DOI: 10.24412/2076-6785-2021-4-**-**

УДК 551.86 I Научная статья

Влияние тектонических процессов на формирование залежей углеводородов Ванкорского кластера месторождений

Фатеева Е.В., Буякина И.В., Кантемирова Н.А.
ООО «Тюменский нефтяной научный центр», Тюмень, Россия
nakantemirova@tnnc.rosneft.ru

Аннотация

Изучено влияние тектонических процессов на формирование ловушек углеводородов (УВ) на примере Ванкорского кластера. Для изучения палеотектонической активности, периодов интенсивности роста структур, понимания особенностей структурно-тектонического формирования ловушек УВ в пределах Лодочного вала проведен анализ геолого-геофизических материалов, перепада уровня межфлюидальных контактов. Дано подтверждение наличия тектонически напряженных зон по территории Лодочного месторождения и на границе поднятий Тагульского – Лодочного – Ванкорского.

Материалы и методы
Материалы: сейсмическая база данных группы месторождений Ванкорского кластера, результаты интерпретации геофизических исследований в скважинах Лодочного месторождения.
Методы: картографические построения, графическое изображение зависимости высоты структур от времени формирования.

Ключевые слова
палеотектонический анализ, зоны разобщения, уровни межфлюидальных контактов, рост структур, Лодочное месторождение

Для цитирования
Фатеева Е.В., Буякина И.В., Кантемирова Н.А. Влияние тектонических процессов на формирование залежей углеводородов Ванкорского кластера месторождений // Экспозиция Нефть Газ. 2021. № 4. С. **–**. DOI: 10.24412/2076-6785-2021-4-**-**

Поступила в редакцию: 30.07.2021

UDC 551.86 I Original Paper

The influence of tectonic processes on HC deposits formation at the Vankor cluster

Fateeva E.V., Buyakina I.V., Kantemirova N.A.
“Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia
nakantemirova@tnnc.rosneft.ru

Abstract

The influence of tectonic processes on the formation of hydrocarbon traps is studied on the example of the Vankor cluster. Geological and geophysical materials, as well as the difference in fluid contacts were analyzed to study paleotectonic activity, the periods of structures development intensity and to understand the features of structural and tectonic formation of hydrocarbon traps within the Lodochnoye Val. The presence of tectonically stressed zones within the Lodochnoye field and at the edges of Tagulskoye – Lodochnoye – Vankor uplifts has been confirmed.

Materials and methods
Materials: seismic data on the Vankor cluster, interpretation of logging data in the Lodochnoye field wells.
Methods: maps, graphic images of structures depths vs. formation period.

Keywords
paleotectonic analysis, separation zones, fluid contact levels, structures development, the Lodochnoye field

For citation
Fateeva E.V., Buyakina I.V., Kantemirova N.A. The influence of tectonic processes on HC deposits formation at the Vankor cluster. Exposition Oil Gas, 2021, issue 4, P. **–**. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2021-4-**-**

Received: 30.07.2021

В данной статье рассмотрено влияние тектонических процессов на примере Ванкорского кластера месторождений. Основные запасы углеводородов (УВ) приурочены к отложениям меловой системы, сформированным в континентальных и прибрежно-морских условиях.

Ванкорское, Лодочное и Тагульское месторождения находятся в Туруханском районе Красноярского края [5, 6]. На сегодняшний день остается много вопросов к процессу формирования и оконтуривания залежей УВ.

В плане структурно-тектонического районирования юрских и меловых отложений Лодочный лицензионный участок расположен в пределах Лодочного вала, входящего в состав Большехетской структурной террасы — структуры первого порядка. Лодочный вал имеет субмеридиональное простирание и объединяет Тагульское, Лодочное, Ванкорское и Западно-Лодочное локальные поднятия. Ванкорское локальное поднятие осложняет северное окончание Лодочного вала, а Тагульское — южную часть. На рассматриваемых месторождениях фиксируются разные уровни межфлюидальных контактов залежей продуктивных пластов Дл-1, Як-1, Як-3, несмотря на раскрытие структуры в северном направлении (рис. 1).

По данным сейсмики тектонические нарушения на исследуемой территории не прослеживаются. В связи с этим проведена работа по анализу других факторов, указывающих на тектоническую активность.

Блочная структура района рассматривалась с позиции напряженного состояния массива горных пород. Предполагается, что на контактах блоков возникают повышенные напряжения, т.е. создаются тектонически напряженные зоны и происходит резкое изменение однородности геофизических полей.

