№ 2(26) ◆ 2016

УДК (552.3:551.311.231):553.981/.982(571.16)

РОЛЬ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД В ФОРМИРОВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА В ЭРОЗИОННО-ТЕКТОНИЧЕСКИХ ВЫСТУПАХ ФУНДАМЕНТА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. А. Айкашева, Н. С. Кукушкина, Ю. В. Кукушкин, Н. И. Панова, Е. Ю. Сафронова, Г. И. Тищенко, А. В. Тищенко, В. М. Тищенко

Показано, что магматические породы имеют определенное влияние на формирование залежей углеводородов не только в коллекторах зоны выветривания пород фундамента, но и в осадочных толщах платформенного чехла. Как правило, магматические комплексы приурочены к областям повышенной долгоживущей тектонической активности, что способствует образованию разломов, формированию трещинно-поровых коллекторов и перетоку углеводородов из отложений коры выветривания в мезозойские. Кроме того, переотложенная кора выветривания магматических пород влияет на минеральный состав экранирующих эрозионно-тектонические выступы толщ в подошве осадочного чехла.

***Ключевые слова**: магматические породы, кора выветривания, залежи нефти, газоконденсатные месторождения углеводородов.*

IMPACT OF MAGMATIC ROCKS ON FORMATION OF OIL AND GAS POOLS WITHIN EROSION-TECTONIC BASEMENT HIGHS. A CASE STUDY FROM THE TOMSK REGION FIELDS

E. A. Aykasheva, N. S. Kukushkina, Yu. V. Kukushkin, N. I. Panova, E. Yu. Safronova, G. I. Tishchenko, A. V. Tishchenko, V. M. Tishchenko

The paper discusses the impact of magmatic rocks on formation of hydrocarbon pools both in reservoirs within the basement weathering zone and in sedimentary strata of the platform sedimentary cover. Magmatic complexes are generally confined to the areas of increased and continuous tectonic activity, which provided for fracturing, formation of fractured-porous reservoirs, and supply of hydrocarbons from weathering crust deposits to the Mesozoic strata. Besides, the re-deposited weathering crust of magmatic rocks affects mineral composition of beds sealing the erosion-tectonic highs in the basement of sedimentary cover.

***Keywords**: magmatic rocks, weathering crust, oil pools, gas-condensate fields.*

DOI 10.20403/2078-0575-2016-2-78-85

В мировой практике геолого-разведочных работ известны месторождения нефти и газа, связанные с магматическими породами. В США к гранитным интрузиям Амарильо и Ред-Ривер приурочено значительное количество нефтяных и газовых месторождений. В гранитах архея сформировалось широко известное гигантское газовое месторождение Хьюготон-Панхендел [5, 6]. На месторождении Литтон-Спрингс залежи нефти обнаружены в серпентинитах кровельной части базальтового лакколита. В результате гидротермальных процессов развились вторичная пористость и проницаемость, достаточные, чтобы серпентинит превратился в коллектор для нефти. Подобные месторождения установлены на Кубе (Санта-Мария, Бакуранао-Крус-Верде и др.) [2].

В Западной Сибири месторождения углеводородов открыты в коре выветривания изверженных пород, в эффузивах кислого и основного состава и интрузивных образованиях. Наиболее преобразованные разновидности магматических пород – основные эффузивы и их пирокластические разности. В связи с тем что обычно исследованные образцы непроницаемы, по лабораторным данным получение притоков из кор выветривания эффузивов следует связывать с трещинно-поровым типом коллектора. По результатам геофизических исследований скважин в разрезах эффузивных толщ кислого состава отмечаются отдельные проницаемые участки в зонах дезинтеграции кор выветривания. Продуктивность кор выветривания эффузивных пород обнаружена на ряде площадей Приуральской нефтегазоносной области (НГО). Здесь из эффузивов основного состава получены нефть в Мулымьинской скв. 2, Даниловской скв. 107 и газ в Сысконьинской скв. 296. Из эффузивов кислого состава получена нефть на Филипповской, Даниловской и Верхнедемьянской площадях. Коры выветривания интрузивных пород промышленно продуктивны на Трехозерной, Потанайской, Алясовской, Березовской площадях. Из серпентенитов на Карабашской площади получено 500 тыс. м^3/сут газа [3]

В Томской области магматические породы на эрозионно-тектонической поверхности фундамента распространены достаточно широко. Интрузивные образования представлены гранитами, гранодиоритами, граносиенитами, габбро, габбро-сиенитами, габбро-диабазами, а также преобразованными ультрабазитами; эффузивы – породами основного (базальтами, базальтовыми порфиритами, диаба-

