

4. Shakhova N. Ebullition The East Siberian Arctic Shelf: towards further assessment of permafrost-related methane fluxes and role of sea ice / N. Shakhova, I. Semiletov, V. Sergienko et al. // Philosophical transactions of the Royal Society A, 2015. – Vol 373. – Issue 2052.
5. Shakhova N. Geochemical and geophysical evidence of methane release over the East Siberian Arctic Shelf / N. Shakhova, I. Semiletov, L. Leifer et al. // J. Geophys. Res., 2010. – P. 115 (C08007).
6. Shakhova N., Semiletov I., Salyuk A., Yusupov V., Kosmach D., Gustafsson O. Extensive methane venting to the atmosphere from sediments of the East Siberian Arctic Shelf. – Science, 2010. – P. 1246 – 1250.
7. Shakhova N. Ebullition and storm-induced methane release from the East Siberian Arctic Shelf / N. Shakhova, I. Semiletov, I. Leifer et al. // Nat. Geosci, 2014. – № 7. – P. 64 – 70.
8. Sinninghe Damste J. S. Evidence for gammacerane as an indicator of water column stratification / J.S. Sinninghe Damste, F. Kenig, M. Koopmans et al. // Geochem. Cosmochim. – Acta, 1995. – Vol. 59. – No 9. – P. 1895 – 1900.
9. Ten Haven H.L. Tetrahymanol, the most likely precursor of gammacerane, occurs ubiquitously in marine sediments / H.L. Ten Haven, M. Rohmer et al. // Geochem. Cosmochim. – Acta., 1989. – Vol. 53. – No 11. – P. 3073 – 3079.
10. Vonk J.E. Activation of old carbon by erosion of coastal and subsea permafrost in Arctic Siberia / J.E. Vonk, L. Sanchez-Garcia, B.E. van Dongen et al. // Nature, 2012. – Vol. 489. – 137 – 140.

### ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗДНЕБАТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (ГОРИЗОНТ Ю<sub>3</sub>) В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ НЮРОЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ И ПУДИНСКОГО МЕГАВАЛА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.А. Гущина, Н.М. Недоливко

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В нефтегазогеологическом отношении территория исследования находится на юго-востоке Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (Томская область) и включает ряд месторождений Казанского и Пудинского нефтегазоносных районов: Урманское, Арчинское, Смоляное, Кулгинское, Широтное, Герасимовское, Калиновое, Нижнетабаганское, Южно-Табаганское и другие (рис. 1). В тектоническом плане территория располагается на юго-востоке Нюрольского осадочного мегабассейна в зоне сочленения Нюрольской мегавпадины и Пудинского мегавала. При испытании из пластов-коллекторов пласта Ю<sub>3</sub> (поздний бат) получена нефть, газ и конденсат (Нижнетабаганская, скв. 2, 6, 7, 9, 10, 16, 18, 23; Останинская, скв. 420, 421; Кулгинская, скв. 140, 141; Калиновая, скв. 6; Казанская, скв. 1). Позднебацские отложения в пределах юго-восточной части Нюрольского осадочного бассейна (Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция) формировались на заключительной стадии крупного раннесреднеюрского этапа континентально седиментогенеза. Изучение их имеет большой научный и практический интерес, как с точки зрения формирования осадочных отложений в условиях снижения тектонической активности и пенеппенизации рельефа, так и в связи со сложностью прогнозирования пространственной локализации коллекторов континентального генезиса. Проведенные авторами литолого-фациальные исследования основаны на детальном послойном описании керна [2].

