

УДК 553.9

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ УЧАСТКОВ
В ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА ПЛОЩАДЯХ ФРОЛОВСКОЙ
НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ**

С. Р. Бембель¹, Р. М. Бембель¹, Р. В. Авершин², В. А. Корнев¹

¹Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

²Тюменское отделение Сургутского научно-исследовательского и проектного
института «СургутНИПИнефть», г. Тюмень, Россия

Аннотация. На основе анализа материалов сейсморазведки, бурения и исследований керна рассмотрены перспективы выделения продуктивных участков в юрском интервале разреза на территории Сыньеганской террасы. Выявлена взаимосвязь участков продуктивности локальных залежей нефти с очагами зон деструкции горных пород, выделяемыми по материалам сейсморазведки.

Ключевые слова: нефтегазоносность; сейсморазведка; зона деструкции; геодинамика; Фроловская мегавпадина; Западная Сибирь

**PROSPECTS FOR THE ALLOCATION OF PRODUCTIVE SITES
IN JURASSIC SEDIMENTS IN THE AREAS OF THE FROLOVSKAYA
OIL AND GAS BEARING REGION**

S. R. Bembel¹, R. M. Bembel¹, R. V. Avershin², V. A. Kornev¹

¹Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

²Tyumen Branch of Surgut Research and Design Institute «SurgutNIPIneft»,
Tyumen, Russia

Abstract. Prospects for the allocation of productive sites in the Jurassic interval of the section in the territory of Syngegan terrace were considered, based on the analysis of seismic survey, drilling and core studies. We identified the interrelation between productive sites of local oil deposits and the centers of rock area of destruction allocated according to seismic survey materials.

Key words: petroleum potential; seismic survey; area of destruction; geodynamics; Frolovskaya megadepression; Western Siberia

Введение

Основную долю выявляемых продуктивных объектов в настоящее время составляют малоразмерные залежи нефти и газа. Методика разведки и подготовки к эксплуатации подобных объектов должна опираться на современные теоретические представления о геологической природе и свойствах этих объектов, разработку новых альтернативных моделей залежей нефти и газа. Разработка альтернативных моделей, описывающих параметры залежей нефти и газа, с последующей проверкой, отбраковкой и уточнением параметров будет способствовать повышению успешности геолого-разведочных работ и разработки месторождений нефти и газа.

Одной из перспективных в нефтегазопроисловом отношении территорий на площадях ХМАО — Югры является Фроловская мегавпадина, в пределах которой выделяется несколько положительных элементов I порядка: Верхнелеминский, Туманный, Ай-Пимский, Эргинский валы в сочетании с рядом террас, разделяемых прогибами и котловинами. Участки в пределах Сыньеганской террасы (юго-западная часть Фроловской впадины) находятся в границах изучения ОАО «Сургутнефтегаз».

Характеристика района исследований

Рассмотрим подробно юго-западную часть Фроловской мегавпадины, где находится изучаемый участок территории Фроловской нефтегазоносной области (НГО). Согласно тектонической карте центральной части Западно-Сибирской плиты (под ред. А. В. Шпильмана, Л. Л. Подсосовой, 1998) площадь расположена в пределах Сыньеганской террасы (структуры I порядка), с запада подпирается Елизаровским прогибом, с востока и юго-востока — Тундринской котловиной (рис. 1).



Рис. 1. Выкопировка из тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты (под ред. А. В. Шпильмана, Л. Л. Подсосовой, 1998; красным цветом выделены контуры открытых месторождений)

Нефтегазоносность участка выявлена в юрско-меловых отложениях, редкие нефтепроявления отмечены в верхней части палеозойских образований. Наиболь-

шая часть выявленных нефтяных залежей связана с юрским интервалом геологического разреза — пласты ЮК0, ЮК1, ЮК2–3, ЮК4 и ЮК10.

Данные опробования и эксплуатации скважин свидетельствуют о локальном характере высокопродуктивных участков по площади залежей принятого «пластово-сводового типа», которые введены в промышленную либо опытно-промышленную разработку. По извлекаемым запасам месторождения в пределах Сынеганской террасы относятся к категории средних, по геологическому строению — к очень сложным.

