

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/31_2020

УДК 553.98.04:551.736.3(571.56)

Черданцев Г.А.

Акционерное общество «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (АО «ВНИГРИ»); Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия, cherdantsev.grigorij@yandex.ru

Кушмар И.А., Семёнов В.П., Яшенкова Л.К.

Акционерное общество «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (АО «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, irkushm@yandex.ru, valera.semenov.52@list.ru

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЗОНЫ НЕФТЕГАЗОНАКОПЛЕНИЯ В ТАРАГАЙСКОЙ СВИТЕ ВЕРХНЕЙ ПЕРМИ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВИЛЮЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

Приводится уточненный прогноз нефтегазоносности верхнепермских отложений в юго-западной части Вилюйской синеклизы - перспективной территории для поисков углеводородного сырья.

На основании новых геолого-геофизических исследований на юго-западном борту синеклизы обоснованы нефтегазоперспективные объекты в зоне выклинивания верхнепермского терригенного комплекса, связанные с неструктурными ловушками в тарагайской свите – литологическими, стратиграфическими и с элементами тектонического экранирования.

***Ключевые слова:** нефтегазоносность, зоны нефтегазонакопления, неструктурная ловушка, тарагайская свита, верхняя пермь, Вилюйская синеклиза.*

Введение

С возобновлением геологоразведочных работ в начале 2010-х гг. на территории Вилюйской синеклизы, в центральной части которой в 1950-70-е гг. выявлено несколько газовых и газоконденсатных месторождений, одним из направлений поисков стало обоснование возможности наличия углеводородных (УВ) скоплений в юго-западной - прибортовой части синеклизы, в том числе – в верхнепермских отложениях. Эта идея отражена в работах ряда исследователей [Рукович, 2009; Ситников и др., 2014, 2017; Васильев и др., 2018; Погодаев, 2019], где зоны нефтегазонакопления в верхнепалеозойско-мезозойских отложениях связывают с их выклиниванием.

Предпосылками нефтегазоносности верхнепермских отложений на исследуемой территории являются наличие в них залежей в месторождениях в пределах Хапчагайского и Малыкай-Логлорского мегавалов, а также нефтегазопроявления в скважинах, установленные в пределах синеклизы.

Проведенные в последнее время специалистами АО «Росгеология» и АО «ВНИГРИ» геолого-геофизические исследования в юго-западной части синеклизы подтверждают

перспективность верхнепермских отложений на этой территории.

Геологическая характеристика пермских отложений

Район исследований представляет собой моноклиальный склон Вилюйской синеклизы с преимущественно структурными элементами типа носов, флексур и др., осложнен рядом структур II порядка. На северо-востоке территории выделяется Тангнарынская впадина, примыкающая с юга к Хапчагайскому мегавалу, на юго-западе - Ыгыаттинская и Кемпендяйская впадины, разделенные Сунтарским поднятием. На востоке Кемпендяйская впадина граничит с Арбайско-Синским поднятием, которое через Сарсанский прогиб сочленяется с северо-западным склоном Алданской антеклизы (рис. 1).

