



Е.Е. Оксенойд
НАЦ РН им. В.И. Шпильмана¹
отделение геологии
заведующий лабораторией геологии отложений баженовско-
абалакского нефтегазоносного комплекса
oksenoyd@crgu.ru

Изучение баженовской свиты – ключевое направление развития НАЦ РН им. В.И. Шпильмана

¹Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана. Россия, 625026, Тюмень, ул. Малыгина 75, а/я 286.

Сегодня в условиях естественного падения добычи на многих давно разрабатываемых месторождениях баженовские отложения рассматриваются в качестве одного из главных источников поддержания ресурсной базы углеводородного сырья в Западной Сибири – основном нефтедобывающем регионе России. В НАЦ РН сформирована база анализов керна баженовских отложений: геохимические, минералогические, петрографические и другие исследования более чем из 200 скважин, пробуренных по всей территории ХМАО-Югры. Имеющаяся информация позволила сформировать геологическую, минералогическую и геохимическую модели баженовской свиты. В силу сложности своей структуры и организации баженовская свита является не только важным перспективным объектом восполнения ресурсной базы углеводородного сырья Западной Сибири, но и выступает двигателем развития новых технологий, науки в целом

Ключевые слова: сланцевая нефть; баженовская свита; исследования керна; геолого-геофизическая модель; Баженовский полигон; технологии освоения и разработки; параметрическая скважина Баженовская 1; полуколлектора; Речицкое месторождение

Баженовская свита (БС) с ее фациальными аналогами согласно оценке американской *US Energy Information Administration* 2013 г. занимает первое место в мире по величине суммарных технически извлекаемых ресурсов сланцевой нефти, которые, по разным подсчетам, составляют несколько миллиардов тонн. По официальной оценке, выполненной НАЦ РН им. В.И. Шпильмана, начальные суммарные извлекаемые ресурсы нефти баженовско-абалакского нефтегазоносного комплекса территории ХМАО – Югры составляют 3,1 млрд т, это оценка ресурсов в зонах естественной продуктивности БС. Сегодня в условиях естественного падения добычи на многих давно разрабатываемых месторождениях баженовские отложения рассматриваются в качестве одного из главных источников поддержания ресурсной базы углеводородного сырья в Западной Сибири – основном нефтедобывающем регионе России.

НАЦ РН начал целенаправленно заниматься изучением баженовской свиты в 2012 г. в рамках контракта с французской нефтегазовой компанией *Total*. Изучалось строение, литолого-петрофизические и геохимические особенности баженовско-абалакских отложений, выполнялась оценка перспектив их нефтеносности в западной части ХМАО – Югры. В 2014–2016 гг. исследования продолжились в рамках работ по оценке перспектив нефтеносности баженовской свиты всей территории ХМАО – Югры, выполняемых по заказу Федерального агентства по недропользованию.

В НАЦ РН сформирована база исследований ядра баженовских отложений. Описано и задокументировано около 3000 м ядра более чем из 170 скважин из баженово-абалакских отложений и их аналогов, находящегося в окружном кернохранилище АУ «НАЦ РН им. В.И. Шпильмана». Геохимические и минералогические анализы ядра собраны при выполнении тематических работ по крупным участкам территории ХМАО – Югры. Исследования выполнены в специализированных лабораториях: геохимия РОВ, битумоидов и нефтей – в ТомскНИПИнефть (проф. И.В. Гончаров) и ВНИГНИ (д-р геол.-мин. наук М.В. Дахнова); минералогические исследования (рентгеноструктурный и рентгенофлуоресцентный анализы, детальные геохимические исследования методом ICP-MS и др.) – в Институте геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН (д-р геол.-мин. наук К.С. Иванов, канд. физ.-мат. наук Ю.В. Щапова, канд. геол.-мин. наук Н.В. Вахрушева), Институте минералогии УрО РАН (канд. геол.-мин. наук П.В. Хворов).

