

DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/43\\_2020](https://doi.org/10.17353/2070-5379/43_2020)

УДК 553.98.042(561.16)

**Алеева А.О., Лобова Г.А., Осипова Е.Н.**

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, Россия, RastorguevaAO\_90@mail.ru, lobovaga@tpu.ru, osipovaen@tpu.ru

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЮРСКИХ РАЗРЕЗОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ (В СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ ДОЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ)**

*Концептуально принято, что как в случае восходящей, так и в случае нисходящей миграции флюидов происходят процессы наложенного эпигенеза, в результате которых горные породы транзитных юрских пластов испытывают вторичные эпигенетические преобразования, приводящие к аномальным их геофизическим и петрофизическим характеристикам. Проведен обобщающий сопоставительный анализ геофизических и петрофизических характеристик юрских пластов разного типа месторождений Томской области: без признаков нефтеносности доюрского разреза, с промышленными притоками в доюрском комплексе. Результаты исследований удельного электрического сопротивления и карбонатизации юрских пластов в разрезах глубоких скважин, а также вариаций потенциала самопроизвольной поляризации, уровня электрического сопротивления и естественной радиоактивности баженовской свиты подтвердили аномальность геофизики и петрофизики юрских пластов месторождений, имеющих залежи в доюрском комплексе. Определены шесть геофизических и петрофизических характеристик юрских пластов как прогностических показателей для оценки нефтегазоносности палеозойского разреза.*

**Ключевые слова:** *нефтегазоносность доюрского разреза, аномальность геофизических и петрофизических характеристик юрских пластов как поисковый критерий, Томская область.*

### **Введение**

На большинстве месторождений Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции промышленное значение имеют горизонты сеномана, неокома и, прежде всего, верхней юры, которые детально охарактеризованы керновым материалом, данными геофизических исследований скважин и результатами испытаний [Brekhuntsov et al., 2011]. В настоящее время эти месторождения находятся на поздней стадии разработки, ресурсная база юрского горизонта в значительной степени исчерпана [Конторович, 2016]. В связи с этим возникает необходимость повышения коэффициента извлечения нефти на действующих месторождениях [Кузьменков и др., 2020], поисков и освоения зон нефтегазонакопления в новых стратиграфических горизонтах, главным образом в сланцевой формации баженовской свиты [Исаев и др., 2016, 2018; Кузьменков и др., 2018], а также в доюрском нефтегазоносном комплексе (НГК) [Лобова и др., 2015, 2018, 2019]. Все перечисленные объекты отнесены к трудноизвлекаемой нефти [Isaev et al., 2019], но являются инвестиционно привлекательными в контексте приуроченности к территориям

нефтепромыслов с уже развитой инфраструктурой [Сунгурова, Мазуров, Исаев, 2014].

Промышленная нефтегазоносность отложений в доюрском (палеозойском) НГК выявлена на всей площади Западной Сибири. Значительные работы по оценке нефтегазоносности доюрских отложений проводились на юго-востоке, на территории Томской области (Нюрольская мегавпадина), в пределах которой открыты 13 залежей углеводородов (УВ) в карбонатных, кремнисто-глинистых, песчаных и гравелитовых отложениях (рис. 1).

Разные подходы к проблеме генезиса месторождений УВ в палеозойском НГК Западной Сибири привели к формированию двух основных концепций о нефтегазоносности палеозойских отложений.

По первой концепции палеозойские отложения рассматриваются как нефтеаккумулирующий комплекс с высоким самостоятельным нефтегенерационным потенциалом, приводящим к восходящей миграции УВ-флюидов [Ablya et al., 2008; Ступакова и др., 2015; Галиева, Алеева, Исаев, 2020; Коржов и др., 2020].

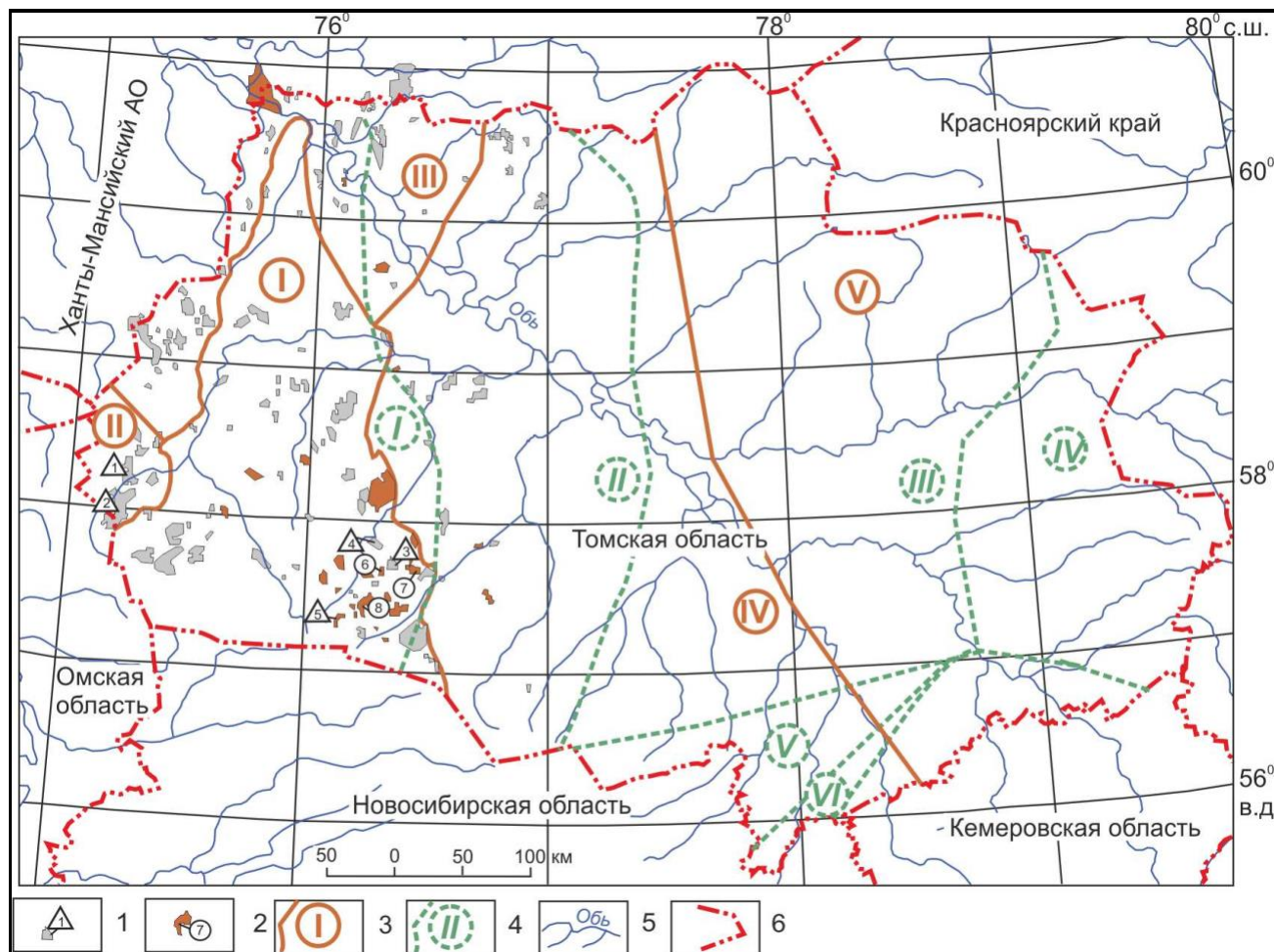
Обоснование второй концепции сводится к следующему. Системный анализ геохимических и литолого-петрографических данных, а именно посредством геохимической корреляции состава нефтей и битумоидов нефтематеринских пород [Коржов и др., 2013а, 2013б; Мадешева и др., 2020], изотопного состава углерода [Голышев и др., 2020] и ЯМР-спектров [Оздоев и др., 2020] нефтей выявляет нисходящую направленность вертикальной межпластовой миграции УВ из юрских свит в доюрский комплекс.

Вместе с тем, как вследствие возможной восходящей, так и вследствие возможной нисходящей миграции химически агрессивной смеси УВ-флюидов происходят процессы наложенного эпигенеза, в результате которых горные породы испытывают вторичные преобразования, включая карбонатизацию транзитных пластов [Мельник, 2013; Мельник, Недоливко, Зимина, 2020]. Следовательно, интенсивность вторичных процессов, выраженная в аномальности петрофизических характеристик транзитных пластов, может служить индикатором присутствия очагов генерации, путей миграции и зон нефтесбора, то есть может служить критерием их обнаружения.