Для понимания особенностей структурно-тектонического строения и формирования ловушек УВ в пределах Лодочного вала были проанализированы: график роста структур (по Нейману), карты аномалий магнитного поля, карты аномалий гравитационного поля, а также карты изопахит между отражающими горизонтами (ОГ) Т, Бг, Б40, Н5, Н2, М, Г.

На первом этапе рассматривались аномалии гравитационных и магнитных полей. По ним выделены региональные и локальные аномалии [1, 2]. Особое внимание обращалось на характер выдержанности аномального геофизического поля. На рисунке 2 показаны карты распределения аномальных значений магнитного (ΔТ) и гравитационного поля (Δg) исследуемой территории, охватывающей Тагульский, Лодочный и Ванкорский лицензионные участки (ЛУ).

Представленные региональные магнитометрические наблюдения характеризуют геологические объекты, расположенные относительно близко к поверхности, вследствие чего рассматриваемое поле имеет резко дифференцированный облик [7]. Поле силы тяжести, в свою очередь, отличается более гладким распределением значений, что обусловлено влиянием крупных геологических структур, в том числе и глубинного залегания.

На рисунке 2а показана карта аномального магнитного поля ΔТ. По данным магнитной съемки уверенно выделяются зоны локальных линейных аномалий в виде минимумов и максимумов. Такое поведение магнитного поля обусловлено наличием тектонически напряженных зон, влияние которых выражается в изменении магнитного поля. На карте отмечается наличие резкого ограничения аномалий магнитного поля по типу «торцевое сочленение» различных по знаку аномалий на границе Лодочного и Ванкорского ЛУ, что является косвенным показателем наличия тектонически напряженной зоны.

Значения интенсивности гравитационного поля в общем виде значения Δg в районе исследования имеют гладкое распределение и характеризуются малой чувствительностью к локальным объектам [3].

На втором этапе был рассчитан график роста структур по Нейману (рис. 3), располагающихся на данной территории [4].

Согласно графику Неймана, тектонические процессы на территории сопровождались небольшим, но постоянным во времени ростом Ванкорской структуры. Тектоническое

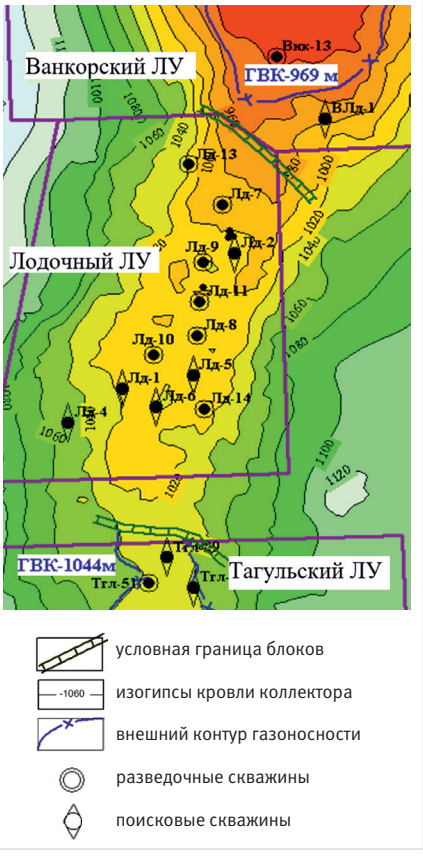

Рис. 1. Структурная карта по отражающему горизонту Дл-1 с вынесенными контактами
Fig. 1. Structural map along reflector Dl-1 with contacts

