

УДК 553.98:552.144:551.72:551.242.51

**Баженова Т.К.**

Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт (ВНИГРИ), Санкт-Петербург, Россия

## **ПРОБЛЕМА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ БАЗАЛЬНЫХ ГОРИЗОНТОВ БАССЕЙНОВ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ В АСПЕКТЕ ИХ КАТАГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ**

*В статье рассматривается проблема нефтегазоносности базальных горизонтов чехла древних платформ России – венда и рифея в свете катагенетической эволюции осадочных бассейнов; рассматриваются типы катагенетической зональности и катагенетические несогласия, пути и причины их возникновения в процессе геотермической истории регионов, а также влияние катагенетических взаимоотношений комплексов на оценку их нефтегазоносности.*

**Ключевые слова:** бассейн, катагенез, платформа, рифей, венд, катагенетическое несогласие, катагенетическая зональность.

Базальные горизонты осадочного чехла древних платформ России – Сибирской и в значительной мере Восточно-Европейской (в северной половине Русской плиты) представлены отложениями верхнего протерозоя – венда и рифея. Названные комплексы слагают нижнюю часть осадочного выполнения Лено-Тунгусского (Восточно-Сибирского), Средне-Русского, Мезенского и частично Волго-Уральского бассейнов (последний здесь не рассматривается). Прежде всего с этими комплексами связана открытая и прогнозируемая нефтегазоносность домезозойского бассейна Восточной Сибири и бассейнов северной части Русской плиты. Верхнепротерозойские отложения всех названных регионов содержат в своем составе и формации–резервуары, и формации, обогащенные ОВ, нефтегазоматеринские горизонты (НГМГ), имеющие достаточную мощность, то есть, изначальные предпосылки и нефтегазогенерации, и аккумуляции углеводородов (УВ) в этих отложениях имели место.

Однако, если изначальный углеводородный потенциал разноуровневных объектов – от самого ОВ до формации и бассейна – и нефтяной, и газовый в их генетически обусловленных соотношениях – определяется фациально-генетическим (биоценоотическим) типом ОВ и – в какой-то мере – его диагенетической преобразованностью, то степень реализации потенциала, соотношение фаз УВ, поглубинное расположение генерационных импульсов, а также дальнейшее существование и поведение рожденной УВ-системы всецело детерминируется катагенетической эволюцией того или иного региона, его геотермической историей.

Геохимические исследования последних десятилетий как у нас в стране, так и за рубежом показали убедительно, что нефть и газ суть образования стадийные и генетически практически целиком принадлежат стадии катагенеза.

Основным и, по существу, единственным – в смысле причинности – фактором преобразования ОВ в недрах является температура, т.е. та энергия, которую ОВ получает в процессе погружения вмещающих отложений за счет идущего из глубины теплового потока и которую расходует на постепенную коренную перестройку своей структуры. Упоминаемые нередко в геохимических работах в качестве факторов катагенеза ОВ давление, литологический состав пород, геологическое время на самом деле суть не факторы, т.е. не причины преобразования ОВ, а условия среды, в которой протекает это преобразование, в той или иной мере влияющие на скорость процесса.

Как известно, поступающее из недр тепло реализует себя в двух формах тепловых потоков: кондуктивной (теплоперенос) и конвективной (тепломассоперенос). Кондуктивный тепловой поток обеспечивает постепенное нарастание температур с глубиной, имеющее региональный характер, и как следствие (теперь это уже хорошо известно) в общем случае также постепенное увеличение степени преобразования ОВ в том же направлении с аналогичным – региональным – характером изменений. Конвективный тепловой поток связан с магматической и/или гидротермальной деятельностью; на преобразование ОВ он влияет нередко больше, чем кондуктивный поток, однако, это влияние, как правило, имеет узко зональный характер и приурочено к контактам магматических тел и достаточно крупным разрывным нарушениям. Такой «конвективный катагенез» не имеет вертикальной зональности, напротив, он нарушает таковую регионального катагенеза ОВ, обусловленного кондуктивным потоком.

Для нефтегазоносных бассейнов первые катагенетические шкалы создавались в 1960-1970-е гг. на основе петрологии углей, прежде всего на основании однонаправленных изменений с глубиной отражательной способности витринита ( $R^a$ ,  $R^o$ ), широко встречающегося в осадочных породах различного генезиса, начиная с девона. «Необратимость превращения витринита и сохранение величины показателя отражения при понижении температуры недр позволяет прогнозировать температуры в остывших толщах» [Петрология органических..., 1987]. «Метод прогноза палеотемператур по ОВ основан на сопоставлении стадий его изменений с современными температурами в глубоких скважинах, пробуренных в областях преобладающего прогибания, где показатель отражения витринита соответствует современным температурам» [Петрология органических..., 1987].

В начале 1970-х гг. Г.М. Парпаровой (ВНИГРИ) удалось установить сходство поведения в катагенезе оптических показателей витринита и различных компонентов сапропелевого ОБ – коллоальгинита, коллохитинита, псевдовитринита, что позволило использовать оптические показатели ОБ додевонских отложений для установления степени его катагенеза (зрелости) (рис. 1). Органическое вещество – максимальный термометр, то есть, степень его зрелости (катагенеза) определяется геоисторически максимальной температурой, а последняя, в свою очередь, детерминируется максимальным произведением величины погружения на термоградиент. Фиксированные зрелостью ОБ температуры границ градаций катагенеза на определенных глубинах и создают размерность катагенетических шкал.

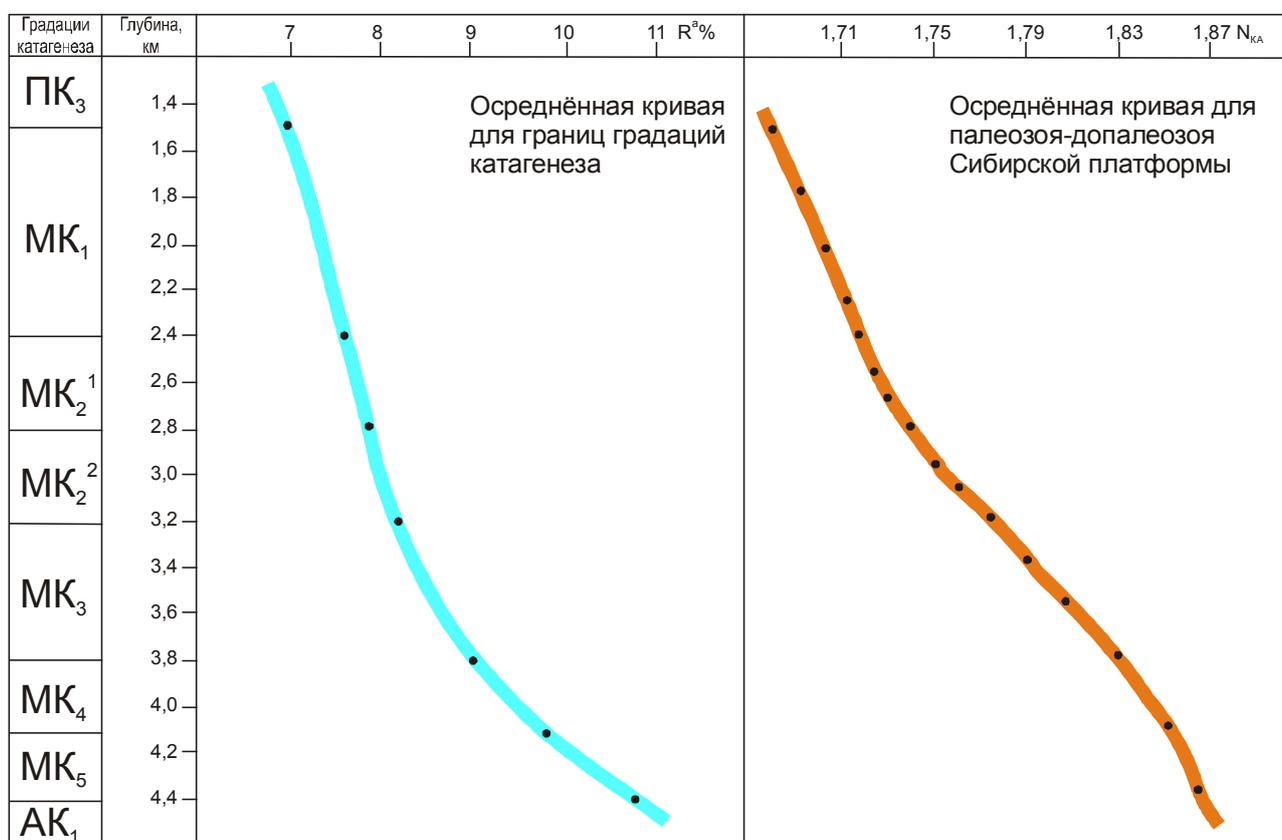


Рис. 1. Сопоставление изменений отражательной способности витринита (R<sub>a</sub>) и показателя преломления коллоальгинита (N<sub>ка</sub>) с глубиной