Исходные данные и методика исследований

В качестве исходных материалов для проведения комплексной оценки перспектив нефтегазоносности в юрских отложениях территории исследований послужили данные по опробованию скважин, результаты обработки и интерпретации 2D- и 3D-сейсморазведочных работ методом общей глубинной точки (МОГТ), промыслово-геофизические данные, результаты описания и исследования керна.

Территория покрыта сейсмическими 2D-исследованиями полностью с плотностью наблюдений в среднем 1,2 пог. км/км², сейсмическими 3D-исследованиями — частично.

Проведенный анализ волнового поля по сейсмическим разрезам сейсмической съемки 2D МОВ ОГТ позволил выделить на площади исследований одного из месторождений густую сеть разрывных нарушений, в основном в доюрском комплексе и нижнесреднеюрском интервале разреза (рис. 2). Большинство выявленных нарушений имеют ориентировку вдоль основной оси структуры (рис. 3). Протяженность нарушений по материалам 2D-сейсморазведки составляет на участке исследований от 2 до 20 км.

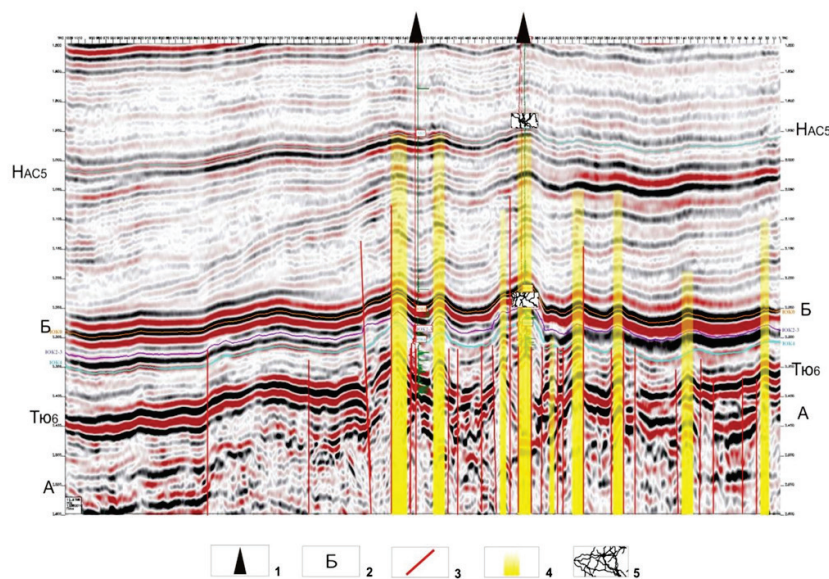


Рис. 2. Временной разрез вдоль линии разведочных скважин по материалам 2D-сейсморазведки: 1 — местоположение разведочной скважины; 2 — индекс отражающего горизонта; 3 — выделенные разрывные нарушения; 4 — участки зон деструкции горных пород; 5 — интервалы с трещиноватыми образцами керна (по результатам послойного описания)

На временных разрезах выявлены наиболее активные участки проявления геодинамики во время и после формирования геологического разреза территории — так называемые зоны деструкции горных пород [1], связанные с локальными вы-

ступами доюрского основания. По площади выполнено картирование этих участков, их местоположение вынесено на разрезы и карты (см. рис. 3). Преобладающий поперечный размер выявленных зон деструкции составляет 500 м. Наиболее выраженные очаги геодинамики и приуроченные к ним зоны деструкции связаны с наиболее амплитудными локальными положительными структурными формами поверхности доюрского комплекса.

