

УДК 553.98:551.76(571.121)

**Поляков А.А.**

ОАО «НК «Роснефть», Москва, Россия, aapolyakov@rosneft.ru

**Кринин В.А.**

ЗАО «Ванкорнефть», Красноярск, Россия, v\_krinin@vankoroil.ru

## **ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМИРОВАНИЯ НЕСВОДОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ В МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРА ПАКУЛИХИНСКОЙ МОНОКЛИНАЛИ**

*С учетом особенностей формирования месторождений Большехетской структурной террасы, геологического строения нижнехетского и сиговского продуктивных горизонтов, выявлены предпосылки формирования месторождений углеводородов в несводовых ловушках на прилегающей территории Пакулихинской моноклинали.*

**Ключевые слова:** несводовые ловушки, нижнехетская свита, сиговская свита, нефтегазоносность, Пакулихинская моноклинали.

### **Введение**

Территория исследований расположена в северо-восточной части Западно-Сибирской низменности Красноярского края (бассейн рек Большая и Малая Хета, Соленая, Осетровая) и в нефтегеологическом отношении входит в состав Елогуй-Туруханской нефтегазоносной области. Несколько западнее, на Большехетской структурной террасе (рис. 1), открыты три крупных – Сузунское, Лодочное, Тагульское и одно уникальное – Ванкорское нефтегазоконденсатные месторождения. Собственно район Пакулихинской моноклинали изучен относительно слабо, особенно в северной части - здесь пробурены 2 параметрические скважины, а плотность сейсморазведочных работ МОГТ 2D не превышала 0,1 пог. км/км<sup>2</sup>. Перспективных объектов, связанных с положительными структурными элементами, не выявлено, однако бурением скв. Медвежьей-316 и Большелайдинской-1 доказано развитие природных резервуаров, аналогичных продуктивным на месторождениях Большехетской террасы. С учетом масштабности процессов нефтегазообразования в регионе (геологические запасы углеводородов месторождений Большехетской террасы по данным Государственного баланса запасов полезных ископаемых Российской Федерации превышают 2,5 млрд. т УТ) нам представляется целесообразным и актуальным изучение предпосылок формирования залежей углеводородов на севере Пакулихинской моноклинали в ловушках, не связанных с антиклинальными структурными элементами, иными словами – в несводовых.

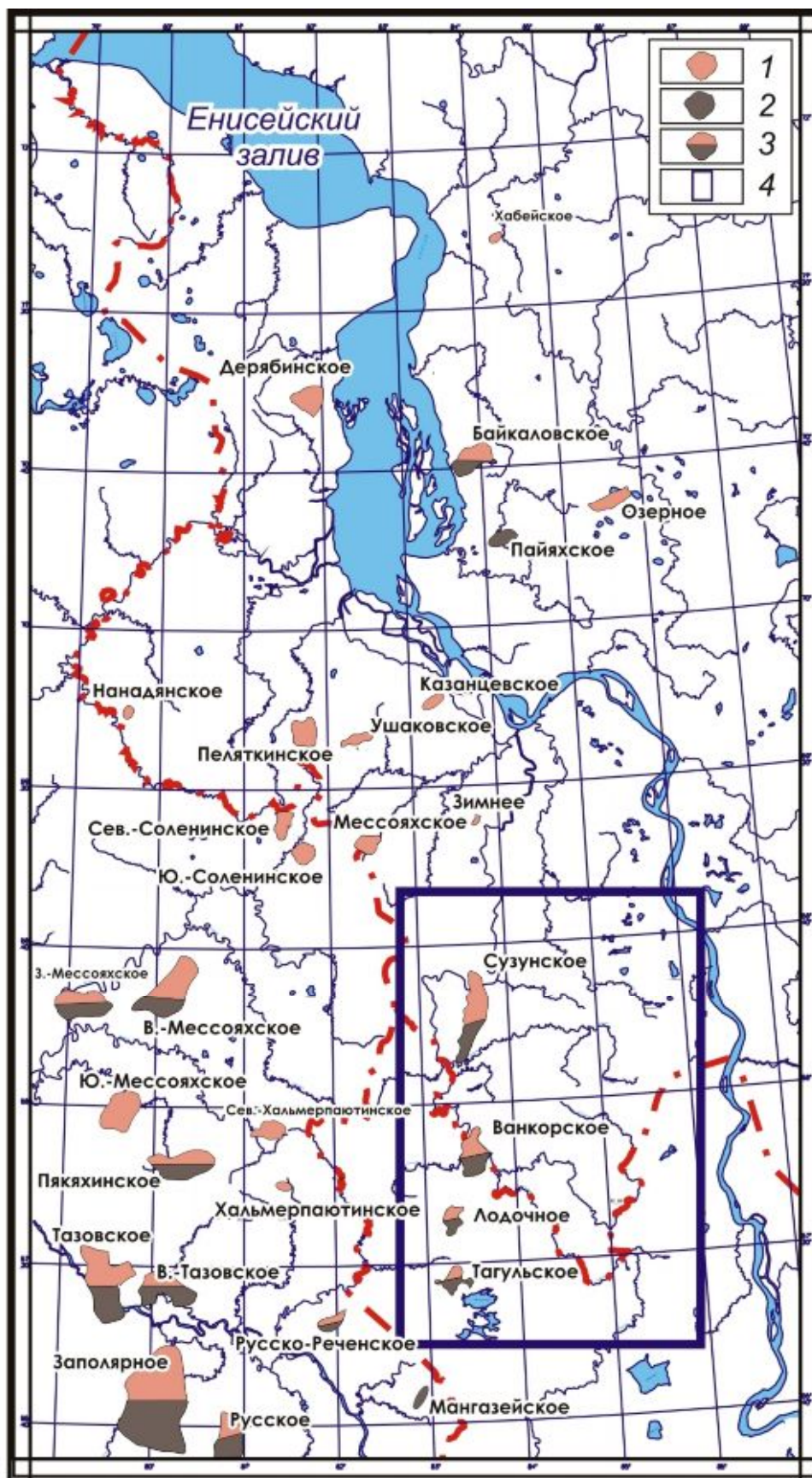


Рис. 1. Обзорная карта

1-3 - месторождения: 1 – газовые и газоконденсатные, 2 – нефтяные, 3 – газонефтяные и нефтегазоконденсатные; 4 - район исследований.

### Очерк геологического строения севера Пакулихинской моноклинали

Пакулихинская моноклиналъ входит в состав Приенисейской моноклизы – крупной надпорядковой структуры, примыкающей к Сибирской платформе. На западе она через Долганский и Советский структурные заливы сочленяется с Большехетской структурной террасой, расположенной на восточном борту Надым-Тазовской синеклизы и имеющей в целом субмеридиональную ориентировку. Большехетскую террасу осложняют Сузунский и Лодочный валы (рис. 2).