Хорошо известно, что бассейны древних платформ России ныне геотермически «холодные», средние плотности теплового кондуктивного потока оценивались для Сибирской платформы величиной 40,6 мВт/м<sup>2</sup>, для Русской плиты – 41,9 мВт/м<sup>2</sup>, средние геотермические градиенты 0,7 – 2,5<sup>0</sup>С/100 м (в Тимано-Печорском бассейне градиенты чуть выше – 1,5÷2,5<sup>0</sup>С/100 м). Однако степень катагенетической преобразованности ОБ в

бассейнах древних платформ позволяет реконструировать максимальные палеотемпературы прошлых эпох.

В бассейнах «простого», моноэтапного развития для глубинного прогноза фазового состава УВ необходимо и достаточно определить размерность шкалы катагенеза. Однако, при определении размерности катагенетических шкал в бассейнах полиэтапного развития необходимо учитывать возможность наличия катагенетических (геотермических) несогласий [Баженова, 1982; Баженова, Ипатов, Шуменкова, 1983; Баженова и др., 1984], а также характер катагенетической зональности, т.е. прежде всего необходима реконструкция геологической и геотермической истории региона. В общем случае условие возникновения катагенетического несогласия следующее: произведение мощности размытых отложений на градиент соответствующей эпохи осадконакопления должно превышать произведение мощности вновь накопленных отложений на «свой» градиент. Впервые это явление было открыто автором в 1971 г. в Тайгинской скважине Сибирской платформы в пределах Куломбинского рифейского инверсированного погребенного авлакогена, по венд – палеозойским отложениям входящего в структуру Байкитской антеклизы. Через несколько лет независимо его открыл Н.П. Гречишников (ИГИРГИ), назвав «геотермическим несогласием». Оба названия дополняют друг друга: авторское – по феномену, Н.П. Гречишникова – по причине возникновения. Информация о катагенетических несогласиях важна для прогнозной оценки нефти и газа: при наличии такого несогласия залегающие ниже его комплексы при последующих погружениях в генерации УВ участия не принимали. Если под поверхностью несогласия ОВ находится на градации МК<sub>4.5</sub> и выше, то залежи нефти, сингенетичные этим отложениям, сохраниться, вероятнее всего, не могли, а сохранность залежей газа зависит от степени дислоцированности и литологических особенностей отложений. Принципиальная схема возникновения катагенетического несогласия показана на рис. 2 [Баженова, Ипатов, Шуменкова, 1983].

Геоисторически не всегда максимальный градиент и максимальное погружение совпадают. При несовпадении этих величин возникает либо «погребённый», либо «обновленный» характер зональности катагенеза ОВ. Во время юрско-мелового осадконакопления на древних платформах тепловой поток был ниже палеозойско-триасового и геотермический градиент этого времени составлял в среднем 3<sup>0</sup>С/100 м. В случае, если отложения палеозоя-триаса не подвергались существенному размыву, катагенетическое несогласие не возникало, однако – при мощности юрско-меловых и более молодых осадков не более 1 км – возникал так называемый погребенный характер катагенетической

зональности, как это произошло на севере континентальной части Тимано-Печорского бассейна. При «старом» градиенте  $5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  температура на границе ПК/МК на глубине 1,5 км составляла  $75^{\circ}\text{C}$ . При «новом» градиенте  $3^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  при погружении на 1 км та же температура окажется на той же границе, но уже на глубине 2,5 км. (Отношение «старых» и «новых» глубин с одинаковой температурой обратно пропорционально отношению «старого» и «нового» градиентов.) При этом в зоне мезокатагенеза и глубже новые температуры окажутся ниже старых и процессы генерации УВ не возобновляются, а прежний характер зональности сохраняется. При больших мощностях юрско-меловых отложений возвращение к старым температурам происходит на больших глубинах. При последовательном погружении происходит постепенное погребение старых фиксированных ранее границ зон катагенеза и сверху вниз постепенное обновление (увеличение) температур и возникновение новых границ. Подобная картина вероятна в Баренцевоморском бассейне.

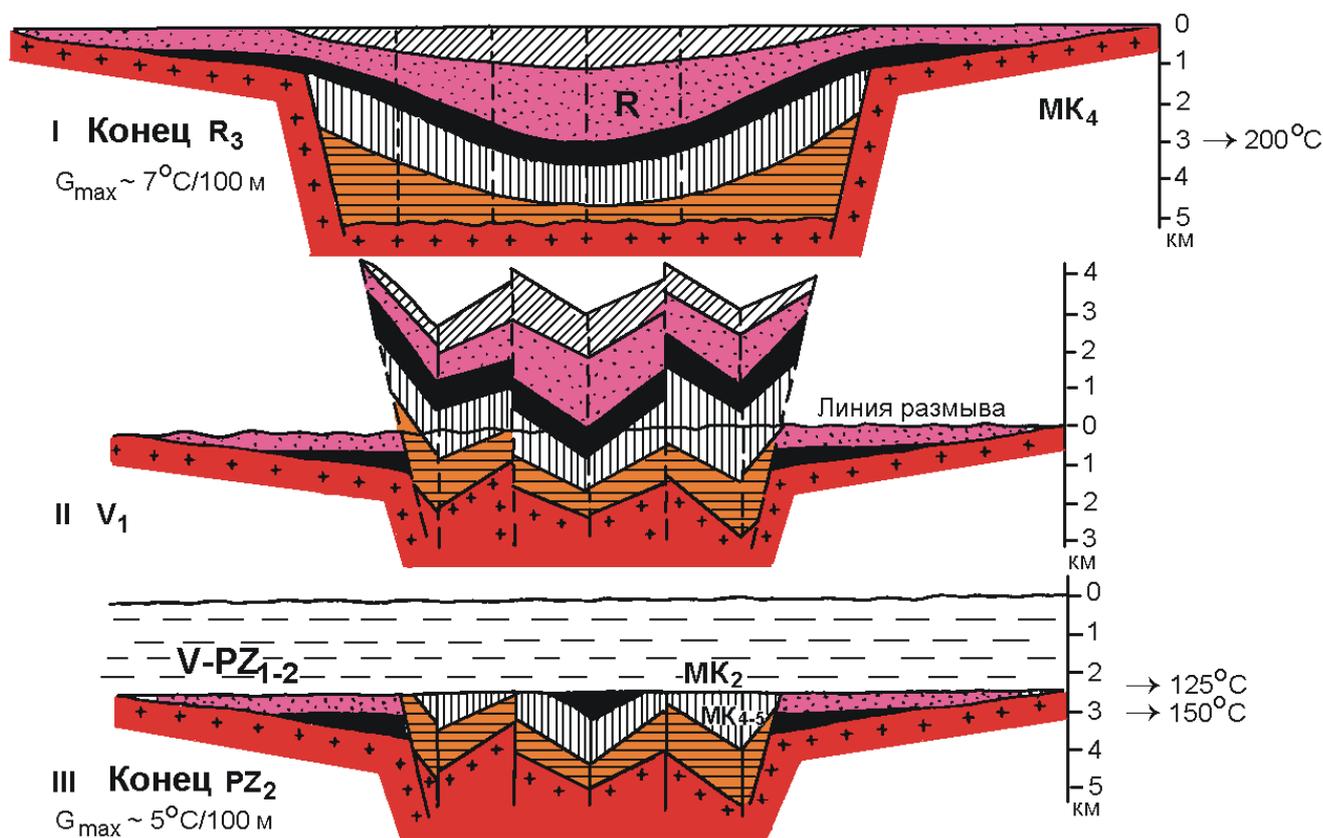


Рис. 2. Принципиальная схема возникновения катагенетического несогласия в зонах рифейских авлакогенов