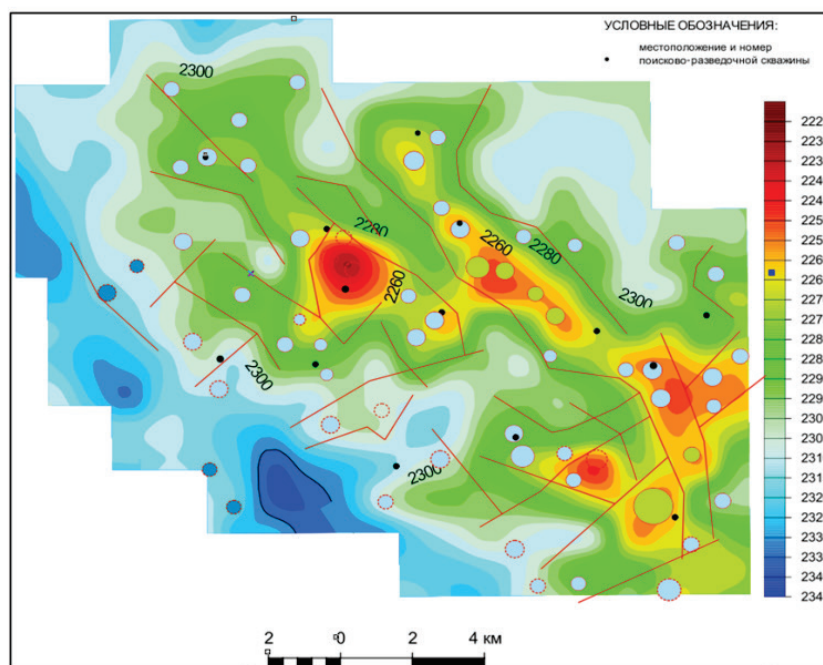


Рис. 3. Структурный план по объекту ЮК2–3 с участками зон деструкции (по данным С. Р. Бембеля, 2016 [2])

По результатам анализа материалов детального послойного литологического описания керна в ряде скважин территории исследования по двум смежным площадям выделены трещиноватые образцы в разных интервалах геологического разреза, включающих отложения от палеозойских, юрских до нижнемеловых — Рз, пласты ЮК11, ЮК6, ЮК4, ЮК2-4, ЮК0, ачимовку, АС5 [2].

Местоположение отбора керна и положение скважин сопоставлено по площади исследованной территории с временными разрезами по результатам работ 2D- и 3D-сейсморазведки, выделенными очагами проявления локальной геодинамики (см. рис. 2). Весь описанный материал детального послойного литологического описания керна с признаками трещиноватости совпадает с участками выделенных зон деструкции горных пород.

Аналогичные аномалии с высокой амплитудной выраженностью отмечены на соседних площадях и месторождениях по результатам 3D-сейсморазведочных работ. Прослеживание системы разрывных нарушений по площади выполнено с привлечением карт азимутов и углов наклона по отражающим горизонтам (ОГ) Б и А. По материалам 3D-сейсмического куба выделены участки предполагаемых субвертикальных зон деструкции горных пород, проявляющиеся на вертикальных сечениях волнового поля в районе локальных выступов доюрского основания. Преобладающий поперечный размер выявленных зон деструкции составляет 150–250 м (рис. 4).

По площади и разрезам проведена градация проявления геодинамической активности на площади месторождения по уровню проявления на временных разрезах от ОГ А (кровли доюрского основания), юрского интервала до отражающих горизонтов нижнего мела.

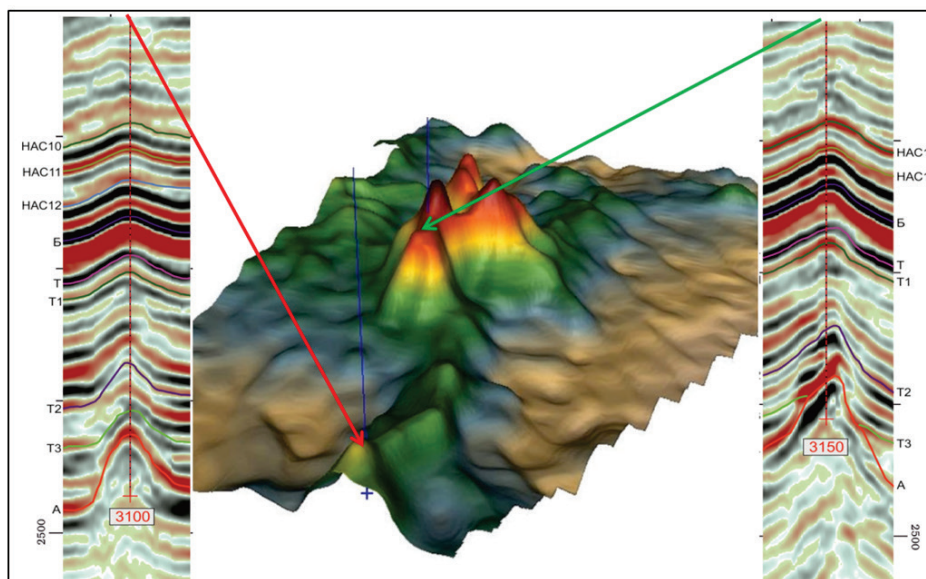


Рис. 4. Изометрическое изображение поверхности отражающего горизонта А по материалам 3D-сейсморазведки с выраженными локальными субвертикальными проявлениями геодинамической активности