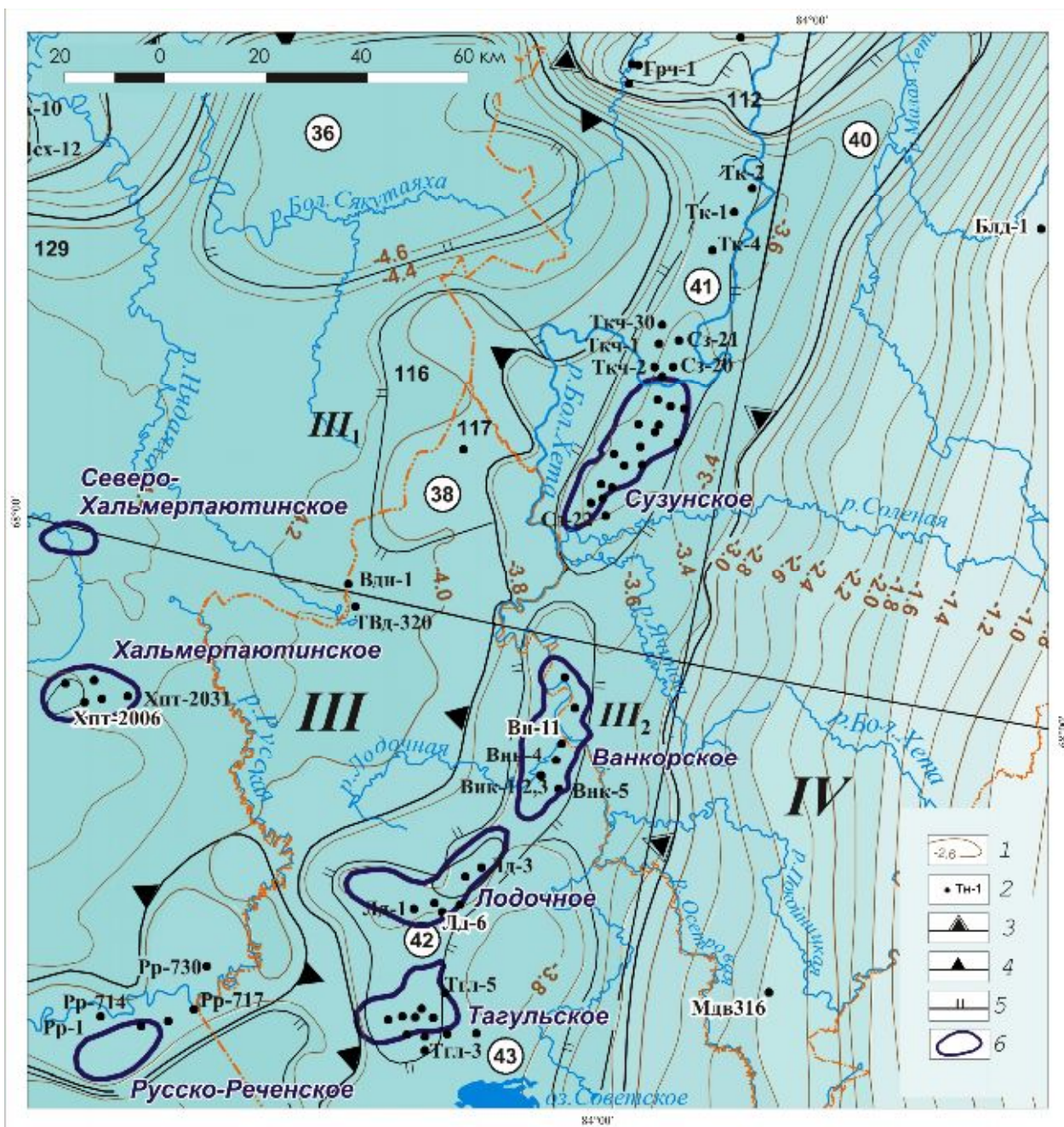


Рис. 2. Фрагмент дежурной структурно-тектонической карты Красноярского края (по состоянию на 1 июня 2001 г.) под редакцией В.А. Кренина

Условные обозначения к рис. 2: 1 - изогипсы опорного сейсмического отражающего горизонта II б в подошве верхнеюрско-меловых отложений; 2 - скважины, название и номер; 3-5 - границы тектонических элементов: 3 - надпорядковых, 4 - первого порядка, 5 - второго порядка; 6 - месторождения.

Надпорядковые структуры: III - Надым–Тазовская синеклиза. IV - Пакулихинская моноклинали. Структуры первого порядка: III<sub>1</sub> - Пендомаяхская впадина; III<sub>2</sub> - Большехетская структурная терраса. Структуры второго порядка: 36 - Сякутахская впадина, 38 - Чарский выступ, 40 – Долганский структурный залив, 41 – Сузунский вал, 42 – Лодочный вал, 43 – Советский структурный залив. Скважины: Мдв316 – Медвежья-316, Блд1 – Большелайдинская-1, Хпт-2006 – Хальмерпаяутинская-2006, Лд-6 – Лодочная-6, Вн-11 – Ванкорская-11.

Осадочный чехол представлен триасовыми, юрско-меловыми и кайнозойскими отложениями (рис. 3). Глубины до отражающего горизонта Па в кровле юрских отложений монотонно увеличиваются на запад, достигая 3 км в зоне сочленения с Долганским структурным заливом. Анализ временных разрезов показывает, что Пакулихинская моноклинали осложнена амплитудными тектоническими нарушениями (рис. 4), проникающими по крайней мере в нижнемеловые отложения, что позволяет предположить, что их образование связано с берриас-аптским этапом тектонической активизации.

#### **Особенности формирования месторождений Большехетской структурной террасы**

Нефтегазоносность прилегающей к Пакулихинской моноклинали Большехетской террасы доказана открытиями залежей в отложениях нижнего и верхнего мела (берриас-валанжин, апт-альб, сеноман) на Сузунской, Ванкорской, Лодочной и Тагульской площадях. Месторождения многопластовые, нефтегазоконденсатные, приурочены к брахиантиклинальным ловушкам посттуронского заложения. Основные запасы углеводородов содержатся в яковлевском (апт-альб) и нижнехетском (берриас) горизонтах. Залежи пластовые, массивные, часто осложнены литологическими экранами и тектоническими нарушениями.

Особенно важным для определения приоритетных направлений поисков спутников месторождений Большехетской террасы является изучение очагов генерации и направлений миграции углеводородов.