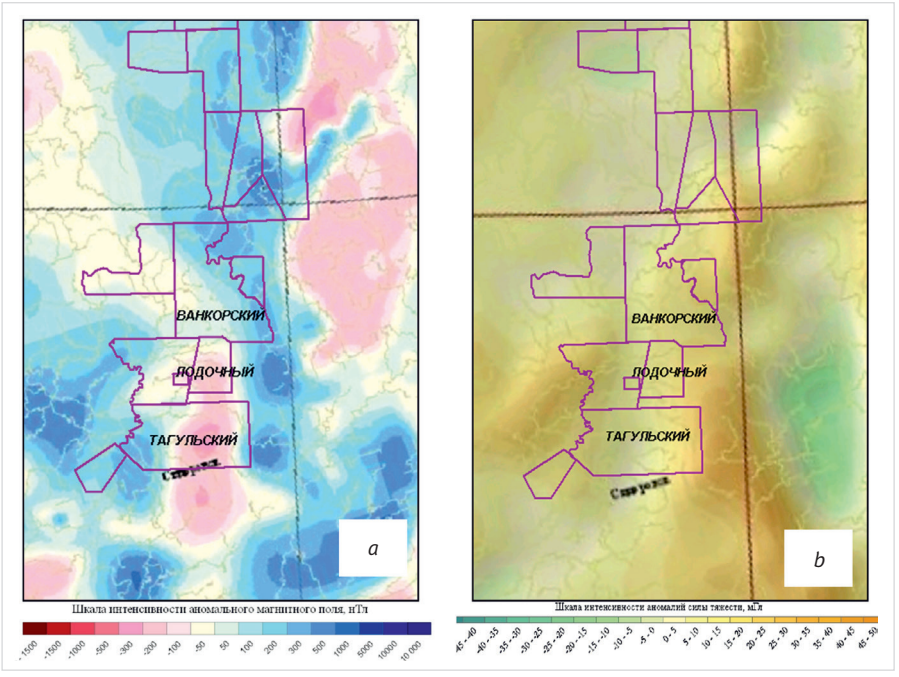

Рис. 2. Карты потенциальных полей:
а — карта магнитного поля; b — карта гравитационного поля
Fig. 2. Potential fields maps:
a – magnetic field map; b – gravity field map

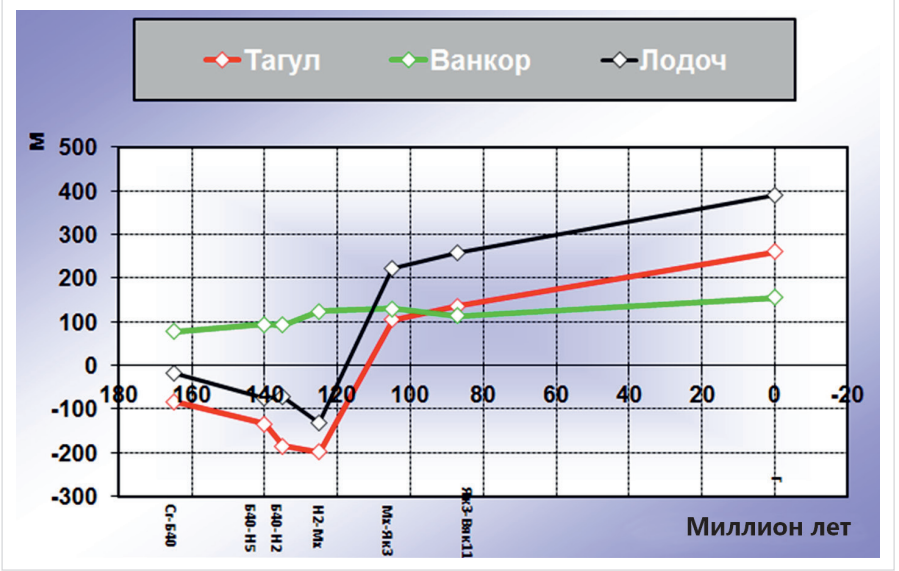

Рис. 3. График относительного роста структур (по Нейману)
Fig. 3. Curves of structures growth (by Neumann)

развитие на Тагульском и Лодочном ЛУ выглядит унаследовано, но в течение всего времени формирования структур на этих участках проходили интенсивные разнонаправленные тектонические движения. Так, до момента накопления кровли малохетской свиты проходило общее прогибание этих территорий. К концу формирования ОГ Мх отмечается резкий рост структур вплоть до формирования Нижнеяковлевской свиты. Далее темпы роста замедляются.

Как видим, интенсивность и направленность тектонических движений не одинакова в пределах территории. При этом вероятность превышения предела прочности пород выше при более интенсивных разнонаправленных движениях. Именно на таких участках происходит резкое изменение однородности геофизических полей и напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Судя по графику роста структур, такая тектонически напряженная зона (ТНЗ) сформировалась на границе Лодочного и Ванкорского ЛУ. Менее напряженная зона формировалась между Тагульским и Лодочным поднятиями.

На третьем этапе для более точного обоснования линии ТНЗ были рассмотрены карты изопахит.

Для рассматриваемой территории построен комплекс карт изопахит между следующими отражающими границами: Т, Бг (кровля нижней подсвиты сиговской свиты), Б40 (в верхней части яновстанской свиты), Н500 (кровля нижнехетской свиты), Н200 (отражение в кровельной части суходудинской свиты), М (кровля малохетской свиты), Г (кровля долганской свиты).

