

## Комплексная характеристика органического вещества юрских отложений западной части Уватского района

*Т. А. Рязанова\*, В. В. Марков, И. Г. Павлуткин*

Тюменский нефтяной научный центр, г. Тюмень, Российская Федерация

\* e-mail: taryazanova@tnc.rosneft.ru

**Аннотация.** Проведены оригинальные исследования коллекции образцов керн юрского возраста из трёх скважин (суммарный разрез 690 м) площадей Уватского района Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. Площади расположены в субмеридиональном направлении: Радонежская (север), Малоуимская (северо-запад), Западно-Туртасская (юго-запад). Целью работы является: сравнительный анализ параметров, характеризующих рассеянное органическое вещество (РОВ) в образцах керн из пластов юрских пород в изученных скважинах. «Восстановлены» условия накопления и тип РОВ, его катагенетическая преобразованность. Оценено качество РОВ и его способность к генерации углеводородов. Основным методом исследования является пиролитический, так как обладает качеством экспрессности проведения экспериментов с массовыми коллекциями образцов. Дополняющим и уточняющим методом является растровая электронная микроскопия, позволяющая установить битуминозное вещество в породах, его взаимодействие с минеральной матрицей породы и аутигенными минералами. Фрагменты углефицированного вещества изучены в углепетрографических шлифах в проходящем свете. Установлен состав микрокомпонентов органического вещества, их преобразованность и способность к генерированию различных углеводородов. Таким образом, проведены комплексные исследования, позволяющие объективно оценить генерационный потенциал РОВ юрских пород. Выводы: в пласте Ю<sub>0</sub> РОВ соответствует I-II типам керогена, катагенетически преобразовано до стадии МК<sub>1</sub><sup>1</sup> мезокатагенеза, имеет хороший и отличный генерационный потенциал и обладает способностью к генерации углеводородов нефти. РОВ пластов Ю<sub>1</sub>-Ю<sub>4</sub> соответствует керогену смешанного состава II-III типов, катагенетически преобразовано до стадии МК<sub>1</sub><sup>1</sup>-МК<sub>1</sub><sup>2</sup>, имеет хороший генерационный потенциал и обладает способностью к генерации преимущественно углеводородов газа. Образцы углистых пород и прослоев угля содержат ОВ, соответствующее III типу керогена, катагенетически преобразованное до стадии МК<sub>1</sub><sup>1</sup>-МК<sub>1</sub><sup>2</sup>, имеет хороший генерационный потенциал и обладает способностью к генерации преимущественно углеводородов газа.

**Ключевые слова:** рассеянное органическое вещество, мацералы угля, генерационный потенциал, углеводороды

## Comprehensive characteristics of organic matter in the Jurassic deposits of the western part of the Uvat region

*T. A. Ryazanova\*, V. V. Markov, I. G. Pavlutkin*

Tyumen Petroleum Research Center, Tyumen, Russian Federation

\* e-mail: taryazanova@tnc.rosneft.ru

**Abstract.** Original studies of a collection of Jurassic core samples from three wells (690 m) of the areas in the Uvat region of the West Siberian oil and gas basin were carried out. The areas are located in the submeridional direction: Radonezhskaya (north), Malouimskaya (northwest) and West Tur-tasskaya (southwest). The aim of the work is to conduct a comparative analysis of the parameters

characterizing dispersed organic matter (DOM) in core samples from Jurassic rock formations in the studied wells. The accumulation conditions and the type of DOM, its catagenetic transformation were “restored”. The quality of DOM and its ability to generate hydrocarbons have been evaluated. The main research method is pyrolytic, as it has the quality of rapid experiments with mass collections of samples. A complementary and clarifying method is scanning electron microscopy, which makes it possible to establish the bituminous substance in rocks, its interaction with the mineral matrix of the rock and authigenic minerals. Fragments of carbonized matter were studied in coal petrographic thin sections in transmitted light. The composition of microcomponents of organic matter, their transformation and the ability to generate various hydrocarbons have been specified. Thus, comprehensive studies have been carried out to objectively assess the generation potential of DOM in Jurassic rocks. Conclusions: in the J<sub>0</sub> beds, DOM corresponds to types I-II of kerogen, it is catagenetically converted to the stage MK<sub>1</sub><sup>1</sup> of mesocatagenesis, has good and excellent generation potential and has the ability to generate oil hydrocarbons. DOM of J<sub>1</sub>-J<sub>4</sub> beds corresponds to type II-III mixed kerogen, catagenetically transformed to the MK<sub>1</sub><sup>1</sup>- MK<sub>1</sub><sup>2</sup> stage, has a good generation potential and has the ability to generate mainly gas hydrocarbons. Samples of carbonaceous rocks and coal interlayers contain OM corresponding to type III kerogen, catagenetically transformed to the MK<sub>1</sub><sup>1</sup>-MK<sub>1</sub><sup>2</sup> stage, has good generation potential and is capable of generating predominantly gas hydrocarbons. (306 words).