По сравнению с центральными и южными областями Западной Сибири её северо-восточные районы геохимическими методами исследованы очень слабо и вопросы формирования залежей нефти и газа на изучаемой территории нельзя считать окончательно решенными.

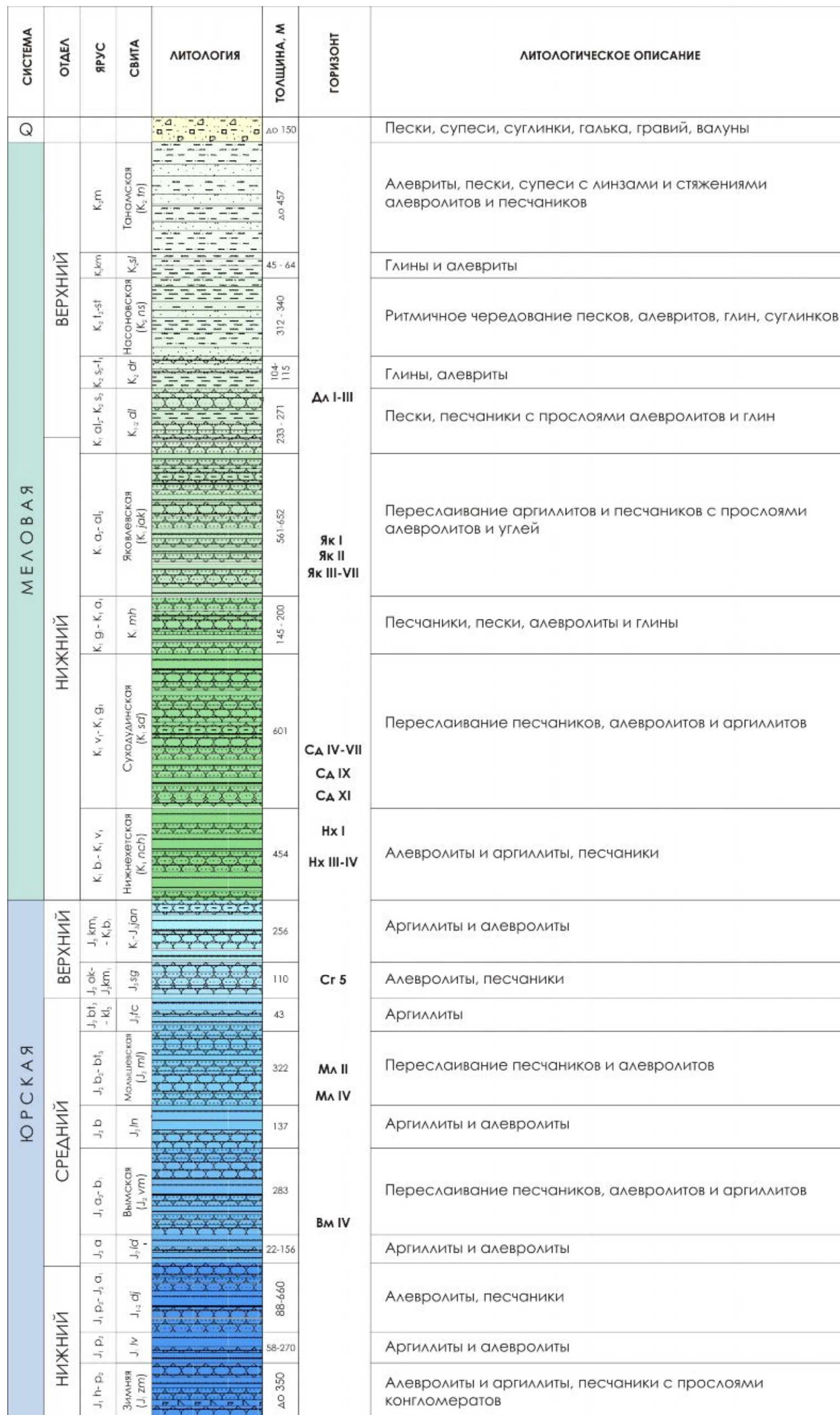
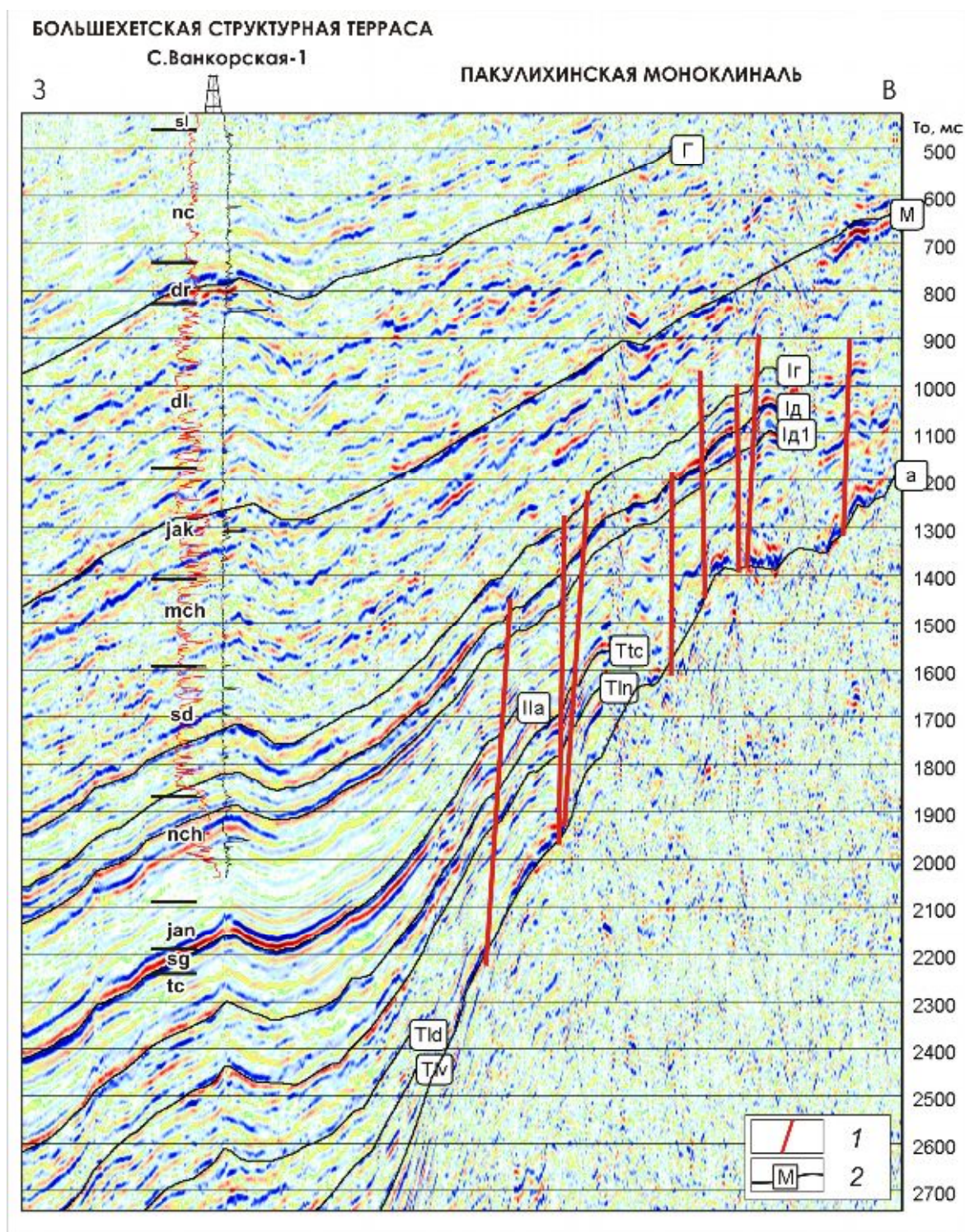