Общий объем имеющихся в НАЦ РН результатов пиролитических исследований ядра баженовской свиты составил 3995 образцов из 208 скважин, определений $C_{орг}$ – 5485 из 322 скважин, объем минералогических анализов (РСА и РФА) – 3408 образцов из 191 скважины. Данные распределены по всей территории ХМАО – Югры.

Имеющаяся информация позволила сформировать геологическую, минералогическую и геохимическую модели баженовской свиты. В разрезе свиты выделены и закартированы 5 пачек, различающихся геохимическими и минералогическими характеристиками (*рис. 1*). Оценены объемы генерации УВ породами БС и остаточный нефтегенерационный потенциал. Геологические запасы нефти в баженовских отложениях на территории ХМАО – Югры составляют 123–150 млрд т.

Изучение баженовской свиты дало новый импульс развитию НАЦ РН. В работу были вовлечены специалисты разных профилей: геологи, петрофизики, сейсмологи. Им пришлось «перелопатить» огромный объем информации: как нарабатанной предшественниками за 50 лет изучения баженовских отложений, так и современной наукоемкой, в том числе зарубежной, полученной в последнее десятилетие в результате «сланцевой революции». Существенные изменения произошли в сфере исследований ядра: если еще 5 лет назад значительный объем анализов выполнялся в сторонних организациях, то сегодня такие геохимические исследования как пиролиз, РФА, РСА и др. выполняются в лабораториях окружного кернохранилища АУ «НАЦ РН им. В.И. Шпильмана».

Для совершенствования организации работ по изучению баженовской свиты в 2014 г. в НАЦ РН была создана лаборатория геологии баженовско-абалакского нефтегазоносного комплекса, одной из первых задач которой было координирование мероприятий, связанных с организацией Баженовского полигона.

Международный опыт показывает, что для освоения месторождений сланцевой нефти наряду с большим объемом геологических исследований требуется специальная аппаратура и технология. В связи с необходимостью не только разработки, но и внедрения инновационных технологий при освоении баженовской свиты на выездном заседании комитета Совета Федерации по экономической политике, состоявшемся 23 апреля 2014 г. в Тюмени, губернатор ХМАО – Югры Н.В. Комарова объявила о создании НАЦ РН им. В.И. Шпильмана совместно с Минприроды научного полигона для изучения отложений баженовской свиты.