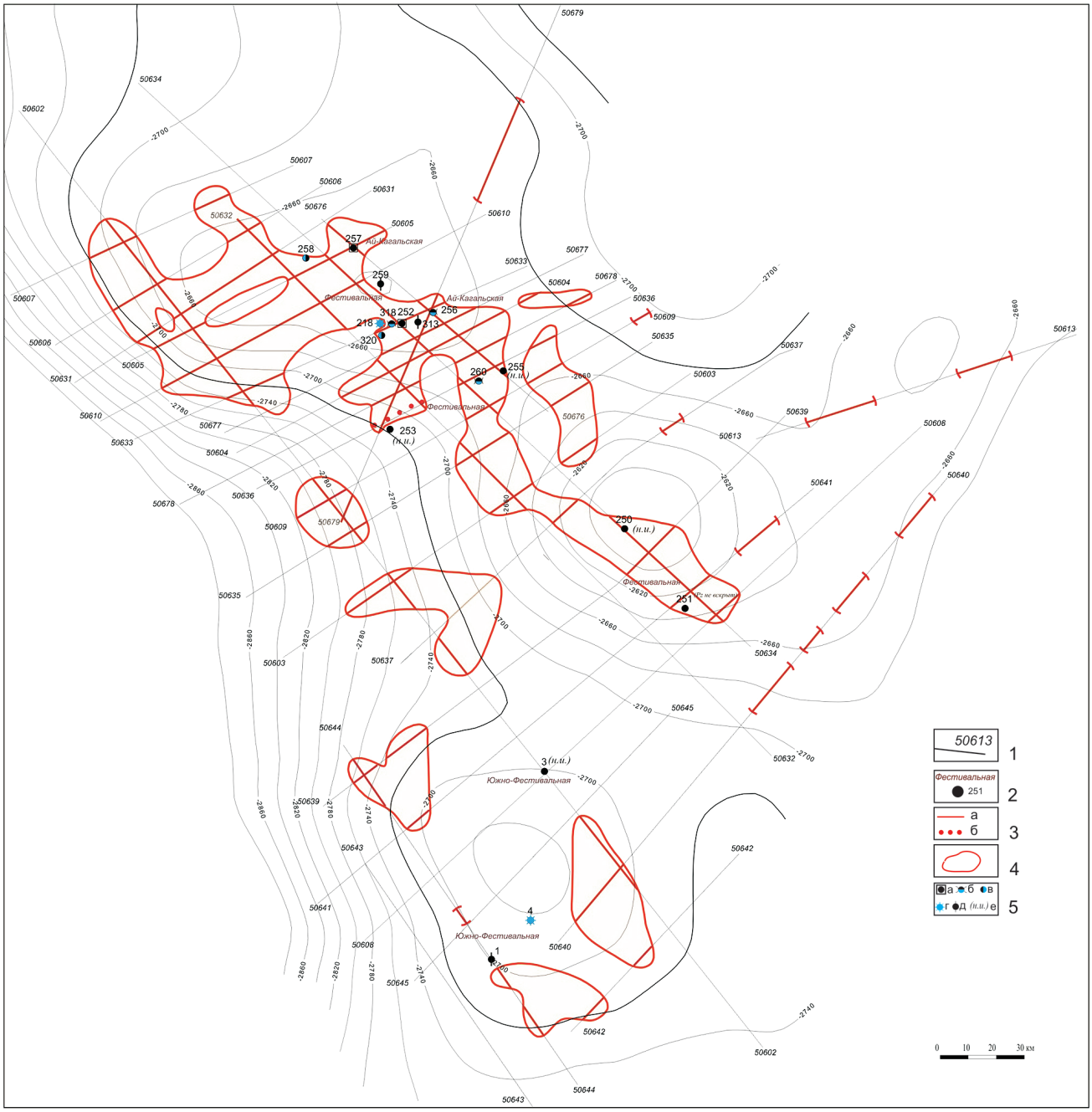

Рис. 1. Прогнозная карта перспектив нефтегазоносности доюрских пород по результатам обработки временных сейсмических разрезов программным комплексом «АИК» (Фестивальная, Южно-Фестивальная площади)

1 – сейсмические профили МОГТ-2Д (первая цифра – год обработки, две следующие – номер партии, две последние – номер профиля); 2 – глубокие скважины (пробуренные) и их номера; 3 – участки профилей с прогнозной перспективностью доюрских пород по результатам обработки временных сейсмических разрезов программным комплексом «АИК», прослеженные: а – непрерывно, б – фрагментарно; 4 – контуры прогнозно-перспективных участков доюрских пород; нефтегазоносность по испытаниям скважин: а – промышленные притоки нефти, б – водонефтяная смесь, в – вода с пленкой нефти, г – вода, д – сухие, е – скважина не испытана

зами, диабазовыми порфиритами, плагиобазальтовыми порфиритами и туфами) и кислого состава (кварцевыми порфирами, фельзитами, фельзитовыми порфирами, кварцевыми кератофирами, дацитовыми порфирами). Магматические и другие типы пород подверглись интенсивным процессам выветривания в позднем палеозое и в предъюрское время. В керне чаще всего наблюдаются продукты дезинтеграции пород, но в ряде скважин сохранился полный или частичный профиль коры выветривания.

В Томской области открыто несколько месторождений углеводородов в зоне дезинтеграции магматических пород в пределах эрозионно-тектонических выступов – Чебачье (граниты), Фестивальное (серпентиниты), Чкаловское (туфы), Среднеглуховское (кислые эффузивы). Непромышленный приток нефти получен из зоны дезинтеграции базальтов