Поэтому в качестве априорной предпосылки разработки *критерия прогнозирования и поисков палеозойских залежей УВ* сформулирована рабочая гипотеза аномальности петрофизических характеристик транзитных пластов – уникальности «отражения» залежей палеозоя в геофизических параметрах перекрывающего мезозойского разреза [Алеева, Исаев, 2019].

Для обоснования рабочей гипотезы проведен детализированный анализ геофизических и петрофизических характеристик юрского разреза на Герасимовском

нефтегазоконденсатном месторождении, имеющем залежи в доюрском основании, и на Крапивинском нефтяном месторождении только с юрскими залежами нефти [Алеева, 2020].



**Рис. 1. Обзорная схема территорий исследования на основе структурно-фациального районирования верхнеюрских [Решения 5-го ..., 1991] и доюрских [Решения межведомственного..., 1999; Исаев, 2007] отложений**

Месторождение с залежами: 1 – только в верхнеюрском НГК (изучаемые: 1 – Двуреченское, 2 – Крапивинское, 3 – Западно-Останинское, 4 – Пельгинское; 5 – Смоляное); 2 – в доюрском НГК (изучаемые: 6 – Герасимовское, 7 – Останинское, 8 – Нижнетабаганское); 4 – граница структурно-фациальной зоны по палеозойским отложениям (I-Нюрольская, II – Туйско-Барабинская, III-Никольская, IV – Колпашевская, V – Вездеходная); 5 – граница верхнеюрского структурно-фациального района (I – Пурпейско-Васюганский, II – Сильгинский, III – Ажарминский, IV – Чулымо-Тасеевский, V – Тебисский, VI – Баганский); 6 – речная сеть; 7 – административная граница Томской области.

Для дальнейшего обоснования гипотезы аномального «отражения» залежей палеозоя в геофизических параметрах перекрывающих юрских отложений, как возможного критерия прогнозирования и поисков палеозойских залежей УВ, проведен анализ геофизических и петрофизических характеристик юрского разреза на Останинском нефтегазоконденсатном месторождении, имеющем залежи в доюрском основании, и на Двуреченском нефтяном месторождении только с юрскими залежами нефти [Алеева, Исаев, Лобова, 2020].

По *палеозою* Крапивинское и Двуреченское месторождения находятся в Туйско-Барабинской СФЗ, а Герасимовское и Останинское – в Нюрольской СФЗ. Но по *келловей* и *верхней юре* эти месторождения относятся к одному СФР – Пурпейско-Васюганскому (см. рис. 1). Все перечисленные месторождения сходны по особенностям юрского осадкообразования и тектонического строения. А возможные отличительные особенности геофизических и петрофизических характеристик юрского разреза этих месторождений могли сформироваться в послейюрское время, под воздействием вторичных эпигенетических процессов.

На примере Герасимовского, Останинского, Крапивинского и Двуреченского месторождений, на основе сравнительного анализа геофизической и петрофизической характеристик юрских отложений, вскрытых в 74 глубоких скважинах, установлено, что эти характеристики являются значимо разными для месторождений, имеющих залежи УВ как в юрских, так и в доюрском комплексах, и месторождений, представленных только юрскими продуктивными пластами. Вместе с тем, и первый, и второй типы месторождений территориально приурочены к одному юрскому СФР – Пурпейско-Васюганскому, то есть оба типа месторождений весьма сходны по особенностям юрского осадкообразования и тектонического строения. Следовательно, отличительные особенности геофизических и петрофизических характеристик сформировались в послейюрское время, под воздействием вторичных эпигенетических процессов. Скорее всего, эти процессы порождены вертикальной нисходящей/восходящей миграцией УВ-флюидов в послейюрское время.

Далее приведён анализ геофизических и петрофизических характеристик юрских пластов месторождений, расположенных не только *в пределах одного юрского СФР* – Пурпейско-Васюганского, но и *в пределах одной палеозойской СФЗ* – Нюрольской (см. рис. 1). Это месторождения (рис. 2): Нижнетабаганское (с промышленными притоками УВ в доюрском комплексе); Пельгинское (без признаков нефтеносности доюрского разреза).

### **Нижнетабаганское нефтегазоконденсатное месторождение**

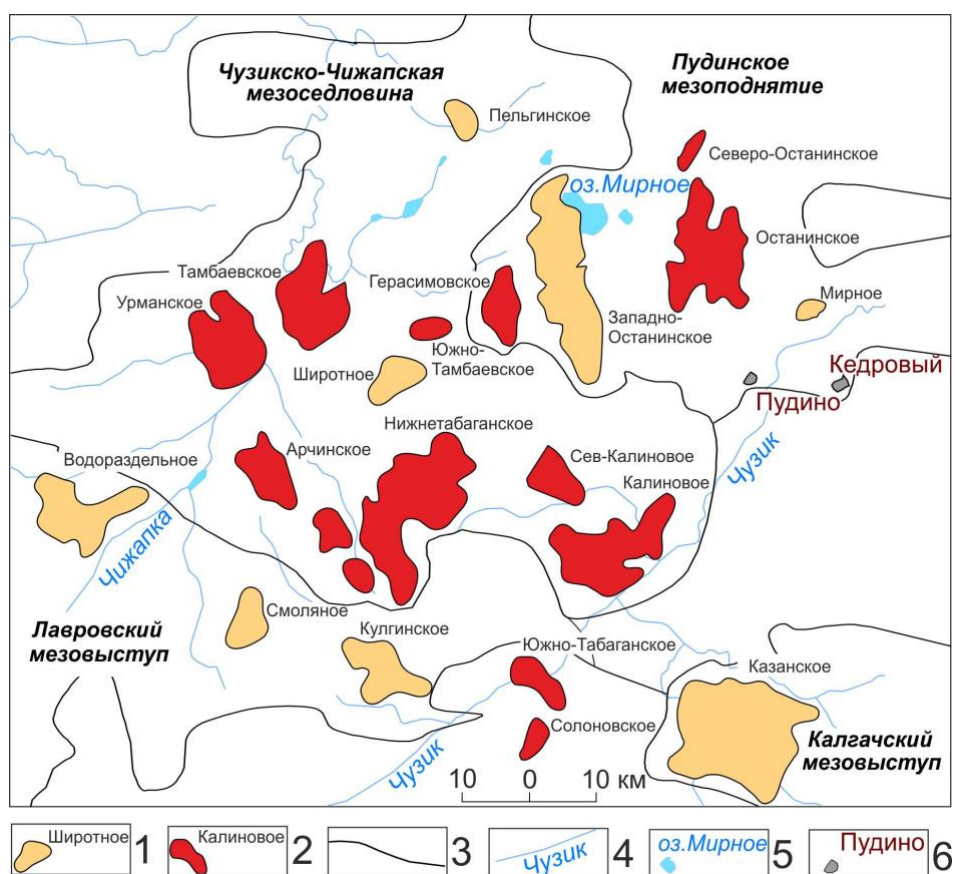
#### ***Нефтегеологическая характеристика месторождения***

В *тектоническом* плане по платформенному чехлу Нижнетабаганское месторождение расположено в пределах одноименного локального поднятия, в южной части Чузиковско-Чижапской мезоседловины в зоне сочленения Лавровского и Калгачского мезовыступов и Пудинского мезоподнятия (см. рис. 2).

В *геологическом* строении месторождения принимают участие палеозойские образования доплатформенного комплекса и мезозойско-кайнозойские осадочные отложения платформенного чехла. Литологические образования доплатформенного комплекса



представлены различными известняками – глинистыми и биогермными серого и коричневатого-серого цвета, карбонатно-кремнисто-глинистыми породами коры выветривания, а юрские пласты – песчаниками и алевролитами серыми и темно-серыми, мелкозернистыми, крепко- и среднесцементированными с прослоями углистого детрита и вкраплениями пирита. В керновом материале встречаются интервалы с запахом и выпотами нефти.