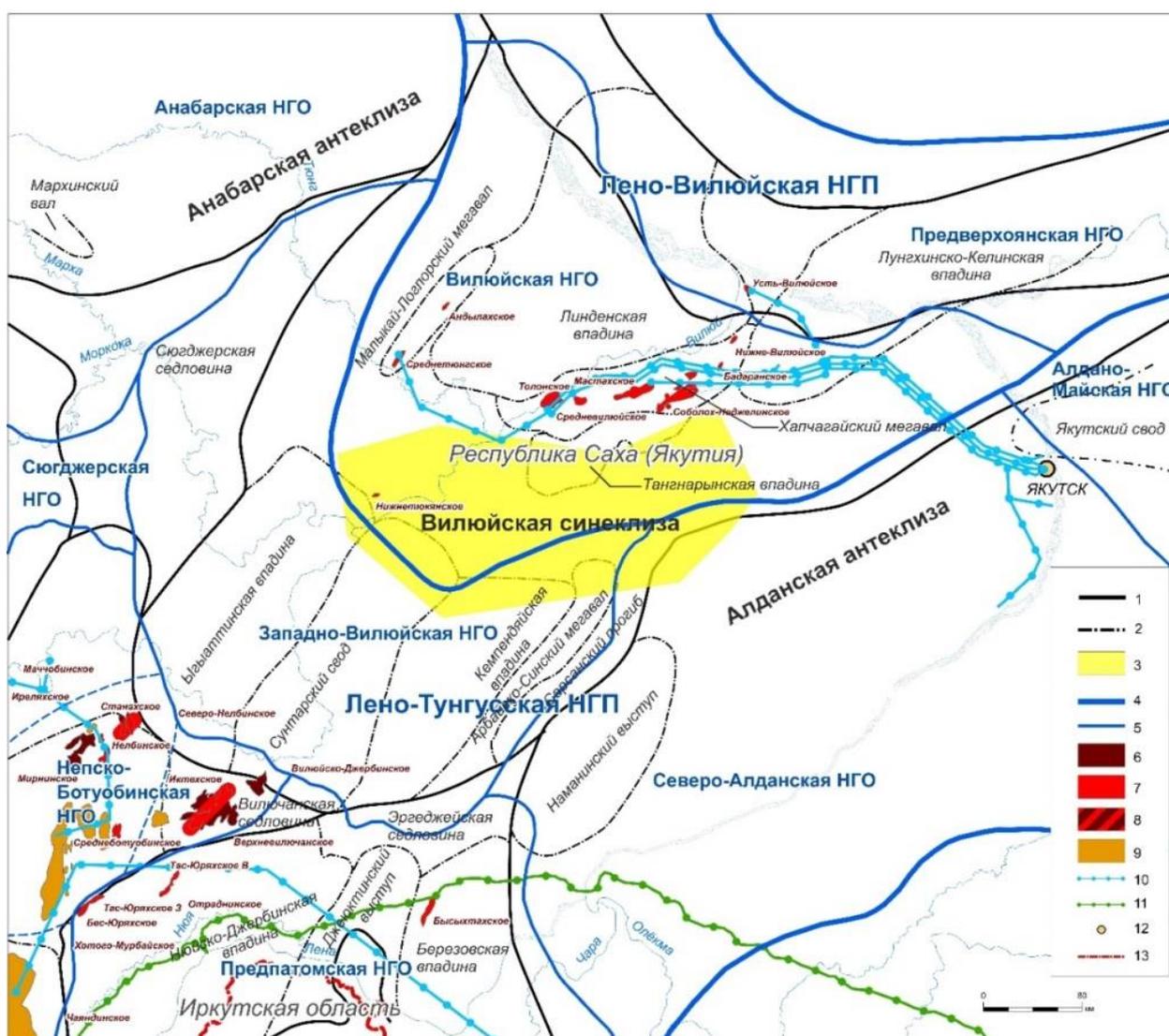


Рис. 1. Обзорная схема района работ с элементами структурно-тектонического районирования
 1 - границы надпорядковых структур; 2 - границы структур 1-2 порядка; 3 - область исследований; 4 - границы нефтегазоносной провинции; 5 - границы нефтегазоносной области; месторождения: 6 - нефтяные, 7 - газовые, газоконденсатные, 8 - газонефтяные и нефтегазовые, 9 - нефтегазоконденсатные; 10 - газопроводы, 11 - нефтепровод ВСТО; 12 - крупные города; 13 - административные границы.

На основании принятой решениями Межведомственного стратиграфического комитета в 1979 г. схемы, пермский терригенный комплекс объединяет мохсоголохскую толщу нижней перми, харыйасскую, кюндейскую, тарагайскую толщи верхней перми [Решения Всесоюзного..., 1982]. Стратиграфическое расчленение в соответствие с новым трехчленным строением пермской системы на текущий момент возможно только условно, поэтому в данной статье авторы оперируют двучленным строением.

Мощность всего пермского терригенно-угленосного комплекса варьирует от 3,6 км в Тангнарынской впадине до полного выклинивания на бортах синеклизы (рис. 2). Толщи сложены преимущественно разномерными сероцветными песчаниками, пачками переслаивания алевролитов, аргиллитов и углей [История нефтегазообразования..., 1986].

Согласно исследованиям 1980-х гг. научных коллективов ВНИГРИ, проведенным на северном борту синеклизы, выявлено выпадение нижних пермских толщ из разреза в сторону границы распространения отложений. Аналогичная тенденция возможна и на южной окраине, что подтверждается корреляцией разрезов скважин на северном окончании Кемпендяйской впадины.

Состав и свойства тарагайской свиты верхней перми

Продуктивные пласты месторождений центральной части приурочены к тарагайской свите татарского яруса пермской системы.

Тарагайская свита вскрывается большинством скважин объекта исследований, однако полный разрез ее установлен в скважинах Хапчагайского мегавала (Средне-Вилойская скв. 27). Свита сложена тонкопереслаивающимися пачками песчаников и углисто-глинисто-алевролитовых пород мощностью до 10-15 м. В кровле отмечаются маломощные прослои туфов. Мощность свиты на территории объекта исследований уменьшается с севера на юг - от 304 м (Средне-Вилойская скв. 27) до 85,9 м (Баппагайская скв. 1).

Проницаемые толщи верхней части пермского разреза вскрыты на Южно-Быраканской площади (Быраканские скважины), приток газа - до 90,9 тыс. м³/сут. Пористость коллекторов здесь достигает 14,2%. Удовлетворительные поровые коллекторы также отмечаются в Байской скв. 1 с пористостью 14-15,8%, в ходе испытаний приток воды - 14,25 м³/сут. В Южно-Неджелинской скважине из отложений перми получен приток газа до 1000 м³/сут [Ситников и др., 2017]. В Хайлахских скважинах в ходе испытаний притоки газа составили 1,4-52,5 тыс. м³/сут; по керну открытая пористость отложений тарагайской свиты - до 9,4%. Коллекторские свойства подтверждаются также и результатами проведенной специалистами АО «ВНИГРИ» переинтерпретации материалов ГИС глубоких скважин.

Условия формирования тарагайской свиты

В региональном плане палеогеографические и литолого-фациальные условия в пермское время, рассмотренные в ряде работ [Голубева, Филатов, 1981; Литология и условия..., 1988; Будников, Девятов, 2007; Фролов и др., 2019], указывают на преимущественное накопление отложений в континентальных и переходных фациях.

Для уточнения обстановок осадконакопления тарагайской свиты в юго-западной части авторами применен электрофациальный анализ по методике В.С. Муромцева в комплексе с палеопостроениями и анализом архивных описаний и лабораторных исследований керн. [Муромцев, 1984].

Анализ кривых α ПС достаточно широко используется при палеогеографических реконструкциях [Жарков, Нефедов, 2018]. Результаты данной методики на южном борту Вилуйской синеклизы показали приуроченность отложений тарагайской свиты к континентальным аллювиальным фациям (рис. 3).