Путем сопоставления результатов гранулометрического анализа пород и данных геофизических исследований скважин (кривой самопроизвольной поляризации ПС стандартного каротажа) устанавливалось соответствие значений относительных амплитуд кривой ПС с породами разного состава. Так, значения  $\alpha_{ПС} = 1,0-0,8$  характерны для песчаников крупно-среднезернистых и среднезернистых;  $\alpha_{ПС} = 0,8-0,6$  – песчаников мелко-среднезернистых и средне-мелкозернистых;  $\alpha_{ПС} = 0,6-0,4$  – алеврито-песчаных и песчано-алевритовых в различной степени глинистых пород;  $\alpha_{ПС} = 0,4-0,2$  – алевролитов и глинисто-алевритовых пород;  $\alpha_{ПС} = 0,2-0$  – алевритоглинистых и глинистых пород. По В.С. Муромцеву [1], они формировались соответственно в средах с очень высокой, высокой, средней, низкой и очень низкой гидродинамической активностью. По каротажу рассчитывались песчанность разреза, т.е. отношение объема песчаников к общему объему пород, слагающих разрез (%) и кластичность, т.е. отношение толщины крупно-среднезернистых песчаников к толщине песчаников (%).

Горизонт Ю<sub>3</sub> выделен в составе верхнетюменской подсвиты позднего бата (J<sub>2</sub>bt<sub>3</sub>tm<sub>3</sub>), подстилается и венчается угольными пластами (У<sub>4</sub> и У<sub>5</sub> соответственно) [3]. Разрез горизонта Ю<sub>3</sub> сложен чередованием песчаников, алевролитов, глинистых, углисто-глинистых пород и углей, и представляет благоприятное сочетание проницаемых пород и флюидоупоров, образующих ловушки литологического типа. Исходя из особенностей и последовательности осадконакопления в его составе выделено 4 локальных циклитов: Ю<sub>3</sub><sup>4</sup>, Ю<sub>3</sub><sup>3</sup>, Ю<sub>3</sub><sup>2</sup>, Ю<sub>3</sub><sup>1</sup>. За циклит принималась породно-слоевая ассоциация, главное свойство которой – связь элементов во времени и пространстве. Каждый из циклитов, как правило, в подошве содержит песчано-алевритовые отложения, в кровле – глинисто-углистые породы и угли У<sub>3</sub><sup>а</sup>, У<sub>3</sub><sup>б</sup>, У<sub>3</sub><sup>в</sup>, У<sub>3</sub>.

Установлено, что исходя из особенностей строения разрезов и генетических признаков, заключенных в керне скважин [2, 4] в строении горизонта Ю<sub>3</sub> принимают участие отложения русловых, пойменных, старичных, озерных и болотных фаций. Литолого-фациальные карты циклитов приведены на рисунке.

К отложениям *русловых фаций* отнесены песчанники крупно-среднезернистые, среднезернистые и средне-мелкозернистые с прослоями галечников, гравелитов и внутрiformационной галькой (глин, сидеритовых пород, угля, алевролитов, фрагментов древесины), несогласно залегающие на подстилающих породах и имеющие постепенные контакты с перекрывающимися отложениями. Строение разреза закономерное, часто ритмичное с неоднократным повторением ритмов, представленных в основании грубым материалом (базальными и внутрiformационными конгломератами с размытыми и окатанными обломками местных осадочных пород), в средней части крупно- и среднезернистыми, в кровле – мелкозернистыми песчаниками.

Породы слоистые с косой однонаправленной (диагональной) прямолинейной иногда сходящейся слоистостью: в основании крупной и круто-наклонной (часто по керну устанавливается только по одинаковой ориентировке галек), вверх по разрезу более мелкой и более пологой, часто с чередованием косых и горизонтальных серий слоев. Окатанность обломков хорошая и средняя; отсортированность от хорошей до средней.