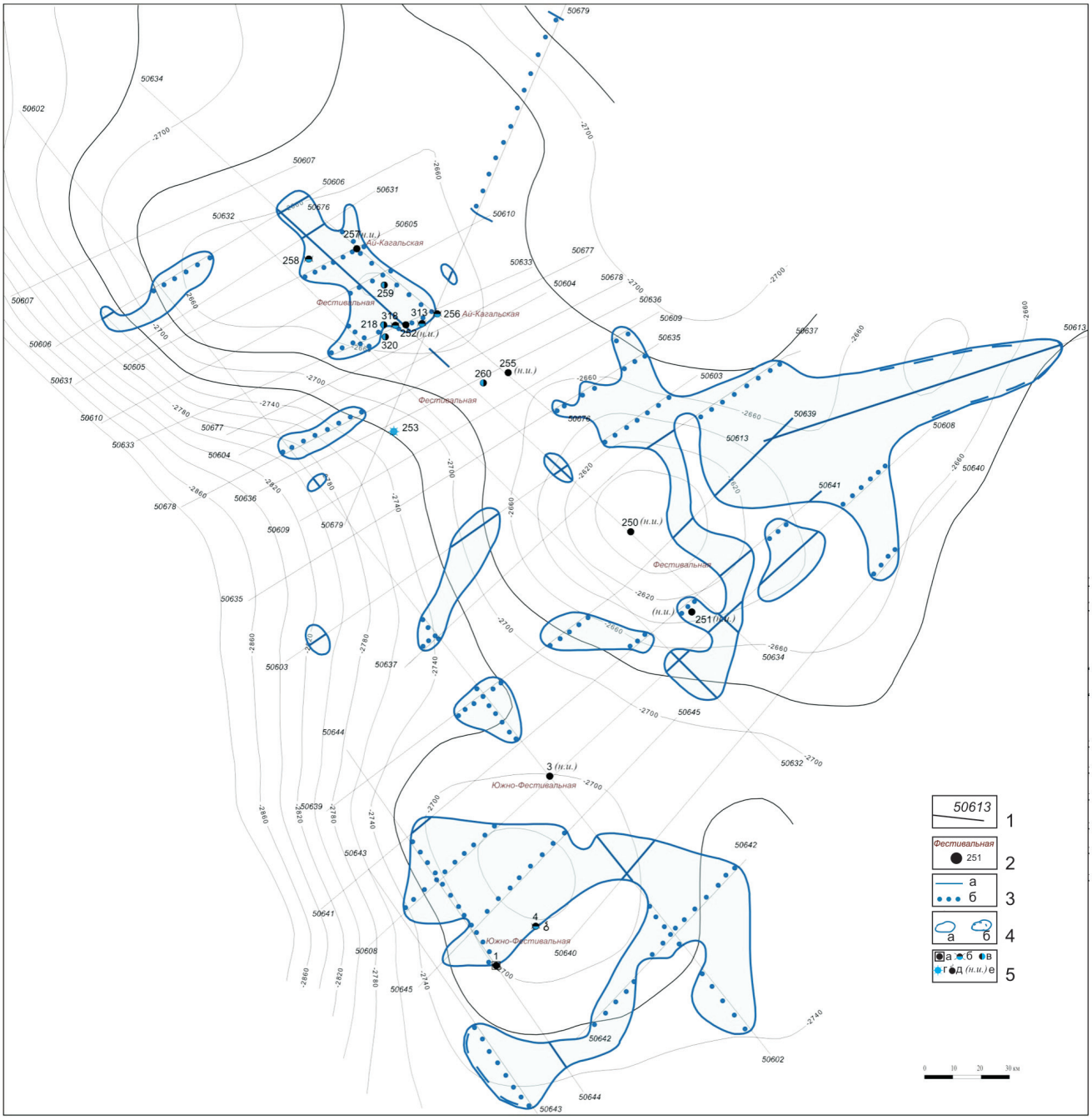

Рис. 2. Прогнозная карта перспектив нефтегазоносности среднеюрских отложений по результатам обработки временных сейсмических разрезов программным комплексом «АИК» (Фестивальная, Южно-Фестивальная площади)

1 – сейсмические профили МОГТ-2Д (первая цифра – год обработки, две следующие – номер партии, две последние – номер профиля); 2 – глубокие скважины (пробуренные) и их номера; 3 – участки профилей с прогнозной перспективностью отложений по результатам обработки временных сейсмических разрезов программным комплексом «АИК», прослеженные: а – непрерывно, б – фрагментарно; 4 – контуры прогнозно-перспективных участков по данным «АИК», прослеживаемые: а – уверенно, б – условно; 5 – нефтегазоносность по испытаниям скважин: а – промышленные притоки нефти, б – водонефтяная смесь, в – вода с пленкой нефти, г – вода, д – запах конденсата нефти в керне, е – скважина не испытана

в параметрической Восточно-Пайдугинской скв. 1. Так или иначе, скопления углеводородов в дезинтегрированных породах приурочены к участкам тектонической активности (разломам), активизация которых наблюдается в отложениях от мезозоя и (в ряде районов) вплоть до палеоген-неогена включительно.

Так, на Фестивальном месторождении зафиксированы разломы, проникающие через весь осадочный чехол, что связывается с неотектоническими движениями. Интенсивные процессы выветривания происходили в позднем палеозое, на границе позднего палеозоя и раннего триаса и в предъюрское время. В силу специфики их формирования за счет разломной тектоники и вторичных преобразований исходных магматических пород, в пространстве они локализованы на отдельных участках. На