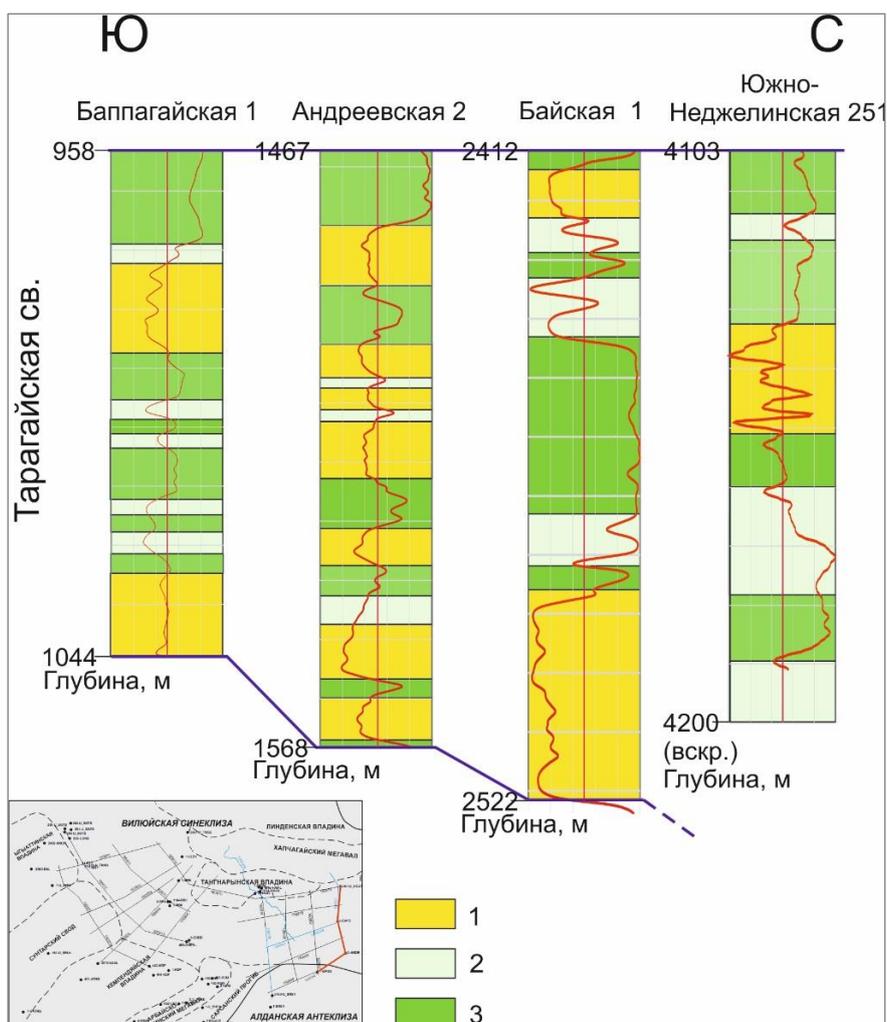


Рис. 3. Корреляция кривых α ПС по линии скважин Баппагайская 1 – Южно-Неджелинская 251
 Группы фаций: 1 - русловые, 2 - внешней (песчаной) поймы; 3 - внутренней (глинистой) поймы, озер и болот. На врезке - положение разреза.

По направлению к центру синеклизы, вероятно, происходила смена обстановок на дельтовые и прибрежно-морские, что подтверждается уменьшением зернистости осадков по данным описаний керна, росте мощностей отложений (переход к наиболее погруженным областям палеорельефа) и согласуется с трансгрессивным этапом осадконакопления, наступившим в раннем триасе.

В целом же, на территории исследований распространены отложения, формировавшиеся в руслах меандрирующих рек, их поймах, озерах и болотах.

Исходя из проведенных исследований по материалам интерпретации ГИС и материалов бурения, к периферийным областям синеклизы доля пойменных и озерно-болотных осадков в скважинах возрастает по отношению к русловым. С точки зрения перспектив нефтегазоносности фациальные замещения песчаных русловых тел в плане на пойменные и озерные осадки обеспечивает возможность возникновения седиментационных литологически ограниченных ловушек [Литология нефтегазоносных толщ, 1991].

Геохимические условия нефтегазоносности

Пермский терригенный комплекс рассматривается как основная нефтегазопроизводящая толща верхнепалеозойско-мезозойского разреза бассейна [История нефтегазообразования..., 1986].

Рассеянное органическое вещество пермских нефтегазовых месторождений – смешанное, с различным соотношением сапропелевой и гумусовой составляющих, представлено сапропелито-гумитами [Зуева и др., 2014]. Максимальные значения Сор_г (до 3-4%) тяготеют к разрезам южного борта.

В начале триаса органическое вещество пермских отложений вступило в главную фазу нефтеобразования в Лунгхинской и Танганрынской впадинах синеклизы. На территории Линденской впадины и современного Хапчагайского мегавала оно приблизилось к основному этапу главной фазы нефтеобразования. В последующем пермский комплекс продолжал неравномерно погружаться, что обусловило различные условия генерации и эмиграции УВ.

К концу нижнемелового периода на большей части территории пермские отложения находились на уровнях главной зоны газообразования, соответствующих этапу максимальной эмиграции газообразных УВ.

На современном этапе, отвечающем глубинам максимального погружения осадков, пермская толща практически на всей территории расположена в пределах главной зоны газообразования. Это также подтверждается проведенным моделированием генерации УВ отложений разреза осадочного чехла Толонского газоконденсатного месторождения [Федорович, Поспеева, 2018].

При этом выполненные в ходе исследований палеотектонические построения по отражающим горизонтам от подошвы верхней перми до подошвы мела показали, что на юго-западе синеклизы к концу юры катагенез пермских отложений достиг зоны МК1-МК3 в опоясывающей центральную часть синеклизы, что способствовало развитию вертикальной миграции, а непосредственно в зоне выклинивания – латеральной из более погруженных областей, где они могли аккумулироваться в ловушках (рис. 4).