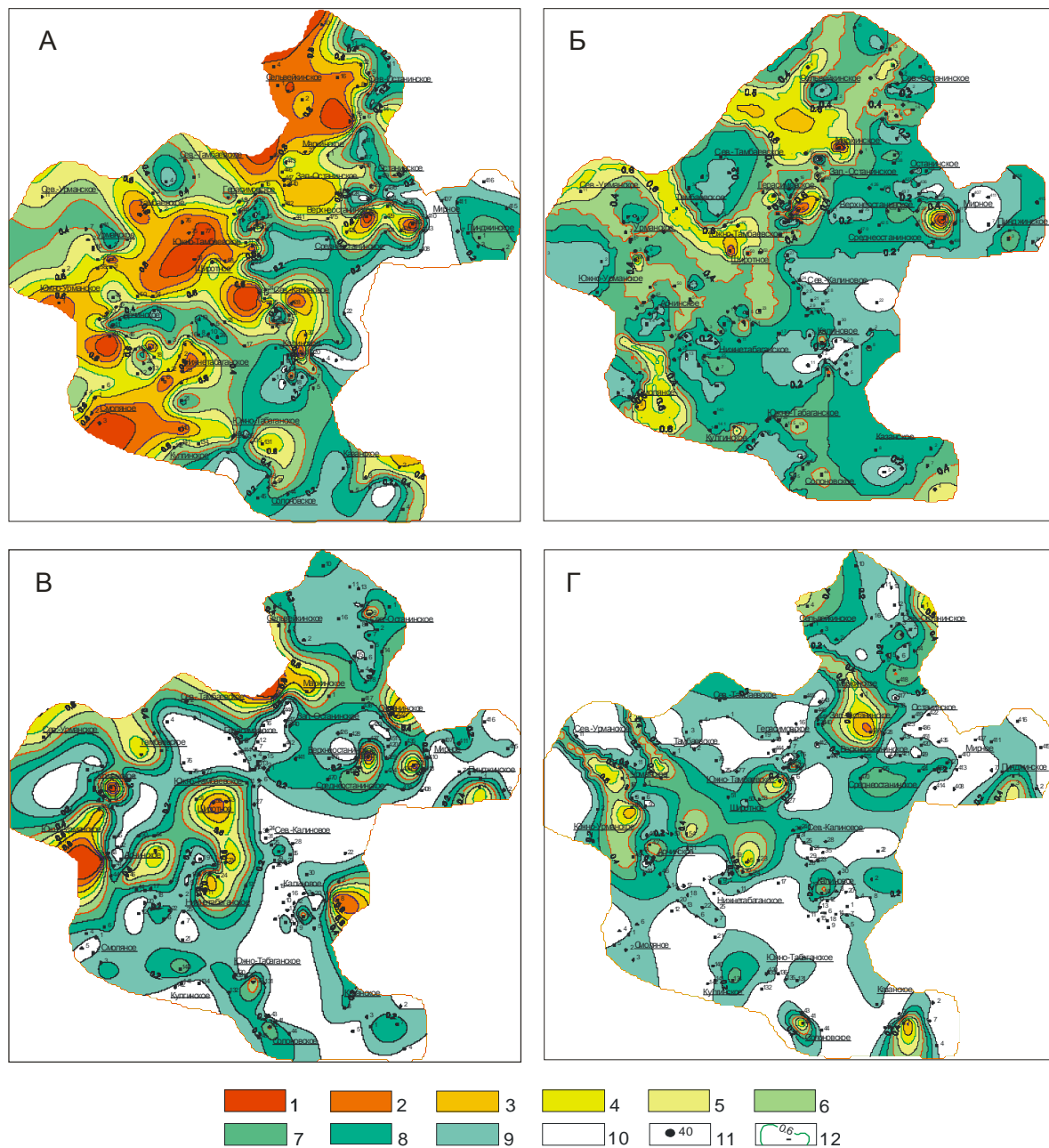


Рис. Литолого-фациальные карты циклитов: А – Ю<sub>3</sub><sup>4</sup>; Б – Ю<sub>3</sub><sup>3</sup>; В – Ю<sub>3</sub><sup>2</sup>; Г – Ю<sub>3</sub><sup>1</sup>:

1 – песчаники крупно-среднезернистые стрекневых частей русел крупных равнинных рек,  $a_{ПС} = 0,9-1,0$ ; 2 – песчаники среднезернистые русел равнинных рек,  $a_{ПС} = 0,8-0,9$ ; 3 – песчаники мелко-среднезернистые русел меандрирующих равнинных рек,  $a_{ПС} = 0,7-0,8$ ; 4 – песчаники мелкозернистые русел меандрирующих равнинных рек,  $a_{ПС} = 0,6-0,7$ ; 5 – алеврито-песчаные отложения береговых валов,  $a_{ПС} = 0,5-0,6$ ; 6 – песчано-алевритовые отложения песков разливов внешней поймы,  $a_{ПС} = 0,4-0,5$ ; 7 – алевриты внешней поймы,  $a_{ПС} = 0,3-0,4$ ; 8 – глинистые алевриты внутренней поймы,  $a_{ПС} = 0,2-0,3$ ; 9 – алевритоглинистые породы внутренней поймы,  $a_{ПС} = 0,1-0,2$ ; 10 – глины внутренней поймы, озер и болот,  $a_{ПС} = 0,0-0,1$ ; 11 – линии равных значений  $a_{ПС}$ ; 12 – скважина и ее номер

К осадкам пойменных фаций отнесены алевритовые и глинистые породы с прослоями мелкозернистых глинистых песчаников с очень плохой отсортированностью и почв. Разрезы пойменных отложений имеют слоистое строение со средне-тонкой перемежаемостью (от первых сантиметров до их первых десятков).

Слоистость сплошная (с резкими и четкими границами слоев) и прерывистая косо- и пологоволнистая, волнисто-линзовидная, веерообразная, горизонтальная; в песчаниках слоистость может быть косою мелкой и очень мелкой. В керне отмечаются следы размыва и заполненные песком трещины усыхания, обильный растительный детрит, крупные растительные остатки, корневые системы, прослой и линзы угля. В породах отмечается наличие тонко рассеянного послойно распределенного сидерита, мелких сидеритовых желваков и конкреционных стяжений.

К отложениям *старичных фаций* отнесены алевропелитовые осадки и тонкое переслаивание алевролитов и глин, содержащих прослой и линзы углистых и сидеритизированных глин, угля, реже мелкозернистых глинистых песчаников. С подстилающими русловыми отложениями они имеют резкий с размывом контакт, с перекрывающими пойменными осадками – постепенный. Строение разреза слоистое; слоистость мелкая и тонкая с мощностью слоев от первых миллиметров до первых десятков сантиметров, границы слоев четкие, реже постепенные и резкие, слоистость от косою пологой, разнонаправленной и клиновидной (в основании) до косоволнистой, пологоволнистой и горизонтальной (в кровле); часто мелкосерийная. Для пород характерна насыщенность растительной органикой в виде детрита, крупных (в основании) и мелких (в кровле) растительных остатков, фрагментов корневых систем.

К отложениям *озерных фаций* отнесены преимущественно глинистые, иногда мергелистые и алевритовые осадки с правильной ясной, нередко тонкой горизонтальной (ленточной), пологоволнистой и волнисто-линзовидной, иногда косою (прибрежные условия) слоичатостью. Она часто нарушена оползанием, взмучиванием, следами жизнедеятельности пресноводных организмов. В керне присутствуют послойно захороненные хорошо сохранившиеся остатки флоры (листья, муговки, фрагменты стеблей, коры) и корневых систем, отмечаются прослой и конкреции сидерита, насыщенность тонко распыленным обугленным растительным материалом, линзы и прослой угля.

Отложения *болотных фаций* в керне скважин представлены глинистыми горизонтально-слоистыми и комковатыми породами и углями в ассоциации с сидерит-глинистыми, сидеритовыми и углисто-глинистыми породами. Последние имеют темно-серые и черные окраски из-за повышенного содержания тонко рассеянного углефицированного органического вещества, содержат обильные корневые остатки и послойные скопления обугленной флоры. В углях отмечается каолинитовая и пиритовая минерализация.