Например, при мощности юры-мела 3 км восстановление старых температур осуществлялось только на глубине 7,5 км, т.е. вся зона прото- и мезокатагенеза (прежние 4,5 км) была вовлечена в новый прогрев с возобновлением нефтегазогенерации. Таковую вновь

возникшую зональность мы называем обновленной. Чтобы обновилась зональность и возобновились процессы генерации УВ во всем прежнем разрезе мощностью 6,5 км необходимо погружение более чем на 4 км (4,3). Мощность новых зон катагенеза, естественно больше, т.к. градиент ниже и зональность становится более растянутой. В случае сочетания обновленной и погребенной зональности верхние зоны растянуты, нижние сокращены. Если наблюдается такой характер катагенетической зональности, значит, имело место падение теплового потока (и, соответственно, температуры) еще в процессе погружения и седиментации [Баженова, 2003]. Схема возникновения погребенной и обновленной зональности катагенеза ОВ показана на рис. 3.

При погребенном характере сокращенной зональности нижняя граница нефтеносности в регионе опускается (по сравнению с модельной) на величину юрско-мелового (и более позднего) погребения (так же, как она «поднимается» на величину мощности размытых отложений при «нормальном» характере зональности катагенеза), то есть, к глубинной модельной границе конца генерации жидких УВ либо прибавляется мощность отложений J-Q, либо вычитается из нее мощность размытых отложений.

В результате удалось выявить следующие типы зональности катагенеза ОВ: нормальный («сокращенный» и в той или иной степени «растянутый»), погребенный, обновленный и комбинированный. Поскольку ОВ в природе работает как «максимальный термометр», фазовое размещение залежей УВ подчиняется – при любом типе зональности – фиксированной зрелости ОВ, то есть, глубже «нефтяного окна» ( $МК_1$  – начало  $МК_3$ ) нефтяные залежи крайне редки, а в зоне апокатагенеза встречаются лишь чисто газовые залежи. Исключениями являются «вторичные» залежи жидких УВ в условиях возникновения стратиграфически «нисходящей» миграции, когда во вмещающих УВ породах ОВ обладает высокой зрелостью, исключаяющей сохранность «первичных» жидких УВ [Баженова, 2003].

Далее остановимся на конкретной катагенетической (геотермической) истории упомянутых выше бассейнов Сибирской платформы и Русской плиты. В развитии домезозойского мегабассейна Сибирской платформы (Лено-Тунгусского) фиксируется три крупных этапа: I – авлакогенный, начальный (R, 900 млн. лет); II – гомогенный, основной (V–C<sub>1</sub> на западе, 340 млн. лет; V–D<sub>1</sub> на востоке, 270 млн. лет) и III – гетерогенный, заключительный (C<sub>2</sub> – ныне на западе, 320 млн. лет; D<sub>2</sub> – ныне на востоке, 390 млн. лет). Гетерогенный этап подразделяется на два подэтапа: Денудационно-аккумуляционный (C<sub>2</sub>–T на западе, 110 млн. лет; D<sub>2</sub>–T на востоке, 180 млн. лет) и существенно денудационный (J – ныне, ~ 210 млн. лет) [Баженова, 1992; Баженова, Ипатов, Шуменкова, 1983] (рис. 4).

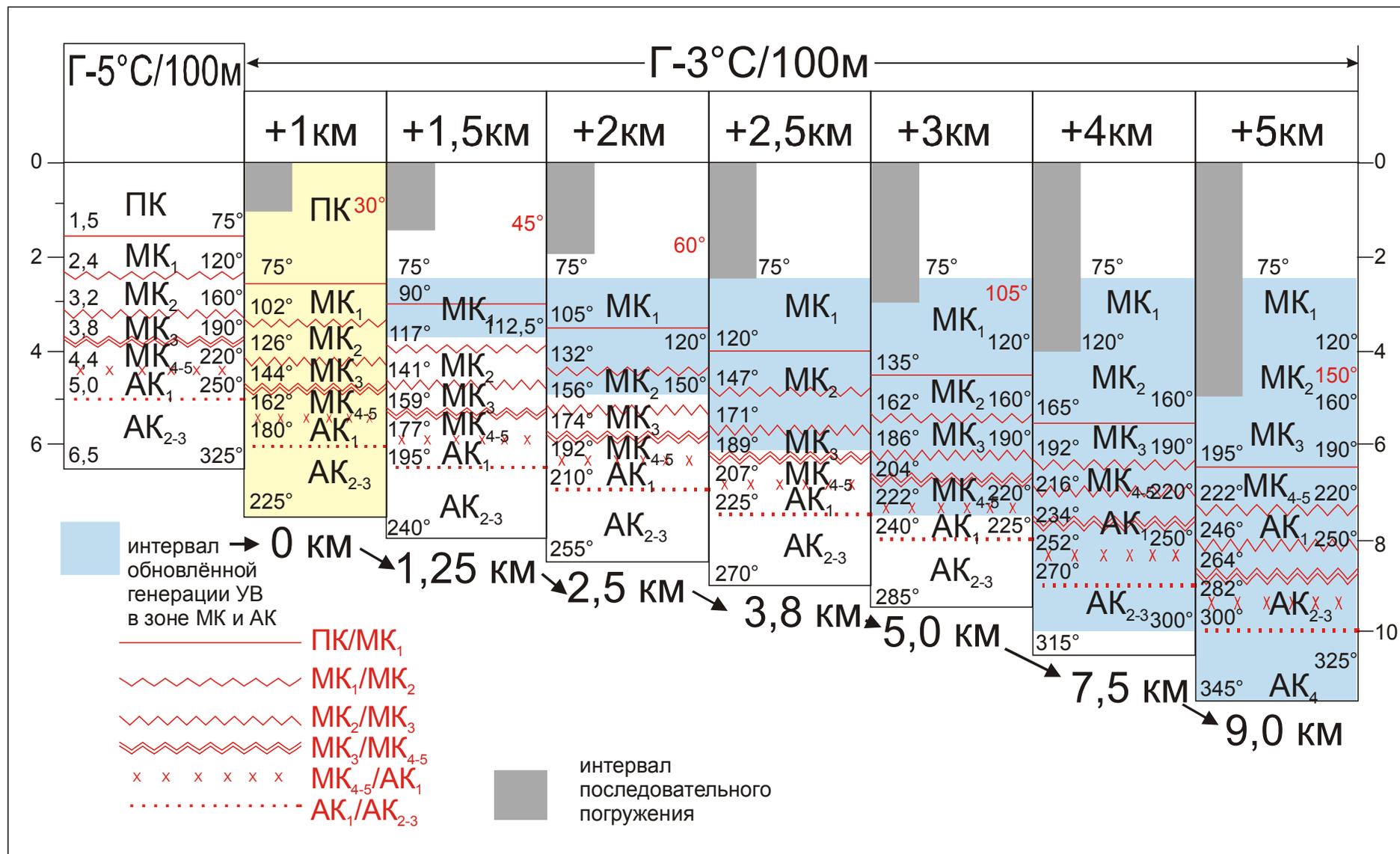


Рис. 3. Схема возникновения погребенной и обновленной зональности катагенеза ОБ

Этап, подэтап	Возраст	Длительность, млн.лет	Тектонический режим	Магматизм	Геотермический режим
I Авлакогенный (начальный)	R	900	авлакогеновый, перикратоновый, в конце-краевых (предгорных) прогибов	спорадический базальтовый	интенсивный кондуктивный; геотермические градиенты 5-7°C/100 м, может быть более
II Гомогенный (основной)	V-C <sub>1</sub> (на востоке V-D <sub>1</sub> )	340 270	синеклиз	только в конце этапа и только на востоке-кимберлитовый и базальтовый	более слабый кондуктивный; геотермические градиенты 4-5°C/100м
III Гетерогенный (заключительный)	денудационно-аккумуляционный	C <sub>2</sub> - T (на востоке D <sub>2</sub> - T)	наложенных синеклиз и крупных поднятий	интенсивный почти на всей территории, особенно на западе, - базальтовый и кимберлитовый (последний - на востоке)	интенсивный конвективный, кондуктивный как на этапе II; геотермические градиенты в среднем 4-5°C/100 м
	существенно-денудационный	J - ныне	крупных сводовых поднятий, в начале наложенных прогибов по краям		кондуктивный слабеющий геотермические градиенты 1-2,5°C/100м; возникновение криолитозоны, на крайнем юге в кайнозое временное возрастание теплового потока