Сопоставление особенностей и характера выделенных разрывных нарушений, подчеркивающих основные формы рельефа доюрского основания, юрских отложений на участках с 2D- и 3D-сейсмическими работами показало, что основные направления простирания выделенных разломов в основном сохранились, как и направления простирания структурных элементов и форм. Значительно более дробными стали выделенные разрывные нарушения, их размер по сравнению с материалами 2D-съемки существенно сократился — до 250–500 м в отдельных случаях.

Результаты

На территории исследуемых участков в пределах Сыньеганской террасы получены интересные факты, подтверждающие связь наличия залежей нефти и газа, продуктивности скважин юрского интервала разреза с проявлением локальных геодинамических субвертикальных импульсов, связываемых с неотектогенезом. На временных разрезах 2D- и 3D-сейсморазведки наблюдается значительное число малоразмерных локальных высокоамплитудных поднятий, в районе которых выделены субвертикальные участки повышенной трещиноватости, деструкции горных пород, подтверждаемые описанием кернового материала и опробованием скважин.

Анализ местоположения поисково-разведочных и эксплуатационных скважин со структурным планом и выделенными аномалиями показал, что высокопродуктивные скважины приурочены к локальным поднятиям, осложненным многочисленными разрывными нарушениями, прослеженными в интервале юрского и доюрского комплексов (см. рис. 3). Активные очаги геодинамики, проявляющиеся в

волновом сейсмическом поле в виде локальных высокоамплитудных выступов фундамента, часто со множеством разрывных нарушений, им сопутствующих, способствовали образованию участков повышенной трещиноватости, по которым происходила миграция газа и флюидов. Эти участки в плане имеют размеры от 500–1 500 м по материалам 2D-сейсморазведки, а по результатам 3D-сейсморазведки возможно картирование еще более мелких активных проявлений геодинамики — до 200 метров. Именно с этими участками в первую очередь связаны потенциально более высокопродуктивные участки нефтегазопроявления на большинстве месторождений и залежей Среднего Приобья [2] и других нефтегазоносных территорий России [3].

Кроме того, надо отметить наличие здесь локальных кольцевых структур диаметром до 150–200 м в плане на материалах горизонтальных срезов сейсмического волнового поля. Комбинационный временной разрез через выявленные кольцевые аномалии приведен на рисунке 5.

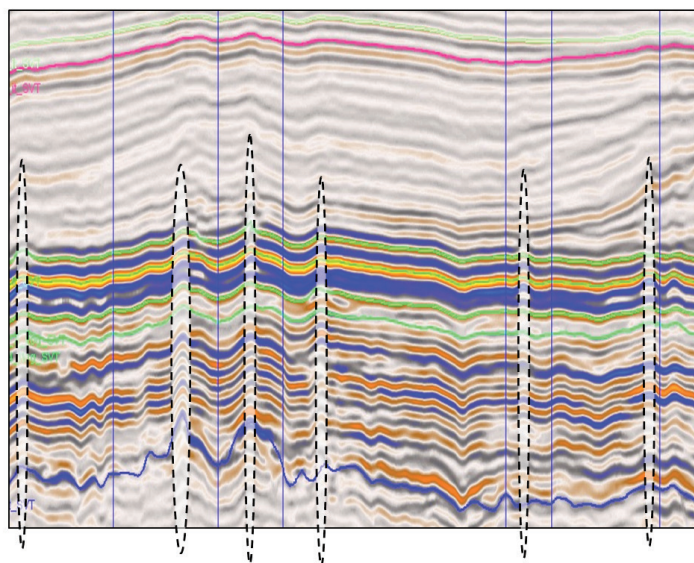


Рис. 5. Фрагмент комбинационного временного разреза через локальные аномалии, связанные с субвертикальными зонами деструкции (по материалам 3D-сейсморазведки)

Все выделенные аномалии приурочены к локальным положительным структурам с поперечными размерами не более 200–250 метров. Горизонтальный срез волнового поля показан на рисунке 6.

