

## УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» профессор, д.э.н.

\_\_\_\_\_ Н.В. Пашкевич

« » 05 \_\_\_\_\_ 2021 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» на диссертацию **Пономаревой Елены Владимировны** на тему: «Геохимия органического углерода в баженском горизонте Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

### Актуальность темы исследования

Одним из наиболее значимых объектов научного и промышленного интереса к скоплениям углеводородов в плохопроницаемых коллекторах (в том числе, сланцевых толщах) на территории России является баженская свита Западной Сибири, выделенная в 1959 г. Ф.Г. Гурари, который одним из первых сделал предположение о ее возможной нефтеносности, а еще через 2 года на Салымском месторождении из нее был получен приток нефти. В

настоящее время в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции в баженовской свите выявлено более 180 залежей нефти на 92 месторождениях. Ведется, пусть и в небольших объемах добыча нефти.

Проблема нефтеносности баженовской свиты несмотря на значительный период ее изучения остается до конца нерешенной. Баженовская свита представляя собой уникальную по генезису, содержанию органического вещества, литологии, геохимии толщу Западной Сибири и являясь предметом пристального изучения с позиций ее нефтегазоматеринского потенциала остается недоизученной с точки зрения оценки фильтрационно-емкостных свойств вмещающей породной матрицы, что не позволяет разработать эффективную методику выявления и оконтуривания скоплений нефти непосредственно в ее пределах.

Сегодня не ставится под сомнение значительный углеводородный потенциал скоплений УВ в баженовской свите, оцениваемый от 10 до 50 млрд.т. извлекаемых запасов нефти, что на фоне отсутствия подходов к локализации зон высокой концентрации УВ, позволяющих выработать эффективную стратегию ГРП и отсутствия технологии освоения, позволяет отнести указанные проблемы к важнейшим, требующими экспериментального и теоретического развития, в том числе на базе развития теории нефтегазообразования, что неразрывно связано с необходимостью изучения геохимических особенностей баженовского разреза, определяемых условиями образования осадков и процессами их последующего преобразования.

С учетом того, что изучение баженовской свиты, в том числе и специальных вопросов, затрагиваемых исследованием Пономаревой Е.В. ведутся уже на протяжении более 60 лет соискатель, безусловно, взялся за решение непростой задачи попытки систематизации многочисленных архивных и современных данных лабораторных исследований, комплексирования их с данными интерпретации ГИС для составления карт

латерального распределения концентраций органического углерода с разделением на нижнюю, среднюю и верхнюю части горизонта. Поставленные задачи, разработки методики и получения численной модели пространственного распределения концентраций органического углерода в баженовском горизонте являются весьма актуальными и отвечающими современным потребностям отрасли.

**Целью диссертационного исследования** заявлено выявление закономерностей распределения, оценка среднего содержания органического углерода в породах баженовского горизонта и отдельных свит в его составе; построение карты средних концентраций органического углерода в породах горизонта масштаба 1 : 2 500 000; построение численных моделей пространственного распределения концентраций органического углерода в породах горизонта.

**Научная новизна** заключается в разработке методики совместного использования аналитических определений содержания Сорг, и данных полученных с применением зависимости «кern – ГИС», что существенно повышает плотность наблюдений и позволяет получить представление о распределении органического углерода не только в отдельных точках отбора проб керна, но и оценить средние содержания органического углерода в породах отдельных свит баженовского горизонта.

**Теоретическая и практическая значимость полученных результатов**

Установлены закономерности распределения концентраций органического углерода в породах баженовского горизонта Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна представленное в виде трёхмерного распределения Сорг в его породах. Практическая значимость определена возможностью использования полученных распределений для решения широкого круга задач прогноза, поисков и разведки залежей нефти в баженовской свите.

### **Фактический материал**

В работе использован огромный по объему фактический материал - 4998 химико-аналитических определений (в том числе пиролиз – 3325 анализов из 135 скважин) содержания Сорг в породах баженовского горизонта из 268 скважин и результаты 102320 замеров Сорг по данным ГИС в 1627 скважинах, пробуренных на территории Западно-Сибирского осадочного бассейна.

**Достоверность полученных научных результатов** и обоснованность выводов автора обусловлена максимально полным использованием имеющихся геофизических исследований скважин и геолого-геохимических (аналитические определения Сорг по керну) данных для формирования представительной коллекции фактического материала; применением современного программно-методического комплекса вычислений (Geosolver, Microsoft Excel) и картопостроений (Surfer, GridMaster, CorelDRAW X4); комплексным характером выполненного исследования.

Автором на защиту выносятся четыре научные положения, включающие методику определения концентраций органического углерода в породах баженовского горизонта, основанную на комплексировании лабораторных определений и результатов интерпретации ГИС и адаптированная для зон развития различных типов разреза, оценку средних содержаний органического углерода, карты и численную модель латерального распределения современных средних концентраций органического углерода в баженовском горизонте Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна.