**Keywords:** dispersed organic matter, coal macerals, generation potential, hydrocarbons

В течение 2021 г. в ТННЦ изучена коллекция образцов керна юрского возраста (в объёме 690 м) из трёх скважин площадей Уватского района Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. Площади расположены в субмеридиональном направлении: Радонежская (север), Малоуимская (северо-запад), Западно-Туртасская (юго-запад).

Комплекс исследований включал изучение всей коллекции 273 образца пиролитическим методом (100 %), описание микрокомпонентов углистого вещества в 40 углепетрографических шлифах, а также изучение рассеянного органического вещества в 31 препарате методом растровой электронной микроскопии (РЭМ). Характеристика коллекции по количеству изученных образцов соответственно по пластам скважин представлена в таблице 1.

Таблица 1

Объекты исследования

Часть района	Площадь, (скв.)	Интервал (толщина), м	Пиролиз (обр.)	Пласты (обр.)	УПШ	РЭМ
северная	Радонежская (А)	2610-2950 (340)	90	Ач(БС <sub>9(2)</sub> (22); Ю <sub>0</sub> (20), Ю <sub>2</sub> (32); Ю <sub>3</sub> (16)	8 (8,8%)	11 (12%)
северо-западная	Малоуимская (В)	2720-2950 (230)	105	Ю <sub>0</sub> (12), Ю <sub>1</sub> (30) тюм.(2); Ю <sub>2</sub> (40); Ю <sub>3</sub> (18) Ю <sub>4</sub> (3)	12 (11%)	15 (14%)
юго-западная	Западно-Туртасская (С)	2765-2885 (120)	78	Ю <sub>1</sub> (7); Ю <sub>2</sub> (27); Ю <sub>3</sub> (15); Ю <sub>4</sub> (18); Ю <sub>5</sub> (11)	20 (25%)	5 (6%)

Результаты пиролитических исследований РОВ, проведённых в соответствии с методикой измерений [1,2], представлены на (рис. 1). В скв.(А) Радонеж-

ской площади в баженовской свите содержание  $S_{орг}$  равно 10-12 %, значения водородного индекса (HI) составляют 600 мг УВ/г  $S_{орг}$ . РОВ катагенетически преобразовано до градации МК<sub>1</sub><sup>1</sup> мезокатагенеза. Зафиксированы признаки первичной миграции УВ. РОВ характеризуется высоким генерационным потенциалом, достигло «зоны раннего нефтеобразования».