Известные залежи в центральной и юго-западной частях Вилуйской синеклизы контролируются несколькими региональными глинистыми покрывками: отложениями нижнетриасовых неджелинской и мономской свит и нижнеюрской сунтарской свиты [Сластенов, Королева, 1984]. В подошве нижнеюрской кызылсырской свиты, перекрывающей пермские отложения в области отсутствия триасовых отложений, по данным ГИС прослеживаются глинистые интервалы в приподошвенной части. При средней мощности 20 м они могут служить зональными флюидоупорами. Экранируя верхнепермские отложения над поверхностью предьюрского эрозионного среза, данная толща может обеспечивать стратиграфические ловушки.

Перспективы нефтегазоносности

Изучение новых сейсмических материалов по относительно редкой региональной сетке сеймопрофилей указывает на отсутствие в пределах объекта исследований крупных антиклинальных структур. Выявленные в предыдущие годы газовые залежи приурочены к небольшим по площади Быраканской и Хайлахской приразломным антиклинальным структурам. Вышеизложенное свидетельствует о приуроченности предполагаемых зон нефтегазонакопления на исследуемой территории, в первую очередь, к неантиклинальным ловушкам.

Благоприятными факторами для их образования является наличие зон фациальных замещений и регионального выклинивания отложений, предьюрского размыва, перекрываемого непроницаемыми породами. Такие области выделяются в районе Баппагайского выступа северного склона Алданской антеклизы и северного продолжения Сунтарского свода.

В результате проведенных исследований локализованы перспективные нефтегазоносные зоны в верхней части пермского разреза. На рис. 5 показан геолого-геофизический разрез с возможной залежью в верхнепермских отложениях.

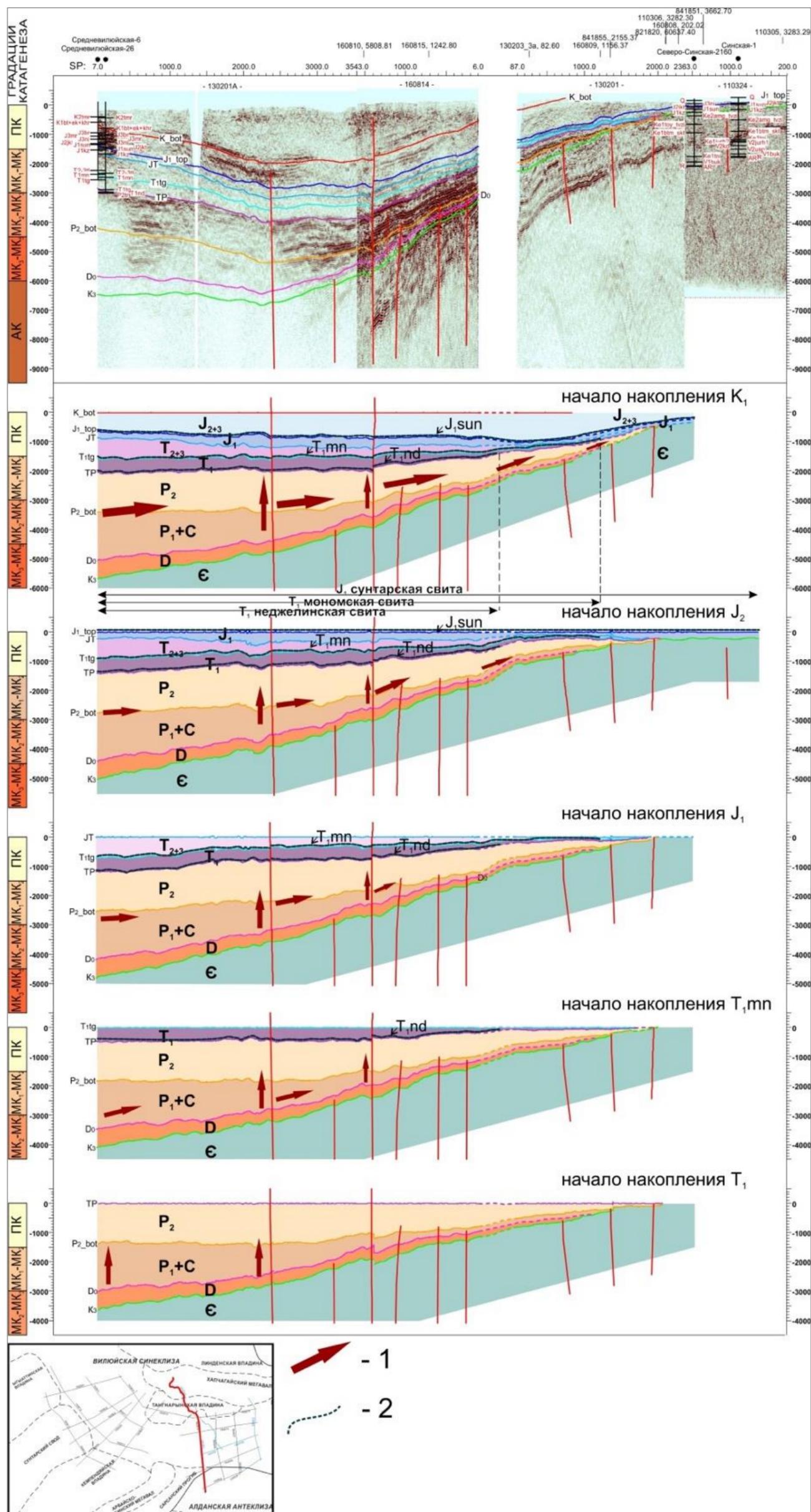


Рис. 4. Палеофиль по композитному глубинному сейсмическому разрезу 130201а-130201

1 – направления миграции из пермских нефтегазоматеринских пород, 2 – границы распространения региональных покровы. Отражающие горизонты: K₃ - кровля кембрийских отложений, D₀ - кровля девонских отложений, P_{2_bot} - подошва верхнепермских отложений, TP - кровля пермских отложений (граница мезозой-палеозой), T_{1tg} - кровля таганджинской свиты триаса, JT - граница юрских и триасовых отложений, J_{1_top} - кровля нижнеюрских отложений, K_{bot} - подошва меловых отложений. Индексы: T_{1mn} - мономская свита, T_{1nd} - неджелинская свита, J_{1sun} - сунтарская свита. На врезке - положение разреза.