Поскольку прогибание территории на Лодочном и Тагульском ЛУ шло вплоть до окончания формирования малохетской свиты, то время максимальной тектонической активности пришлось на момент формирования ОГ М-Як3.

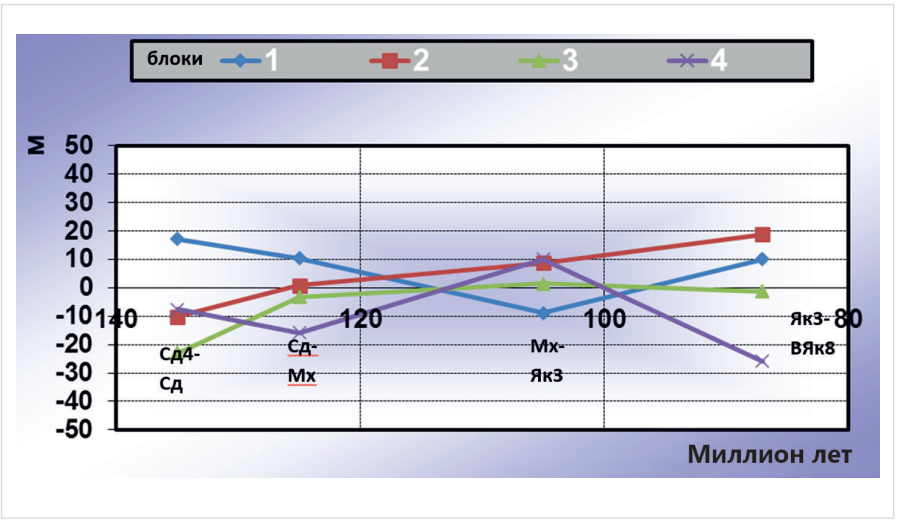

Рис. 6. График изменения относительного положения локальных участков во времени на Лодочном ЛУ
Fig. 6. Plot of local areas changes in time, the Lodochnoye LA

В это время фиксируется значительное увеличение скорости роста Лодочной и Тагульской структур по сравнению с Ванкорской, что привело к сокращению разреза и нашло отражение на карте изопахит между ОГ Як3-Г (рис. 4).

В итоге можно отметить следующее: в пределах изучаемого участка существовало время некомпенсированного осадконакопления, связанное с разноскоростным погружением по площади, которое внесло значительный вклад в структурные особенности [8].

Переходя от тектонически напряженных зон, которые разделяют рассматриваемые месторождения между собой, авторы выполнили детальный анализ положения газоводяного и водонефтяного контактов залежей пластов Дл, ВЯк, Як, Сд, Мх Лодочного месторождения.

Комплексный анализ результатов испытаний, опробований пласта на кабеле (ОПК), данных эксплуатации скважин, материалов ГИС выявил перепад контактов до 10 м по скважинам, расположенным на одном гипсометрическом уровне. Ассоциировать линии разобщения напрямую с тектонической деятельностью по данным сейсмики не представляется возможным. Было принято решение перенести возможность обоснования линий разобщений в плоскость палеотектонического анализа с построением графиков колебательного процесса в пределах Лодочного ЛУ.

После проведенного анализа ВНК территория была поделена на 4 блока (рис. 5).