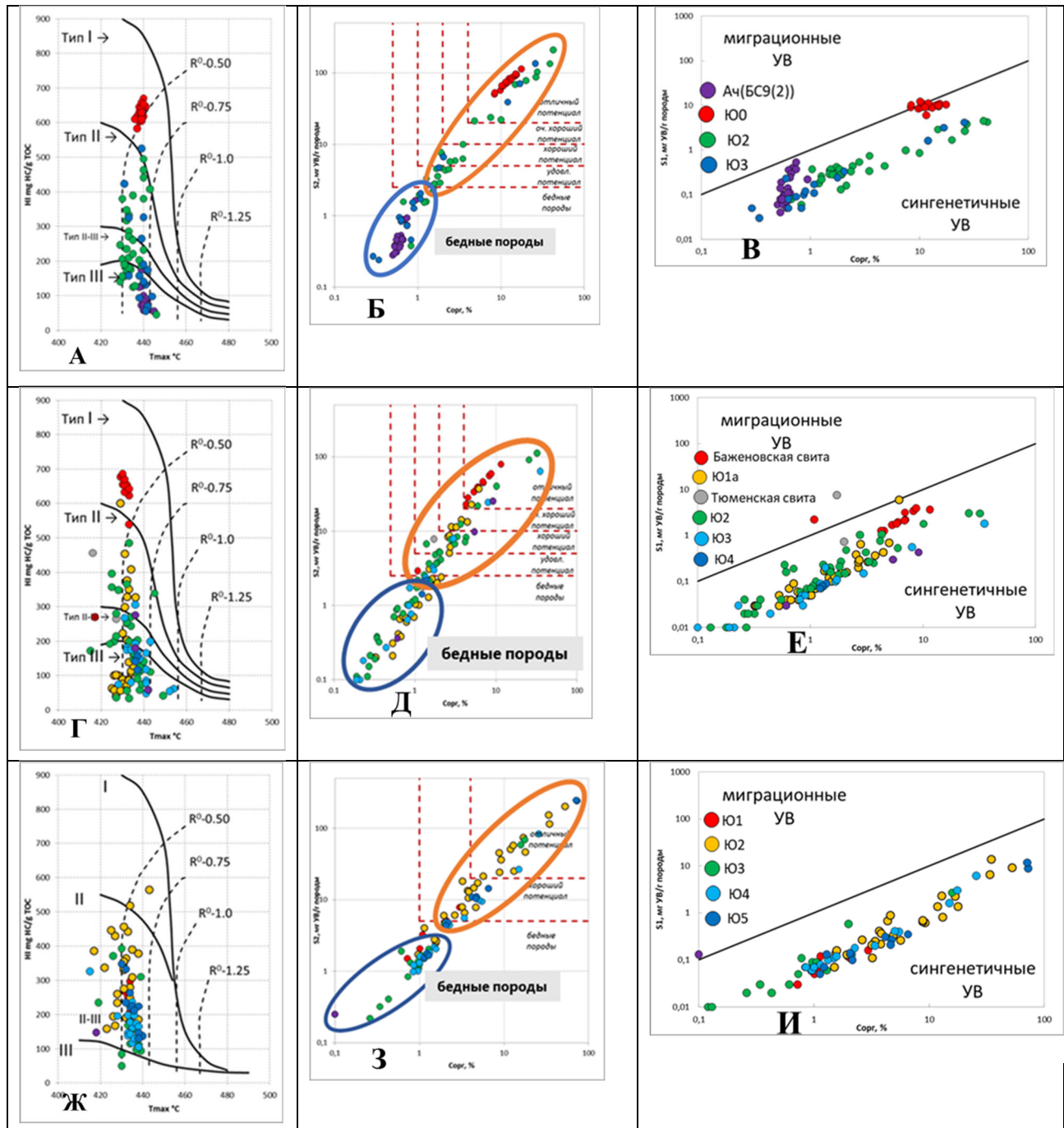


Рис. 1. Модифицированная диаграмма Ван-Кревелена в координатах  $T_{max}/HI$  (А, Г, Ж); генерационный потенциал РОВ (по методу Peters К.Е., 2005 [1]) (Б, Д, З) рассеянного органического вещества; дифференциация свободных УВ на сингенетичные и миграционные (В, Е, И) (Fakhri et al. 2013 [3]) скв. (А) Радонежской (А, Б), скв. (В) Малоуимской (В, Г), скв. (С) Западно-Туртасской (Д, Е) площадей

В пласте Ю<sub>2</sub> С<sub>орг</sub> содержится в количестве от 1 до 8 %, значения НІ изменяются от 100 до 500 мг УВ/г С<sub>орг</sub>. РОВ имеет смешанный состав (кероген II-III типов). Катагенетическая преобразованность РОВ соответствует градации МК<sub>1</sub><sup>2</sup>. РОВ из интервала 2897,73-2920,69 м способно к генерации газовых УВ. РОВ из интервала 2921,2-2934,38 м способно к генерации нефтяных и газовых УВ.

В пласте Ю<sub>3</sub> содержание С<sub>орг</sub> равно 1-2 %, значения НІ составляют диапазон 100-500 мг УВ/г С<sub>орг</sub>. РОВ имеет смешанный состав (кероген II-III типа). Катагенетическая преобразованность РОВ соответствует градации МК<sub>1</sub><sup>2</sup>. Отмечаются единичные прослои, обогащенные РОВ, на общем фоне «бедных пород».