**Объем и структура работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав и заключения. Объем диссертации составляет 212 страниц машинописного текста, включая 63 рисунка и 21 таблицу. Список литературы содержит 178 наименований, включая 6 иностранных работ.

**В первой главе** приведены сведения по стратиграфии, литологии, палеогеографии, истории геологического развития баженовского горизонта и тектонического строения верхнеюрского комплекса, а также катагенезу органического вещества и распределению современных температур в породах.

Претензий к главе нет, за исключением того, что она занимает 70 страниц текста, что с одной стороны позволяет получить полное представление о строении и особенностях баженовской свиты, но с другой не являясь направленной на обоснование защищаемых положений она является слишком громоздкой для конкретного исследования.

**Во второй главе** рассмотрены используемые в работе материалы и методика выявления корреляционных связей между аналитическими данными по содержанию органического углерода и данными ГИС.

Такая последовательность изложения и разделения на главы не выглядит рациональной, поскольку объединяет два абсолютно разных аспекта исследования: с одной стороны представительность фактического материала и изученность (перечень скважин с аналитическими определениями  $S_{org}$  по керну; перечень скважин, используемых для получения дополнительных значений  $S_{org}$  по ГИС), а с другой представления об исследованиях, направленных на выявление корреляционной связи органического углерода и значений каротажа и собственных разработках автора исследования по выявлению связей «кern – ГИС» для разных литолого-фациальных зон баженовского горизонта.

Приведены зависимости, построенные автором для разных зон, между содержанием органического углерода ( $S_{org}$ , %) и радиоактивностью ( $\gamma$ -активность) по гамма-каротажу (ГК, мкР/ч) по скважинам, хорошо охарактеризованным керном с аналитическими данными  $S_{org}$ , и значениями радиоактивности по данным ГК-каротажа по 11 корреляционным уравнениям для эталонных скважин: Горшковская 1017, Салымская 2802, Малобалыкская

901, Чупальская 67, Эниторская 971, Столбовая 84, Толпаровская 2, Западно-Квензерская 4, Среднеюлжавская 10, Ракитинская 4, Боровая 8 установленные при большой концентрации Сорг -5 %.

По сути, вторая часть главы направленная на доказательство первого защищаемого положения, являясь одной из самых значимых с точки зрения практического вклада исследования, предоставляя возможность при отсутствии аналитики обратиться к данным ГИС для получения оценочного представления о возможном содержании органического углерода по территории распространения баженовской свиты.

В тоже время, представленные зависимости и результаты не бесспорны.

Многие исследователи (этому вопросу посвящено огромное количество исследований зарубежных авторов), и на это указывает сам автор в рассматриваемой диссертации, пытались ранее выявлять корреляционные зависимости между значениями, полученными при оценке содержания органического углерода из керна и по ГИС, и для определенных случаев и в пределах небольших площадей это как правило удавалось. В тоже время использование упрощения о том, что радиоактивность, фиксируемая по гамма-каротажу определяется содержанием углерода, входящего в углеводородсодержащие соединения не позволяет получить сколь-нибудь приемлемый результат в отрыве от результатов анализов. Т.е.проще говоря отсутствие массовых анализов не позволяет “настроить” зависимость и снимать данные с каротажа.

Все известные подходы к определению содержания Сорг в высокобитуминозных толщах на основе каротажных данных можно разделить на 5 групп:

- 1) прямые зависимости керн-ГИС;
- 2) определение связи Сорг с кривыми радиоактивных методов;
- 3) использование графических методов наложения кривых;

4) расчёты корреляционной зависимости на основе методов пористости и сопротивлений;

5) использование специальных методов ГИС (СГК, ЯМК, С/О каротаж).

Выявлено, что отсутствие прямой корреляции может быть обусловлено несколькими причинами:

1) не представительными интервалами отбора керн для проведения геохимических исследований;

2) отсутствием надежных данных по привязке керн-ГИС;

3) ряд метрологических и технологических причин (скорость подъема аппаратуры, интегральная и спектральная чувствительность датчика).

Помимо этого, отсутствие корреляционной связи может быть связано с многими геологическими причинами, прежде всего к которым следует отнести минералогический состав.

Важным аспектом в этой связи является и то, что распределение урана между отдельными компонентами минеральной матрицы и ОВ свидетельствует о том, что не всегда изотопы урана связаны исключительно с органическим веществом.

В связи с этим применение предложенных универсальных зависимостей, полученных лишь по одному методу ГИС (стандартному) конкретным “эталонным” скважинам в других районах не представляется возможным. Единственным способом преодоления указанных трудностей и повышения надежности результатов является применение комплекса специальных методов каротажа с калибровкой в каждой из зон литотипов разреза.

В силу отсутствия специального комплекса и вполне оправданного желания исследователя использовать данные радиоактивных методов при дополнении исследования увязкой с литотипами разреза, и разработки

индивидуальных зависимостей своего вида для каждого из них результаты исследования были бы более надежными.