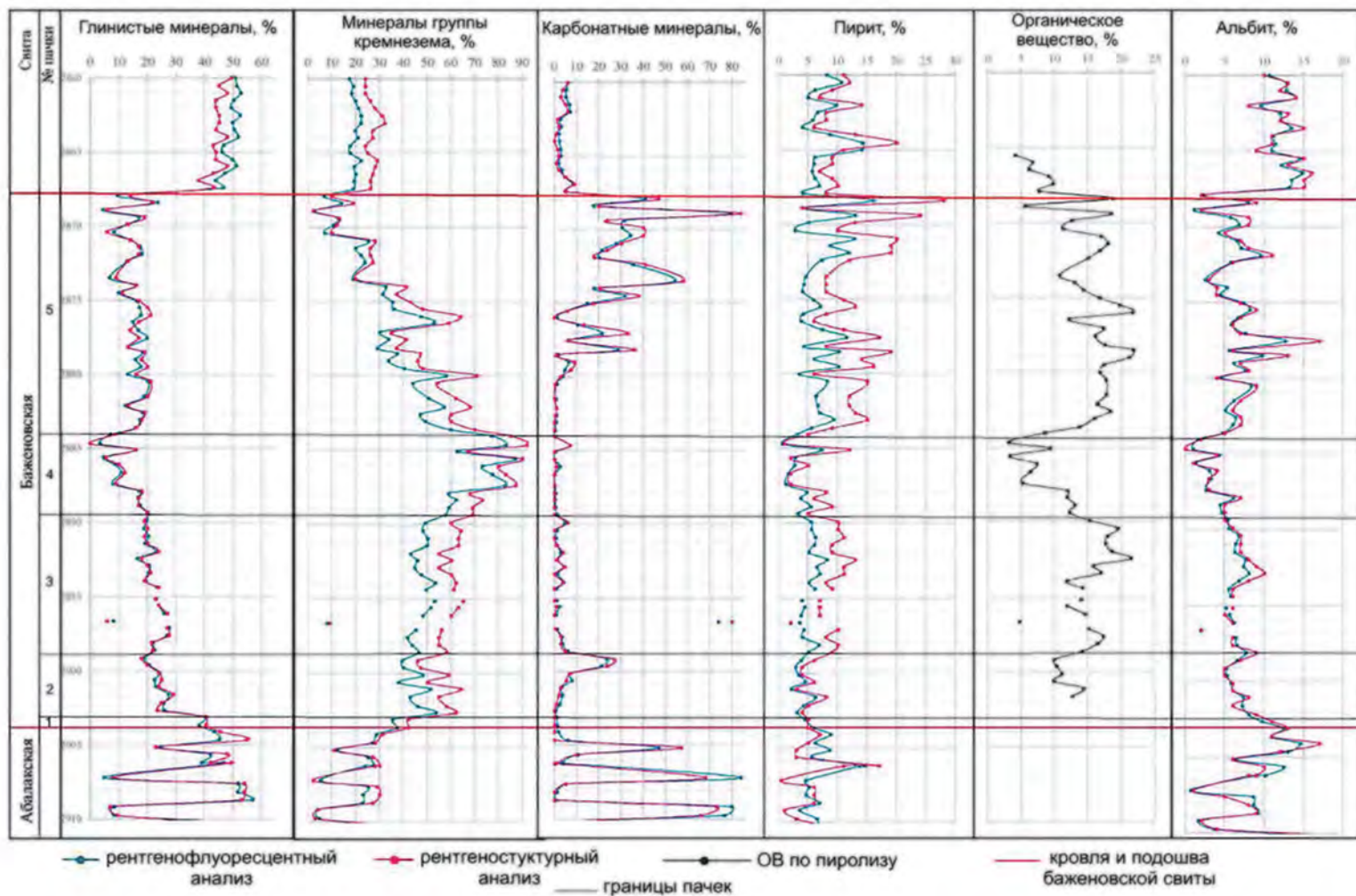


Рис. 1.
Изменение минералогических характеристик по разрезу БС

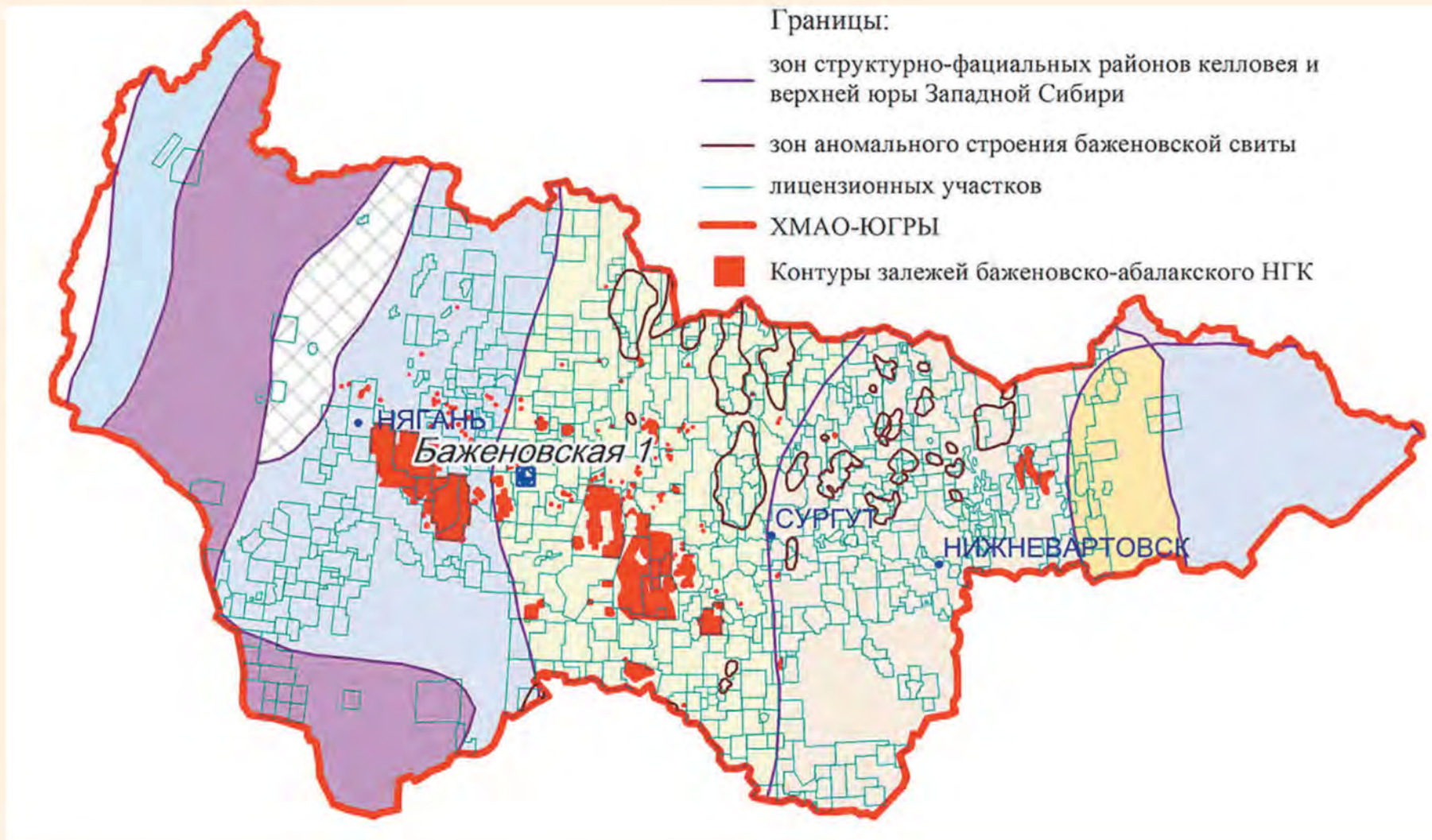


Рис. 2.
Местоположение параметрической скважины Баженовская 1

В Москве в Президиуме РАН был собран Координационный Совет по реализации соглашения между правительством ХМАО – Югры и Российской академией наук о научно-техническом сотрудничестве. Координационный совет рекомендовал НАЦ РН им. В.И. Шпильмана совместно с Министерством природных ресурсов и экологии РФ и РАН подготовить перечень мероприятий и предложения в научно-практическую программу работ на Баженовском научном полигоне.

Программа работ по научному полигону Баженовский, разработанная НАЦ РН им. В.И. Шпильмана, предусматривала на I этапе проведение комплекса полевых геолого-геофизических и геохимических исследований для создания детальной геолого-геофизической модели отложений баженовской свиты. Геофизические исследования включали детальную гравиметрическую съемку, магниторазведку, электроразведку методами АМТЗ-МТЗ и ЗСБ-СВ-Н; геохимические исследования предусматривали гелиевую и радоновую съемки. Были запланированы сейсморазведочные работы 3D. В 2015 г. НАЦ РН была обоснована необходимость включения объекта «Проведение высокоточных сейсморазведочных работ 3D с повышенной плотностью сетки в пределах Баженовского научного полигона» в госпрограмму «Воспроизводство и использование природных ресурсов».