По пиролитическим данным в скв (В) Малоуимская в баженовской свите содержание С<sub>орг</sub> изменяется от 4 до 12 %, значения водородного индекса изменяются в пределах 539-677 мг УВ/г С<sub>орг</sub>. РОВ преобразовано катагенетически до градации МК<sub>1</sub><sup>1</sup> и обладает «отличным» потенциалом для генерации нефтяных УВ.

В абалакской свите в интервале 2740,27-2742,35 м значения С<sub>орг</sub> варьируют от 0,5 до 5,0 %, параметр НІ изменяется от 327 до 601 мг УВ/г С<sub>орг</sub>. РОВ соответствует керогену II типа, катагенетически преобразовано соответственно стадии МК<sub>1</sub><sup>1</sup> и обладает «отличным» и «хорошим» генерационным потенциалом. Большая часть образцов абалакской свиты содержит РОВ, соответствующее керогену III типа, не способное к генерации УВ.

РОВ пласта Ю<sub>2</sub> имеет смешанный состав (кероген II-III типов), катагенетическую зрелость соответствующую стадии МК<sub>1</sub><sup>1</sup>. РОВ пластов Ю<sub>3</sub> и Ю<sub>4</sub> соответствует керогену III типа и преобразовано катагенетически до градации МК<sub>1</sub><sup>2</sup>. РОВ пластов Ю<sub>2</sub>, Ю<sub>3</sub> и Ю<sub>4</sub> тюменской свиты, за исключением углистых образцов, не обладает качеством к генерации УВ.

В угленасыщенных образцах пластов Ю<sub>2</sub>-Ю<sub>4</sub>, в которых содержание С<sub>орг</sub> изменяется от 5,98 до 35 %, значения НІ варьируют от 100 до 300 мг УВ/г С<sub>орг</sub>. РОВ обладает «отличным» потенциалом для генерации нефтяных УВ.

В скв. (С) Западно-Туртасской площади по пиролитическим данным в пласте Ю<sub>1</sub> (2766,41-2768,46 м) содержание С<sub>орг</sub> равно 1-3 %, значения водородного индекса изменяются в пределах 200-250 мг УВ/г С<sub>орг</sub>. РОВ смешанного состава (II-III типы керогена), катагенетически преобразованы на уровне стадии МК<sub>1</sub><sup>1</sup>.

В пласте Ю<sub>2</sub> (2775,87-2812,89 м) содержание С<sub>орг</sub> варьирует от 2 до 18 %, значения водородного индекса изменяются в пределах 200-500 мг УВ/г С<sub>орг</sub>. РОВ смешанного состава (II и II-III типы керогена), катагенетически преобразовано до стадии МК<sub>1</sub><sup>1</sup>.

В пласте Ю<sub>3</sub> (2814,11-2845,25 м) содержание С<sub>орг</sub> варьирует от 2 до 14 %, значения водородного индекса изменяются в пределах 100-400 мг УВ/г С<sub>орг</sub>. РОВ соответствует III типу керогена. РОВ катагенетически преобразовано до стадии МК<sub>1</sub><sup>2</sup>.

В пласте Ю<sub>4</sub> (2864,02-2872,02 м) содержание С<sub>орг</sub> равно 1-2 %, значения водородного индекса 150-200 мг УВ/г С<sub>орг</sub>. РОВ соответствует III типу керогена, катагенетически преобразовано до стадии МК<sub>1</sub><sup>2</sup>.

В пласте Ю<sub>5</sub> (2874,46-2879,72 м) содержание Сор<sub>г</sub> изменяется в широких пределах от 2 до 20 %, значения водородного индекса 150-380 мг УВ/г С<sub>орг</sub>. РОВ смешанного состава (II-III типы керогена), катагенетически преобразовано до стадии МК<sub>1</sub><sup>2</sup>.

Методом растровой электронной микроскопии [4] установлены в пласте Ю<sub>0</sub> скв. (А) Радонежской и скв. (В) Малоуимской линзы и плёнки битуминозного вещества, выполняющие кальцисферы и пропитывающие породу, в том числе микрофитолиты (mf). Присутствие битуминозного вещества свидетельствует о собственной генерации (сингенетичных) нефтяных углеводородов рассеянным ОВ. Повсеместно в пластах Ю<sub>0</sub>, Ю<sub>1</sub>, Ю<sub>2</sub> всех скважин отмечается соседство битуминозного вещества с аутигенным пиритом фрамбоидальной и октаэдрической формы (рис. 2).