Рис. 3. Сводный разрез юрских и меловых отложений Ванкорского месторождения

1 – глина; 2 – алевролит; 3 – алевролит глинистый; 4 – аргиллит; 5 – песчаник; 6 – уголь. Свиты: J<sub>1</sub> - lv – левинская, dj – джангодская, J<sub>2</sub> - ld – ладинская, ln – леонтьевская, tc - точинская; J<sub>3</sub> - sg – сировская, jap – яновстанская; K<sub>1</sub> - tch – малохетская, dl – долганская, K<sub>2</sub> - dr – дорожковская, sl – салтадаяхинская.



**Рис. 4. Фрагмент временного разреза Большехетская терраса – Пакулихинская моноκлираль**  
(по В.А. Исаеву, 2005, с дополнениями)

*1* – дизъюнктивные дислокации; *2* – отражающие горизонты. Свиты: *J2* - *tc* – точинская; *J3* - *sg* – сиговская, *jan* – яновстанская; *K1* - *nch* – нижнехетская, *sd* – суходудинская, *mch* – малохетская, *jak* – яковлевская, *dl* – долганская, *K2* - *dr* – дорожковская, *nc* – наоновская, *sl* – саладаяхинская. Отражающие горизонты: *Г* - дорожковская свита (кровля), *М* - яковлевская свита (низы), *Iг* - суходудинская свита (низы), *Id* - нижнехетская свита (кровля), *Id1* - нижнехетская свита, *Иa* - яновстанская свита (низы), *J3*, *jan*; *Ttc* - точинская свита (в кровле), *Tml* - малышевская свита (в верхней части), *Tln* - леонтьевская свита (в подошве), *Tld* - лайдинская свита (в подошве), *a* - подошва юрских отложений.

Однако на данном этапе можно утверждать, что органическое вещество яновстанской свиты, несомненно, было одним из источников «морских» нефтей в отложениях мела и верхней юры на северо-востоке Западно-Сибирского бассейна [Болдушевская, 2001]. Также вероятен вклад в формирование нижнемеловых нефтей органического вещества трансгрессивных глинистых пачек в составе нижнехетской, малохетской и яковлевской свит (табл. 1).

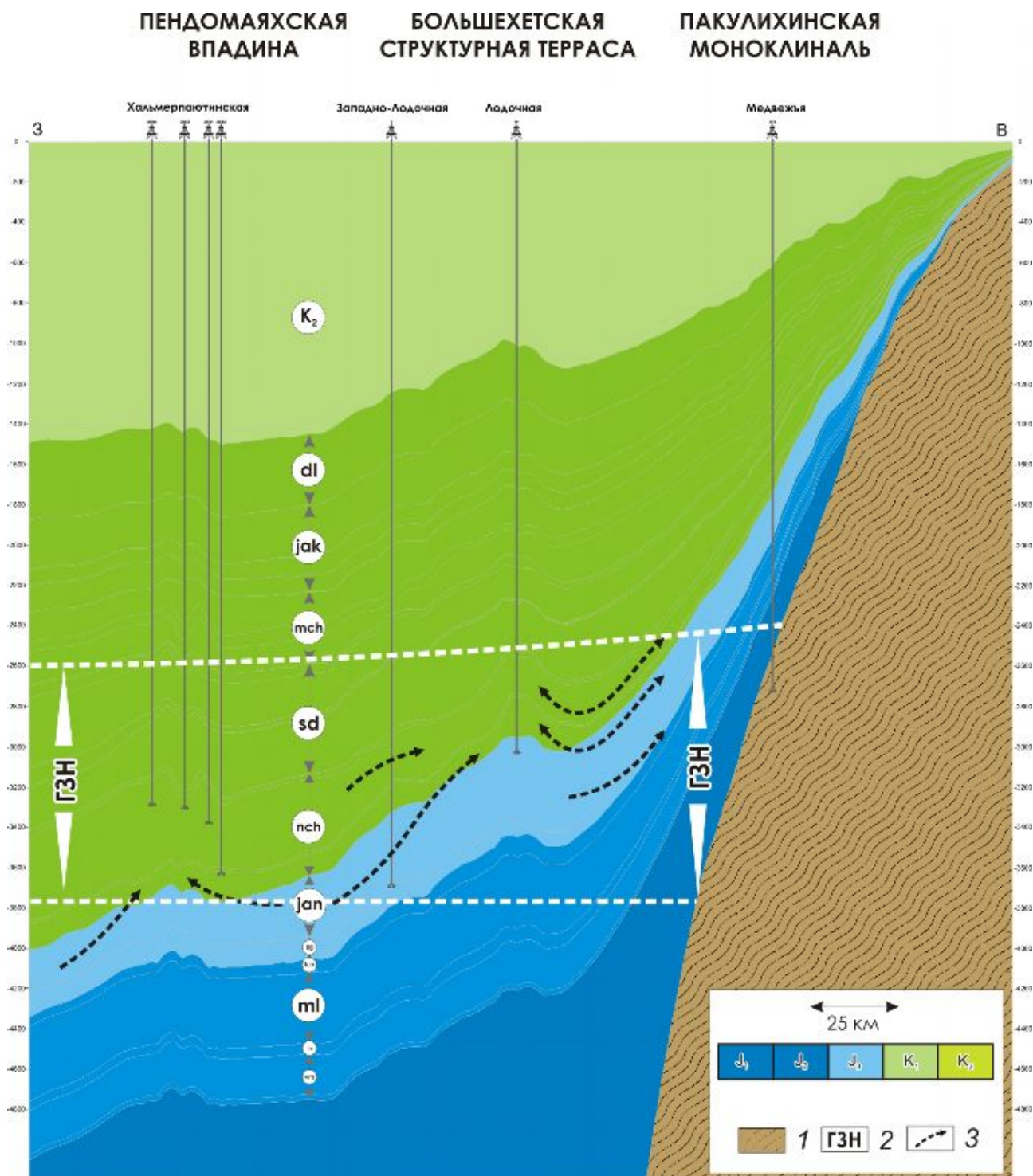
Таблица 1

**Обогащенность верхнеюрско-меловых отложений органическим веществом и его фациально-генетический тип (по Болдушевской, 2001 с дополнениями)**