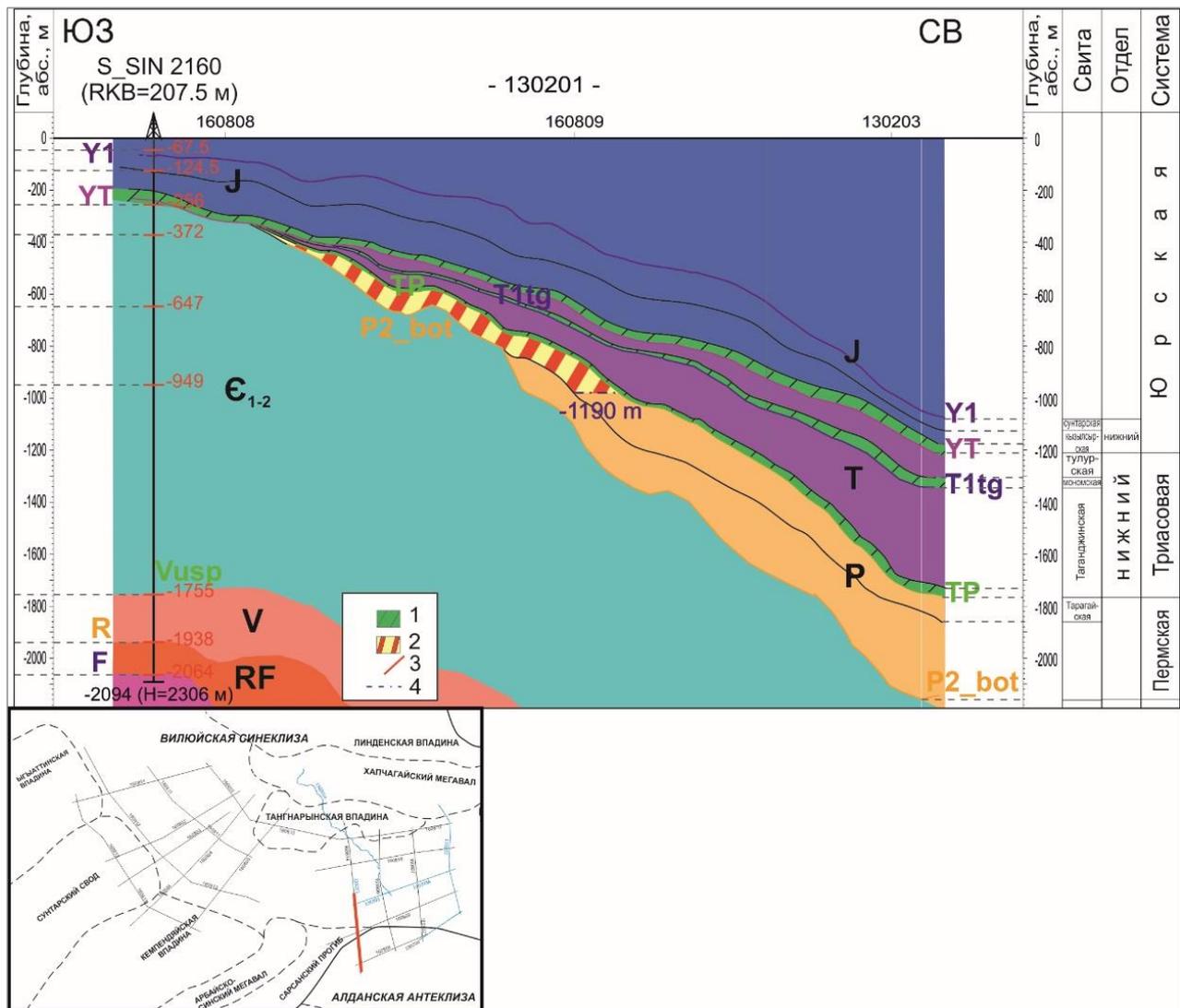


Рис. 5. Фрагмент сейсмогеологического разреза по профилю 130201

Сейсмические горизонты: Y1 – кровля сунтарской свиты (J1sun); YT – кровля тулурской свиты (T1tl); T1tg – кровля таганджинской свиты (T1tg); TP – кровля тарагайской свиты (P2tr); P2_bot – подошва верхнепермских отложений; R – вершина рифейских отложений; F – кровля фундамента.

1 – непроницаемые породы, 2 – нефтегазоперспективный объект, 3 – тектонические нарушения, 4 – условный контур нефтегазоносности.

В восточной части участка исследований перспективный поисковый объект с северо-запада ограничен тектоническим нарушением, прослеженным по сейсмическим разрезам. Условный контур нефтегазоносности принят на абсолютной отметке -1190 м, отвечающей кровле водонасыщенных коллекторов по данным ГИС в Андреевская скв. 2, расположенной в непосредственной близости от поискового объекта. На юге он ограничен линией выклинивания тарагайской свиты, прослеженной по сейсмическим профилям и данным бурения глубоких скважин.