Природа подобных объектов связана с механизмом дегазации Земли, проявляющимся в разных масштабах в результате газо-(флюидо-) миграции и выхода углеводородных газов. Другие механизмы, в результате которых могли бы образоваться подобные положительные структуры таких размеров (диаметром 100–200 м и амплитудой до 30–50 м), кроме процесса дегазации, наличия активных глубинных источников локальной геодинамической активности, чтобы сформировать такие объекты и обеспечить их окрестности углеводородными скоплениями (УВС), представить трудно.

Выполненные работы по анализу сейсмических материалов 2D и 3D МОГТ на исследуемой площади четырех нефтяных месторождений, данных опробования скважин, описания керна позволили предположить существование здесь локальных в плане (размерами до 200–250 м) высокопродуктивных очагов нефтеносности с высотой от верхней части палеозойских отложений до верхней юры. Эти

участки связаны с прослеженными субвертикальными зонами деструкции горных пород, проявляющимися на временных сейсмических разрезах различными аномалиями сейсмического поля [2], приуроченными к локальным выступам доюрского основания, часто с разрывными нарушениями. Трещиноватость горных пород в таких зонах подтверждена результатами описания керна по скважинам.

Очевидным следствием такого строения является латерально локальный характер проявления высокопродуктивных участков. Картировать подобные участки вполне реально, имея на вооружении концепции геодинамики [2–5] и соответствующие методы разведки.

Выводы

На основе комплексного анализа проведенных работ по обобщению геолого-геофизического материала и промысловых данных по опробованию и эксплуатации скважин составлено представление о моделях формирования залежей УВС на площади работ, предложены основные закономерности размещения высокодебитных очагов, определены направления по дальнейшему уточнению геологического строения территории и ее перспектив нефтеносности.

Выявлена взаимосвязь участков улучшения коллекторских свойств, продуктивности и нефтеносности локальных залежей нефти и газа с очагами субвертикальных зон деструкции горных пород, выделяемыми по результатам геолого-геофизических работ (в основном сейсморазведки).

Характер и особенности проявления разрывных тектонических нарушений, дизъюнктивов на разведанных и разрабатываемых месторождениях нефти и газа в Западной Сибири свидетельствуют в первую очередь об их взаимосвязи с геодинамическими особенностями формирования современного геологического строения, местоположением и распределением большинства выявленных скоплений нефти и газа [1, 3–5].

Геодинамический подход к изучению осадочных бассейнов в региональном и локальном масштабе на протяжении последних трех десятилетий значительно изменил представления об их строении, эволюции и нефтегазоносности [3, 5]. Палеогеодинамическая обстановка осадконакопления обуславливает вещественный состав пород, тип, количество и условия захоронения органического вещества. Последующие геодинамические режимы влияют на генерацию, миграцию, аккумуляцию и сохранность нефти и газа, тип ловушек, эволюцию пород коллекторов и покрывшек природных резервуаров, что определяет геологические ресурсы УВС.

Методику геолого-разведочных работ в настоящее время следует ориентировать на выявление и разведку локальных субвертикальных зон деструкции горных

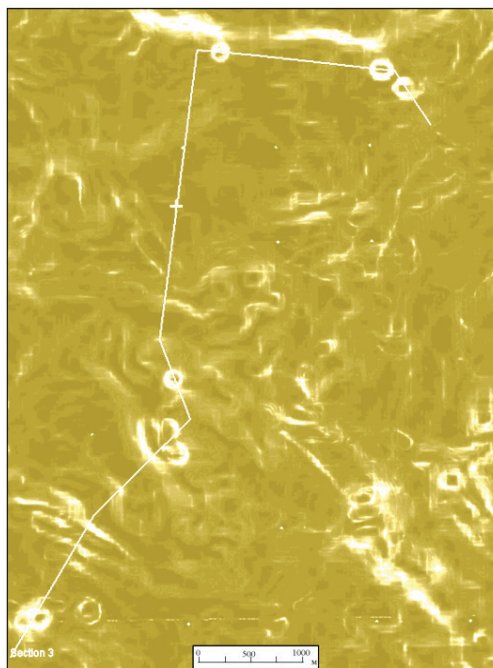


Рис. 6. Горизонтальный срез волнового поля на уровне отражающего горизонта Б с ярко выраженными локальным и кольцевыми объектами (белой линией нанесено положение разреза в плане)

пород, как проявлений геодинамики среды. Эти геологические тела, по всей вероятности, представляющие субвертикальные каналы транспортировки газа и флюидов, формирующих залежи, являются главными поисковыми признаками для месторождений нефти и газа, часто образующих многопластовые системы залежей.