Отдел	Свита	Тип ОБ	НН, мг УВ/г С <sub>орг</sub>	Содержание С <sub>орг</sub> , %
К1	нижняя часть яковлевской свиты	С-Г	100-200	1,11-1,39
К1	малохетская свита	С-Г	100-200 до 400-500	0,45-0,76
К1	суходудинская свита	С-Г	100-200 до 400-500	0,35-1,21
К1	нижнехетская свита	Г-С	100-200 до 450	0,1-3,31
Ј3-К1	яновстанская свита	Г-С	150-300 до 450-550	0,18-8,2

Несмотря на то, что основным очагом генерации УВ для месторождений Большехетской террасы, по-видимому, являлась Пендомаяхская впадина, процессы нефтегазогенерации в отложениях основных материнских свит на Сузунском и Лодочном валах, а также в Долганском и Советском структурных заливах и на западе Пакулихинской моноклинали также имели место, хотя начались позже и развивались по иному сценарию [Кринин и др., 2006]. Так, толщи яновстанской свиты вошли в зону нефтеобразования лишь к началу олигоцена, и к настоящему времени породы свиты не исчерпали своего исходного нефтегазоматеринского потенциала. Отложения нижнехетской свиты находятся в самом начале зоны нефтегенерации. Породы малохетской и нижней части яковлевской свит не вошли в зону нефтегазообразования и могут продуцировать только биогенный газ (рис. 5).

С учетом приведенных выше особенностей реализации потенциала нефтегазоматеринских свит Большехетской структурной террасы и прилегающих территорий Долганского и Советского структурных заливов, основные перспективы нефтеносности Пакулихинской моноклинали могут быть связаны с сиговским (источник – яновстанская свита) и нижнехетским (источник – яновстанская и, возможно, нижнехетская свиты) продуктивными горизонтами.



**Рис. 5. Геологический разрез юрско-меловых отложений по профилю скв. Хальмерпаяутинская-2006 – Медвежья-316 (по Конторовичу А.Э., Беляеву С.Ю., Ершову С.В. и др, 2008)**

**с нанесенными границами главной зоны нефтеобразования**

1- фундамент; 2 – главная зона нефтеобразования; 3 – направления миграции УВ. Свиты: J<sub>2</sub> - выемская, ln - леонтьевская, ml - малышевская, tch - точинская; J<sub>3</sub> - sg - сиговская, jan - январьская; K<sub>1</sub> - nch - нижнехетская, sd - суходудинская, tch - малохетская, jak - яковлевская; K<sub>1-2</sub> - dl - долганская.



Углеводороды, очагом генерации для которых служили районы Долганского и Советского структурных заливов, по крайней мере частично должны были мигрировать на восток, вверх по восстанию Пакулихинской моноклинали.

Поскольку положительных структурных элементов на севере Пакулихинской моноклинали не выявлено, аккумуляция могла иметь место только в несводовых – литологически и тектонически экранированных ловушках, расположенных вдоль фронта восходящей внутрирезервуарной миграции.

