1–4] мезовал рассматривался как антиклинальная штамповая складка осадочного чехла, возникшая над блоком фундамента, выдвинутым вверх

по субвертикальным разломам. Выполненный автором тектонический анализ позволил существенно дополнить традиционные представления.

### Описание структуры

На карте и временном разрезе по региональному сейсмопрофилю № 105 отражено, что южная и северная границы Геофизического мезовала образованы субширотными сбросами, проникающими в осадочный чехол из нижележащих отложений (см. рис. 1, 2) [2, 5]. Вблизи подошвы юры (отражающего горизонта Ia) южный сброс сменяется надвигом, наклоненным на север под углом  $37^\circ$ , а северный сохраняет сбросовую кинематику, но, пересекая отражающий горизонт А (подошва чехла), меняет угол наклона до  $24^\circ$  и становится субпараллельным нижележащему надвигу (рис. 2, 3).

Блок, заключенный между этими двумя нарушениями, надвинут к югу на триасовую толщу более чем на 1 км и поднят на 250 м. Под надвинутым блоком отражающий горизонт А локально опущен на 850 м относительно поднятого блока и на 600 м по сравнению с окружающими площадями. В поднятом блоке разрез триаса сокращен почти вдвое из-за размыва. Перекрытие надвига нижнеюрскими отложениями позволяет датировать его формирование началом ранней юры.

Выше отражающего горизонта Ia до примерно  $2/3$  расстояния между отражающими горизонтами  $T_4$  и  $T_1$  структура, подстилающая Геофизический мезовал, слабо выделяется на окружающем фоне, образуя вершину значительно более обширного пологого поднятия. Лишь по граничным разломам, представленным зонами малоамплитудных нарушений шириной 1,5–3,5 км, заметны просадки отражающего горизонта  $T_4$  и других рефлекторов.

В юрско-нижнемеловой толще, собственно образующей Геофизический мезовал, возможно наличие двух надвигов, полого наклоненных к югу. Критериями выделения надвигов на временном разрезе служили: 1 – разрыв, срезание и подворот отражений от осадочных слоев; 2 – смещение разорванных отражений с горизонтальным перекрытием крыльев разрывного нарушения и сдвиганием разреза; 3 – наличие отражающих площадок от поверхностей надвигов, секущих отражения от осадочных пород; 4 – наличие в висячем крыле асимметричной антиклинальной складки (рис. 4).

Надвиги Геофизического мезовала зарождаются в толще средней юры ниже по склону Антипаютинско-Гадебяхинской мегасинеклизы. Смещения носят характер субпослойных срывов. Углы падения надвигов составляют

$1^\circ 20'$  (нижний) и  $2^\circ$  (верхний) (см. рис. 3). Во фронтальной части углы падения увеличиваются до  $3^\circ 30'$  и  $4\text{--}5^\circ$  соответственно, придавая сместителям листрическую форму.

Основное значение имеет нижний надвиг. Его протяженность по падению – 28 км, он сечет границу юры и мела и заканчивается на пересечении с субвертикальным нарушением, ограничивающим Геофизический мезовал с севера. По надвигу происходит сдвигание в разрезе отражающих горизонтов Б и  $T_1$  с горизонтальным перекрытием амплитудой до 2 км. В аллохтоне образуется асимметричная антиклинальная складка, на вершине которой сейсморазведкой и бурением установлен размыв верхнеюрской баженновской свиты (отражающий горизонт Б) [4], а выше сокращена мощность клиноформной части неокома (см. рис. 2, 3). Видимая вертикальная амплитуда складки – 200 м, с учетом размыва она может быть на 50 м больше.

Надразломная складка наиболее отчетливо выражена до кровли апта (отражающий горизонт М'). Выше она выполаживается, и в сеноманских отложениях структура Геофизического мезовала исчезает, переходя в погребенное состояние.

Верхний субпослойный срыв имеет второстепенное значение. На севере он заканчивается, упираясь в южный граничный разлом мезовала. Горизонтальное перекрытие горизонта Б по верхнему надвигу не превышает 400 м, надразломная антиклинальная складка не развита. В тыловой части аллохтона расположена серия мелких сбросов с вертикальным смещением до 100 м.