### **Глава 3. Распределение концентраций органического углерода в осадочных породах баженовского горизонта**

В главе описываются карты распределения концентраций  $C_{орг}$ . Для построения карт использованы средние значения  $C_{орг}$ , полученные по комплексу методов: химического, Rock-Eval и результатов интерпретации ГИС с помощью зависимостей «керна– ГИС».

**Важные практические выводы получены при рассмотрении параметров распределения  $C_{орг}$  в породах баженовского горизонта и отдельных свитах, входящих в него. Выявлено, что органическое вещество в баженовском горизонте распределено крайне неравномерно.**

Для нижнетутлеймской подсвиты они составили 6.1 %, для баженовской свиты 7,1%, снижаясь в мулымьинской свите до 4.4 %; в марьяновской свите (верхняя часть) до 2.9 %. Тоже самое можно сказать и о распределении  $C_{орг}$  по площади с вариацией средних значений  $C_{орг}$  от долей процента на периферии бассейна, до 10-12 % – в его центральной части.

Приведённые автором результаты исследования позволяют оценить средние содержания органического углерода в породах баженовского горизонта и отдельных свит в его составе. К безусловным достижениям относится построенная карта средних концентраций  $C_{орг}$  и созданные численные модели пространственного распределения концентраций органического углерода в баженовском горизонте.

В третьей главе обоснованы сразу три защищаемых положения (второе, третье и четвертое).

Претензий к главе не имеется.

По результатам анализа диссертационной работы можно сделать следующие выводы.

Автором исследования разработан и применен комплексный подход к решению задачи использования данных определения органического углерода и данных, полученных из связи «керн – ГИС», что увеличило плотность наблюдений, как на площади так и по разрезу.

Установлено, что наиболее обогащенные органическим углеродом в изученном интервале являются породы баженовской свиты и нижнетутлеймской подсвиты, в которых средние содержания Сорг равны 7.1 % и 6.1 %, соответственно. В остальных свитах распределение средних значений Сорг меньше, но весьма значимое - в нижней подсвите мулымьинской свиты – 4.4 %; в марьяновской (верхняя часть) – 2.9 %; в гольчихинской (верхняя часть) – 2.4 %; в баганской (верхняя часть) – 2.3 %; в верхнеданиловской подсвите – 2.0 %.

В качестве несомненного достижения необходимо отметить карты и иллюстрации, представленные в диссертации. Они являются информативными, дробными и качественно оформленными. Представляется что такого рода достижения должны стать общедоступными и могут использоваться для целей бассейнового моделирования, оценки генерационных возможностей баженовской и нижнетутлеймской свит, а также весьма интересного направления исследований, связанного с оценкой остаточного потенциала подвижных генерированных углеводородов, сохранившихся в толще генерации (скопления в сланцевых толщах).

**К работе имеется ряд замечаний:**

1. Автор ограничил себя при выявлении закономерных связей керн-ГИС для последующего использования значений Сорг., полученных из ГИС, анализом связей преимущественно одного метода радиоактивного каротажа (ГК) без учета литологии, что не позволяет считать полученные зависимости надежными и использовать их за пределами конкретных эталонных скважин.

2. Не очень удачная компоновка результатов исследования – в три

главы, привела к тому, что в первой из них изложена крайне полезная, но полученная без участия автора информация, во второй состоящей из двух важных частей отстаивается одно защищаемое положение, а в третьей приводится обоснование сразу трех защищаемых положений.

3. Достаточно пространные и справедливые слова о роли многих выдающихся ученых, изучавших баженовскую свиту, приведенные в нескольких местах диссертационной работы, являясь основой любого исследования, связанного с геохимией ОБ высокобитуминозных толщ, но в целом, носят отвлеченный от непосредственной темы диссертационной работы характер, суть которой не геохимия, а методы обработки полученных геохимических данных, и методы их дополнения на основании выявленных зависимостей, что следовало бы вынести в одно из защищаемых положений.

### Заключение

Диссертационная работа Пономаревой Ирины Владимировны «Геохимия органического углерода в баженовском горизонте Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна», является завершенной научно-квалификационной работой, и характеризуется комплексным подходом, широким спектром использованных материалов и огромным объемом привлеченных к анализу данных.

Диссертация соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Пономарева Елена Владимировна заслуживает присуждения степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 - «Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Диссертация и отзыв рассмотрены на расширенном заседании кафедры Геологии нефти и газа федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (протокол от 18 мая 2021 г. № 8). Отзыв одобрен и рекомендован в качестве официального отзыва ведущей организации.

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Заведующий кафедрой геологии нефти и газа  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Санкт Петербургский горный университет»,  
доктор геолого-минералогических наук,  
старший научный сотрудник

О.М. Прищепа

25.05.2021г

Зам.начальника отдела  
делопроизводства \_\_\_\_\_ Е.В. Копьева  
« 25 » 05 20 21 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»,  
199106, город Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2  
контактный телефон +7 (812) 328-82-00  
E-mail: rectorat@spmi.ru