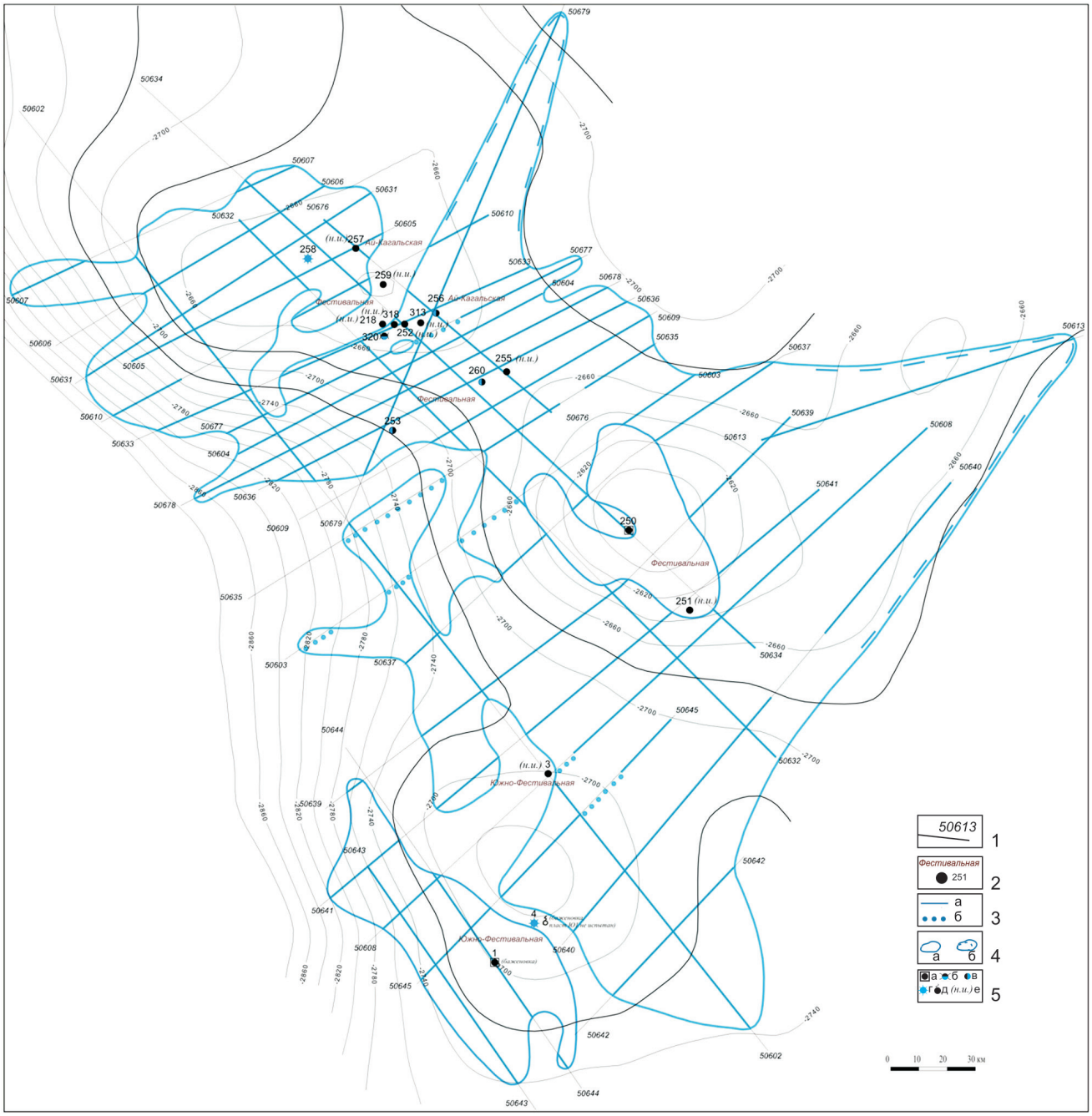

Рис. 3. Прогнозная карта перспектив нефтегазоносности верхнеюрских отложений по результатам обработки временных сейсмических разрезов программным комплексом «АИК» (Фестивальная, Южно-Фестивальная площади)

Усл. обозн. см. на рис. 2

рис. 1 показано распространение продуктивных отложений на эрозионно-тектонической поверхности фундамента Фестивальной и Южно-Фестивальной площадей, спрогнозированое по материалам сейсморазведки и бурения. Применялась методика выделения прогнозно-перспективных участков на временных сейсмических разрезах после обработки их в программном амплитудно-интерпретационном комплексе (АИК). Картировались участки с распространением пары коллектор – покрышка [4]. Прогнозно-перспективная территория охватывает как карбонатный выступ, так и выступы преобразованных магматических пород. Результаты бурения соответствуют прогнозным.

Следует обратить внимание на то, что закартированные прогнозно-перспективные зоны на поверхности фундамента отвечают территории с развитой сетью дизъюнктивных нарушений, отраженных на временных сейсмических разрезах и прослеживаемых до отложений верхнего мела и выше.

Сохранность залежей в эрозионно-тектонических выступах в значительной степени зависит от изолирующих толщ. Лучшими экранами являются глинистые толщи, в которых содержится менее 10 % песчано-алевритовых прослоев, толщина до первого снизу песчаного пласта достигает 10–15 м. Эти толщи сложены на 50–75 % каолинитом, хлоритом, гидрослюдой с содержанием монтмо-