Известно, что эксплуатационное бурение на верхне- и среднеюрские объекты часто планируется на основе материалов 2D-сейсморазведки, хотя именно по результатам выполненных на соседних площадях 3D-исследований видны аномалии, размеры которых сопоставимы с шагом эксплуатационной сетки. Поэтому проектирование эксплуатационных скважин по данным редкой сети 2D-сейсмических профилей часто объясняет невысокую эффективность разработки подобных объектов.

Для повышения эффективности разработки подобных залежей во Фроловской НГО необходимо проведение детальной доразведки на эксплуатационных участках и перспективных площадях методами 3D-сейсморазведки, по результатам которой можно выявлять аномалии волнового сейсмического поля, связанные с локальными геодинамическими воздействиями до и после формирования ловушек и залежей нефти и газа. В дальнейшем следует учитывать эти особенности геологического строения при размещении добывающих скважин, проектировании системы поддержания пластового давления.

Библиографический список

1. Бембель Р. М., Мегеря В. М., Бембель С. Р. Поиски и разведка месторождений углеводородов на базе геосолитонной концепции дегазации Земли // Геология нефти и газа. – 2006. – № 2. – С. 2–7.
2. Бембель С. Р. Геология и картирование особенностей строения месторождений нефти и газа Западной Сибири. – Тюмень, 2016. – 214 с.
3. Глобальные и региональные неравномерности формирования и распространения ресурсов и скоплений углеводородов и механизмы процессов нефтегазоаккумуляции [Электронный ресурс] / Б. М. Валяев [и др.] // Георесурсы. Геоэнергетика. Геополитика. – 2012. – Вып. 2 (6). – Режим доступа: http://oilgasjournal.ru/vol_6/valyaev.html.
4. Муслимов Р. Х. Определяющая роль фундамента осадочных бассейнов в формировании, постоянной подпитке (возобновлении) месторождений углеводородов // Нефтяное хозяйство. – 2007. – № 3. – С. 24–29.
5. Петров А. И., Шеин В. С. О необходимости учета современной геодинамики при оценке и пересчете промышленных запасов нефти и газа // Геология нефти и газа. – 2001. – № 3. – С. 6–13.

Сведения об авторах

Бембель Сергей Робертович, д. г.-м. н., профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)283963, e-mail: bembel_gsr@mail.ru

Бембель Роберт Михайлович, д. г.-м. н., профессор кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)283029, e-mail: bembelrm@tyuiu.ru

Авершин Роман Витальевич, заместитель директора Тюменского отделения Сургутского научно-исследовательского и проектного института «СургутНИПИнефть», г. Тюмень, тел. 8(3452)687591, e-mail: Avershin_RV@surgutneftegas.ru

Корнев Владимир Александрович, д. т. н., профессор кафедры прикладной геофизики, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)390341, e-mail: kornevva@tyuiu.ru

Information about the authors

Bembel S. R., Doctor of Geology and Mineralogy, Professor at the Department of Geology of Oil and Gas, Industrial University of Tyumen, phone: 8(3452)283963, e-mail: bembel_gsr@mail.ru

Bembel R. M., Doctor of Geology and Mineralogy, Professor at the Department of Development and Exploitation of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen, phone: 8(3452)283029, e-mail: bembelrm@tyuiu.ru

Avershin R. V., Deputy Director of Tyumen Branch of Surgut Research and Design Institute «SurgutNIPIneft», phone: 8(3452)687591, e-mail: Avershin_RV@surgutneftegas.ru

Kornev V. A., Doctor of Engineering, Professor at the Department of Applied Geophysics, Industrial University of Tyumen, phone: 8(3452)390341, e-mail: kornevva@tyuiu.ru