Рис. 4. Этапы развития мегабассейна Сибирской платформы

Начальный, рифейский этап развития характеризуемого бассейна отличается наибольшей длительностью и охватывает около 2/3 всего времени формирования и дальнейшего существования осадочно-породного тела домезозойского мегабассейна Сибирской платформы. Рифейский комплекс отложений широко развит на всех ее окраинах, где выполняет перикратонные прогибы, а также субпараллельные и ортогональные окраинам авлакогены, в основном претерпевшие инверсию в предвендское время. Немалые площади рифей занимает и внутри платформы, где слагает склоны антеклиз, седловины, а, возможно, и днища прогибов. Суммарная мощность рифея в известных разрезах 2 – 5 км, редко более. Почти во всех районах его распространения встречаются толщи, обогащенные ОВ, квалифицируемые как НГМГ. Они неплохо изучены на породном, формационном, а иногда и на зональном уровнях. На региональном же, бассейновом уровне рифейские НГМГ исследованы совершенно недостаточно, что определяется, во-первых, затрудненной, неоднозначной корреляцией далеких друг от друга разрезов, а, во-вторых, неясностью границ развития комплекса в центральных глубоко прогнутых структурах платформы, что не позволяет закартировать геохимические параметры НГМГ для всей территории и таким образом подсчитать общий генерационно-эмиграционный потенциал рифея региона, как это было выполнено для венда-палеозоя.

Прежде чем характеризовать возможную геотермическую историю начального, рифейского этапа мегабассейна, остановимся на таковой более поздних этапов, ибо принадлежащие им разрезы отложений катагенетически более изучены.

В венде-палеозое Сибирской платформы была установлена так называемая сокращенная («субдонецкая») зональность катагенеза ОВ, обусловленная напряжённым геотермическим режимом в прошлом (палеоградиенты порядка  $5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ ) и характерная именно для палеозойских бассейнов. Что касается реконструкции максимальных палеотемператур недр Сибирской платформы, то она была произведена на основании исследований шкалы И.И. Аммосова по температурам смены градаций катагенеза ОВ (стадий метаморфизма углей) [Петрология органических..., 1987]. Например, температура перехода ОВ стадии Ж (МК<sub>3</sub>) в стадию К (МК<sub>4</sub>) составляет 180–200<sup>0</sup>С. Такая степень катагенетической измененности ОВ в рассматриваемом регионе соответствует палеоглубинам несколько менее 4 км (3,8 км). В таком случае средние палеогеотермические градиенты в эпохи максимальных погружений для Сибирской платформы составляли порядка  $5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ .

Современной геотермической наукой признается, что кондуктивный тепловой поток снижается с возрастом тектогенеза и консолидации того или иного участка земной коры [Макаренко, Поляк, Смирнов, 1968]. В связи с этим напрашивается предположение, что на Сибирской платформе снижение теплового потока происходило в течение всего времени формирования и существования ее чехла. Однако история геологического развития платформы достаточно сложна: на фоне «старения» фундамента в её пределах неоднократно происходили оживления тектонической жизни, захватывавшие глубокие слои коры, а, может быть, и верхнюю мантию и выражавшиеся в проявлениях базальтового и кимберлитового магматизма в рифее, девоне, карбоне, перми и особенно в триасе, а также в незначительной мере в юре. Весьма вероятно, что магматическим эпохам предшествовало и (или) сопутствовало временное возрастание кондуктивного теплового потока на фоне его общего снижения. И только после триаса, значительно растратив свою энергию, Сибирская платформа начала относительно быстро остывать.

Как уже говорилось выше, катагенетическая преобразованность ОВ морского палеозоя-допалеозоя Сибирской платформы, за редкими исключениями, подчиняется единой палеоглубинной размерности и хотя трудно себе представить, что на такой обширной территории тепловой режим и тепловая история были совершенно одинаковы, – так как в различных ее частях наблюдаются разный литологический состав разрезов, обеспечивающий неодинаковую теплопроводность (не следует забывать о соленосных формациях кембрия юга Сибирской платформы), различные эпохи максимальных погружений, различные по времени и по масштабам проявления магматизма и т.п., – вероятнее всего, дело именно в том, что все эти «векторы», по-разному складываясь на разных участках платформы, и создавали некий «осредненный» тепловой режим, через который проходило ОВ на своих палеоглубинных уровнях в пределах своих участков платформы.

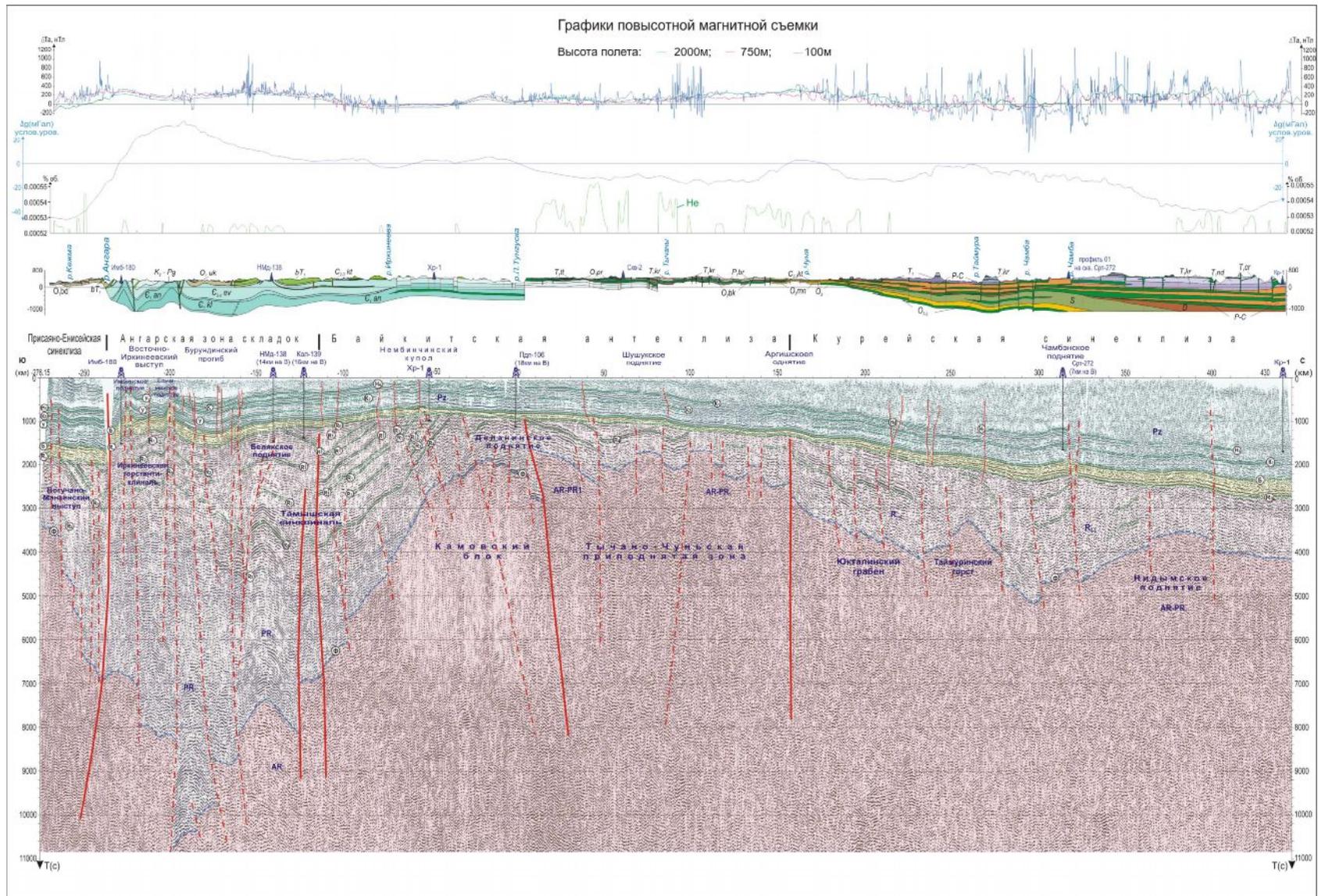
Время погружения, а стало быть, и история прогрева НГМГ палеозоя-допалеозоя Сибирской платформы отличались высокой длительностью. Для НГМГ венда–силура эта история укладывается в цифры от 200 до 400 млн. лет, а для рифея составляет и того больше. При этом, при прочих равных условиях, при идентичных глубинах погружения нет разницы в степени преобразованности, например, нижнерифейского ОВ с возрастом около 1,5 млрд. лет и «тепловой историей» порядка 800 млн. лет – с одной стороны – и ОВ нижнего силура, которое на 1 млрд. лет моложе и «тепловая история» которого в 4 раза короче, – с другой.