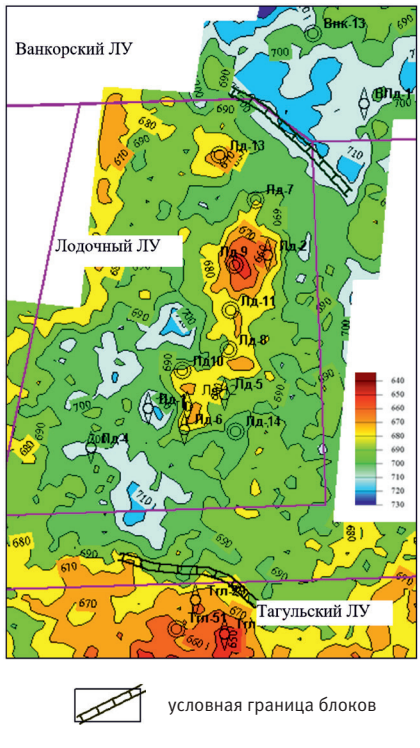

Рис. 4. Карта изопахит между ОГ Як3-Г
Fig. 4. Isopach map between Yak3-G

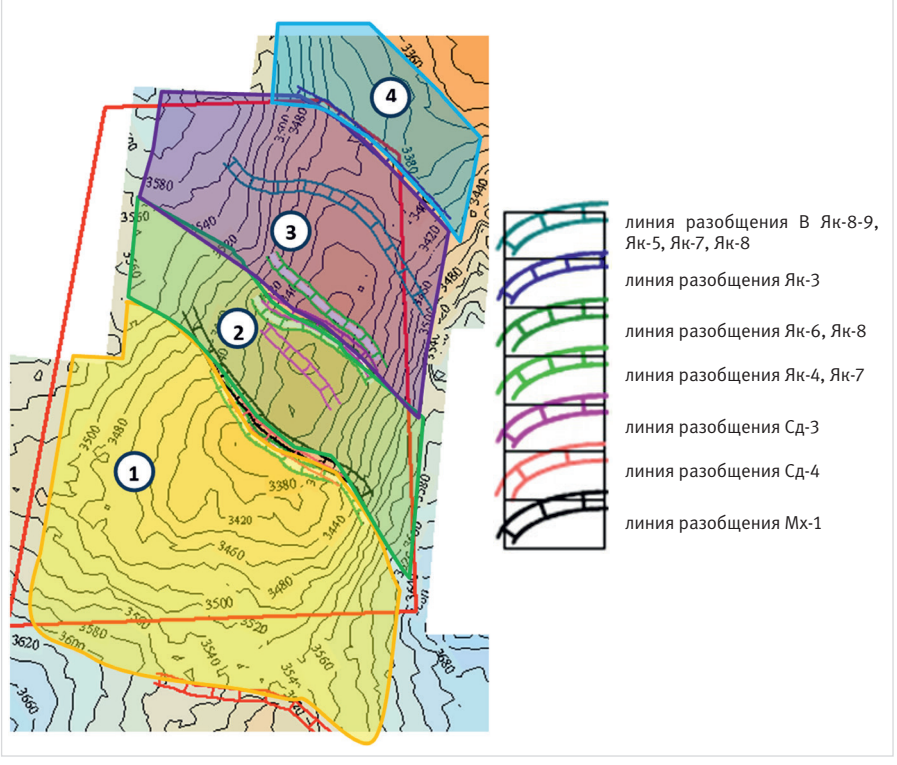

Рис. 5. Структурная карта Сг-7 и схема районирования Лодочного ЛУ
Fig. 5. Structural map along Sg-7 and areas schemes at the Lodochnoye LA

Границы блоков вынесены на структурную карту по ОГ Сг 7, на которой наблюдаются локальные поднятия, которые во времени испытывали разнонаправленные движения.

Для построения графика изменения относительного положения локальных участков во времени определялась среднеарифметическая мощность каждого пласта (объекта) по ЛУ в целом. От этой мощности отнималось среднее значение мощности, рассчитанное для каждого блока. Если участок был в данное время приподнят, то значение положительное и наоборот: если опущен, то отрицательное (рис. 6).

Выполненная работа косвенно подтверждает наличие тектонически напряженных зон как на территории Лодочного месторождения, так и на границе поднятий Тагульского — Лодочного — Ванкорского. К данным зонам приурочены перепады уровней контактов и соответственно литологических разобщений. Выявленные условные зоны разобщения смещены по площади, но не противоречат выявленным блокам, что подтверждается на пластах Як-4, Як-7, Як-8.

Во время формирования пластов Сд-Як-3 фиксируется разнонаправленное движение блоков 1 и 4, при этом блоки 2 и 3 развиваются унаследовано, в этот период происходили основные движения.

Итоги

Изучение блокового строения показало, что интенсивность и направленность тектонических движений не одинакова в пределах территории. Исследуемая территория разделена на блоки. В частности, можно отметить, что район Лодочного ЛУ претерпевал разнонаправленные амплитудные движения на протяжении всего своего развития.

Выводы

В масштабах Ванкорского кластера месторождений блочное строение территории повлияло на формирование залежей и контактов по всему разрезу. Регионально наблюдается поднятие контактов на север. Проведенный анализ истории тектонического развития Ванкорского, Лодочного и Тагульского месторождений подтвердил наличие литологически разобщенных блоков со своими уровнями контактов, что необходимо учитывать при разработке вышеперечисленных месторождений.