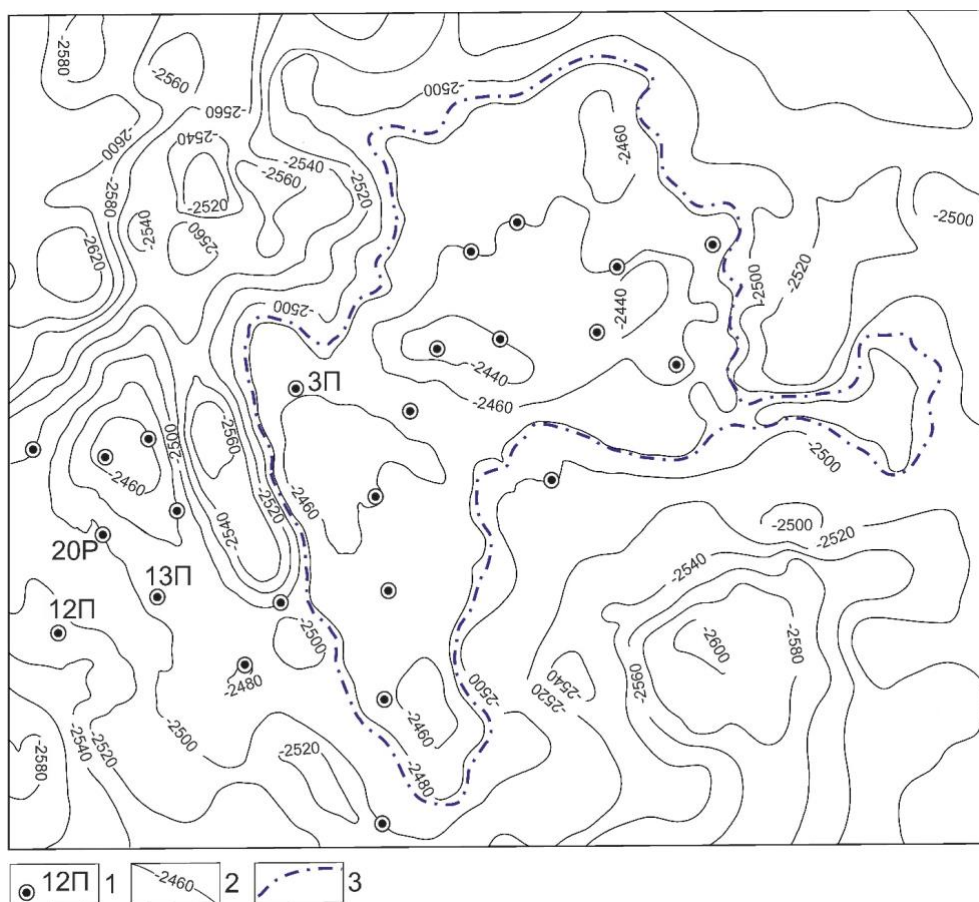
**Рис. 2. Схема размещения группы месторождений углеводородов в пределах Нюрольской структурно-фациальной зоны по палеозою**

1-2 – месторождение и его название: 1 – в юрских НГК, 2 – в юрских и доюрском НГК; 3 – контур тектонического элемента II порядка платформенного чехла (по [Конторович, 2002]); 4 – речная сеть; 5 – озеро; 6 – населенный пункт.

*Нефтегазоносность* месторождения связана с отложениями васюганской свиты – пласт Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>, тамбаевской свиты – пласты Ю<sub>3</sub>, Ю<sub>5</sub> и доюрского фундамента – пласты М, М<sub>1-10</sub> (рис. 3).

Пласт Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> является основным продуктивным пластом на месторождении и приурочен к верхней части васюганской свиты. Литологически пласт представлен песчаниками светло-серыми, серыми, до темно-серых, мелко-, средне-, реже крупнозернистыми, крепко сцементированными с прослоями алевролита и аргиллита. В пределах пласта Ю<sub>1</sub> выделены четыре газоконденсатные залежи. Коэффициент открытой пористости определен по керну и

комплексу ГИС и составляет 12-20%.



**Рис. 3. Схема Нижнетабаганского нефтегазоконденсатного месторождения**

1 – скважина и ее номер; 2 – сейсмоизогипса кровли пласта Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>; 3 – контур ВНК по пласту Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>.

Пласт Ю<sub>3</sub> залегает в верхней части тамбаевской свиты и является наиболее крупным объектом по запасам нефти. В пределах пласта выделены четыре нефтяные залежи, доказано наличие газовых шапок. По данным кернового материала пласт неоднородный и представлен различными ассоциациями алевро-песчаных и песчано-алевритовых пород. Коэффициент открытой пористости равен 18%.

Пласт Ю<sub>5</sub> приурочен к тамбаевской свите и представлен песчаником серым, мелкозернистым, крепко сцементированным. В пределах пласта выявлена одна газоконденсатная залежь. По данным лабораторных исследований керна коэффициент открытой пористости составляет 13%.

**Пласты-коллекторы М<sub>1-10</sub>** выделяются в карбонатных отложениях девона, выходящих на доюрскую поверхность. К кавернозно-трещиноватым карбонатам коренных пород палеозоя приурочены промышленные притоки нефти и газа в скважинах 3П и 4П. В пределах месторождения в образованиях **коры выветривания** встречаются кремнисто-глинистые породы-коллекторы – пласт **М**. Открытая пористость - до 8%.

### *Геофизическая характеристика юрских пластов*

Для иллюстрации данных геофизических исследований скважин, литологии и продуктивности юрских пластов-коллекторов Нижнетабаганского месторождения приводятся разрезы скважин (рис. 4) с различным характером насыщения пластов (скв. 3П - с нефте- и газонасыщенными пластами, а скв. 12П - с водонасыщенными пластами). В целом, исследование заключалось в анализе по 23 скважинам las-файлов диаграмм методов ПС и гамма-каротажа (ГК), диаграмм методов каротажа сопротивления (КС) и электропроводности по индукционному каротажу (ИК), а также показаний нейтронного гамма-каротажа (НГК).

Разрез юрских отложений начинается с битуминозных аргиллитов баженовской свиты, которая для исследуемых отложений является репером. Баженовская свита в изученных разрезах фиксируется классической комплексной геофизической аномалией: высокой радиоактивностью, низкой электропроводностью, отличными от вмещающих пород показаниями нейтронного каротажа.

Породы нижезалегающей васюганской свиты характеризуются резкой изменчивостью геофизических параметров в связи с присутствием в разрезе пород-коллекторов, а также глинистых песчаников, алевролитов, глинистых образований, карбонатизированных прослоев, имеющих однозначную геофизическую характеристику на каротажных диаграммах. Пласты-коллекторы, сложенные песчаниками, на уровне глинистых образований выделяются отрицательной аномалией ПС, средними и повышенными значениями по диаграмме НГК, а также низкими значениями радиоактивности.

Характерной особенностью юрского разреза (см. рис. 4) является осязаемое проявление карбонатизации пород. Плотные карбонатные пропластки выделяются по аномально высоким показаниям метода НГК, низким показаниям гамма-метода.

По данным геофизических исследований скважин доюрский интервал разреза выделяется высокой изрезанностью графика КС, что подтверждает переход от терригенного разреза, сложенного породами юрского возраста, к карбонатному разрезу, представленному отложениями палеозойского возраста. Доюрский интервал разреза также отличается по ГК, аномально низкими показаниями ИК и низкой плотностью гамма-квантов по кривой НГК.

Для характеристики петрофизики и фильтрационно-емкостных свойств юрских пластов на Нижнетабаганском месторождении использованы данные каротажа поисковых и разведочных скважин – материалы Томского филиала Федерального государственного учреждения «Территориальный фонд геологической информации по Сибирскому федеральному округу» (ТФ ФГУ «ТФГИ по СФО»).