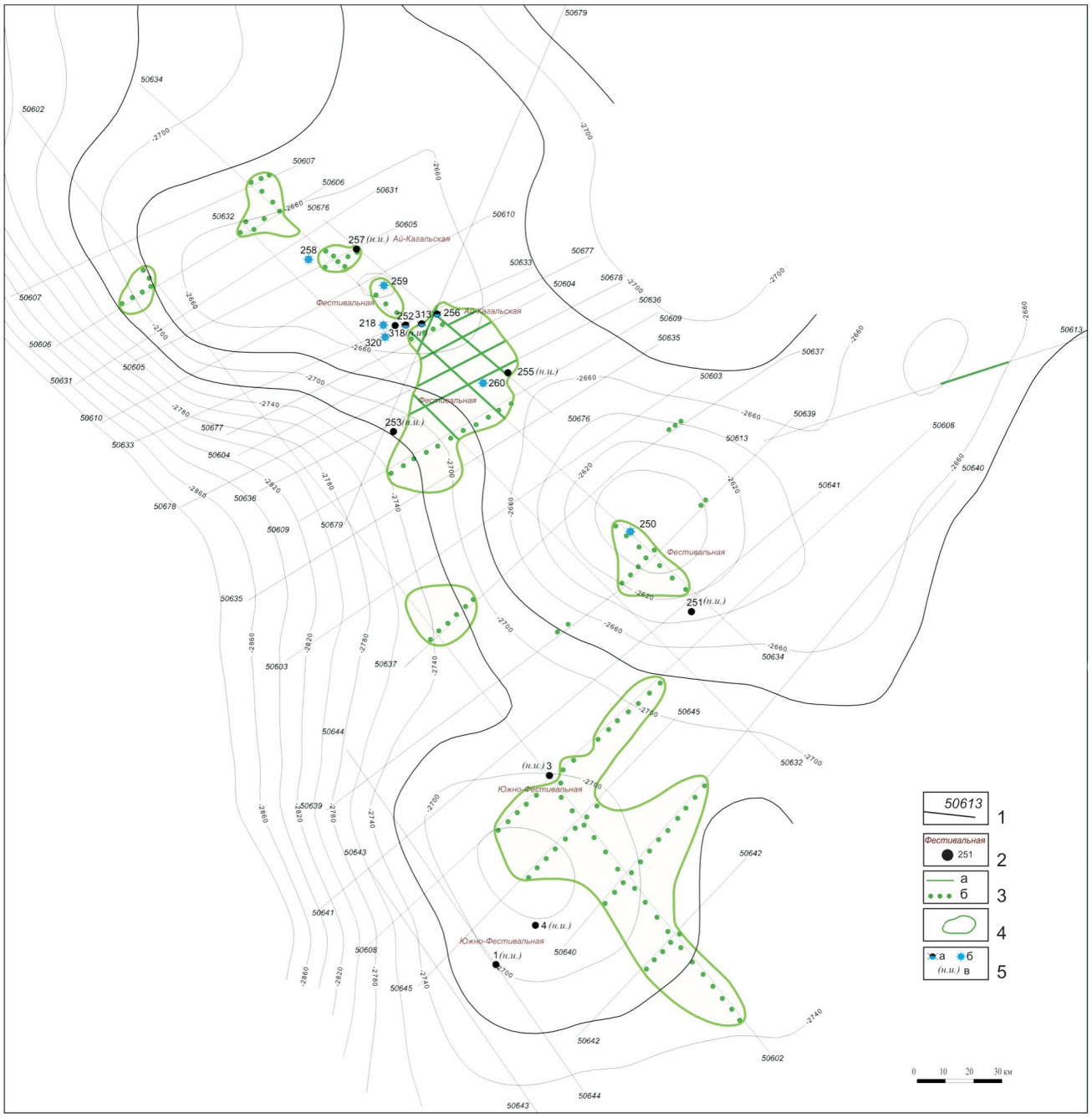

Рис. 4. Прогнозная карта перспектив нефтегазоносности нижнемеловых отложений (низы куломзинской свиты) по результатам обработки временных сейсмических разрезов программным комплексом «АИК» (Фестивальная, Южно-Фестивальная площади)

1 – сейсмические профили МОГТ-2Д (первая цифра – год обработки, две следующие – номер партии, две последние – номер профиля); 2 – глубокие скважины (пробуренные) и их номера; 3 – участки профилей с прогнозной перспективностью отложений по результатам обработки временных сейсмических разрезов программным комплексом «АИК», прослеженные: а – непрерывно, б – фрагментарно; 4 – контуры прогнозно-перспективных отложение мелового НГК; 5 – нефтегазоносность по испытаниям скважин: а – водонефтяная смесь, б – вода, в – скважина не испытана

риллонита и смешанослойных образований до 25–30 % [1].

Изолирующие толщи базальных горизонтов осадочного чехла отличаются неоднородностью, невыдержанностью по площади распространения. Наиболее выдержанные в литологическом отношении толщи глин связаны с погруженными участками.

На Фестивальной площади толщина изолирующей толщи составляет 21 м, но содержание глинистых и алевритовых прослоев достигает 38 %. Невысокое качество изолирующей толщи повлияло как на морфологию залежи нефти в коллекторе по магматическим породам, так и на распространение нефтегазонасыщенности в песчаных пластах средней юры (рис. 2). В то же время по прогнозу в верхнеюрских песчаниках могут накапливаться большие массы углеводородов (рис. 3), где покрышкой для них служит выдержанная по площади и однородно-