Углететрографическими исследованиями в углистом веществе установлен состав микрокомпонентов, их преобразованность и способность к генерированию различных углеводородов в соответствии с методикой [5] (рис. 3).

В микрокомпонентном составе углистого вещества в пластах изученных скважин абсолютно преобладает (80-90 %) витринит (Vt) красновато-вишнёвый комковато-сгусткового строения. ОВ соответствует керогену III типа и способно к генерации преимущественно газа. В пласте Ю<sub>2</sub> скв. (В) Малоуимской из липтинитовых компонентов (кутикула -Lk, смоляные тельца -Lr и споры- Ls) довольно высоко содержание резинита (Lr), составляющее от 10 до 20 % (редко 40 %). В пластах Ю<sub>2</sub>, Ю<sub>3</sub>, Ю<sub>4</sub>, Ю<sub>5</sub> скв. (С) Западно-Туртасской содержание резинита изменяется от 10 до 20 %, что свидетельствует о способности органического вещества к генерации некоторого объёма нефтяных углеводородов.

В большинстве образцов пласта Ю<sub>2</sub> скв. (А) Радонежской присутствует фюзинит, составляя 5-10 %, иногда до 30 %. Присутствие фюзинита свидетельствует о пребывании органического вещества в зоне аэрации (окисления). Этот параметр снижает качество органического вещества и его возможности к генерации углеводородов.