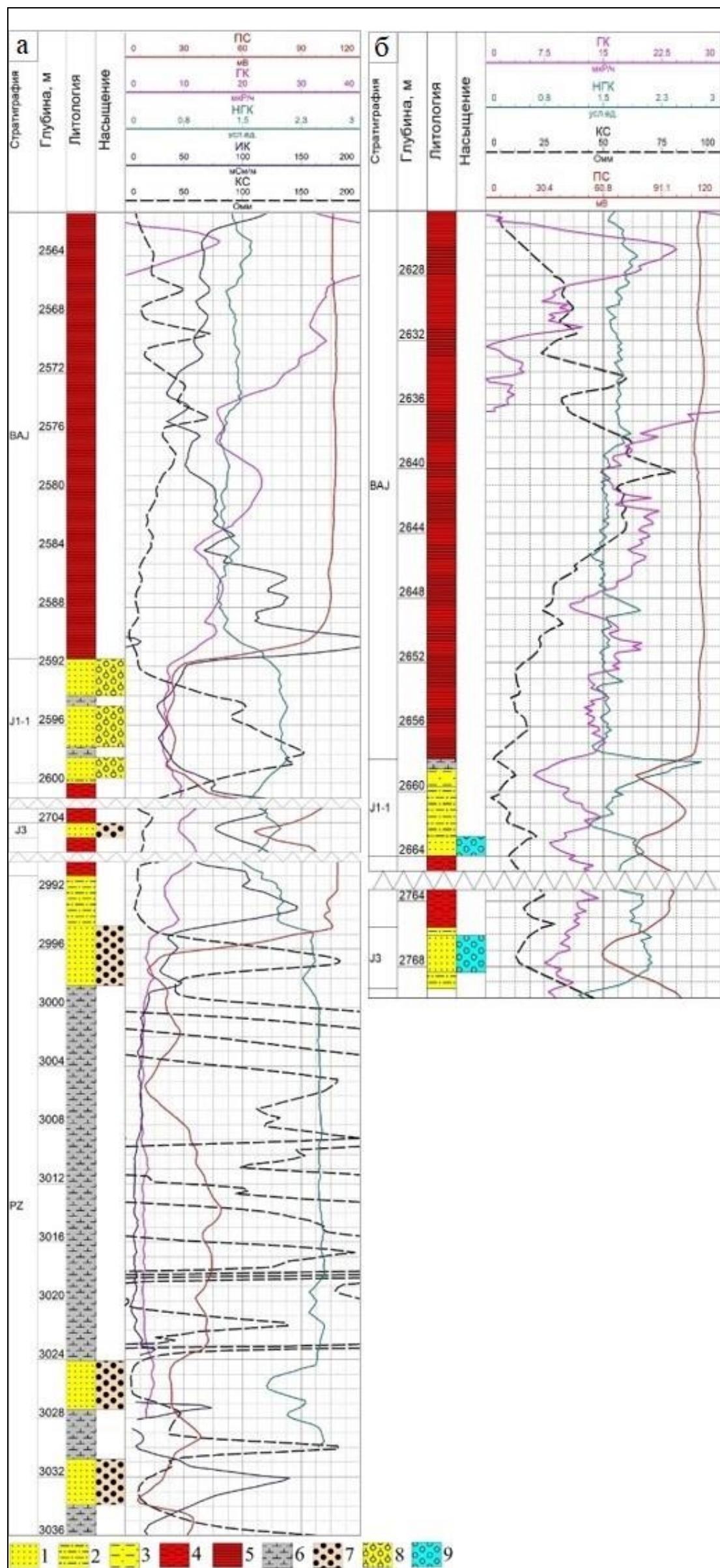


Рис. 4. Геофизическая характеристика разрезов скважин 3П (а) и 12П (б) в интервалах баженовской свиты (ВАJ), юрских пластов Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> (J1-1), Ю<sub>3</sub> (J3) и палеозойских образований (Pz) Нижнетабаганского месторождения  
 1 – песчаник; 2 – алевролит; 3 – песчаник глинистый; 4 – глина; 5 – аргиллит; 6 – карбонатная порода; 7 – нефтенасыщенный интервал; 8 – газонасыщенный; 9 – водонасыщенный.



Судя по результатам расчета УЭС нефтенасыщенных и водонасыщенных пластов (табл. 1), юрские пласты-коллекторы Нижнетабаганского месторождения имеют *высокие значения* – для нефтенасыщенных пластов УЭС=10-14 ом·м при среднем значении 12 ом·м, для водонасыщенных пластов УЭС = 6-9 ом·м при среднем значении 7 ом·м.

Таблица 1

**Результаты расчета удельного электрического сопротивления  $\rho_n$  нефтенасыщенных ( $\rho_{np}$ ) и водонасыщенных ( $\rho_{vp}$ ) пластов Нижнетабаганского месторождения**

Пласт	* $\rho_{np}$ , Ом·м	*коэффициент **пористости, д. е.	*коэффициент **нефтенасыщенности, д. е.	* $\rho_{vp}$ , Ом·м
Ю <sub>1</sub> <sup>1</sup>	10	0,17	0,61	8,2
Ю <sub>2</sub>	12	0,15	0,55	5,9
Ю <sub>3</sub>	14	0,15	0,58	5,8
Ю <sub>4</sub>	-	0,14	0,48	8,6
Ю <sub>5</sub>	-	0,16	0,39	5,6
(диапазон значений), среднее	(10–14), 12	(0,14–0,17), 0,15	(0,39–0,61), 0,52	(5,6–8,6), 6,8

\* средневзвешенные значения по 23 скважинам, \*\* нефтенасыщенных пластов.

**Геофизическая характеристика баженовской свиты**

Для геофизической характеристики аргиллитов баженовской свиты анализируются разрезы скважин с разной продуктивностью: скважины 20Р, 3П, 13П с нефтенасыщенными, газонасыщенными и водонасыщенными пластами в юрской части разреза, а скв. 12П только с водонасыщенными пластами. Сделан анализ показаний методов ПС, КС, ГК (табл. 2).

Таблица 2

**Значения геофизических параметров баженовской свиты в разрезах скважин Нижнетабаганского месторождения**

Скважина	Мощность, м	Вариации ПС, мВ	КС*, ом·м	ГК*, мкР/ч
20Р	27,0	± 1,3	78/38	67/30
3П	19,0	± 0,7	72/33	56/31
13П	35,0	± 1,1	74/28	72/27
12П	34,0	± 1,4	80/34	56/23

\* максимальное значение/средний уровень.

Баженовская свита на фоне вмещающих отложений выделяется положительными аномалиями радиоактивности и высокими значениями электрического сопротивления (см. рис. 4). Аномальное отображение баженовской свиты на диаграммах КС и ГК связано с высокой битуминозностью, с высоким содержанием органического вещества – высокоомного адсорбента радиоактивных элементов [Конторович, 2002], а также с возможной нефтенасыщенностью [Jarvie, 2012].

Обращает на себя внимание изменение естественной радиоактивности и УЭС по

разрезу баженовской свиты. На диаграммах ГК (см. рис. 4), радиоактивность в интервале баженовской свиты увеличивается от подошвы к кровле и в основном совпадает с менее выраженным ростом УЭС. Верхняя часть свиты является одновременно более радиоактивной и высокоомной, и, следовательно, и более битуминозной. Нижняя часть свиты, соответственно, обеднена органическим веществом.

Таким образом, наряду со сравнительно низкой естественной радиоактивностью баженовской свиты на Нижнетабаганском месторождении 23-31 мкР/ч при среднем уровне 27 мкР/ч, наблюдаются существенно низкие значения электрического сопротивления в диапазоне 28-38 ом·м при среднем уровне 33 ом·м.

Важно отметить практическое отсутствие вариаций диаграммы метода ПС в интервале баженовской свиты. Возможно, что на Нижнетабаганском месторождении *отсутствие вариаций ПС* свидетельствует о ее более однородном (выравненном?) составе, а сравнительно *низкий уровень УЭС и естественной радиоактивности* говорит о более бедном (обедненном?) содержании органического вещества. Указанные отличия геофизической характеристики баженовской свиты Нижнетабаганского нефтегазоконденсатного месторождения с залежами в доюрском НГК имеют генетическое обоснование, допускающее обеднение баженовской свиты органическим веществом.

#### ***Оценка карбонатности юрских пластов-коллекторов***

Определение общей карбонатности пород ( $C_{\text{карб.}}$ ) пластов-коллекторов проводилось по 23 скважинам Нижнетабаганского месторождения с помощью объемного газометрического метода. Данный метод основан на определении объема выделившегося углекислого газа при взаимодействии породы с соляной кислотой в приборе Кларка [Aleksandrov, 2017].

Установлено, что юрские разрезы изучаемых скважин характеризуются содержанием карбонатных минералов в диапазоне 3,1-6,5%, при *высоком* среднем значении 5%. В качестве иллюстрации на рис. 5 приведены графики карбонатности образцов керна по 2 скважинам.

### **Пельгинское нефтяное месторождение**

#### ***Нефтегеологическая характеристика месторождения***

В тектоническом отношении осадочного чехла Пельгинское месторождение приурочено к северо-восточной части Чузикско-Чижапской мезоседловины (см. рис. 2). Всего на месторождении пробурены три поисковых скважины: 1П, 2П, 3П (рис. 6).

*Нефтегазоносность* месторождения приурочена к *верхнеюрской* васюганской свите. Продуктивный пласт Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> в скв. 1П представлен переслаиванием алевролитов и песчаников серых, мелкозернистых, крепкоцементированных. Коэффициент пористости по каротажу





серыми с буроватым оттенком доломитизированными трещиноватыми известняками. Получен слабый приток смеси фильтрата и пластовой воды.

### Геофизическая характеристика юрских пластов

Иллюстрация данных геофизических исследований, литологии и продуктивности юрских пластов-коллекторов Пельгинского месторождения представлена разрезами скважин (рис. 7) с разным характером насыщения (скв. 1П с нефтеводонасыщенным пластом Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>, а скв. 3П с неоцененным насыщением в юрской части разреза).