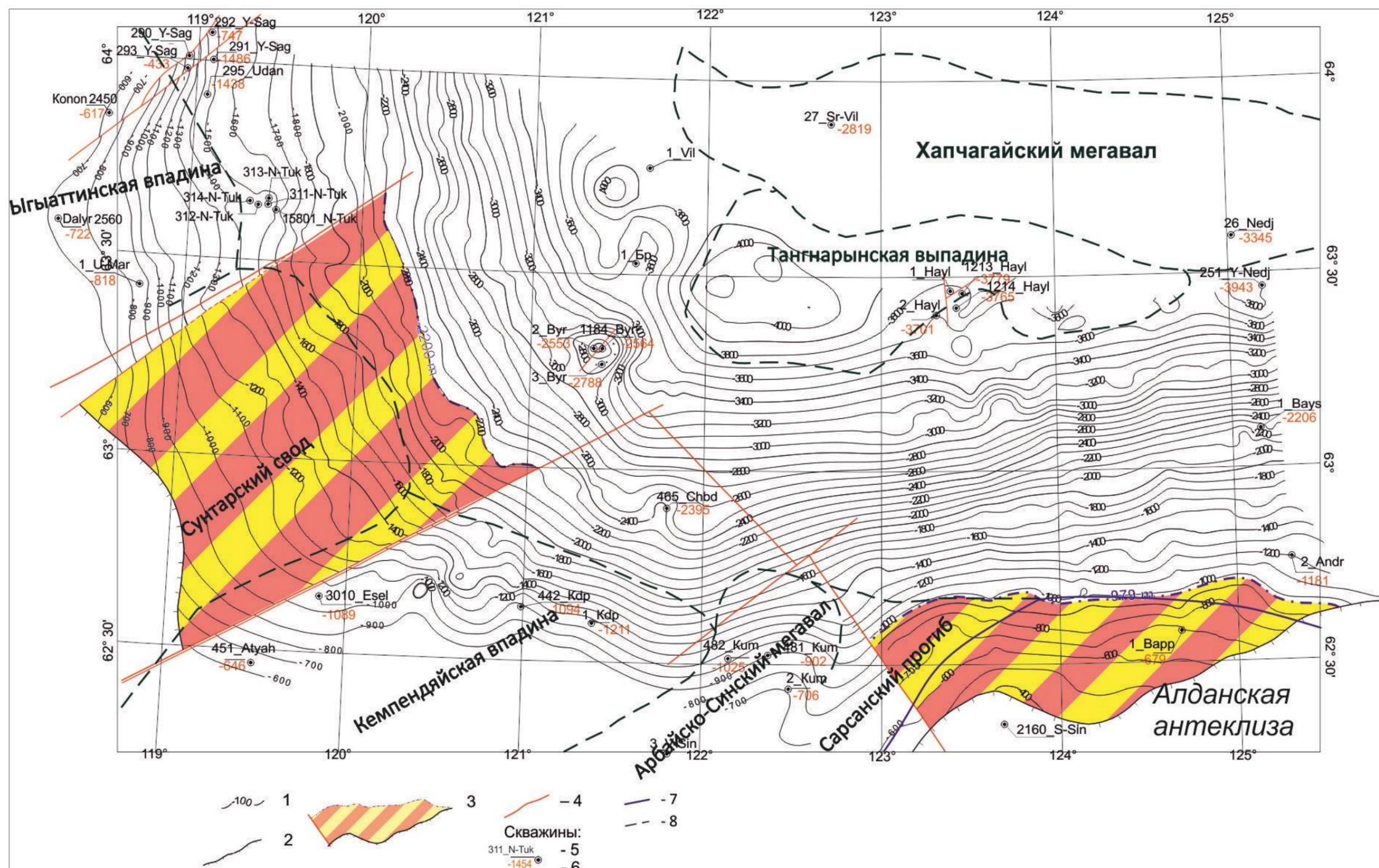


Рис. 6. Схема перспектив нефтегазоносности пермских отложений в южной части Вилюйской синеклизы

1 – кровля верхнепермских отложений (ОГ ТП), 2 – предполагаемая линия выклинивания пермских отложений, 3 – возможные зоны нефтегазонакопления, 4 – тектонические нарушения, 5 – номер скважины, 6 – абс. отметка кровли таргайской свиты в скважине, м, 7 – границы надпорядковых структур, 8 – границы структур 1-2 порядка. Названия скважин: Nedj – Неджелинская, Y-Nedj – Южно-Неджелинская, Bays - Байская, Andr – Андреевская, Кит - Кумахская, Варр – Баппагайская, S-Sin – Северо-Синская, Sin – Синская, Kdp – Кэдэпчикская, Chbd – Чебыдинская, Esel – Эселяхская, Атыах – Атыяхская, Вур – Быраканская, Hayl – Хайлахская, Vil – Вилюйская, Sr-Vil – Средне-Вилюйская, N-Tuk – Нижне-Тюянская, U-Mar – Усть-Мархинская, Dalyr – Далырская, Конон – Конончанская, Udan - Уданская, Y-Sag – Южно-Сагытайская.

В западной части участка нефтегазоперспективная зона, ограниченная с юго-запада, отвечает линии выклинивания пермских отложений, по краям – тектоническими нарушениями, отделяющими Сунтарский свод от соседних впадин. Северо-восточная граница зоны нефтегазонакопления проведена по изогипсе -2200 м, как последней замкнутой между двумя тектоническими нарушениями.

Выводы

В ходе исследований выделены перспективные зоны нефтегазонакопления. Этому предшествовали детальная корреляция продуктивных горизонтов, структурно-тектонические исследования на основе комплексных геофизических работ, которые позволят уточнить геологическое строение по перспективным отложениям в пределах рассматриваемой территории.

Установлены основные фациальные комплексы терригенного осадконакопления, наиболее благоприятные при формировании песчаных тел - коллекторов.

В пределах района исследований локализованы перспективные объекты нефтегазоносности в тарагайской свите верхней перми. В области выклинивания отложений перми и триаса ожидаются неантиклинальные ловушки, которые контролируются поверхностями древних эрозионных размывов, распространением выше них экранирующих глинистых пород, фациальной изменчивостью отложений. Предполагаемые нефтегазовые залежи, связанные с вышеуказанными ловушками, будут седиментационными литологическими и стратиграфическими с возможными элементами тектонического экранирования.