Бурение параметрической скважины Баженовская № 1 предусматривалось со вскрытием пород фундамента, максимально возможным отбором керна и расширенным комплексом ГИС. Предлагалось выполнить отбор изолированного керна и шлама и его исследования.

II этап предусматривал создание каркаса скважин для испытания и апробации различных технологий освоения и разработки отложений баженовской свиты. При этом предполагалось опробование как технологий, применяемых в США (множественный гидроразрыв пласта, термогазовое воздействие), так и уникальных российских технологий (спектрального импульсного воздействия, воздействия специальными химическими реагентами). На III этапе планировалось бурение горизонтальных скважин (ГС) с длиной горизонтального ствола 1000 м и разветвленно-горизонтальных скважины (РГС) с длиной горизонтального ствола 500 м, 800 м, 1000 м, отбор керна на горизонтальных (слабо наклонных) участках для изучения латеральной изменчивости свойств пород баженовской свиты. Задачей IV этапа было создание ячеек, сеток разработки, апробация и внедрение технологий.

В 2015 г. НАЦ РН им. В.И. Шпильмана в рамках проведения работ по созданию научного

полигона Баженовский провел в Ханты-Мансийске серию всероссийских совещаний под эгидой заместителя Губернатора ХМАО – Югры С.М. Полукеева, на которых обсуждались вопросы, связанные с оптимизацией технических возможностей отбора и программы исследования баженовского керна, рекомендуемый комплекс ГИС, а также конкретные вопросы строительства параметрической скважины Баженовская № 1. В совещаниях приняли участие представители органов власти, сотрудники НАЦ РН им. В.И. Шпильмана, сервисных компаний, институтов РАН и других научных институтов России, ГКЗ. В докладах участников совещания была представлена не только информация по исследованиям и технологиям, уже применяемым сегодня в России, но и по самым современным наукоёмким и экспериментальным методикам. С представленными докладами и другими материалами по Баженовскому полигону можно ознакомиться на сайте НАЦ РН им. В.И. Шпильмана (<http://www.crru.ru/bazhenov.html>).

В результате были сформированы «Расширенный комплекс геофизических исследований опорно-параметрической скважины № 1 Баженовской» и «Комплекс исследований керна опорно-параметрической скважины № 1 Баженовской», которые были направлены на экспертизу в Государственную комиссию по запасам полезных ископаемых. По этим документам было получено положительное заключение Экспертно-технического совета ФБУ «ГКЗ» от 25.09.2015 г.

Предлагаемый комплекс ГИС отличался от стандартных для поисково-разведочных скважин дополнением таких более эффективных методов, как многозондовый БК, электрический имиджер, литоплотностной (ГГК-ЛП), кислород-углеродный (С/О) и ядерно-магнитный каротажи (ЯМК), широкополосная акустика (ШАК) и акустическое зондирование (АЗ). Предусматривался отбор изолированного керна, программа работ с керном включала в том числе блоки литолого-седиментологических, минералогических, геохимических исследований и анализ механических свойств керна. Проектная конструкция скважины позволяла производить резку боковых стволов и проводку горизонтальных участков в интервале баженовско-абалакских отложений.

В 2015 г. руководство Федерального агентства по недропользованию предложило включить скважину Баженовская № 1 в Перечень объектов Госзаказа, НАЦ РН обосновал точку расположения скважины Баженовская № 1 и подготовил «Техническое задание на разработку рабочего проекта на строительство опор-

но-параметрической скважины «Баженовская № 1», которое прошло экспертизы в АО «Росгеология» и ФГУП «ВНИГНИ».

В 2017 г. АО «Росгеология» заключило с АО НПЦ «Недра» договор на бурение параметрической скважины Баженовская № 1. Поскольку НАЦ РН им. В.И. Шпильмана осуществлял подготовку и обоснование строительства скважины и обладает необходимыми данными и опытом для успешного решения задач, возложенных на скважину Баженовская № 1, НПЦ «Недра» заключил с НАЦ РН договор на научное сопровождение исследований в процессе бурения параметрической скважины Баженовская № 1 и специализированные лабораторно-аналитические исследования керн баженовских отложений.