Зоны разломов, ограничивающих мезовал с севера и юга, разорваны и смещены нижним надвигом, в висячем крыле которого сужаются до 0,8–1,1 км. Северный разлом смещен на 1,5 км к северу, автохтонная и аллохтонная части южного разлома подвернуты к поверхности срыва.

Выше неокомской клиноформной толщи по граничным разломам происходят сбросовые перемещения, приводящие к проседанию осевой части мезовала. В верхнеюрско-нижне-неокомской части аллохтона такие просадки отсутствуют. Смещения отражений с разрывом сплошности по обоим разломам, постепенно затухая, фиксируются до кровли сеномана (отражающий горизонт Г); в вышележащей толще сейсмические отражения испытывают лишь изгибы без видимых разрывов.

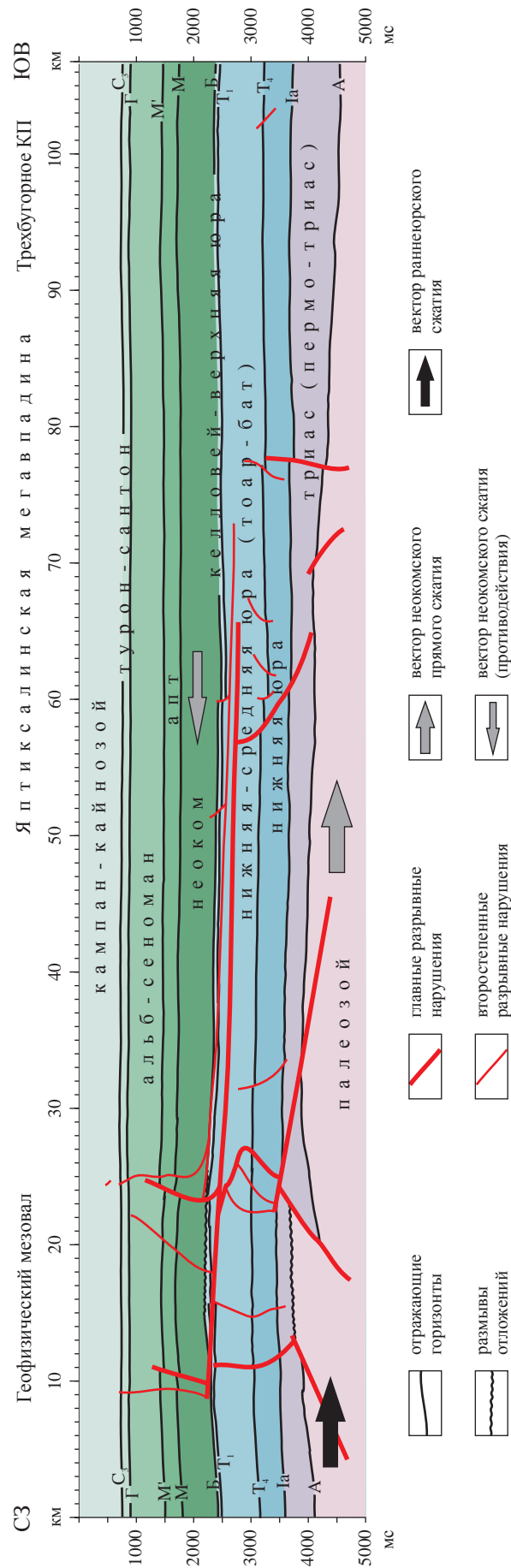
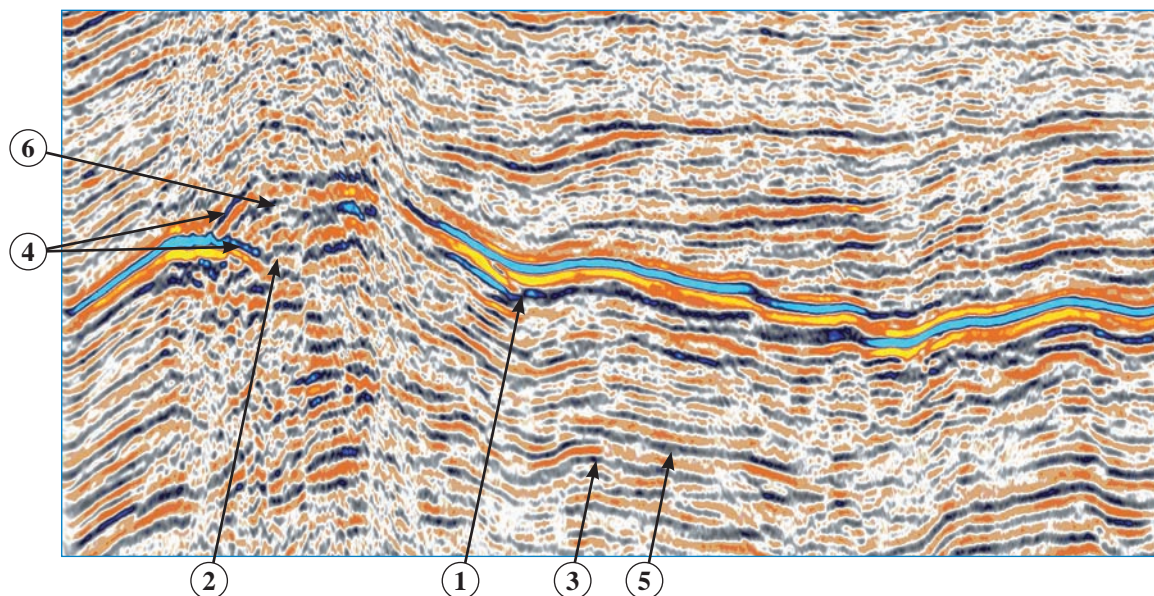