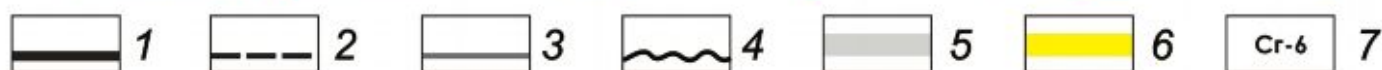
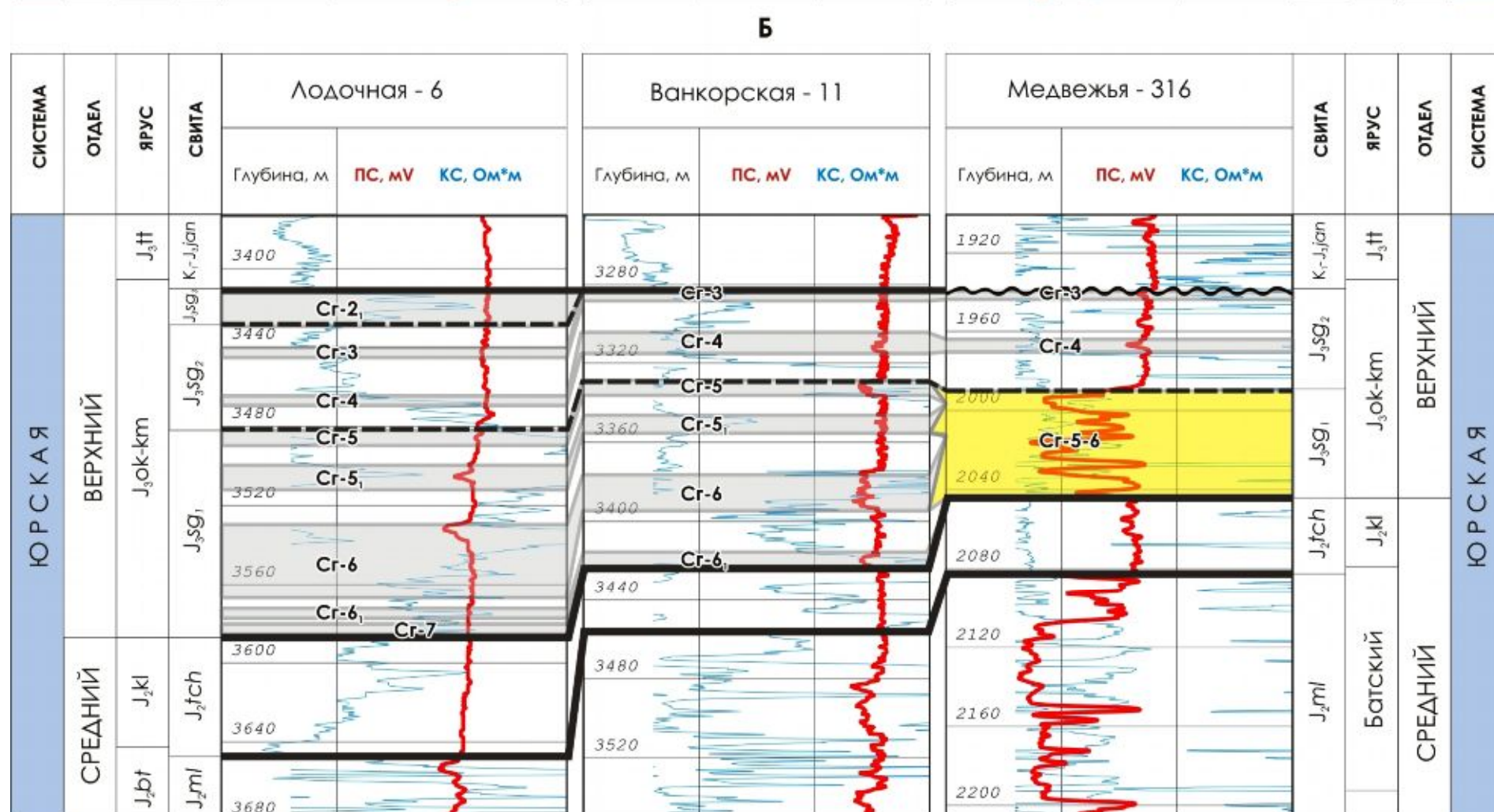
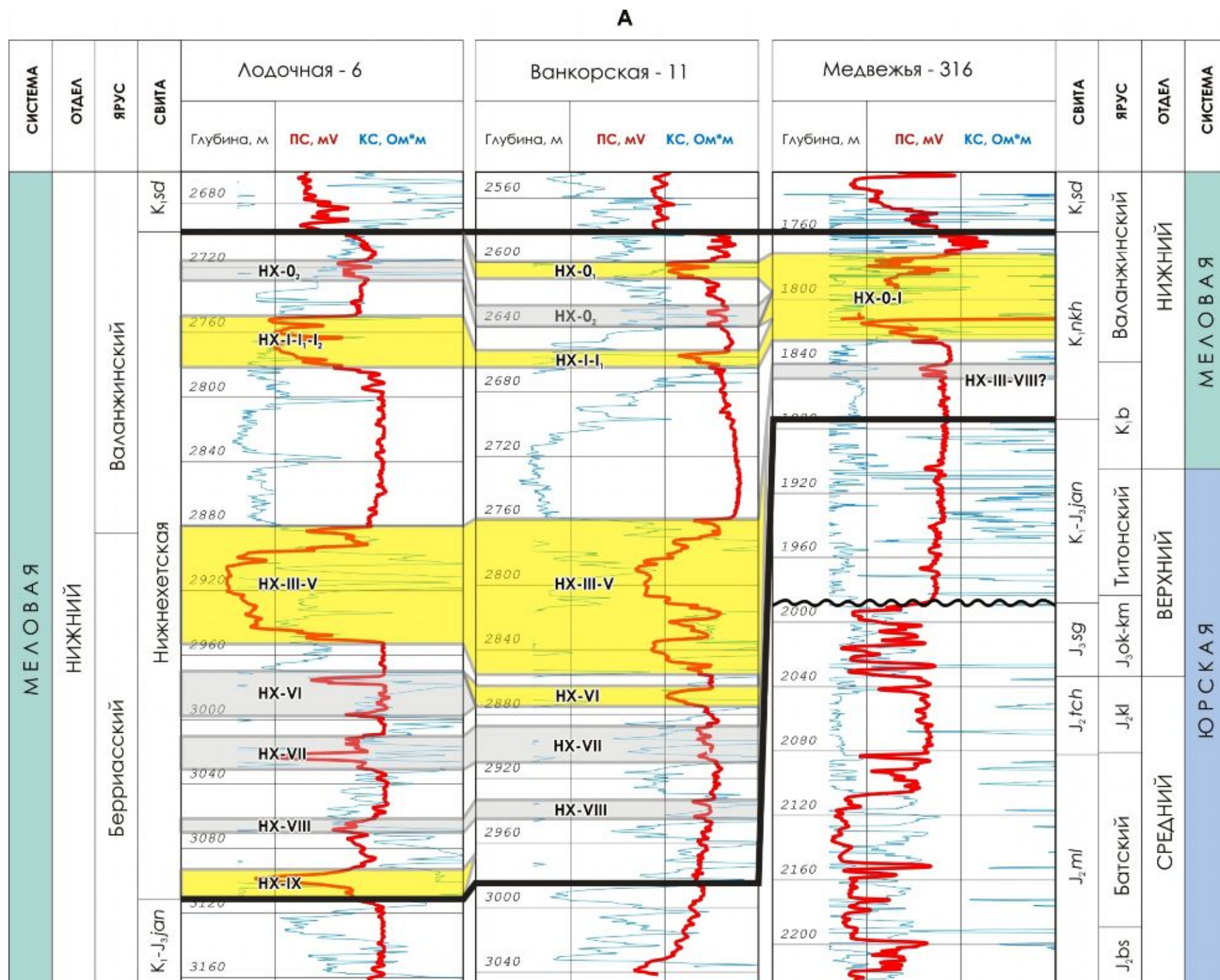
Тектонические нарушения, способные играть роль латеральных флюидоупоров, как показано выше, широко развиты на Пакулихинской моноклинали. В отношении же литологических ловушек нужно отметить, что предпосылки их формирования обусловлены сложным характером распространения коллекторов как нижнехетского, так и сиговского продуктивных горизонтов, связанным с частой сменой обстановок осадконакопления в бортовой зоне Западно-Сибирского бассейна.

#### **Строение нижнехетского и сиговского продуктивных горизонтов**

Породы сиговской свиты ( $J_3$  sg) Пакулихинской моноклинали формировались в прибрежной части моря, на фоне оксфордской регрессии. Наиболее представительным разрезом сиговской свиты является разрез, вскрытый Туруханской опорной скважиной, где свита имеет четко выраженное трехчленное строение и сложена чередующимися прослоями и пластами серых песчаников, темно-серых алевролитов и алевролитистых глин. В её составе идентифицируются пласты – коллекторы Сг-1 – Сг-8 [Кринин, 2007а].

В северном, северо-западном направлениях (Ванкорская, Сузунская площади) происходит глинизация верхней половины свиты (рис. 6), региональный характер распространения имеет только пласт Сг-5, отражающий максимум верхнеюрской регрессии морского бассейна. В скв. Медвежья-316 открытая пористость песчаников нерасчлененного пласта Сг5-6 достигает 22 %. Флюидоупором являются аргиллиты и алевролиты в составе среднесиговской подствиты. Поскольку глинизация сиговских резервуаров происходит вниз по восстанию Пакулихинской моноклинали, развитие литологически экранированных ловушек маловероятно.