Вне авлакогенов и краевых структур Сибирской платформы, претерпевших существенную предвендскую инверсию, то есть, в пределах «плитного» рифея его тепловая

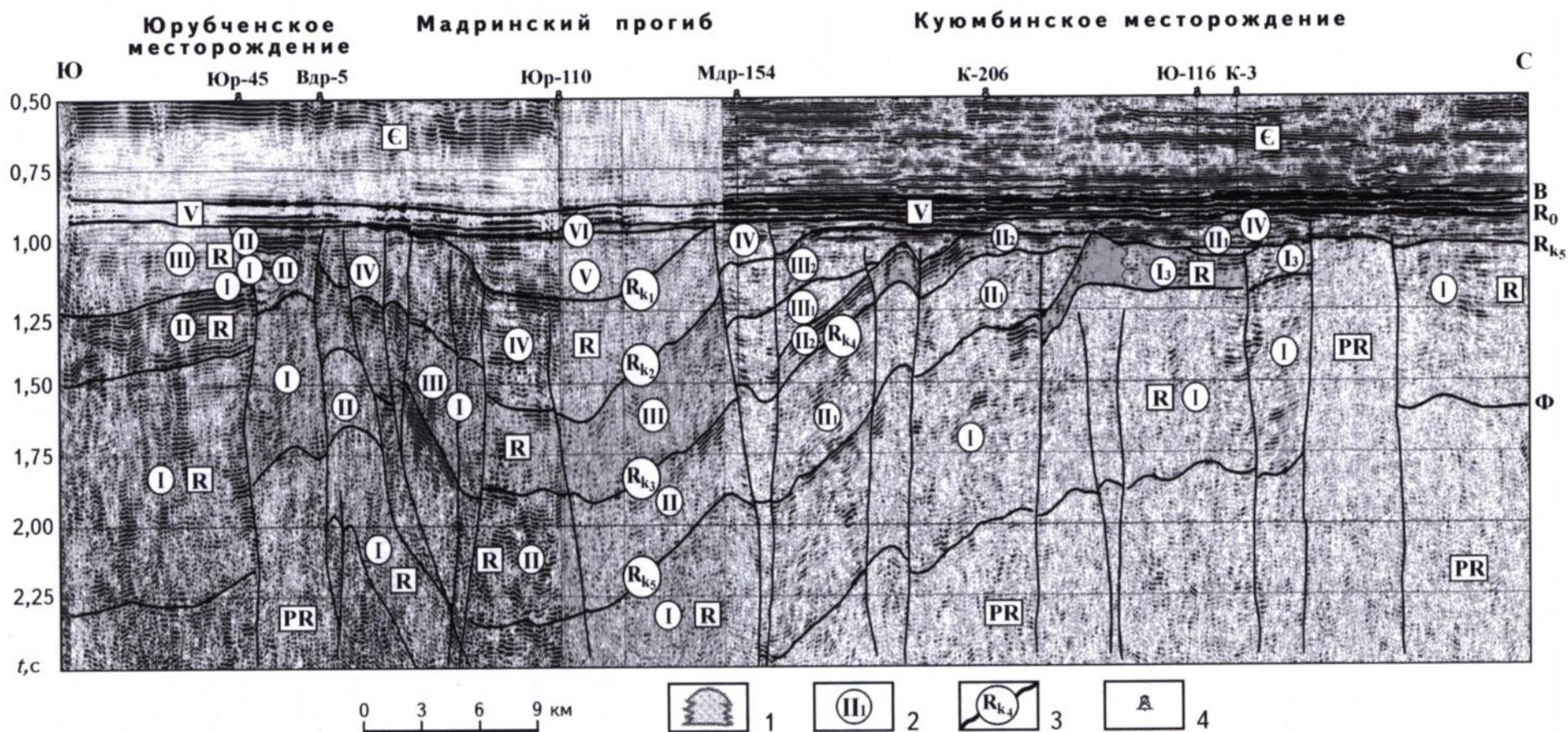
история, вероятно, существенно не отличалась от последующей венд-раннепалеозойской, т.е. термоградиенты, вероятно, не превышали  $5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ , ибо катагенетическое несогласие на этих участках на границе рифей/венд не фиксируется, несмотря на присутствие несогласия стратиграфического. Катагенетическое (геотермическое) несогласие на границе рифей/венд зафиксировано в пределах инверсированных рифейских авлакогенов – Нижне-Енисейского, Куюмбинского, Иркиннеево-Чадобецкого, Иркиннеево-Ангарского, Уджинского, Уринско-Вилуйского, а также в пределах Байкало-Вилуйского прогиба. В последнем это явление установлено в Таранской скважине Непско-Ботуобинской антеклизы и в Прибайкалье (район рек Хидусы-Бугульдейки). В связи с этим следует подчеркнуть, что ни в южной части Непско-Ботуобинской антеклизы, ни на востоке Ангаро-Ленской ступени рифейского источника УВ, «работавшего» в пострифейские времена, не было, как бы это кому ни хотелось, чтобы он был.

Диапазон такого несогласия бывает достаточно велик. В различных горизонтах  $V_1$ , либо  $V_2$ , налегающих на рифей, катагенез ОВ, как правило, не выходит за пределы градации  $\text{МК}_2^2$ , реже  $\text{МК}_3$ , тогда как ниже несогласия катагенез ОВ в рифее на различных участках колеблется от  $\text{МК}_4$  до  $\text{АК}_3$ . Вероятно, рифейские термоградиенты в этих структурах были более  $5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  и достигали  $6-7^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ . В случае фиксации феномена катагенетического несогласия возможно и решение обратной задачи: по характеру катагенетических взаимоотношений на указанной границе установление тектонической принадлежности рифейской погребённой структуры.

Интересно, что в пределах Юрубчено-Тахомской нефтегазоносной зоны (Байкитская антеклиза), куда входит Куюмбинский рифейский авлакоген и где вышеописанное явление и было впервые автором открыто, катагенетическое несогласие фиксируется не во всех скважинах, т.е. имеет место не на всех участках данной зоны. Это подтверждается не только немногочисленными пока геохимическими данными. Об этом свидетельствуют также данные сейсморазведки, выявляющие взаимоотношения структурных комплексов (данные Ю.А. Филипцова, Красноярский Геолком, рис. 5, а также В.В. Харахинова и др. [Харахинов и др., 2004], рис. 6). К сожалению, характер катагенетических взаимоотношений рифея и венда в данной зоне пока не закартирован, что не позволяет надёжно судить обо всей погребённой рифейской структуре в целом и о роли рифейского источника УВ в её пределах. Соответствующее картирование и оценка рифейского потенциала этой зоны – насущная задача.