Рис. 3. Геологическая интерпретация северной части временного сейсмического разреза по региональному профилю № 105 (соотношение горизонтального и вертикального масштабов 1:1)



**Рис. 4. Признаки неокомских надвигов на временном сейсмическом разрезе:**  
**1 – разрыв отражения; 2 – срезание отражения; 3 – подворот отражения;**  
**4 – горизонтальное перекрытие отражения со сдвиганием разреза; 5 – отражение**  
**от поверхности надвига, секущее отражения от слоистости пород; 6 – приразломная**  
**антиклинальная складка**

#### История развития и геодинамика

Консолидация палеозойского фундамента Антипаютинско-Тадебеяхинской мегасинеклизы произошла в поздней перми в обстановке орогенного сжатия. В конце поздней перми сжатие сменилось растяжением, орогенный режим уступил место рифтогенезу и накоплению пород промежуточного структурного этажа, к кровле которого приурочен отражающий горизонт А [1].

К началу отложения платформенного чехла на месте Геофизического мезовала существовал остаточный прогиб, который был сначала заполнен, а затем перекрыт плащом средневерхнетриасовых терригенных отложений.

На границе триаса и юры последовал кратковременный эпизод сжатия, направленного с севера из акватории Карского моря на юг. По времени этот эпизод совпадает со становлением Пайхойско-Новоземельского складчато-надвигового пояса и, видимо, имеет общий с ним источник. Северный борт средне-верхнетриасового прогиба был надвинут к югу, перекрыв осадочное выполнение более чем на 1 км. Вертикальная составляющая сжимающей силы вызвала подъем аллохтонного блока и частичный размыв триасовой толщи в его кровле.

Основная часть юрского периода и берриасский век раннего мела характеризовались обстановкой спокойного погружения, о чем сви-

детельствует взаимная параллельность опорных рефлекторов  $T_4$ ,  $T_1$  и Б.

В валанжине начался длительный неокомский этап умеренного горизонтального сжатия, ориентированного с севера на юг, источник которого располагался севернее Западно-Сибирской плиты [6]. Но в районе Геофизического мезовала в верхних горизонтах чехла образовались надвиги со смещением аллохтонов к северу, т.е. в направлении, противоположном вектору регионального сжатия. Этот парадокс объясняется тем, что сжимающая сила возникала в мантии и воздействовала прежде всего на жесткий фундамент, вызывая его уплотнение. В расположенном выше осадочном чехле возобладали силы противодействия, направленные с юга на север, которые и привели к субпослойным срывам слабо уплотненных в то время средневерхнеюрских отложений.

Основные дислокации были приурочены к нижнему надвигу, достигнув максимума в его фронтальной части, где надразломная антиклиналь создала структуру Геофизического мезовала. В тыловых частях надвигов сжатие слабело и сменялось относительным растяжением, благодаря которому появились мелкие сбросы, осложнившие висячее крыло верхнего надвига.