17 мая 2018 г. в 85 км к северо-западу от Ханты-Мансийска началось бурение параметрической скважины Баженовская № 1 с проектной глубиной 3200 м. Вокруг скважины открыты залежи в баженовских отложениях – на Верхне-назымском, Средне-назымском, Галяновском, Сыньеганском, Западно-Нялинском, Емангальском месторождениях (рис. 2).


На начало июля 2018 г. пробурено более 2000 м, отобран керн из викуловской и фроловской свит. По проекту вскрытие баженовской свиты ожидается на глубине 2800 м.

Керновый материал, полученный в результате бурения параметрической скважины, даст ответы на ряд вопросов, касающихся продуктивности баженовской свиты, этому же будут способствовать результаты геофизических исследований и испытаний.

Компетенции, полученные коллективом НАЦ РН при изучении баженовской свиты, позволили

взяться за решение новой задачи: оценка возможного потенциала и перспективы освоения УВ из нетрадиционных залежей в полуколлекторах в пределах Припятского прогиба (Беларусь). Объектом исследования являются I-III пачки межсоловых отложений нижефаменского яруса верхнего девона Речицкого месторождения. Это существенно карбонатные породы с содержанием $C_{орг}$ в диапазоне 0,5–3%. Целью работ является получение информации о литолого-фациальных особенностях исследуемых отложений, петрофизических, геохимических, упругих и прочностных свойствах горных пород. Должна быть создана геологическая, петрофизическая, седиментационная, геохимическая и геомеханическая модели отложений с целью выяснения перспектив их нефтеносности.

Диапазон выполняемых высокотехнологичных керновых исследований настолько широк, что кроме специализированных лабораторий окружного кернохранилища НАЦ РН им. В.И. Шпильмана в исследованиях участвуют лаборатории из Тюмени, Томска, Екатеринбург и Санкт-Петербурга. НАЦ РН координирует все исследования, интегрирует и увязывает геохимические, минералогические, петрофизические, прочностные и др. характеристики с целью получения непротиворечивой модели исследуемых отложений.

Можно отметить, что на сегодняшний день баженовская свита является не только важным перспективным объектом восполнения ресурсной базы углеводородного сырья Западной Сибири, но в силу сложности своей структуры и организации выступает двигателем развития новых технологий, науки в целом. 

UDC 552.5/553.983:550.8.02(550.8.05)

E.E. Oksenoyd, Head of the Laboratory of Geology of the Bazhenovo–Abalak Oil and Gas Complex, Autonomous Institution of Khanty–Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra “V.I. Shpilman Research and Analytical Centre for the Rational Use of the Subsoil”¹, oksenoyd@crru.ru

¹PO box 286, 75 Malygin street, Tyumen, 625026, Russia

The Study of the Bazhenov Formation is a Key Area for the Development of the V.I. Shpilman Research and Analytical Centre for the Rational Use of the Subsoil

Abstract. Today, in conditions of a natural decline in production in many long-developed fields, the Bazhenov Formation is considered as one of the main sources of maintaining the hydrocarbon resource base in Western Siberia, the main oil producing region of Russia. CRRU has created a database of core analyses of the Bazhenov rocks: geochemical, mineralogical, petrographic and other data from more than 200 wells drilled throughout the territory of KhMAO–Yugra. The available information has allowed creating geological, mineralogical and geochemical models of the Bazhenov shale. Due to the complexity of its structure and organization, the Bazhenov formation is not only an important perspective object for replenishing the resource base of hydrocarbons in Western Siberia, but also serves as an engine for the development of new technologies and science in general.

Keywords: shale oil; Bazhenov formation; core analyses; geological and geophysical models; Bazhenov testing ground; technologies of development and production; parametric well Bazhenovskaya 1; semi-reservoirs; Rechitsa field.