Литература

1. Методические рекомендации по оценке склонности рудных и нерудных месторождений к горным ударам. М.: Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности, 2016. 52 с.
2. Богословский В.А., Горбачев Ю.И., Жигалин А.Д., Калинин А.В., Попов М.Г., Пушкарев П.Ю., Модин И.Н., Никитин А.А., Никитин Ан.А., Степанов П.Ю., Хмелевский В.К. Геофизика: учебное пособие, электронное издание сетевого распространения. М.: КДУ, Добросвет, 2018. 320 с.
3. Блох Ю.И. Количественная интерпретация гравитационных и магнитных аномалий. Учебное пособие. М: МГГА, 1998. 88 с.
4. Нейман В.Б. Теория и методика палеотектонического анализа. М.: Недра, 1984. 80 с.
5. Виноградов А.П. Атлас литолого-палеогеографических карт СССР. Москва: Аэрогеологический трест, 1968. 80 с.
6. Виноградов А.П. Палеогеография СССР. М.: Недра, 1975. 200 с.
7. Региональная геология. Стратиграфия и палеонтология фанерозоя Сибири. Сборник научных трудов. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2009. 153 с.
8. Шемин Г.Г. Результаты палеотектонического анализа по изучению истории формирования пликативных структур и ловушек нефти и газа сложнопостроенных районов сибирской платформы и их научно-практическое значение // Интерэкспо Гео-Сибирь. Т. 2. № 1. 2014. С. 215–219.

ENGLISH

Results

The study of the block structure showed that the intensity and direction of tectonic movements are not the same within the area. The study area was divided into blocks. In particular, it can be noted that the area of the Lodochnoye LA has undergone multidirectional amplitude movements throughout its development.

Conclusion

At the Vankor cluster of fields, the block structure of the area affected deposits formation and contacts along the section. Regionally, there is an increase in contacts to the north. The analysis of the history of the tectonic development of the Vankor, Lodochnoye and Tagulskoye fields confirmed the presence of lithologically separated blocks with their own contact levels.

References

1. Methodological recommendations for assessing aptitude of metalliferous and non- metalliferous fields to rock bumps. Moscow: Scientific technical center of industrial safety problems research, 2016, 52 p. (In Russ).
2. Bogoslovskiy V.A., Gorbachev Yu.I., Zhigalin A.D., Kalinin A.V., Popov M.G., Pushkarev P.Yu., Modin I.N., Nikitin A.A., Nikitin An.A., Stepanov P.Yu., Khmelevskiy V.K. Geophysics: textbook, electronic edition of network distribution. Moscow: KDU, Dobrosvet, 2018, 320 p. (In Russ).
3. Blockh Yu.I. Quantitative interpretation of magnetic and gravity anomalies. Textbook. Moscow: Moscow state exploration academy, 1998, 88 p. (In Russ).
4. Neumann V.B. Theory and method of paleotectonic analysis. Moscow: Nedra, 1984, 80 p. (In Russ).
5. Vinogradov A.P. Atlas of the lithological-paleogeographical maps of the USSR. Moscow: Aerogeologicheskiy trest, 1968, 80 p. (In Russ).
6. Vinogradov A.P. Paleogeography of USSR. Moscow: Nedra, 1975, 200 p. (In Russ).
7. Regional geology. Stratigraphy and palaeontology of Phanerozoic time in Siberia. Collection of scientific papers. Novosibirsk: SNIIGGiMS, 2009, 153 p. (In Russ).
8. Shemin G.G. Results of paleotectonic analysis on investigation of formation history of fold structures and oil and gas traps in structurally complex regions of the Siberian platform and their research and practical implication. Interexpo GEO-Siberia, Vol. 2, issue 1, 2014, P. 215–219. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ I INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Фатеева Елена Викентьевна, руководитель группы подсчета запасов, ООО «ТННЦ», Тюмень, Россия
Для контактов: evfateeva@tnnc.rosneft.ru

Буякина Инна Владимировна, руководитель группы сейсмогеологического моделирования, ООО «ТННЦ», Тюмень, Россия

Кантемирова Наталья Александровна, главный специалист отдела сопровождения разработки Лодочного месторождения, ООО «ТННЦ», Тюмень, Россия

Fateeva Elena Vikentevna, head of reserves estimate department, “Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia
Corresponding author: evfateeva@tnnc.rosneft.ru

Buyakina Inna Vladimirovna, head of seismic-geological modeling group, “Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia

Kantemirova Natalya Aleksandrovna, chief specialist in department for Lodochnoye field development support, “Tyumen petroleum research center” LLC, Tyumen, Russia