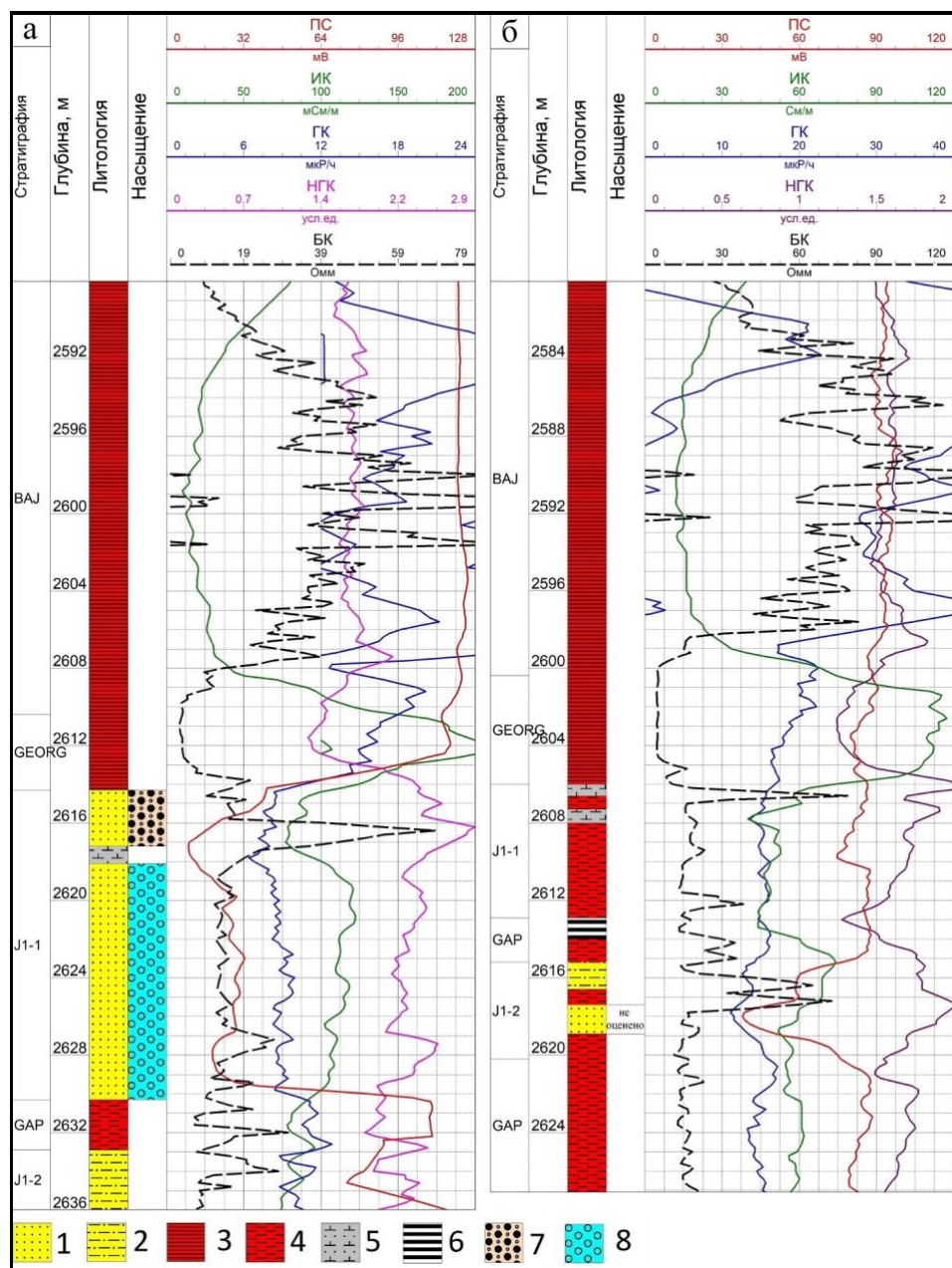


Рис. 7. Геофизическая характеристика разрезов скважин 1П (а) и 3П (б) в интервалах баженовской (ВАЖ), георгиевской свит (GEORG) и пластов Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>, Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> Пельгинского месторождения

1 – песчаник; 2 – алевролит; 3 – аргиллит; 4 – глина; 5 – карбонатизированный песчаник; 6 – уголь; 7 – нефтеводонасыщенный; 8 – водонасыщенный.

Оценка УЭС юрских пластов-коллекторов Пельгинского месторождения выполнена по данным геофизических исследований по разрезу 3 скважин – материалы ТФ ФГУ «ТФГИ по СФО». Судя по результатам расчета УЭС, юрский пласт-коллектор Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> Пельгинского месторождения имеет невысокое значение УЭС: для нефтенасыщенных пластов УЭС = 7 ом·м, для водонасыщенных пластов УЭС = 4 ом·м (табл. 3).

Таблица 3

**Результаты расчета удельного электрического сопротивления  $\rho_n$  нефтенасыщенных ( $\rho_{нп}$ ) и водонасыщенных ( $\rho_{вп}$ ) пластов Пельгинского месторождения**

Пласт	* $\rho_{нп}$ , ом·м	*коэффициент **пористости, д. е.	*коэффициент **нефтенасыщенности, д. е.	* $\rho_{вп}$ , ом·м
Ю <sub>1</sub> <sup>1</sup>	(6–9), 7	0,14	0,55	(3–5), 4

\* средневзвешенные значения по 3 скважинам, \*\* нефтенасыщенных пластов.

**Геофизическая характеристика баженовской свиты**

Для характеристики аргиллитов баженовской свиты на Пельгинском месторождении проанализированы разрезы скважин 1П, 2П с нефтеводонасыщенным пластом Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> и скв. 3П с неоцененным насыщением. Сделан анализ показаний методов ПС, бокового каротажа (БК) и ГК (табл. 4).

Таблица 4

**Значения геофизических параметров баженовской свиты в разрезах скважин Пельгинского месторождения**

Скважина	Мощность, м	Вариации ПС, мВ	БК*, ом·м	ГК*, мкР/ч
1П	22,4	± 1,6	91/35	49/33
2П	19,0	± 1,9	97/41	61/35
3П	20,4	± 2,5	145/66	63/39

\* максимальное значение/средний уровень.

На фоне вмещающих пород баженовская свита стандартно выделяется положительными аномалиями радиоактивности и электрического сопротивления.

Можно отметить *вариации* диаграммы метода ПС в интервале баженовской свиты как в продуктивных, так и в непродуктивной скважинах.

Интересно, что баженовская свита в разрезах скважин 1П и 2П с *продуктивными* юрскими пластами обладает заметно меньшей радиоактивностью и несколько меньшим УЭС, по сравнению с *непродуктивной* скв. 3П. Возможно, это указывает на некоторое обеднение баженовской свиты в районе скважин 1П и 2П органическим веществом.

**Оценка карбонатности юрских пластов-коллекторов**

Определение общей карбонатности пород ( $C_{карб.}$ ) пластов-коллекторов проводилось по

поисково-оценочным (1П, 2П, 3П) скважинам с помощью объемного газометрического метода. Простой расчет общей карбонатности юрских пластов-коллекторов Пельгинского месторождения показывает, что среднее значение  $S_{\text{карб.}}$  юрских пластов составляет 3% (табл. 5).

Таблица 5

**Общая карбонатность ( $S_{\text{карб.}}$ ) пластов-коллекторов Пельгинского месторождения**

Скважина	$S_{\text{карб.}}$ , %
1П	3,94
2П	2,38
3П	6,07
<i>Среднее значение</i>	<i>3,07</i>

**Анализ и выводы**

*Анализ геофизики и петрофизики юрских разрезов месторождений Томской области, имеющих залежи УВ в доюрском комплексе, показывает высокоомность нефтенасыщенных пластов (12-14 ом·м) и водонасыщенных пластов (3-7 ом·м), высокую карбонатизацию юрских пластов (5-6%), а баженовская свита, как правило, отличается незначительными вариациями ПС (1,1-1,5 мВ), пониженным уровнем ГК (28-40 мкР/час) и КС (33-46 ом·м). Исследуемые месторождения в значительной степени имеют схожие геофизические и петрофизические характеристики.*

Можно сделать *выводы*, что высокоомность транзитных юрских пластов Герасимовского, Останинского и Нижнетабаганского месторождений с залежами в доюрском комплексе, есть следствие нисходящей/восходящей миграции УВ-флюидов, обеспечивающей или нефтесбор в ловушках доюрского НГК, или являющейся элизией УВ доюрского НГК, как самостоятельного генерирующего комплекса. Процессы эпигенеза приводят к вторичной, наложенной, и, как следствие, *аномальной* карбонатизации транзитных пластов-коллекторов, а, следовательно, к аномальному увеличению их УЭС.

Таким образом, наличие прогнозного, косвенного признака (высокое УЭС) и прямого, вещественного признака (высокая карбонатизация) эпигенетических изменений пород юрских пластов под воздействием нисходящего/восходящего транзита УВ-флюидов может служить прогностическим критерием нефтегазоносности палеозоя.

Отсутствие вариаций ПС в интервале баженовской свиты может свидетельствовать о ее более однородном (выравненном?) составе, а низкий уровень УЭС и естественной радиоактивности - о более бедном (обедненном?) содержании органического вещества. Что также может рассматриваться как следствие возможной нисходящей миграции УВ.