*Циклит Ю<sub>3</sub><sup>4</sup>* характеризуется широким распространением русловых осадков тяготеющих к западной части территории и трассирующихся в виде трех полос северо-западного простирания, в пределах которых отмечаются разрезы с высокой степенью песчаности (до 91,3–96,2 %) и кластичности (до 94 %). Они сложены крупно-средне- и среднезернистыми (в стрежневой части русла), мелко-средне- и средне-мелкозернистыми песчаниками толщиной до 9–26,8 м, сформированными в очень активной и активной гидродинамической среде. Повсеместно (особенно тяготея к восточной части территории) русловые осадки обрамляются пойменными песчано-алевритоглинистыми (внешние участки пойм, примыкающие к руслу) и алевритоглинистыми, а на крайнем востоке – и глинистыми (внутренние участки пойм) отложениями толщиной более 2,4 м.

*Циклит Ю<sub>3</sub><sup>3</sup>* характеризуется унаследованным характером развития русловых (тяготеют к западной части территории и трассируются в виде полос северо-западного простирания), пойменных (распространены восточнее) и болотных (на востоке) отложений. Но отличительной его особенностью является значительное сокращение площадей русловых осадков, появление старичных (район Арчинской, Урманской, Солоновской и других площадей) и широкое развитие пойменных, болотных и озерных (район Северо-Калиновой, Калиновой, Казанской и Мирной площадей) отложений. Зернистость песчаников снижается, преимущественное развитие получили мелкозернистые, реже мелко-среднезернистые разности; среднезернистые и крупно-среднезернистые встречаются лишь периодически. Песчаность в разрезах с русловыми отложениями снижается до 85 %, кластичность – до 57–76 %.

*Циклит Ю<sub>3</sub><sup>2</sup>* отличается незначительным пространственным смещением и еще большим сокращением областей развития русловых отложений при преобладающем распространении пород, сформированных в пойменно-болотных и озерных условиях. Русловые осадки (толщиной до 15,6 м) представлены преимущественно мелко-среднезернистыми и мелкозернистыми песчаниками с подчиненным количеством крупно-среднезернистых и среднезернистых разностей. Коэффициент песчаности 60–79 %, кластичности – 52 %, в единичном случае достигая 74 % (Арчинская площадь).

*Циклит Ю<sub>3</sub><sup>1</sup>* отличается широким развитием алевролитов, алевритоглинистых и глинистых пород, которые резко преобладают как в разрезах, так и на территории, занимая обширные пространства и сливаясь в единое поле. Песчаные породы распространяются унаследованно узкими полосами или разрозненными участками на территории старых русел. Мощность песчаных тел сокращается до 10,4 м, по большей части измеряется 5–6 м. В составе песчаников отмечаются преимущественно средне-мелко- и мелкозернистые разности при незначительном количестве среднезернистых. Песчаность редко достигает 54–62 %, в основном измеряясь невысокими значениями, ограниченными 10–30 %. В фациальном отношении породы сформированы в руслах сильно меандрирующих рек равнинного типа, старицах, озерах, поймах и болотах.

Таким образом, формирование отложений регионального циклита Ю<sub>3</sub> осуществлялось в пределах обширной аккумулятивно-денудационной равнины на фоне усиления с течением времени пенепленизации рельефа, старения речных систем и снижающегося объема поступления обломочного материала. Заложение речных систем осуществлялось преимущественно по меандровому типу с формированием извилистых, пространственно перемещающихся русел, старичных озер и обширных пойменно-болотных отложений. Общий наклон территории на запад и северо-запад (от Пудинского мегавала к Нюрольской мегавпадине) предопределил заложение речных систем преимущественно западного и северо-западного стока, что и обусловило

приуроченность песчаников к западным, а алевроглинистых и глинистых пород – к восточным частям территории.

#### Литература

1. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
2. Недолилко Н.М. Литогенетические типы русловых фаций юры зоны сочленения Пудинского мегавала и Нюрольской впадины // Известия ТПУ. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – Т. 305. – Вып. 8. – С. 48 – 58.
3. Ezhova A.V., Ostankov A.V., Panova E.V., Abramova R.N. Stratigraphy and correlation of Lower-Middle Jurassic sediments in SE West-Siberian petroleum-bearing province // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2015. – Vol. 24. – Article № 012014. – 8 p.
4. Ten T.G., Panova E.V., Abramova R.N. Litho-facies and paleotectonic background of hydrocarbon reservoirs in North Kalinov gas-condensate field (Tomsk Oblast) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Problems of Geology and Subsurface Development, 2015. – Vol. 27. – Article № 012018. – 6 p.