**Рис. 5. Сейсмогеологический разрез верхней части земной коры по опорному профилю “Алтай - Северная Земля”**



*1-биогермные постройки; 2 - номера сейсмических комплексов; 3 - индексы отражающих горизонтов; 4 - разведочные скважины*

**Рис. 6. Временной сейсмогеологический (принципиальный) разрез через Юрубчено-Тохомскую зону (по В.В. Харахинову и др.)**

Рифей Средне-Русского и особенно Мезенского бассейнов исследован несравненно менее, что связано, в первую очередь, с отсутствием естественных выходов этого комплекса. Рифей Средне-Русского бассейна (Московской синеклизы), как известно, выполняет систему авлакогенов и грабенов, в разной степени претерпевших инверсию на границе R/V; в связи с этим мощности рифея варьируют в пределах от первых десятков метров до 3 км. Катагенетическое несогласие на границе рифей/венд в этом регионе фиксируется в пределах северо-восточной ветви Средне-Русского авлакогена (Бобровская и Рослятинская площади). На рис. 7 представлены профили Средне-Русского бассейна, пересекающие Средне-Русский авлакоген, где зафиксировано катагенетическое несогласие (Рослятино, Любим), а также районы, где скважины не вышли из венда, но где по геофизическим данным прогнозируются рифейские грабены; возможные катагенетические взаимоотношения рифея и венда на этих участках, естественно, пока не ясны (Кубенское оз. – Вологда; Судиславль). В Московском грабене (Павлово-Посадская площадь) и Крестцовском авлакогене (Северо-Молоковская площадь) данное явление не устанавливается. В основании вендских отложений региона ( $V_{2rd}$ ) катагенез ОВ не выше  $МК_2^1$  (рис. 8), в рифее Московского грабена Крестцовского авлакогена также не более  $МК_2$ . Глубина подошвы редкинского горизонта ( $V_{2rd}$ ) в исследуемом регионе колеблется в диапазоне – 1,5–3,8 км, что в случае сокращенной («субдонецкой») шкалы катагенеза, характерной для Сибирской платформы, означало бы диапазон градаций  $МК_1$ - $МК_3$  при максимальном палеоградиенте –  $5^0C/100$  м. Однако ряд косвенных геохимических признаков свидетельствует о том, что в центральной части Русской плиты шкала катагенеза более растянута. О.К. Баженовой [Баженова и др., 1996] удалось определить («поймать») границы  $ПК/МК_1$  и  $МК_1/МК_2$  в Павлово-Посадской скважине при помощи метода молекулярной геохимии (прежде всего стеранового индекса). Используя эти данные, мы попытались рассчитать размерность шкалы катагенеза данного региона. В результате получилось вот что: подстадия  $ПК$  – до ~2 км;  $МК_1$  – 2,0÷3,0 км;  $МК_2^1$  – 3,0÷3,6 км;  $МК_2^2$  – 3,6÷4,2 км;  $МК_3$  – 4,2÷5,0 км;  $МК_4$  – 5,0÷5,4 км;  $МК_5$  – 5,4÷5,8 км;  $АК_1$  – 5,8÷6,5 км. (Расчет основывался на том, что границам градаций при любой размерности шкалы должна соответствовать одна и та же максимальная температура.) Палеоградиент, создавший такую размерность, должен был составлять 3,8–3,9<sup>0</sup>C/100 м. Это меньше, чем в докембрийско-палеозойских бассейнах Сибирской платформы и Тимано-Печорском, а также угольных бассейнах палеозоя – Донцом, Кузнецком и др.