Суммируя вышеизложенные результаты проведенных исследований, можно выделить шесть геофизических и петрофизических характеристик юрского разреза как



прогностических показателей для оценки нефтегазоносности доюрского (палеозойского) разреза:

- *показатель 1* – высокое УЭС юрских нефтенасыщенных пластов-коллекторов (пороговое значение  $\geq 10$  ом·м);
- *показатель 2* – высокое УЭС юрских водонасыщенных пластов-коллекторов (пороговое значение  $\geq 7$  ом·м);
- *показатель 3* – высокая карбонатность юрских пластов-коллекторов (пороговое значение  $\geq 5\%$ );
- *показатель 4* – незначительные вариации ( $\pm$ ) показаний метода ПС баженовской свиты (пороговое значение  $< 2$  мВ);
- *показатель 5* – низкие показания ГК баженовской свиты (пороговое значение  $< 40$  мкР/ч);
- *показатель 6* – низкие показания КС баженовской свиты (пороговое значение  $< 50$  ом·м).

### Заключение

В настоящей и предшествующих работах [Алеева, Исаев, 2019; Алеева, 2020; Алеева, Исаев, Лобова, 2020] выполнен сопоставительный анализ геофизических и петрофизических характеристик юрского разреза месторождений Томской области, имеющих только юрские залежи нефти. Установлено, что юрские пласты-коллекторы этих месторождений схожи *отсутствием высокоомности* нефтенасыщенных и водонасыщенных пластов, а также *низкой* их карбонатизацией. А баженовская свита характеризуется *значительными вариациями* показаний метода ПС, *высоким* уровнем УЭС и естественной радиоактивности.

Выполнен сопоставительный анализ геофизических и петрофизических характеристик юрского разреза месторождений, имеющих залежи УВ в доюрском НГК. Установлено, что юрские пласты-коллекторы этих месторождений отличаются *высокоомностью* нефтенасыщенных и водонасыщенных пластов, а также *высокой* их карбонатизацией. А баженовская свита характеризуется *незначительными вариациями* показаний метода ПС, *низким* уровнем УЭС и естественной радиоактивности.

Таким образом, *рабочая гипотеза* уникальности «отражения» залежей палеозоя в геофизических и петрофизических параметрах перекрывающего мезозойского разреза, как нового критерия прогнозирования и поисков палеозойских залежей УВ, получила обоснование. Определены шесть геофизических и петрофизических характеристик юрского разреза как прогностических показателей для оценки нефтегазоносности доюрского (палеозойского) разреза на землях Томской области.

### Литература

*Алеева А.О.* Сравнительная петрофизическая характеристика юрских разрезов Герасимовского и Крапивинского месторождений (в связи с нефтегазоносностью доюрских отложений Томской области) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2020. - Т.15. - № 2. - [http://www.ngtp.ru/rub/2020/18\\_2020.html](http://www.ngtp.ru/rub/2020/18_2020.html). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/18\\_2020](https://doi.org/10.17353/2070-5379/18_2020)

*Алеева А.О., Исаев В.И.* Сравнительная петрофизическая характеристика разрезов Герасимовского и Крапивинского месторождений (в связи с нефтегазоносностью доюрских отложений) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2019. - Т. 330. - № 9. - С. 21-31.

*Алеева А.О., Исаев В.И., Лобова Г.А.* Сравнительная петрофизическая характеристика юрских разрезов Останинского и Двуреченского месторождений (в связи с нефтегазоносностью доюрских отложений Томской области) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2020. - Т. 331. - № 9. - С. 49-62.

*Галиева М.Ф., Алеева А.О., Исаев В.И.* Очаги генерации углеводородов и их аккумуляция в доюрском разрезе Сельвейкинской площади глубокого бурения (Томская область) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2020. - Т. 15. - № 3. - [http://www.ngtp.ru/rub/2020/26\\_2020.html](http://www.ngtp.ru/rub/2020/26_2020.html). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/26\\_2020](https://doi.org/10.17353/2070-5379/26_2020)

*Гольшиев С.И., Падалко Н.Л., Маджиева Р.К., Оздоев С.М., Портнов В.С., Исаев В.И.* Изотопный состав нефтей Арыскупского прогиба (Южный Казахстан) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2020. - Т. 331. - № 3. - С. 80-89.

*Исаев В.И., Лобова Г.А., Мазуров А.К., Старостенко В.И., Фомин А.Н.* Районирование мегавпадин юго-востока Западной Сибири по плотности ресурсов сланцевой нефти тогурской и баженовской материнских свит // Геология нефти и газа. - 2018. - № 1. - С. 15-39.

*Исаев В.И., Лобова Г.А., Мазуров А.К., Фомин А.Н., Старостенко В.И.* Районирование баженовской свиты и клиноформ неоккома по плотности ресурсов сланцевой и первично-аккумулятивной нефти (на примере Нюрольской мегавпадины) // Геофизический журнал. - 2016. - Т. 38. - № 3. - С. 29-51. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i3.2016.107778>

*Исаев Г.Д.* Кораллы, биостратиграфия и геологические модели палеозоя Западной Сибири. - Новосибирск: Гео, 2007. - 248 с.

*Конторович А.Э.* Проблемы реиндустриализации нефтегазового комплекса России // Нефтяное хозяйство. - 2016. - № 3. - С. 14-15.

*Конторович В.А.* Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. - 253 с.

*Коржов Ю.В., Исаев В.И., Жильцова А.А., Латыпова О.В.* Распределение ароматических углеводородов в разрезе отложений нефтегазоносных комплексов (на примере месторождений Красноленинского свода) // Геофизический журнал. - 2013а. - Т. 35. - № 1. - С. 113-129.

*Коржов Ю.В., Исаев В.И., Кузина М.Я., Лобова Г.А.* Генезис доюрских залежей нефти Рогожниковской группы месторождений (по результатам изучения вертикальной зональности алканов) // Известия Томского политехнического университета. - 2013б. - Т. 323. - № 1. - С. 51-56.

*Коржов Ю.В., Лобова Г.А., Исаев В.И., Стариков А.И., Кузина М.Я.* Генезис углеводородов доюрского комплекса Ханты-Мансийского месторождения (зона локального сжатия Западно-Сибирской плиты) // Геофизический журнал. - 2020. - Т. 42. - № 5. - С. 130-147. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v42i5.2020.215076>

*Кузьменков С.Г., Аюпов Р.Ш., Новиков М.В., Исаев В.И., Лобова Г.А., Стулов П.А., Бутин В.С., Астапенко Е.О.* Методы увеличения нефтеотдачи на месторождениях Югры // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2020. - Т. 331. - № 4. - С. 96-106.

*Кузьменков С.Г., Исаев В.И., Булатов В.И., Аюпов Р.Ш., Игенбаева Н.О., Кузьмин Ю.А., Стулов П.А.* Развитие нефтегазового комплекса Югры, трудноизвлекаемые запасы // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2018. -

Т. 329. - № 11. - С. 103-113.

*Лобова Г.А., Исаев В.И., Кузьменков С.Г., Лунёва Т.Е., Осипова Е.Н.* Нефтегазоносность коллекторов коры выветривания и палеозоя юго-востока Западной Сибири (прогнозирование трудноизвлекаемых запасов) // Геофизический журнал. - 2018. - Т. 40. - № 4. - С. 73-106. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i4.2018.140611>

*Лобова Г.А., Искоркина А.А., Исаев В.И., Старостенко В.И.* Нефтегазоносность нижнеюрских и доюрских резервуаров Усть-Тымской мегавпадины // Геофизический журнал. - 2015. - Т. 37. - № 1. - С. 3-20.

*Лобова Г.А., Лунева Т.Е., Исаев В.И., Фомин А.Н., Коржов Ю.В., Галиева М.Ф., Крутенко Д.С.* Тепловой поток, термическая история материнской нижнеюрской тогурской свиты и нефтегазоносность палеозоя Колтогорского мезопрогиба (южный сегмент Колтогорско-Уренгойского палеорифта) // Геофизический журнал. - 2019. - Т. 41. - № 5. - С. 128-155. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i5.2019.183640>

*Мадишева Р.К., Серебренникова О.В., Исаев В.И., Портнов В.С., Оздоев С.М.* Состав биомаркеров и происхождение нефтей Арыкумского прогиба (Южный Казахстан) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2020. - Т. 331. - № 7. - С. 116-130.

*Мельник И.А.* Выявление вторично преобразованных терригенных коллекторов на основе статистической интерпретации материалов ГИС // Геофизика. - 2013. - № 4. - С. 29-36.

*Мельник И.А., Недоливко Н.М., Зимица С.В.* Вторичные карбонаты юрских песчаных отложений как показатели продуктивности палеозоя // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2020. - Т. 331. - № 3. - С. 32-38.