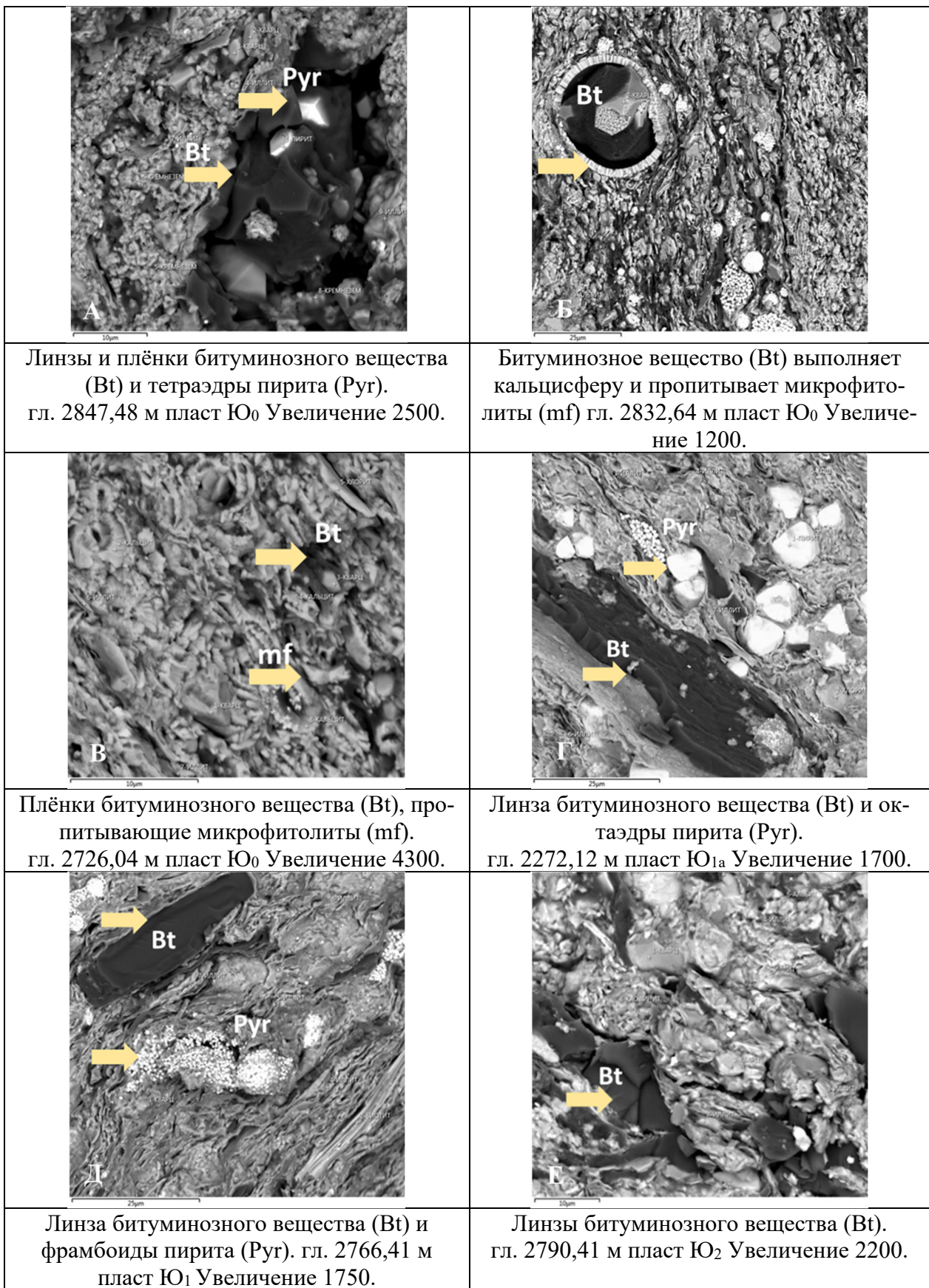


Рис.2. Битуминозное вещество в пластах скв. (А) Радонежской (А, Б), скв. (В) Малоимской (В, Г), скв. (С) Западно-Туртаской (Д, Е) площадей (снимки РЭМ)

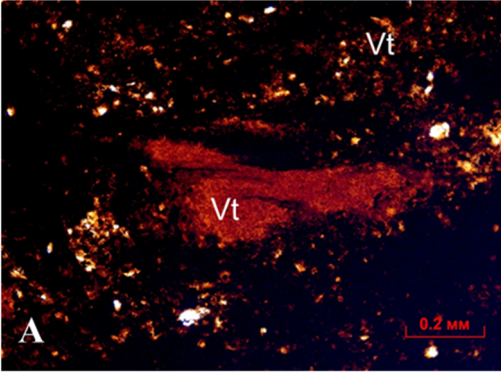
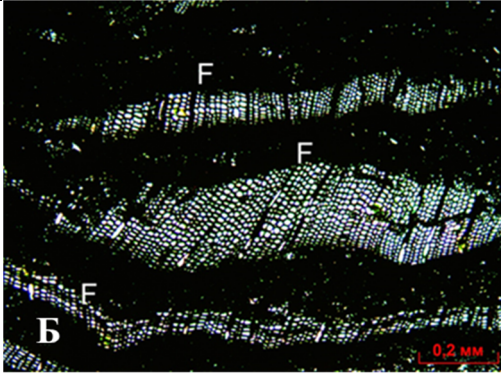
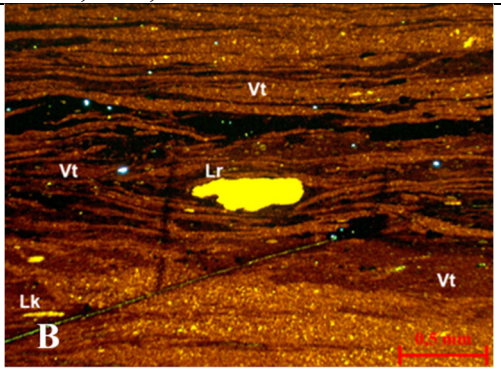
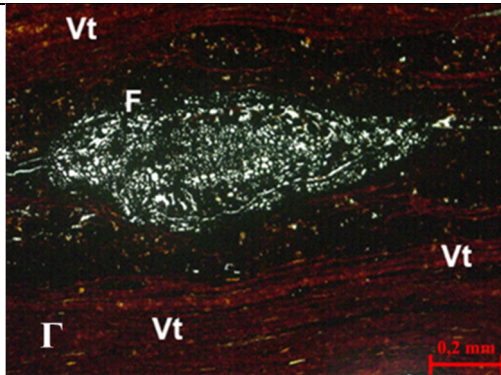
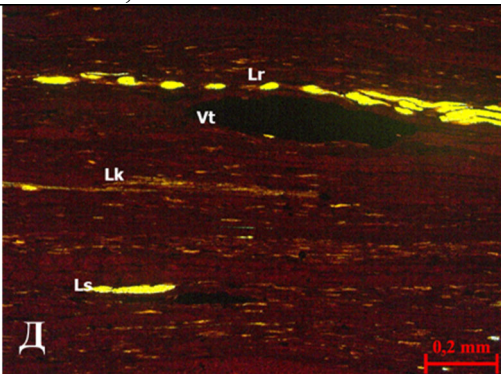
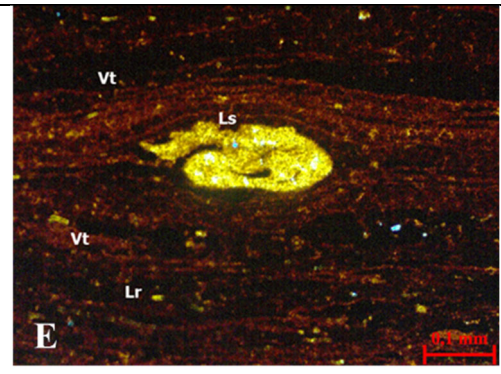
	