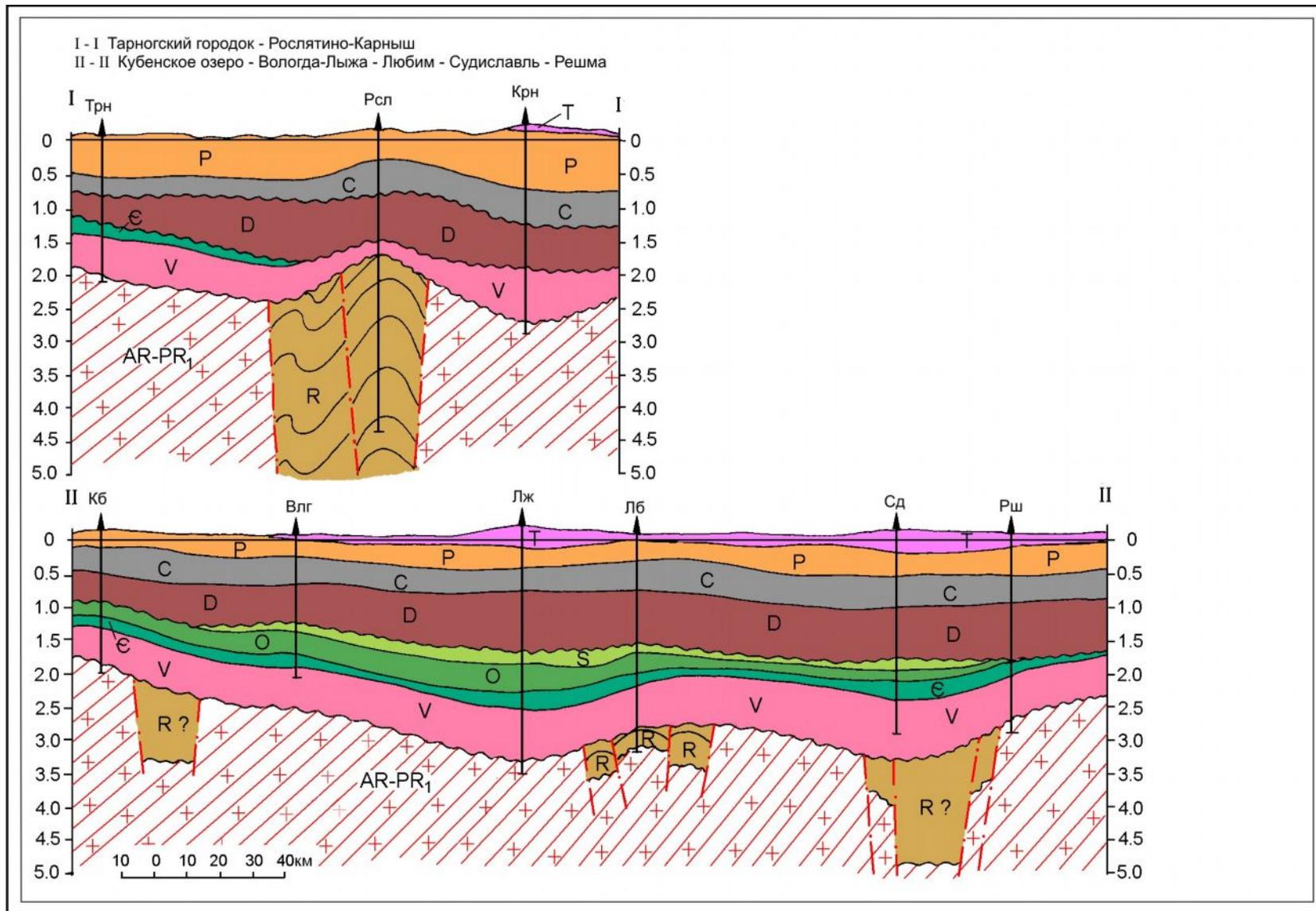


Рис. 7. Схематические профили различных областей Средне-Русского бассейна

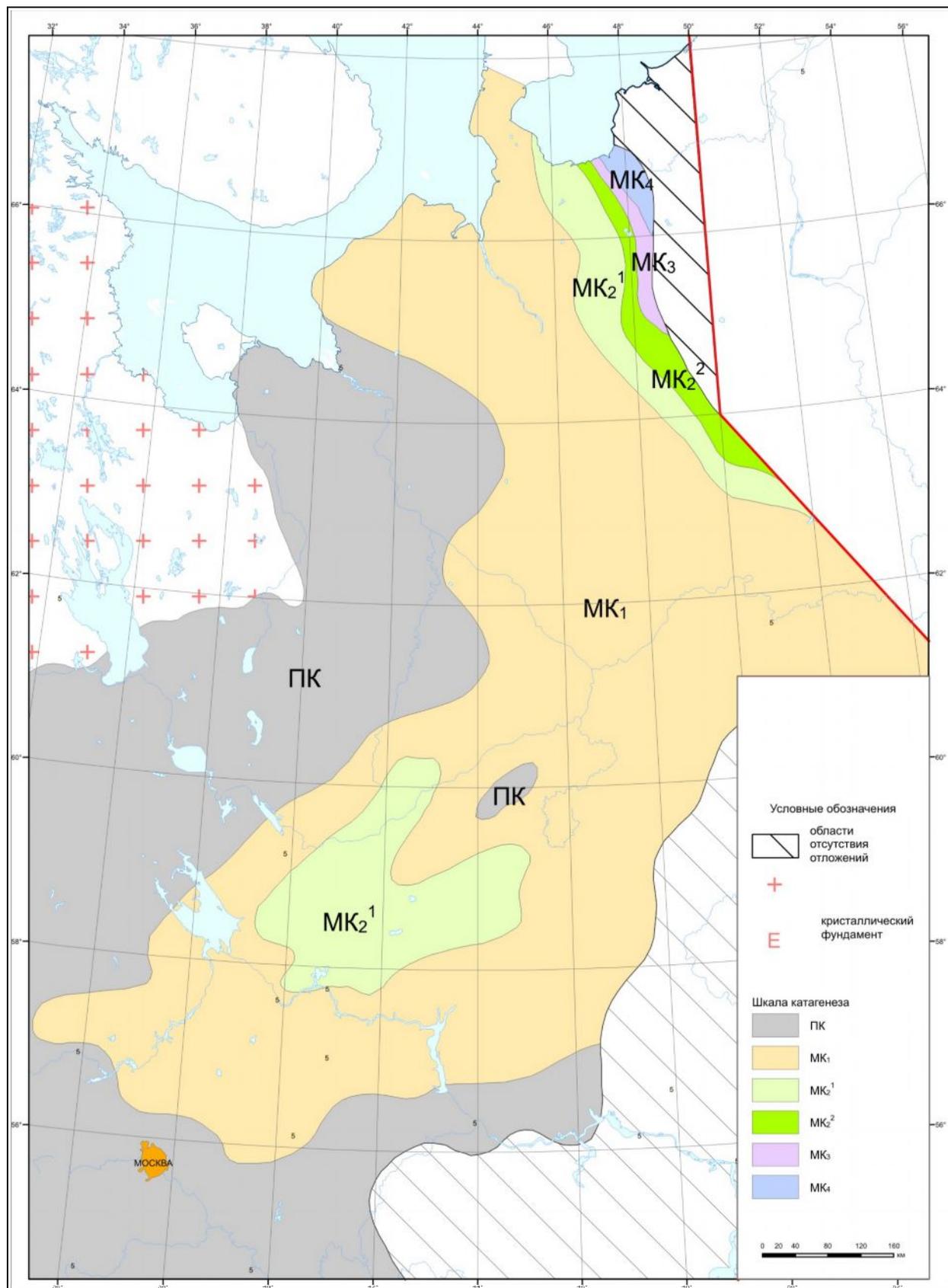
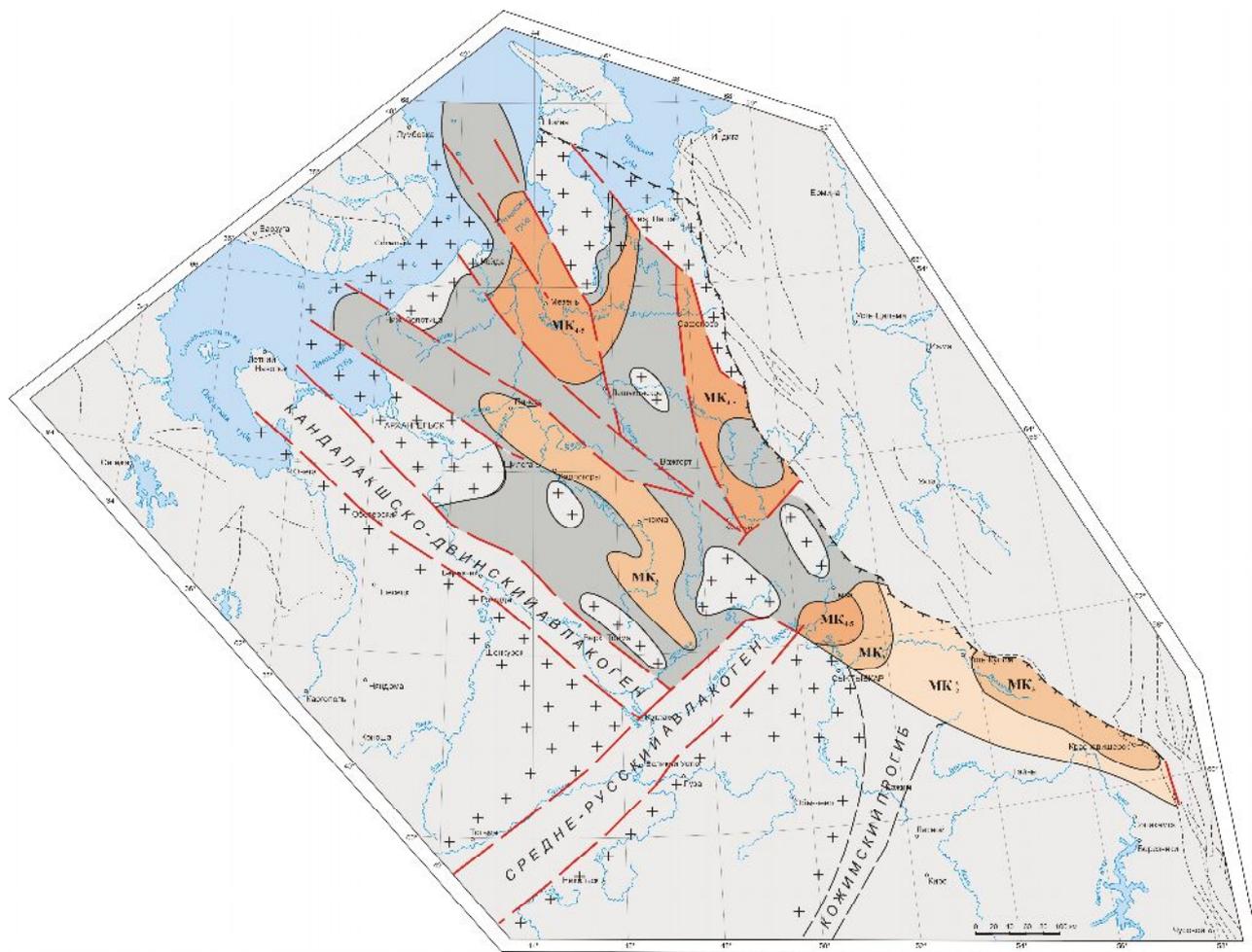


Рис. 8. Карта катагенеза ОВ в подошве редкинского горизонта V2 центральных и северных районов Русской плиты

Зададимся вопросом: а был ли указанный градиент, создавший наблюдаемую размерность катагенетической шкалы, максимальным для истории чехла центральных районов Русской плиты? Казалось бы, ответ однозначен – ведь ОВ, как известно, – максимальный термометр. Однако, после раздумий и вычислений тепловая история центральных районов Русской плиты представилась нам в следующем виде. В рифее палеоградиент в авлакогенах был  $> 5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  (до  $7^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ ), как и на Сибирской платформе, в Московском грабене он, вероятно, также был не менее  $5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ , а, может быть, и более; вне авлакогенов он составлял порядка  $5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ . В венде, раннем и начале среднего палеозоя величина эта имела то же значение ( $5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ ), как и в других палеозойских бассейнах. Однако, начиная со среднего девона, на новом этапе развития градиент снизился до указанной ранее величины –  $3,8\div 3,9^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ . В посттриасовое время произошло еще большее снижение градиента. Однако, все дело в том, что ни рифей вне инверсированных авлакогенов, ни венд, ни, тем более, вышележающие осадки  $\text{Є}–\text{D}_1$  Русской плиты (где они есть) в свое время за счет своего погружения не успели прогреться настолько, чтобы ОВ в них достигло соответствующих градаций катагенеза. А погружения этапа  $\text{D}_2–\text{T}$  мощностью порядка 1,5–2 км и более усилили прогрев до «нужной величины», несмотря на снижение палеоградиента. Возьмем для примера историю самой древней сероцветной пачки – игнатьевской свиты  $\text{R}_1$  Московского грабена. Сейчас она находится на глубине 3,3 км. Её максимальная палеоглубина 3,5 км. При градиенте  $3,8–3,9^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  температура на этой глубине  $\sim 135^{\circ}\text{C}$ . К концу рифея эта свита находилась на глубине 1,1 км. Даже при  $\Gamma=7^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  температура в ней не превышала  $70–80^{\circ}\text{C}$ . К началу  $\text{D}_2$  глубина ее составляла порядка 2 км, а температура при  $\Gamma=5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ , соответственно, не выходила за пределы  $100^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, при таком распределении глубин погружения по этапам не максимальный градиент создает максимальные температуры в недрах. Такой характер зональности катагенеза мы и называем обновленным [Шиманский, Баженова, Гембицкая, 1999].