*Оздоев С.М., Мадишева Р.К., Сейлханов Т.М., Портнов В.С., Исаев В.И.* О нефтегазоносности коры выветривания складчатого фундамента Арыкумского прогиба Южно-Торгайского бассейна // Нефть и газ. - 2020. - № 1. - С. 17-32.

Решения 5-го межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины, Тюмень, 1990 г. - Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1991. - 54 с.

Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональные стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины. - Новосибирск: ротاپринт СНИИГГиМС, 1999. - 80 с.

*Ступакова А.В., Соколов А.В., Соболева Е.В., Курасов И.А., Бордюг Е.В., Кирюхина Т.А.* Геологическое изучение и нефтегазоносность палеозойских отложений Западной Сибири // Георесурсы. - 2015. - Т. 61. - № 2. - С. 63-76. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.61.2.6>

*Сунгурова О.Г., Мазуров А.К., Исаев В.И.* Ресурсоэффективная стратегия поисков залежей нефти в доюрском основании Западной Сибири // Известия Томского политехнического университета. - 2014. - Т. 325. - № 1. - С. 147-154.

*Ablya E., Nadezhkin D., Bordyug E., Korneva T., Kodlaeva E., Mukhutdinov R., Sugden M.A., Bergen van P.F.* Paleozoic-sourced petroleum systems of the Western Siberian Basin - What is the evidence? // Organic Geochemistry. - 2008. - V. 39. - No. 8. - P. 1176-1184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2008.04.008>

*Aleksandrov V.M., Ponomarev A.A., Imashev G., Makhatova V.E., Shakibayeva A.N.* Digital petrophysics and standard laboratory methods for determining terrigenous container rocks capacitive properties // Journal of Industrial Pollution Control. - 2017. - V.33. - No.1. - P.1048-1051.

*Brekhtunsov A.M., Monastyrnev B.V., Nesterov I.I. (Jr.)* Distribution patterns of oil and gas accumulations in West Siberia // Russian Geology and Geophysics. - 2011. - V. 52. - No. 8. - P. 781-791. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2011.07.004>

*Isaev V.I., Kuzmenkov S.G., Ayupov R.Sh., Kuzmin Yu.A., Lobova G.A., Stulov P.A.* Hard-to-recover reserves of Yugra oil (West Siberia) // Геофизический журнал. - 2019. - Т. 41. - № 1. - С. 33-43. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i1.2019.158862>

*Jarvie D.M.* Shale Resource Systems for Oil and Gas: Part 2 – Shale-oil resource systems // Shale reservoirs - giant resources for the 21st century: AAPG Memoir 97. - 2012. - P. 89-119.



**Aleeva A.O., Lobova G.A., Osipova E.N.**

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia, RastorguevaAO\_90@mail.ru, lobovaga@tpu.ru, osipovaen@tpu.ru

### **COMPARATIVE PETROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE JURASSIC SECTIONS OF THE TOMSK REGION FIELDS (IN RELATION TO PETROLEUM POTENTIAL OF PRE-JURASSIC SEQUENCES)**

*In case of upward, so in case of downward fluid migration, processes of superposed epigenesis perform and lead to secondary epigenetic transformations of rocks of passage Jurassic strata, which result in their anomalous geophysical and petrophysical characteristics. A generalizing comparative analysis of the geophysical and petrophysical characteristics of the Jurassic section of different field types in Tomsk Region was carried out: without petroleum potential in pre-Jurassic sequences, with commercial inflows from the pre-Jurassic structures. Results of exploration electrical resistivity and carbonatization in the Jurassic section of deep wells and also spontaneous potential variation, electrical resistivity and natural radioactivity in Bazhenov Formation confirm anomalousness of geophysical and petrophysical parameters of Jurassic rocks in case of pre-Jurassic sequences. This paper determines 6 geophysical and petrophysical characteristics of the Jurassic strata as predictive indicators for oil and gas potential estimation in pre-Jurassic section.*

**Keywords:** *petroleum potential in pre-Jurassic sequences, anomalousness of geophysical and petrophysical characteristics of the Jurassic section as prospecting criteria, Tomsk Region.*

#### **References**

Ablya E., Nadezhkin D., Bordyug E., Korneva T., Kodlaeva E., Mukhutdinov R., Sugden M.A., Bergen van P.F. Paleozoic-sourced petroleum systems of the Western Siberian Basin – What is the evidence? *Organic Geochemistry*, 2008, vol. 39, no. 8, pp. 1176-1184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.orggeochem.2008.04.008>

Aleeva A.O. *Sravnitel'naya petrofizicheskaya kharakteristika yurskikh razrezov Gerasimovskogo i Krapivinskogo mestorozhdeniy (v svyazi s neftegazonosnost'yu doyurskikh otlozheniy Tomskoy oblasti)* [Comparative petrophysical characteristic of the Jurassic sections of the Gerasimov and Krapivin fields (in relation to pre-Jurassic petroleum potential of the Tomsk region)]. *Neftegasovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2020, vol. 15, no. 2, available at: [http://www.ngtp.ru/rub/2020/18\\_2020.html](http://www.ngtp.ru/rub/2020/18_2020.html). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/18\\_2020](https://doi.org/10.17353/2070-5379/18_2020)

Aleeva A.O., Isaev V.I. *Sravnitel'naya petrofizicheskaya kharakteristika razrezov Gerasimovskogo i Krapivinskogo mestorozhdeniy (v svyazi s neftegazonosnost'yu doyurskikh otlozheniy)* [Comparative petrophysical characteristic of the cuts of the Gerasimov and Krapivin fields (in relation to petroleum potential of Pre-Jurassic sequences)]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2019, vol. 330, no. 9, pp. 21-31.

Aleeva A.O., Isaev V.I., Lobova G.A. *Sravnitel'naya petrofizicheskaya kharakteristika yurskikh razrezov Ostaninskogo i Dvurechenskogo mestorozhdeniy (v svyazi s neftegazonosnost'yu doyurskikh otlozheniy Tomskoy oblasti)* [Comparative petrophysical characteristic of the Jurassic sections of the Ostanin and Dvurechensk fields (in relation to petroleum potential of Pre-Jurassic sequences of the Tomsk region)]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2020, vol. 331, no. 9, pp. 49-62.

Aleksandrov V.M., Ponomarev A.A., Imashev G., Makhatova V.E., Shakibayeva A.N. Digital petrophysics and standard laboratory methods for determining terrigenous container rocks capacitive properties. *Journal of Industrial Pollution Control*, 2017, vol. 33, no.1, pp.1048-1051.

Brekhuntsov A.M., Monastirev B.V., Nesterov I.I. (Jr.) Distribution patterns of oil and gas accumulations in West Siberia. *Russian Geology and Geophysics*, 2011, vol. 52, no. 8, pp. 781-791. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2011.07.004>

Galieva M.F., Aleeva A.O., Isaev V.I. *Ochagi generatsii uglevodorodov i ikh akumuliyatsiya*

*v doyurskom razreze Sel'veykinskoy ploshchadi glubokogo bureniya (Tomskaya oblast')* [Hydrocarbons generation focus and accumulation within the pre-Jurassic section of the deep drilling Selveikin area (Tomsk Region)]. *Neftgazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2020, vol. 15, no. 3, available at: [http://www.ngtp.ru/rub/2020/26\\_2020.html](http://www.ngtp.ru/rub/2020/26_2020.html). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/26\\_2020](https://doi.org/10.17353/2070-5379/26_2020)

Golyshev S.I., Padalko N.L., Madisheva R.K., Ozdov S.M., Portnov V.S., Isaev V.I. *Izotopnyy sostav neftey Aryskumskogo progiba (Yuzhnyy Kazakhstan)* [Isotopic composition of the Aryskum depression oil (south Kazakhstan)]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2020, vol. 331, no.3, pp. 80-89.

Isaev G.D. *Korally, biostratigrafiya i geologicheskie modeli paleozoya Zapadnoy Sibiri* [Corals, biostratigraphy and geological models of the Paleozoic in West Siberia]. Novosibirsk: Geo, 2007, 248 p.

Isaev V.I., Kuzmenkov S.G., Ayupov R.Sh., Kuzmin Yu.A., Lobova G.A., Stulov P.A. Hard-to-recover reserves of Yugra oil (West Siberia). *Geofizicheskiy zhurnal*, 2019, vol. 41, no.1, pp. 33-43. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i1.2019.158862>

Isaev V.I., Lobova G.A., Mazurov A.K., Fomin A.N., Starostenko V.I. *Rayonirovanie bazhenovskoy svity i kliniform neokoma po plotnosti resursov slantsevoy i pervichno-akkumulirovannoy nefti (na primere Nyurul'skoy megavpadiny)* [Zoning of the Bazhenov Formation and Neocomian clinofolds according to the density resources of shale and primarily-accumulated oil (Nurol megadepression as an example)]. *Geofizicheskiy zhurnal*, 2016, vol. 38, no.3, pp. 29-51. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i3.2016.107778>

Isaev V.I., Lobova G.A., Mazurov A.K., Starostenko V.I., Fomin A.N. *Rayonirovanie megavpadin yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri po plotnosti resursov slantsevoy nefti togurskoy i bazhenovskoy materinskikh svit* [Zoning of megadepressions by shale oil generation density of Togur and Bazhenov source rocks Formations in the southeastern of Western Siberia]. *Geologiya nefti i gaza*, 2018, no. 1, pp. 15-39.