<p>На фоне коричнево-красного витринита (Vt) тонко-волокнистого комковато-сгусткового строения отмечается фрагмент частично гелифицированной структуры красного цвета. гл. 2922,03 м; пласт Ю<sub>2</sub> Увеличение 100.</p>	<p>Линзы фюзинизированной (F) ячеистой растительной ткани. гл. 2928,64 м; пласт Ю<sub>2</sub> Увеличение 100.</p>
	
<p>Преобладает красновато-вишнёвый витринит (Vt) тонко волокнистого и комковато-сгусткового строения. Присутствуют фрагменты тонких зубчатых плёнок кутинита (Lk) лимонно-желтого цвета. В центре фото линза смоляного тела (Lr) жёлтого цвета размером 0,2-0,4 мм. гл. 2775,83 м пласт Ю<sub>2</sub> Увеличение 50.</p>	<p>Среди красновато-вишнёвого волокнистого витринита (Vt) комковато-сгусткового строения линза фюзинита (F) 0,4x1,15 мм. гл. 2824,37 м пласт Ю<sub>3</sub> Увеличение 100.</p>
	
<p>Превалирует красновато-вишнёвый витринит (Vt) комковато-сгусткового и клеточного строения. Фиксируется цепочка смоляных телец (Lr) лимонного цвета и желтая макроспора (Ls). гл. 2835,55 м пласт Ю<sub>3</sub>. Увеличение 100.</p>	<p>На фоне вишнёвого витринита (Vt) комковато-сгусткового строения отмечаются линзовидные тела резинита (Lr) и макроспора (Ls) лимонно-желтого цвета (в центре). гл. 2867,8 м пласт Ю<sub>4</sub>. Увеличение 200.</p>

Рис.3. Микрокомпоненты в углистом веществе скв. (А) Радонежской (А, Б), скв. (В) Малоуимской (В, Г), скв. (С) Западно-Туртаской (Д, Е) площадей.



## **Выводы**

1. В пластах Ю<sub>0</sub> и, частично, Ю<sub>1</sub> РОВ соответствует I-II типам керогена, катагенетически преобразовано до стадии МК<sub>1</sub><sup>1</sup> мезокатагенеза, имеет хороший и отличный генерационный потенциал и обладает способностью к генерации углеводородов нефти.

2. Образцы углистых пород и прослоев угля из пластов Ю<sub>2</sub>, Ю<sub>3</sub>, Ю<sub>4</sub> содержат ОВ, соответствующее III типу керогена, катагенетически преобразованное до стадии МК<sub>1</sub><sup>1</sup>-МК<sub>1</sub><sup>2</sup>, имеющее хороший генерационный потенциал и обладающее способностью к генерации преимущественно газа.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Peters K.E., Walters C.C., Moldowan J.M. The biomarker guide. – Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2005. – 1155 p.
2. Дж. Эспиталье, С. Дроуэт, Ф. Маркуис Оценка нефтеносности с помощью прибора Rock Eval с компьютером. // Геология нефти и газа. – 1994. – № 1. – С. 23-32.
3. Fakhri M, Tabatabaei H, Amiri A. Comparing the potential of hydrocarbon generation of Kazhdomi and Pabdeh Formations in Bangestan Anticline (Zagros Basin) according to Rock-Eval pyrolysis data // J Earth Sci Clim Change. – 2013. – Vol. 4(5):157. – P. 1–7.
4. Рид С. Дж. Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии. – Москва: Техносфера, 2008. – 232 с.
5. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. – С. 41-64.

© Т. А. Рязанова, В. В. Марков, И. Г. Павлуткин, 2022