Ослабление неокомского сжатия продолжалось до сеномана и включало две фазы, соответствующие формированию клиноформной и субпараллельно-слоистой толщ. В течение каждой фазы сжимающие силы слабели постепенно, а на их границе – скачкообразно.

Субмеридиональное сжатие сопровождалось проседанием замка надразломной антиклинали (см. рис. 2, 3), которое на временном разрезе читается выше клиноформной толщи неокома, но отсутствует в верхнеюрско-нижнеокомском интервале, что создает проблему пространства, необходимого для погружения. Эта проблема решается при рассмотрении структурной карты Геофизического месторождения по кровле пласта ТП<sub>12</sub> (рис. 5) [4], на которой показана субмеридионально вы-

тянутая депрессия с дном, опущенным по встречно падающим сбросам. Причиной появления этой структуры очевидно было растяжение, ориентированное вдоль оси мезовала и поперек вектору сжатия. Из-за того что депрессия простирается вдоль профиля № 105, субширотное раздвигание не выражено на разрезе, однако становится ясным на карте. Раздвигание произошло во вторую фазу формирования Геофизического мезовала в форме проскальзывания верхнеокомско-сеноманской части разреза по кровле клиноформной толщи.

В сеномане сжатие завершилось и на время накопления верхней части разреза сменилось незначительным растяжением, обусловившим слабое (без разрывов) прогибание дна поперечной депрессии.

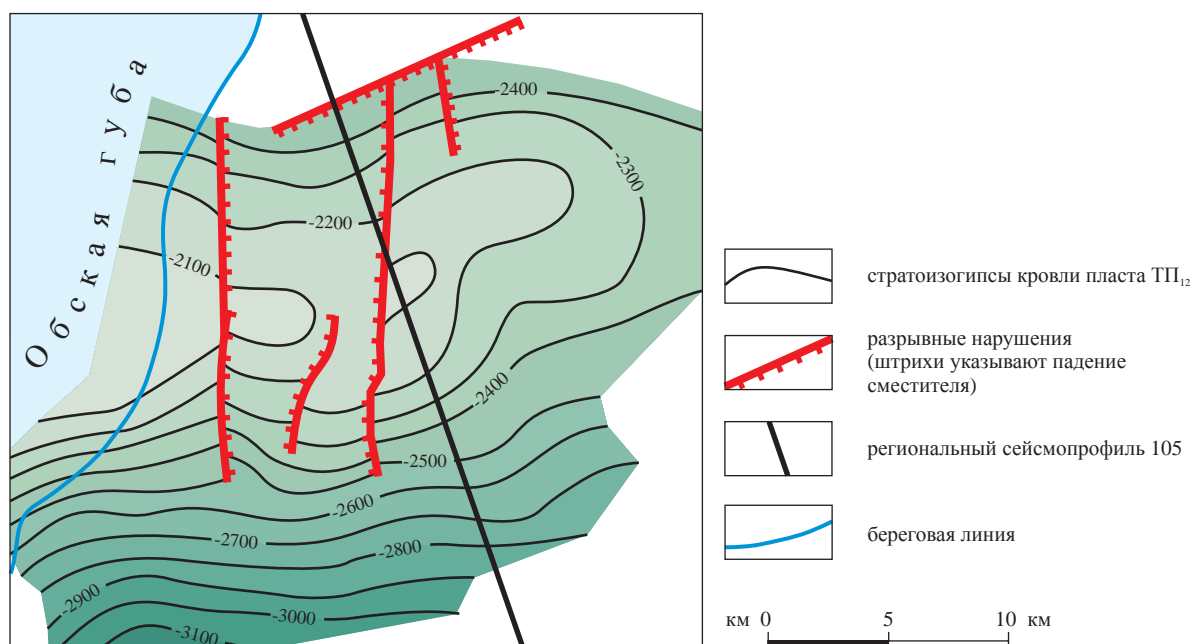


Рис. 5. Геофизическое нефтегазоконденсатное месторождение. Структурная карта кровли пласта ТП<sub>12</sub> [6]

### Влияние тектоники на нефтегазоносность

Проведенный тектонический анализ позволил уточнить структуру продуктивных верхнеюрско-нижнемеловых отложений Геофизического НГКМ и выделить в ее составе: 1 – дваивание разреза верхней юры; 2 – антиклинальные ловушки в аллохтоне и автохтоне; 3 – срезание надвигом ряда слоев с возможным образованием тектонических экранов; 4 – возможные тектонически экранированные ловушки в зоне экранирования пластов-коллекторов северным и южным граничными разломами.