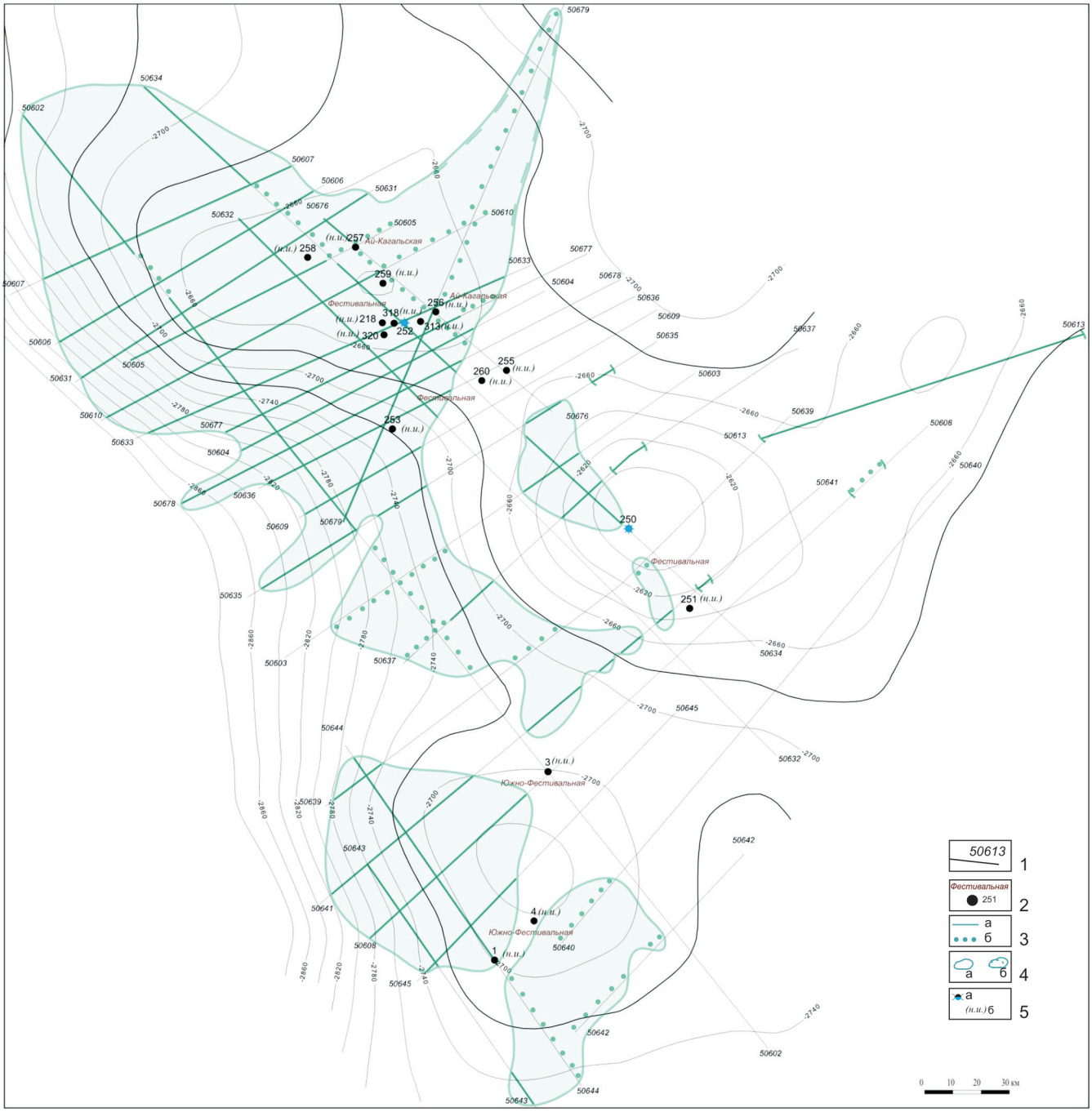

Рис. 5. Прогнозная карта перспектив нефтегазоносности отложений покурской и алымской свит по результатам обработки временных сейсмических разрезов программным комплексом «АИК» (Фестивальная, Южно-Фестивальная площади)

1 – сейсмические профили МОГТ-2Д (первая цифра – год обработки, две следующие – номер партии, две последние – номер профиля); 2 – глубокие скважины (пробуренные) и их номера; 3 – участки профилей с прогнозной перспективностью отложений низов покурской и верхов алымской свит по результатам обработки временных сейсмических разрезов программным комплексом «АИК», прослеженные: а – непрерывно, б – фрагментарно; 4 – контуры прогнозно-перспективных отложение мелового НГК, прослеженные: а – уверенно, б – условно; 5 – нефтегазоносность по испытаниям скважин: а – вода, б – скважина не испытана

сти баженовская свита. Она же служит покрышкой для залежи нефти в Чебачьем эрозионно-тектоническом выступе. Толщина ее вместе с аргиллитами куломзинской и георгиевской свит достигает 96 м.

Наиболее качественными являются изолирующие толщи в отложениях нижней юры, тогурская свита и аргиллиты баженовской и георгиевской свит верхней юры. Нижнеюрские отложения образованы в условиях влияния местных источников сноса. Благодаря широкому распространению магматических пород основного состава в доюрском фундаменте формировались наиболее качественные по минеральному составу покрышек. Древние коры выветривания способствовали поступлению в бассейн

седиментации пелитового материала в массовом количестве.

С точки зрения изоляции залежей представляют интерес отложения нижнего и верхнего мела. По прогнозу в низах куломзинской и покурской свит на Фестивальной и Южно-Фестивальной площадях также могут быть обнаружены скопления углеводородов (рис. 4, 5). Здесь развиты морские выдержанные по площади пласты песчаников и глин. Перетоки углеводородов в эти резервуары возможны за счет разломов. Залежь в низах покурской свиты прогнозируется в основном в северной части территории, где сеть разломов по временным сейсмическим разрезам наиболее густая.