Jarvie D.M. Shale Resource Systems for Oil and Gas: Part 2 - Shale-oil resource systems. Shale reservoirs - giant resources for the 21st century: AAPG Memoir 97, 2012, pp. 89-119.

Kontorovich A.E. *Problemy reindustrializatsii neftegazovogo kompleksa Rossii* [Problems of re-industrialization of the oil and gas bearing areas of Russia]. *Neftyanoe khozyaystvo*, 2016, no. 3, pp.14-15.

Kontorovich V.A. *Tektonika i neftegazonosnost' mezozoysko-kaynozoykskikh otlozheniy yugo-vostochnykh rayonov Zapadnoy Sibiri* [Tectonics and petroleum bearing of the Mesozoic-Cenozoic sections in southeastern of the Western Siberia]. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2002, 253 p.

Korzhov Yu.V., Isaev V.I., Kuzina M.Ya., Lobova G.A. *Genezis doyurskikh zalezhey nefti Rogozhnikovskoy gruppy mestorozhdeniy (po rezul'tatam izucheniya vertikal'noy zonal'nosti alkanov)* [Genesis of the Pre-Jurassic oil accumulations of Rogozhnikov group of fields (based on the results of the study of the vertical zonality of alkanes)]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*, 2013b, vol. 323, no. 1, pp. 51-56.

Korzhov Yu.V., Isaev V.I., Zhil'tsova A.A., Latypova O.V. *Raspredelenie aromatischeskikh uglevodorodov v razreze otlozheniy neftegazonosnykh kompleksov (na primere mestorozhdeniy Krasnoleninskogo svoda)* [Distribution of aromatic hydrocarbons in a section of accumulations of oil and gas (by the example of the fields of the Krasnolenin Arch)]. *Geofizicheskiy zhurnal*, 2013a, vol. 35, no.1, pp. 113-129.

Korzhov Yu.V., Lobova G.A., Isaev V.I., Starikov A.I., Kuzina M.Ya. *Genezis uglevodorodov doyurskogo kompleksa Khanty-Mansiyskogo mestorozhdeniya (zona lokal'nogo szhatiya Zapadno-Sibirskoy plity)* [Genesis of hydrocarbons in the Pre-Jurassic structures of the Khanty-Mansiysk field (local compression zone of the West Siberian plate)]. *Geofizicheskiy zhurnal*, 2020, vol. 42, no. 5, pp. 130-147. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v42i5.2020.215076>

Kuzmenkov S.G., Ayupov R.Sh., Novikov M.V., Isaev V.I., Lobova G.A., Stulov P.A., Butin V.S., Astapenko E.O. *Metody uvelicheniya nefteotdachi na mestorozhdeniyakh Yugry*

[Enhanced oil recovery methods at fields of Yugra]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2020, vol. 331, no. 4, pp. 96-106.

Kuz'menkov S.G., Isaev V.I., Bulatov V.I., Ayupov R.Sh., Igenbaeva N.O., Kuz'min Yu.A., Stulov P.A. *Razvitiye neftegazovogo kompleksa Yugry, trudnoizvlekaemye zapasy* [Development of Yugra oil and gas structure, hard-to-extract reserves]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2018, vol. 329, no. 11, pp. 103-113.

Lobova G.A., Isaev V.I., Kuz'menkov S.G., Luneva T.E., Osipova E.N. *Neftegazonosnost' kollektorov kory vyvetrivaniya i paleozoya yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri (prognozirovanie trudnoizvlekaemykh zapasov)* [Oil and gas reservoirs of weathering crusts and Paleozoic basement in the southeastern of Western Siberia (forecasting of hard-to-recover reserves)]. *Geofizicheskiy zhurnal*, 2018, vol. 40, no. 4, pp. 73-106. DOI: <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i4.2018.140611>

Lobova G.A., Iskorkina A.A., Isaev V.I., Starostenko V.I. *Neftegazonosnost' nizhneyurskikh i doyurskikh rezervuarov Ust'-Tym'skoy megavpadiny* [Petroleum potential of Lower Jurassic and Pre-Jurassic reservoirs of Ust-Tym megadepression]. *Geofizicheskiy zhurnal*, 2015, vol. 37, no. 1, p. 3-20.

Lobova G.A., Luneva T.E., Isaev V.I., Fomin A.N., Korzhov Yu.V., Galieva M.F., Krutenko D.S. *Teplovoyy potok, termicheskaya istoriya materinskoy nizhneyurskoy togurskoy svity i neftegazonosnost' paleozoya Koltogorskogo mezoprogiba (yuzhnyy segment Koltogorsko-Urengoy'skogo paleorifta)* [The heat flow, thermal history of the oil source Lower Jurassic Togur Formation and oil-and-gas potential of the Paleozoic of the Koltogor mezodepression (southern segment of the Koltogor-Urengoy paleorift)]. *Geofizicheskiy zhurnal*, 2019, vol. 41, no. 5, p. 128-155.

Madisheva R.K., Serebrennikova O.V., Isaev V.I., Portnov V.S., Ozdov S.M. *Sostav biomarkerov i proiskhozhdenie neftey Aryskum'skogo progiba (Yuzhnyy Kazakhstan)* [Composition of biomarkers and origin of oils of the Aryskum depression (South Kazakhstan)]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2020, vol. 331, no. 7, pp. 116-130.

Mel'nik I.A. *Vyyavlenie vtorichno preobrazovannykh terrigennykh kollektorov na osnove statisticheskoy interpretatsii materialov GIS* [Identification of secondary converted terrigenous reservoirs based on the statistical interpretation data GIS]. *Geofizika*, 2013, no. 4, pp. 29-36.

Mel'nik I.A., Nedolivko N.M., Zimina S.V. *Vtorichnye karbonaty yurskikh peschanykh otlozheniy kak pokazateli produktivnosti paleozoya* [Secondary carbonates of Jurassic sand section as indicators of the Paleozoic productivity]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2020, vol. 331, no. 3, pp. 32-38.

Ozdov S.M., Madisheva R.K., Seyl'khanov T.M., Portnov V.S., Isaev V.I. *O neftegazonosnosti kory vyvetrivaniya skladchatogo fundamenta Aryskum'skogo progiba Yuzhno-Torgayskogo basseyna* [Oil and gas content of the weathering crust of the folded basement of the Aryskum trough in the South-Torgai basin]. *Neft' i gaz*, 2020, no. 1, pp. 17-32.

*Reshenie 5-go Mezhdedomstvennogo regional'nogo stratigraficheskogo soveshchaniya po mezozoyskim otlozheniyam Zapadno-Sibirskoy ravniny, Tyumen', 1990* [Decision of the 5<sup>th</sup> Interdepartmental regional stratigraphic meeting on Mesozoic strata of the West Siberian plain, 1990]. Tyumen': ZapSibNIGNI, 54 p.

*Resheniya mezhdedomstvennogo soveshchaniya po rassmotreniyu i prinyatiyu regional'nye stratigraficheskoy skhemy paleozoyskikh obrazovaniy Zapadno-Sibirskoy ravniny* [Decision of interdepartmental stratigraphic meeting on the consideration and adoption of regional stratigraphic schemes of Paleozoic of West Siberian plain, 1999]. Editors V.I. Krasnov, V.S. Bochkarev, F.G. Gurari. Novosibirsk: rotaprint SNIIGGiMS, 80 p.

Stupakova A.V., Sokolov A.V., Soboleva E.V., Kurasov I.A., Bordyug E.V., Kiryukhina T.A. *Geologicheskoe izuchenie i neftegazonosnost' paleozoyskikh otlozheniy Zapadnoy Sibiri* [Geological survey and petroleum potential of Paleozoic section in the Western Siberia]. *Georesursy*, 2015, vol. 61, no. 2, pp. 63-76.



Sungurova O.G., Mazurov A.K., Isaev V.I. *Resursoeffektivnaya strategiya poiskov zalezhey nefti v doyurskom osnovanii Zapadnoy Sibiri* [Resource efficient search strategies of oil accumulations in the Pre-Jurassic section of Western Siberia]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*, 2014, vol. 325, no. 1, pp. 147-154.

© Алеева А.О., Лобова Г.А., Осипова Е.Н., 2020