Учет перечисленных особенностей повышает достоверность геологической и гидродинамической моделей месторождения, а в дальнейшем позволит оптимизировать его разработку. Согласно полученным результатам, можно предполагать, что нижнеюрский надвиг является флюидоупором и может рассматриваться в качестве положительного аргумента при определении перспектив поисков углеводородных скоплений в глубокопогруженных отложениях среднего и верхнего триаса.

Результаты анализа геолого-геофизических данных указывают на значительную роль разрывной тектоники, в частности надвиговых структур, в формировании верхнеюрско-нижнемеловой и средне-верхнетриасовой частей разреза Геофизического мезовала и одноименного месторождения.

Установлено, что структура собственно Геофизического мезовала образована антиклиналью, развитой в аллохтоне надвига над его фронтальной частью.

С надвигами могут быть связаны разрывы и сдвигание продуктивных пластов, структурные ловушки в аллохтоне и автохтоне, текто-

нические экраны, которые необходимо учитывать при поисках, разведке и разработке Геофизического и подобных ему месторождений.

Для правильного понимания структуры изучаемых геологических объектов интерпретация материалов сейсморазведки должна включать построение сейсмогеологических разрезов с соотношением горизонтального и вертикального масштабов 1:1.

Предложенный подход может быть применен к аналогичным структурам на севере Западной Сибири. Возможными аналогами Геофизического мезовала являются Нурминский мегавал и Мессояхский порог.

### Список литературы

1. Геология и полезные ископаемые России. – Т. 2: Западная Сибирь / под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 477 с.
2. Ермилов О.М. Особенности геологического строения и разработки уникальных залежей газа Крайнего Севера Западной Сибири / О.М. Ермилов, Ю.Н. Карогодин, А.Э. Конторович и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 141 с.
3. Рудкевич М.Я. Нефтегазоносные комплексы Западно-Сибирского бассейна / М.Я. Рудкевич, Л.С. Озеранская, Н.Ф. Чистякова и др. – М.: Недра, 1988. – 303 с.
4. Скоробогатов В.А. Гыдан: геологическое строение, ресурсы углеводородов, будущее / В.А. Скоробогатов, Л.В. Строганов. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2006. – 261 с.
5. Тектоническая карта юрского структурного яруса Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Масштаб 1:6500000 / под ред. А.Э. Конторовича. – Новосибирск: ИГНГ СО РАН, 2000.
6. Подурушин В.Ф. Особенности строения и история формирования структур неокомского возраста в Ямало-Гыданском регионе / В.Ф. Подурушин // Вести газовой науки: Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих районов России до 2030 г. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2013. – № 5 (16). – С. 66–73.

### References

1. Geology and mineral resources of Russia. – T. 2: Western Siberia / under the editorship of A.E. Kontorovitch, V.S. Surkov. – Spb.: Publishing house VSEGEI, 2000. – 477 p.
2. Ermilov O.M. Peculiarities of geological structure and development of unique gas deposits of the Extreme North of the Western Siberia / O.M. Ermilov, Yu.N. Karogodin, A.E. Kontorovitch et al. – Novosibirsk: Publishing house of the SB of the RAS, 2004. – 141 p.
3. Rudkevitch M.Ya. Oil-gas bearing complexes of the Western-Siberian basin / M.Ya. Rudkevitch, L.S. Ozeranskaya, N.F. Chistyakova et al. – M.: Nedra, 1988. – 303 p.
4. Skorobogatov V.A. Gydan: geological structure, hydrocarbon resources, future / V.A. Skorobogatov, L.V. Stroganov. – M.: Nedra-Biznessentr, 2006. – 261 p.
5. Tectonic map of the Jurassic structural tier of the Western-Siberian oil-gas bearing province. Scale 1:6500000 / under the editorship of A.E. Kontorovitch. – Novosibirsk: IING SO RAN, 2000.
6. Podurushin V.F. Features of a structure and history of formation of structures of Neocomian age in Yamalo-Gydansky region / V.F. Podurushin // Vesti gazovoy nauki: Resource support problems of Russian oil-producing regions up to 2030. – Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2013. – № 5 (16). – P. 66–73.