Помимо экранирующих толщ осадочного чехла роль покрышек могут играть различные породы фундамента. Магматические породы и их коры выветривания, особенно основного и ультраосновного состава, служат препятствием для движения углеводородов по напластованию. Подобные залежи известны в Приуральской НГО (кольцевые залежи, по И. И. Нестерову). Залежи нефти и газа экранируются продуктами разложения основных эффузивов на Медведевской и Останинской структурах в Томской области. Вскрытая толщина доюрских образований на Медведевской площади колеблется от 20 до 80 м. Литологический состав пород фундамента разнообразен. По результатам изучения керна отложения представлены туфогравелитами, органогенными известняками, доломитизированными известняками, плотными аргиллитами на Медведевской структуре. Продуктивны здесь карбонатные породы. В центре Медведевской структуры вскрыты диабазы (скв. 7), которые экранируют залежь нефти в карбонатах на склоне эрозионно-тектонической поверхности фундамента (скв. 6).

Структуры, в центральных частях которых размещены эффузивы и их коры выветривания, весьма интересны в отношении нефтегазоносности. С одной стороны, эффузивные породы и их коры могут служить экраном внутри доюрских тощ, а с другой – переотложение продуктов выветривания пород основного и среднего состава на склонах этих поднятий может способствовать формированию экранирующих толщ (в составе осадочного чехла) с минеральным составом высокого качества. При этом увеличивается процентное содержание смешанослойных образований в области распространения эффузивных и интрузивных пород основного состава. Так, в сводовой части структуры в Фестивальной скв. 252 вскрыты серпентиниты, а на ее склоне в скв. 255 в основании осадочного чехла – глинистые породы с содержанием смешанослойных минералов до 65 %.

Таким образом, магматические породы имеют определенное влияние на формирование залежей углеводородов не только в коллекторах зоны выветривания пород фундамента, но и в осадочных толщах платформенного чехла. Как правило, магматические комплексы приурочены к областям повышенной долгоживущей тектонической активности, что способствует образованию разломов, формированию трещинно-поровых коллекторов и перетоку углеводородов из отложений коры выветривания в мезозойские отложения. В зонах разломов идет интенсивное преобразование вмещающих углеводороды пород. В результате исследований Р. С. Сахибгареева, Ю. В. Щепёткина, Г. И. Тищенко, В. А. Баженова и др. доказано, что под воздействием нефтесодержащих флюидов осадочные породы, вмещающие и окружающие залежи, а также находящиеся на путях миграции УВ, испытывают многообразные и существенные преобразования минерального состава и структурно-текстурного строения. К таким изменениям относятся растворение основных породообразующих минералов и переотложение их в виде регенерационных новообразований, конкреций и т. д. Вследствие диффузии и эффузии нефтесодержащих соединений над скоплениями УВ и вокруг них образуются зоны осадочного чехла с эпигенетически преобразованными отложениями. Так, промышленная залежь газоконденсата выявлена в сводовой части Лучистого поднятия (Речное газоконденсатное месторождение) при испытании скв. 81. Залежь приурочена к палеозойским отложениям, в верхней части представленным маломощной (5–6 м) корой выветривания, которая в скв. 282 сложена кремнистой плотной битуминозной породой опал-халцедонового состава, а в скв. 281 вскрыты бокситы бемит-диаспорового состава (переотложенная кора выветривания карстового типа). Ниже по разрезу непродуктивная часть представлена однородной толщей оолитово-комковатых, органогенно-детритовых, неравномерно-зернистых известняков светло-серого цвета турнейско-верхнефаменского возраста. Залежь перекрыта юрскими непроницаемыми породами с включениями минералов переотложенной коры выветривания магматических пород. На Речной площади скв. 280 в инт. 2925–3039 м вскрыты долериты слабо метаморфизованные, плотные, трещиноватые с элементами вторичной минерализации под влиянием диффузионных процессов миграции углеводородов при образовании газоконденсатной залежи, вскрытой скв. 281 и 282.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Зависимость** размещения залежей нефти и газа от литолого-фациальной характеристики толщ. [Текст] / Т .Ф. Антонова, Т. И. Гурова, С. Г. Сорокина [и др.] // Тр. СНИИГГиМС. – 1972. – Вып. 131. – С. 162–184.

2. **Габриэлянц, Г. А.** Генетическая и морфологическая классификация неантиклинальных ловушек нефти и газа [Текст] / Г. А. Габриэлянц // Тр. ВНИГНИ. – 1976. – Вып. 178. – С. 23–38.

3. **Журавлев, Е. Г.** Коры выветривания фундамента Западно-Сибирской и Волго-Уральской нефтегазоносных провинций и их влияние на литологию нижних продуктивных горизонтов осадочного чех-

ла : автореф. дис. ... д. г.-м. н. [Текст] / Е. Г. Журавлев. – М., 1975. – 55 с.

4. **Методика** прогнозирования месторождений нефти и газа по сейсмическим эффектам для юго-востока Западно-Сибирской плиты [Текст] / С. С. Ершов, В. И. Кукушкин, Н. В. Сысолятин, Г. И. Тищенко // Методы прямого прогнозирования залежей углеводородов тез. докл. науч.-практ. конф. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 2009. – С. 54–64.

5. **Порфирьев, В. Б.** О критике теории неорганического происхождения [Текст] / В. Б. Порфирьев // Проблема неорганического происхождения нефти. – Киев : Наукова думка, 1971. – С. 34–35.