### К ОБОСНОВАНИЮ ТИПОВ КЕРОГЕНА ДЛЯ НЕФТЕПРОИЗВОДЯЩИХ СВИТ ГЫДАНСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Дешин

Научный руководитель доцент Л.М. Бурштейн

*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,  
г. Новосибирск, Россия*

Изучением геохимии органического вещества северо-восточных районов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции занимались Болдушевская Л.Н., Ким Н.С., Конторович А.Э., Ларичев А.И., Меленевский В.Н., Родченко А.П., Рязанова Т.А., Филипцов Ю.А. и др. Последние результаты геохимических исследований органического вещества и нафтидов этой зоны представлены в работах Ким и Родченко [1, 3].

Одним из современных методов исследования нефтегазовых систем является бассейновое (историко-генетическое) моделирование. Ранее бассейновые модели для северных районов Западной Сибири строились и исследовались в работах многих ученых [6, 2, 4]. При исследованиях такого рода существенной является информация о свойствах нефтегазопроизводящих комплексов, такая как современное и начальное содержание органического углерода ( $C_{орг}$ ), генерационный потенциал и тип органического вещества. Для выполнения моделирования также необходимы данные о стратиграфических разбивках, абсолютном возрасте выделенных горизонтов и их литологическом составе.

Нефтегазопроизводящими породами в Западной Сибири являются преимущественно глины и аргиллиты юры и мела. Основным нефтегазопроизводящим комплексом считается баженовская свита, которая на территории исследования представлена стратиграфическим аналогом – гольчихинской свитой. Отложения баженовского горизонта в этой области обладают пониженным генерационным потенциалом, по сравнению с классическими разрезами баженовской свиты, распространенными в центральной и южной частях Западно-Сибирского мегабассейна.

Также в разрезе, как потенциально нефтегазопроизводящие, разные исследователи (Ким Н.С., Конторович А.Э., Сафронов П.И., Фомин А.Н. и др.) выделяют углистые, углисто-глинистые и глинистые прослои различных свит юрского и мелового возраста: надояхской – нижней юры, малышевской, леонтьевской, вымской и лайдинской – средней юры. Потенциально нефтегазоматеринскими толщами могут быть обогащенные органическим веществом интервалы ахской и таноппчинской свит мелового возраста.

По данным ИНГГ СО РАН, содержание  $C_{орг}$  в меловых отложениях изменяется в пределах 0,10-10,27 %, а в юрских соответственно 0,6-11,22 %. Водородный индекс (НИ) для меловых отложений варьирует в пределах 30-320 мг УВ/г  $C_{орг}$ , а в юрских – 30-330 мг УВ/г  $C_{орг}$ . При моделировании для всех нефтегазопроизводящих свит были приняты следующие фиксированные начальные значения  $C_{орг}$  и водородного индекса (табл.).

*Таблица*

*Начальные значения  $C_{орг}$  и НИ используемые при построении модели*

Возраст, свита	$C_{орг0}$ , % на породу	НИ <sub>0</sub> , мг УВ/г $C_{орг}$
K <sub>1</sub> , таноппчинская	4,6	170
K <sub>1</sub> , ахская	1,2	280
K <sub>1</sub> -J <sub>2</sub> , гольчихинская	1,6	350
J <sub>2</sub> , малышевская	2,6	330
J <sub>2</sub> , леонтьевская	1,9	230
J <sub>2</sub> , вымская	3,8	290
J <sub>1</sub> , надояхская	1,9	180

На основании данных пиролиза (рис.), биомаркерного анализа и анализа изотопного состава углерода [1] было установлено, что тип органического вещества нефтегазопроизводящих свит на исследуемой территории