Полученные геологические результаты указывают на необходимость дальнейшего изучения рассматриваемой территории детальными геофизическими работами и бурением параметрической скважины на юго-востоке района исследований в зоне сочленения с Алданской антеклизой, которая позволит уточнить геологическое строение верхнепалеозойско-мезозойских отложений.

Авторы выражают благодарность Ю.Ю. Бухаленковой и А.М. Николаевой (АО «ВНИГРИ») за помощь при подготовке первичных данных для анализа.

Литература

Будников И.В., Девятков В.П. Модель терригенной седиментации позднепалеозойско-мезозойских бассейнов Сибири // Разведка и охрана недр. - 2007. - № 8. - С. 9-15.

Голубева И.И., Филатов С.С. Пермская угленосная формация востока Сибирской

платформы и нефтегазоносность // Тезисы докладов IV Всесоюзного семинара МГУ. - М., 1981. - С. 92-93.

Жарков А.М., Нефедов Ю.В. Электрометрические модели глубоководных фаций Западно-Сибирского бассейна // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2018. - Т.13. - №2. - http://www.ngtp.ru/rub/4/22_2018.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/22_2018

Зуева И.Н., Чалая О.Н., Сафронов А.Ф., Каширцев В.А. Катагенез рассеянного органического вещества и оценка нефтегенерационного потенциала верхнепермских отложений Вилуйской синеклизы // Наука и образование. - 2014. - №2. - С. 110-117.

История нефтегазообразования и нефтегазонакопления на востоке Сибирской платформы / Б.А. Соколов, А.Ф. Сафронов, А.А. Трофимук, Г.С. Фрадкин, В.Е. Бакин, В.А. Каширцев, О.В. Япаскерт, А.Н. Изосимова. – М.: Наука, 1986. – 167 с.

Литология и условия формирования резервуаров нефти и газа Сибирской платформы / Мин-во геол. СССР, Сиб. Науч.-произв. Объединение по геолого-геофизическим работам. Сост. Т.И. Гурова, Л.С. Чернова, М.М. Потлова и др. – М.: Недра, 1988. – 254 с.: ил.

Литология нефтегазоносных толщ / Ю.К. Бурлин, А.И. Конюхов, Е.Е. Карнюшина. – М.: Недра, 1991. - 286 с.

Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел - литологических ловушек нефти и газа. - Л.: Недра, 1984. - 260 с.

Погодаев А.В. Гидрогеологические условия формирования и сохранности газоконденсатных залежей Хапчагайского мегавала Вилуйской синеклизы // Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. - Якутск, 2019. - 22 с.

Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированных схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы Средней Сибири, часть II (средний и верхний палеозой), 1979 г. / Под ред. В.И. Краснова. - Ленинград, 1982. - 130 с.

Ситников В.С., Алексеев Н.Н., Павлова К.А., Погодаев А.В., Слепцова М.И. Новейший прогноз и актуализация освоения нефтегазовых объектов Вилуйской синеклизы // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2017. - Т.12. - №1. - http://www.ngtp.ru/rub/6/9_2017.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/9_2017

Ситников В.С., Прищепина О.М., Кушмар И.А., Погодаев А.В. Перспективы нефтеносности южной части Вилуйской синеклизы // Разведка и охрана недр. – 2014. - С. 22-28.

Сластенов Ю.Л., Королева Р.В. Региональные глинистые покрывки Лено-Вилуйской НГО // Тектоника и закономерности размещения полезных ископаемых Якутии. - Якутск, 1984. - С. 57-66.

Федорович М.О., Поспеева Н.В. Моделирование истории созревания нефтематеринских толщ Толонского газоконденсатного месторождения (Саха Якутия) // Интерэкспо Гео-Сибирь. - 2018. - Т.1. - С. 18-24. DOI: <https://doi.org/10.18303/2618-981X-2018-1-18-24>

Фролов С.В., Карнюшина Е.Е., Коробова Н.И., Бакай Е.А., Курдина Н.С., Крылов О.В., Тарасенко А.А. Особенности строения, осадочные комплексы и углеводородные системы Лено-Вилуйского нефтегазоносного бассейна // Георесурсы. - 2019. - Т. 21. - № 2. - С. 13-30. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2019.2.13-30>

Cherdantsev G.A.

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI); Saint-Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia, cherdantsev.grigorij@yandex.ru

Kushmar I.A., Semenov V.P., Yashenkova L.K.

All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), St. Petersburg, Russia, irkushm@yandex.ru, valera.semenov.52@list.ru

**PETROLEUM PROSPECTIVE AREAS IN THE TARAGAY FORMATION
BELONGING TO THE UPPER PERMIAN - THE SOUTHWESTERN PART
OF THE VILUY SYNECLISE**

An updated forecast of the petroleum bearing area of the Upper Permian sequences in the southwestern part of the Vilyuy syncline, a promising area for hydrocarbon accumulations, is presented.

On the basis of new geological and geophysical studies on the southwestern side of the Vilyuy syncline, petroleum promising objects in the pinch-out zone of the Upper Permian terrigenous section were substantiated, associated with non-structural traps in the Taragay Formation - lithological, stratigraphical associated with elements of tectonic screening.

Keywords: *petroleum bearing area, area for hydrocarbon accumulation, non-structural trap, Taragay Formation, Upper Permian, Vilyuy syncline.*

References

Budnikov I.V., Devyatov V.P. *Model' terrigennoy sedimentatsii pozdnepaleozoysko-mezozoyskikh basseynov Sibiri* [Model of terrigenous sedimentation of the Late Paleozoic-Mesozoic basins of Siberia]. *Razvedka i okhrana nedr*, 2007, no.8, pp. 9-15.