С конца оксфордского века до начала берриасского вся территория Западно-Сибирской плиты являлась областью морской аккумуляции, после чего началось проградационное заполнение неокомского бассейна обломочным материалом на фоне воздымания Сибирской платформы.



**Рис. 6. Схема корреляции пластов нижнехетской (А) и сиговской (Б) свит по скв. Лодочная-6, Ванкорская-11, Медвежья-316**  
 1-4 - границы: 1 - свит, 2 - подсвит, 3 - пластов, 4 - несогласного залегания; 5-6 - пласты: 5 - непроницаемые, 6 - проницаемые; 7 - пласт и его индекс.  
 Свиты: J<sub>2</sub> - ml - мальшевская, tch - точинская, J<sub>3</sub> - sg - сиговская, J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub> - jan - яновстанская; K<sub>1</sub> - pch - нижнехетская, sd - суходудинская.  
 Местоположение скважин см. на рис. 2.

Формирование песчано-глинистых отложений нижнехетской свиты ( $K_1$  *nh*) Пакулихинской моноклинали происходило в мелководной части морского бассейна на границе с прибрежной равниной. В районе Большехетской структурной террасы, по мере углубления бассейна осадконакопления, прибрежно-морские отложения сменялись мелководно-морскими.

Здесь нижнехетский горизонт имеет наибольшую интенсивность расчленения за счет чередования пластов и пачек песчаников, алевролитов и аргиллитов, в разрезе выделяется до 10 пластов-коллекторов, индексируемых НХ-0 – НХ-IX [Кринин, 2007б]. Открытая пористость песчаников нижнехетского резервуара изменяется от 11 до 24 %, а проницаемость – от 0,2 до 720 мД.

К востоку, северо-востоку наблюдается сокращение толщин и глинизация нижней части нижнехетского горизонта, а в скв. Большелайдинской-1 и Медвежьей-316 вскрыт только нерасчлененный базальный пласт НХ-0-I (см. рис. 6).

Таким образом, основные перспективы поиска литологически экранированных залежей изучаемой территории связаны с развитыми и продуктивными на Большехетской структурной террасе, но выпадающими из разреза на севере Пакулихинской моноклинали пластами НХ-III-IV нижнехетского продуктивного горизонта.

#### **Перспективы нефтеносности несводовых ловушек в сиговском и нижнехетском продуктивных горизонтах**

Как отмечено выше, в настоящее время нефтегазоносность Пакулихинской моноклинали не доказана, перспективных объектов антиклинального типа не выявлено. С учетом изложенных особенностей эволюции углеводородных систем и закономерностей распространения природных резервуаров можно заключить, что для изучаемой территории характерны:

– благоприятные условия для генерации нефти в погруженном крыле Пакулихинской моноклинали и прилегающих Долганском и Советском структурных заливах, дальнейшей миграции нефти вверх по восстанию Пакулихинской моноклинали;

– развитие коллекторов в сиговском горизонте и в верхах нижнехетского горизонта;

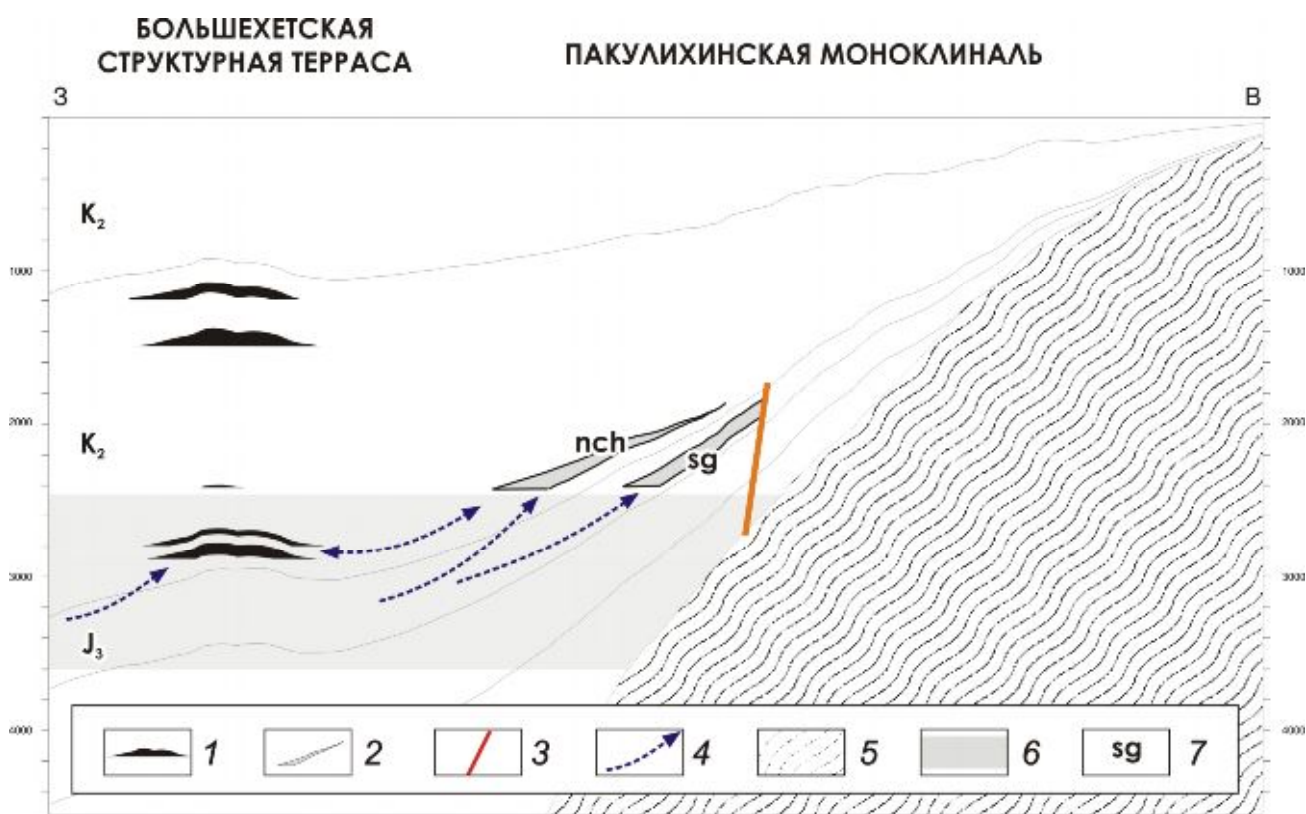
– широкое развитие дизъюнктивных дислокаций, возможно – латеральных флюидоупоров, проникающих, по крайней мере, в нижнемеловые отложения и сформированных до начала миграции углеводородов.