6. **Перспективы** поиска залежей нефти в кристаллическом фундаменте Припятской впадины [Текст] / В. Б. Порфирьев, В. А. Краюшкин, Н. С. Ерофеев [и др.] // Геологический журнал. – 1977. – Т. 37. – С. 3–8.

REFERENCES

1. Antonova T.F., Gurova T.I., Sorokina S.G., et al. *Zavisimost' razmeshcheniya zalezhey nefti i gaza ot litologo-fatsial'noy kharakteristiki tolshch* [Dependence between oil and gas bool occurrences and lithological-facies features of strata]. Novosibirsk, *SNIIGGiMS Proc*., 1972, iss. 131, pp. 162–184. (In Russ.).

2. Gabrielyants G.A. *Geneticheskaya i morfologicheskaya klassifikatsiya neantiklinal'nykh lovushek nefti i gaza* [Genetic and morphological classification of non-anticlinal oil and gas traps]. Moscow, *VNIGNI Proc*., 1976, iss. 178, pp. 23–38. (In Russ.).

3. Zhuravlev E.G. *Kory vyvetrivaniya fundamenta Zapadno-Sibirskoy i Volgo-Ural'skoy neftegazonosnykh provintsiy i ikh vliyanie na litologiyu nizhnikh produktivnykh gorizontov osadochnogo chekhla* [Weathering crust of the basement of the West Siberian an Volga-Urals petroleum provinces and their impact on lithology of the producing horizons in sedimentary cover]. Autoabstract of the doctoral thesis in geology and mineralogy, Moscow, MINKHiGP Publ., 1975. 55 p. (In Russ.).

4. Ershov S.S., Kukushkin V.I., Sysolyatin N.V., Tishchenko G.I. [Methods to predict oil and gas pools in the southeastern West Siberian Plate from seismic effects]. *Metody pryamogo prognozirovaniya zalezhey uglevodorodov* [Methods of direct prediction of hydrocarbon pools]. Novosibirsk, 2009, pp. 54–64. (In Russ.).

5. Porfiryev V.B. [Criticism of non-organic genesis of petroleum]. *Problema neorganicheskogo proiskhozhdeniya nefti* [Non-organic petroleum genesis]. Kyiv, Naukova dumka Publ., 1971, pp. 34–35. (In Russ.).

6. Porfiryev V.B., Krayushkin V.A., Erofeev N.S., et al. [Prospects to discover oil pools in the crystalline basement of the Pripyat depression]. *Geologicheskiy zhurnal – Geological Magazine*, 1977, vol. 37, pp. 3–8. (In Russ.).

© Е. А. Айкашева, Н. с. Кукушкина,
Ю. В. Кукушкин, Н. И. Панова, Е. Ю. Сафронова,
Г. И. Тищенко, А. В. Тищенко, В. М. Тищенко, 2016

АЙКАШЕВА Елена Анатольевна, ТФ Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (ТФ СНИИГГиМС), Томск, завотделом. *E-mail: ajkasheva@rambler.ru*

КУКУШКИНА Наталья Степановна, ТФ Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (ТФ СНИИГГиМС), Томск, вед. инженер. *E-mail: kuk842@rambler.ru*

КУКУШКИН Юрий Владимирович, ТФ Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (ТФ СНИИГГиМС), Томск, вед. инженер. *E-mail: kuk842@rambler.ru*

ПАНОВА Надежда Ивановна, ТФ Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (ТФ СНИИГГиМС), Томск, вед. инженер. *E-mail: panova@tf-sniiggims.ru*

САФРОНОВА Елена Юрьевна, ТФ Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (ТФ СНИИГГиМС), Томск, завлабораторией. *E-mail: seu_77@rambler.ru*

ТИЩЕНКО Галина Ивановна, ТФ Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (ТФ СНИИГГиМС), Томск, замдиректора, к.г.-м.н. *E-mail: pochta@tf-sniiggims.ru*

ТИЩЕНКО Андрей Викторович, ТФ Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (ТФ СНИИГГиМС), Томск, ст. науч. сотр. *E-mail: tishgi@yandex.ru*

ТИЩЕНКО Виктор Михайлович, ТФ Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (ТФ СНИИГГиМС), Томск, первый замдиректора, к.г.-м.н. *E-mail: tvikm@tf-sniiggims.ru*

AYKASHEVA Elena, Tomsk Branch of Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Tomsk, Russia. E-*mail: ajkasheva@rambler.ru*

KUKUSHKINA Natalya, Tomsk Branch Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Tomsk, Russia. *E-mail: kuk842@rambler.ru*

KUKUSHKIN Yuri, Tomsk Branch of Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Tomsk, Russia. *E-mail: kuk842@rambler.ru*

PANOVA Nadezhda, Tomsk Branch of Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Tomsk, Russia. *E-mail: panova@tf-sniiggims.ru*

SAFRONOVA Elena, Tomsk Branch of Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Tomsk, Russia. *E-mail: seu_77@rambler.ru*

TISHCHENKO Galina, PhD, Tomsk Branch of Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Tomsk, Russia. *E-mail: pochta@tf-sniiggims.ru*

TISHCHENKO Andrey, Tomsk Branch of Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Tomsk, Russia. *E-mail: tishgi@yandex.ru*

TISHCHENKO Viktor, PhD, Tomsk Branch of Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Tomsk, Russia. *E-mail: tvikm@tf-sniiggims.ru*