Fedorovich M.O., Pospeeva N.V. *Modelirovanie istorii sozrevaniya neftematerinskikh tolshch Tolonskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya (Sakha Yakutiya)* [Maturity modeling history of the sources rocks of the Tolon gas-condensate field (Sakcha Yakutia)]. *Interksplo Geo-Sibir'*, 2018. vol.1, pp. 18-24. DOI: <https://doi.org/10.18303/2618-981X-2018-1-18-24>

Frolov S.V., Karnyushina E.E., Korobova N.I., Bakay E.A., Kurdina N.S., Krylov O.V., Tarasenko A.A. *Osobennosti stroeniya, osadochnye komplekсы i uglevodorodnye sistemy Leno-Vilyuyskogo neftegazonosnogo basseyna* [Features of the structure, sedimentary characteristics and hydrocarbon systems of the Lena-Vilyuy petroleum basin]. *Georesursy*, 2019, vol. 21, no. 2, pp. 13-30. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2019.2.13-30>

Golubeva I.I., Filatov S.S. *Permskaya uglenosnaya formatsiya vostoka Sibirskoy platformy i neftegazonosnost'* [Perm coal-bearing formation in the eastern part of the Siberian platform and its petroleum potential]. *Tezisy dokladov IV Vsesoyuznogo seminarâ MGU. Moscow*, 1981, pp. 92-93.

Istoriya neftegazoobrazovaniya i neftegazonakopleniya na vostoке Sibirskoy platformy [History of petroleum formation and accumulation in the Eastern Siberian platform]. B.A. Sokolov, A.F. Safronov, A.An. Trofimuk, G.S. Fradkin, V.E. Bakin, V.A. Kashirtsev, A.V. Yapaskurt, A.N. Izosimova, Moscow: Nauka, 1986, 167 p.

Litologiya i usloviya formirovaniya rezervuarov nefti i gaza Sibirskoy platformy [Lithology and sedimentation conditions for the formation of oil and gas reservoirs of the Siberian platform]. Min-vo geol. SSSR, Sib. Nauch.-proizv. Ob"edinenie po geologo-geofizicheskim rabotam. Sost. T.I. Gurova, L.S. Chernova, M.M. Potlova. Moscow: Nedra, 1988, 254 p.

Litologiya neftegazonosnykh tolshch [Lithology of petroleum bearing strata]. Yu.K. Burlin, A.I. Konyukhov, E.E. Karnyushina. Moscow: Nedra, 1991, 286 p.

Muromtsev V.S. *Elektrometricheskaya geologiya peschanykh tel - litologicheskikh lovushek nefti i gaza* [Electrometrical geology of sand bodies of oil and gas lithologic traps]. Leningrad: Nedra, 1984, 260 p.

Pogodaev A.V. *Gidrogeologicheskie usloviya formirovaniya i sokhrannosti gazokondensatnykh zalezhey Khapchagayskogo megavala Vilyuyskoy sineklizy* [Hydrogeological

conditions for the formation and preservation of gas condensate deposits of the Khapchagai uplift of the Vilyuy syncline]. Avtoref. dis. ... kand. geol.-mineral. nauk. Yakutsk, 2019, 22 p.

Resheniya Vsesoyuznogo soveshchaniya po razrabotke unifitsirovannykh skhem dokembriya, paleozoya i chetvertichnoy sistemy Sredney Sibiri, chast' II (sredniy i verkhniy paleozoy), 1979 g. [Decisions of the All-USSR meeting on the development of unified schemes of the Precambrian, Paleozoic and Quaternary systems of Central Siberia, part II (Middle and Upper Paleozoic), 1979]. Editor V.I. Krasnov. Leningrad, 1982, 130 p.

Sitnikov B.C., Kushmar I.A., Prishchepa O.M., Pogodaev A.V. *Perspektivy neftenosnosti yuzhnoy chasti Vilyuyskoy sineklizy* [Oil potential prospects of the southern part of the Vilyuy syncline]. *Razvedka i okhrana nedr*, 2014, no. 7, pp. 22-28.

Sitnikov V.S., Alekseev N.N., Pavlova K.A., Pogodaev A.V., Sleptsova M.I. *Noveyshiye prognoz i aktualizatsiya osvoeniya neftegazovykh ob"ektov Vilyuyskoy sineklizy* [Newest forecast and data updating of Vilyuy Syncline (Eastern Siberia) petroleum objects]. *Neftgazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2017, vol. 12, no. 1, available at: http://www.ngtp.ru/rub/6/9_2017.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/9_2017

Slastenov Yu.L., Koroleva R.V. *Regional'nye glinistye pokryshki Leno-Vilyuyskoy NGO* [Regional clay seals of the Leno-Vilyuy petroleum area]. *Tektonika i zakonomernosti razmeshcheniya poleznykh iskopaemykh Yakutii*. Yakutsk, 1984, pp. 57-66.

Zharkov A.M., Nefedov Yu.V. *Elektrometricheskie modeli glubokovodnykh fatsiy Zapadno-Sibirskogo basseyna* [Electrometrical models of deep facies sequences in Western-Siberian Basin]. *Neftgazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2018, vol. 13, no. 2, available at: http://www.ngtp.ru/rub/4/22_2018.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/22_2018

Zueva I.N., Chalaya O.N., Safronov A.F., Kashirtsev V.A. *Katagenez rasseyannogo organicheskogo veshchestva i otsenka neftegeneratsionnogo potentsiala verkhnepermiskikh otlozheniy Vilyuyskoy sineklizy* [Catagenesis of dispersed organic matter and estimation of the oil generation potential of the Upper Permian of the Vilyuy Syncline]. *Nauka i obrazovanie*, 2014, no. 2, pp. 110-117.

© Черданцев Г.А., Кушмар И.А., Семёнов В.П., Яшенкова Л.К., 2020