– замещение коллекторов пластов НХ-III-IV нижнехетского горизонта, продуктивных на Ванкорском, Лодочном, Сузунском и Тагульском месторождениях Большехетской структурной террасы глинистыми разностями в восточном направлении;

Таким образом, на севере Пакулихинской моноклинали существуют предпосылки формирования:

– тектонически экранированных ловушек в резервуарах сиговского горизонта, связанных с широко развитыми на Пакулихинской моноклинали дизъюнктивными дислокациями (рис. 7). Важным и еще не решенным вопросом, в таком случае, остается картирование западной границы замещения коллекторов, вскрытых скв. Медвежьей-316.

– литологически и, возможно, тектонически экранированных ловушек в резервуарах нижнехетского горизонта (рис. 7), приуроченных к зоне глинизации коллекторов пластов НХ-III-IV нижнехетского горизонта вверх по восстанию Пакулихинской моноклинали.



**Рис. 7. Принципиальная схема размещения несводовых залежей углеводородов на севере Пакулихинской моноклинали**

1 - выявленные месторождения; 2 - перспективные объекты, связанные с несводовыми ловушками; 3 - дизъюнктивные дислокации; 4 - направления миграции углеводородов; 5 - фундамент, 6 - положение главной зоны нефтеобразования; 7 - индекс продуктивного горизонта. Продуктивные горизонты: sg - сиговский, nch - нижнехетский.

В связи с тем, что нефтегазоматеринские толщи западной части Пакулихинской моноклинали Долганского и Советского структурных заливов вошли в зону нефтеобразования в начале олигоцена и к настоящему времени не исчерпали своего потенциала, с подобными ловушками связаны перспективы открытия преимущественно нефтяных залежей.

### Заключение

Проведенные нами предварительные исследования свидетельствуют о значительном потенциале нефтегазоносности мезозойских отложений Пакулихинской моноклинали.

Результаты анализа геологического строения продуктивных и потенциально-продуктивных горизонтов Большехетской структурной террасы и северной части Пакулихинской моноклинали, особенностей формирования углеводородных систем региона и его структурно-тектонических характеристик свидетельствуют о благоприятных условиях для формирования залежей углеводородов (преимущественно нефтяных) в несводовых – тектонически и литологически экранированных ловушках.

Ловушки в резервуарах сиговской свиты (Сг-5), скорее всего, связаны с дизъюнктивными дислокациями, широко развитыми на Пакулихинской моноклинали. Важным и еще не решенным вопросом, в таком случае, остается картирование западной границы замещения коллекторов, вскрытых скв. Медвежьей-316.

Ловушки в резервуарах нижнехетского горизонта могут быть как тектонически (НХ-I), так и литологически экранированными (НХ-III-IV) и, в связи с доказанной продуктивностью перечисленных пластов на месторождениях Большехетской структурной террасы, являются приоритетным объектом дальнейшего изучения.

### Литература

*Болдушевская Л.Н.* Геохимические критерии прогноза нефтегазоносности мезозойских отложений Енисей-Хатангского регионального прогиба и северо-востока Западно-Сибирской плиты. Диссертация на соискание ученой степени канд. геол.-мин. наук. – Красноярск, 2001.

*Кринин В.А., Косенкова Н.Н., Лопатин Н.В., Малышев Н.А.* Нефтегазовые генерационно-аккумуляционные системы Ванкорского месторождения, Красноярский край // Материалы Международной Конференции и Выставки «Науки о Земле - Найти и извлечь». - СПб., 2006.

*Кринин В.А.* Строение, районирование и перспективы нефтегазоносности верхнеюрских отложений северо-востока Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна // Сборник материалов научно-практической конференции «Перспективы развития нефтегазодобывающего комплекса Красноярского края». – Красноярск: КНИИГиМС, 2007а.

*Кринин В.А.* Строение и стратиграфическое положение пластов-коллекторов нижнехетского продуктивного горизонта в северо-восточной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Сборник материалов научно-практической конференции «Перспективы развития нефтегазодобывающего комплекса Красноярского края». – Красноярск: КНИИГиМС, 2007б.

**Рецензент:** Окнова Нина Сергеевна, доктор геолого-минералогических наук.

**Polyakov A.A.**

Rosneft Oil Company, Moscow, Russia, aapolyakov@rosneft.ru

**Krinin V.A.**

CJSC «Vankoroil», Krasnoyarsk, Russia, v\_krinin@vankoroil.ru

## THE GENESIS CONDITIONS OF OIL ACCUMULATIONS IN THE NORTH PAKULIKHINSK MESOZOIC MONOCLINE

*Considering the genesis characteristics of Bolshekheta structural terrace fields and the geological structure of Nizhnekhetskaya and Sigovskaya Formations, the author is trying to unravel the formation conditions of hydrocarbon fields in non-uplifted traps of Pakulikhinsk monocline adjacent areas.*

**Key words:** non-uplifted trap, Nizhnekheta Formation, Sigovskaya Formation, petroleum potential, Pakulikhinsk monocline.

### References

*Bolduševskaâ L.N.* Geohimičeskie kriterii prognoza neftegazonosnosti mezozojskih otloženij Enisej-Hatangского regional'nogo progiba i severo-vostoka Zapadno-Sibirskoj plity. Dissertaciâ na soiskanie učenoj stepeni kand. geol.-min. nauk. – Krasnoârsk, 2001.

*Krinin V.A., Kosenkova N.N., Lopatin N.V., Malyšev N.A.* Neftegazovye generacionno-akkumulâcionnye sistemy Vankorskogo mestoroždeniâ, Krasnoârskij kraj // Materialy Meždunarodnoj Konferencii i Vystavki «Nauki o Zemle - Najti i izvleč'». - SPb., 2006.

*Krinin V.A.* Stroenie, rajonirovanie i perspektivy neftegazonosnosti verhneûrskih otloženij severo-vostoka Zapadno-Sibirskogo neftegazonosnogo bassejna // Sbornik materialov naučno-praktičeskoj konferencii «Perspektivy razvitiâ neftegazodobyvaûšego kompleksa Krasnoârskogo kraâ». – Krasnoârsk: KNIIGiMS, 2007a.

*Krinin V.A.* Stroenie i stratigrafičeskoe položenie plastov-kollektorov nižnehetskogo produktivnogo gorizonta v severo-vostočnoj časti Zapadno-Sibirskoj neftegazonosnoj provincii // Sbornik materialov naučno-praktičeskoj konferencii «Perspektivy razvitiâ neftegazodobyvaûšego kompleksa Krasnoârskogo kraâ». – Krasnoârsk: KNIIGiMS, 2007b.