В Мезенской синеклизе рифей развит шире, нежели в Московской. Рифейская структура региона представляет собой систему более или менее линейных грабенов (авлакогенов?) северо-западного простирания, в той или иной мере претерпевших инверсию на границе  $\text{R}/\text{V}$  с размывом отложений вплоть до фундамента. В разрезах рифея выделяются две темноцветные толщи – пезская свита  $\text{R}_2$  и сафоновская серия  $\text{R}_3$ , которые можно рассматривать в качестве НГМГ. Катагенетическое несогласие между рифеем и вендом (в данном случае уфтыгской свитой  $\text{V}_1$ ) зафиксировано в Средне-Няфтинской скв. 21, а также в Усть-Няфтинской, Лешуконской, Сафоновской, Оменской скважинах, т.е. во всех из них, что





**Рис. 10. Схематическая карта катагенеза ОВ в подошве пезской свиты R2  
Мезенской синеклизы**

### Литература

*Баженова О.К., Соколов Б.А., Егоров В.А., Постникова И.Е.* Особенности генерации углеводородов докембрийскими нефтематеринскими толщами Русской плиты // Нефтегазоносные и угленосные бассейны России. - М.: МГУ, 1996. - С. 117-128.

*Баженова Т.К.* Фациальные и стадийные основы раздельного прогноза нефтегазоносности // Геология и геохимия горючих ископаемых (к 100-летию со дня рождения И.О. Брода и Н.Б. Вассоевича) - М.: ГЕОС, 2003. - С. 39-44.

*Баженова Т.К.* Эволюция нефтегазообразования и нефтегазонакопления в палеозое – допалеозое Сибирской платформы и прогноз нефтегазоносности // Автореф. докт. дисс. - СПб., 1992. - 52 с.

*Баженова Т.К., Беляева Л.С., Биккенина Д.А., Шуменкова Ю.М.* Катагенетические несогласия и их роль в оценке прогноза нефтегазоносности // Пути эволюции органического вещества в земной коре. - Л., 1984. - С. 97-104.

*Баженова Т.К., Ипатов Ю.И., Шуменкова Ю.М.* Этапы развития мегабассейна Сибирской платформы и онтогенетическая эволюция нефтидов //Успехи в развитии осадочно-миграционной теории нефтегазообразования. - М.: Наука, 1983. - С. 132 – 137.

*Макаренко Ф.А., Поляк Б.Г., Смирнов Я.Б.* Геотемпературное поле на территории СССР //Геологические результаты прикладной геофизики. - М.: Наука, 1968. - С. 37-43.

Петрология органических веществ в геологии горючих ископаемых /И.И. Аммосов, В.И. Горшков, Н.П. Гречишников, И.В. Ерёмин, В.К. Прянишников, Ю.В. Степанов. - М.: Наука, 1987. - 333 с.

*Харахинов В.В., Мухаметзянов Р.Н., Соколов Е.П., Шлёнкин С.И., Зерчанинов В.А., Рябченко В.Н.* Перспективы открытия крупных и уникальных скоплений углеводородов на западе Сибирской платформы //Приоритетные направления поисков крупных и уникальных месторождений нефти и газа. - М.: Геоинформмарк, 2004. - С. 126-136.

*Шиманский В.К., Баженова Т.К., Гембицкая Л.А.* Геохимическое картирование осадочных бассейнов – основа их отдельного прогноза на нефть и газ (современные методы и проблемы) //Нефтегазовая геология на рубеже веков. Прогноз, поиски, разведка и освоение месторождений. - СПб.: ВНИГРИ, 1999. - С. 228-240.

**Рецензент:** Рогозина Елена Александровна, доктор геолого-минералогических наук

**Bazhenova T.K.**

All Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIIGRI), St.-Petersburg, Russia

## **PROBLEM OF PETROLEUM POTENTIAL OF BASAL HORIZONS IN THE BASINS OF ANCIENT PLATFORMS IN ASPECT OF THEIR KATAGENETIC EVOLUTION**

*The problem of petroleum potential of the Vendian and Riphean basal horizons in a cover of the Russia's ancient platforms is considered in the light of katagenetic evolution of sedimentary basins. The types of katagenetic zoning and katagenetic unconformities, the ways and causes of their origin in the process of region geothermic history and also the influence of katagenetic interrelationships of complexes on the estimation of their petroleum potential are considered.*

**Key words:** basin, katagenesis, platform, Riphean, Vendian, katagenetic unconformity, katagenetic zoning.

### **References**

*Bazhenova O.K., Sokolov B.A., Egorov V.A., Postnikova I.E.* Peculiarities of hydrocarbon generation by PreCambrian oil source rocks, Russia plate //Oil-gas-bearing and coal-bearing basins of Russia. – М.: MGU, 1996. – p. 117-128.

*Bazhenova T.K.* Facies and stage bases of petroleum potential separate forecast // *Geology and geochemistry of combustible minerals (to 100 years of I.O. Brod and N.B. Vassoevich birthday)* – M.: GEOS, 2003. – p.39-44.

*Bazhenova T.K.* Evolution of oil generation and oil accumulation in the Paleozoic and PrePaleozoic of the Siberian platform and petroleum potential forecast // *Author's abstract of Doctor Dissert.* – SPb., 1992. – 52 p.

*Bazhenova T.K., Belyaeva L.S., Bikkenina D.A., Shumenkova Yu.M.* Katagenetic unconformities and their role in the estimation of petroleum potential // *Ways of evolution of organic matter in earth crust.* – L., 1984. – p. 97-104.

*Bazhenova T.K., Ipatov Yu.I., Shumenkova Yu.M.* Stages of developing the Siberian platform megabasin and ontogenetic evolution of naphthides // *Successes in developing the sedimentary-migration theory of oil-gas generation.* – M.: Nauka, 1983. – p. 132-137.

*Makarenko F.A., Polyak B.G., Smirnov Ya.B.* Geotemperature field on the USSR territory // *Geological results of applied geophysics.* – M.: Nauka, 1968. – p. 37-43.

*Petrology of organic matters in geology of combustible minerals* // *I.I. Ammosov, V.I. Gorshkov, N.P. Grechishnikov, I.V. Eremin, V.K. Pryanishnikov, Yu.V. Stepanov.* – M.: Nauka, 1987. – 333 p.

*Kharakhinov V.V., Mukhametzyanov R.N., Sokolov E.P., Shlenkin S.I., Zerchaninov V.A., Ryabchenko V.N.* Prospects of discovery of large and unique hydrocarbon accumulations in the west of the Siberian platform // *Priority directions of searches for large and unique oil and gas fields.* – M.: Geoinformmark, 2004. - p. 126-136.

*Shimansky V.K., Bazhenova T.K., Gembitskaya L.A.* Geochemical mapping of sedimentary basins – the basis of their separate forecast for oil and gas (present methods and problems // *Oil-gas geology at the boundary of centuries. Forecast, searches, exploration and development of fields.* – SPb.: VNIGRI, 1999. – p. 228-240.