

На правах рукописи

Шаминава Марина Ивановна

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ  
ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НЮРОЛЬСКОЙ  
СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНОЙ ЗОНЫ  
(ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Специальность 04.00.13 – Геохимические методы поисков месторождений  
полезных ископаемых

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Томск 1998

Работа выполнена в Томском политехническом университете

**Научные руководители:**

Доктор геолого-минералогических наук, профессор **А.Г.Бакиров**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент **Н.Ф.Столбова**

**Официальные оппоненты:**

Доктор геолого-минералогических наук, профессор **В.М.Гавшин**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент **В.Н.Ростовцев**

Ведущая организация: ТО СНИИГГиМС

Защита диссертации состоится 23 декабря 1998 года в 15 часов в 111 аудитории 1 корпуса ТПУ на заседании диссертационного совета К 063.80.08 в Томском политехническом университете.

Адрес: 634034, г.Томск, пр.Ленина, 30

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке Томского политехнического университета.

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат геолого-минералогических наук

В.К.Бернатонис

## Общая характеристика работы

**Актуальность работы.** В последнее время большая часть мезо-кайнозойских месторождений Западной Сибири разбурена и эксплуатируется, поэтому для увеличения объемов добычи нефти встал вопрос об оценке нефтегазоносности глубокозалегающих палеозойских отложений. На территории Томской области в Нюрольской структурно-фациальной зоне отложения палеозойского возраста вскрыты во многих скважинах, что создает благоприятные условия для проведения геохимических исследований. Последние стали необходимыми, т.к. традиционные методы исследования, среди которых преобладали геофизические, оказались недостаточными для изучения сложнопостроенных палеозойских отложений фундамента.

С позиции теории органического происхождения нефти оценка нефтегенерационного потенциала осадочных бассейнов в значительной степени базируется на выявлении нефтематеринских пород доманиковых фаций и изучении их геохимических особенностей. Геохимическая история развития нефтегазоносных бассейнов характеризуется многократной сменой окислительно-восстановительного потенциала окружающей среды, связанной преимущественно с захоронением и разложением ОВ, генерацией и эмиграцией УВ. Одним из элементов-индикаторов этих сложных явлений может быть уран, имеющий устойчивую геохимическую связь с захороненным ОВ и меняющий миграционную способность при изменении потенциала Eh. В связи с вышеизложенным, в решении проблемы поиска новых перспективных площадей наиболее актуальным является разработка достоверных геохимических критериев выявления и исследования нефтематеринских отложений.

**Цель и задачи исследования.** Целью исследований являлось выявление геохимических критериев нефтегазоносности палеозойских отложений Нюрольской структурно-фациальной зоны. Для достижения поставленной цели было необходимо решение следующих задач:

- 1) обоснование и выбор комплексной методики геологических и геохимических исследований;
- 2) выявление отложений доманикового типа в палеозойском комплексе пород;
- 3) изучение закономерностей их положения в разрезах скважин и распространения по латерали;
- 4) изучение геохимических фаций их формирования;
- 5) выявление среди отложений доманикового типа пород, обогащенных захороненным

органическим веществом; б) изучение характера их битуминозности с выделением пород с сингенетичной битуминозностью; 7) исследование генетической связи урана с вещественным составом палеозойских отложений; 8) установление закономерностей концентрации бора и органофильных элементов в нефтегазоносных отложениях; 9) выработка и обоснование геохимических критериев оценки нефтегазоносности территории.

**Фактический материал.** В основу работы положены материалы литолого-геохимических исследований юго-востока Западно-Сибирской плиты, выполненных автором в составе литологической группы кафедры минералогии и петрографии ТПУ, под руководством доцента Н.Ф. Столбовой, при проведении хозяйственных работ с ОАО "Томскнефтегазгеология", Томским отделением СНИИГГиМС, Томскгеолкомом в период с 1977 по 1997 год. При выполнении работ автором была отобрана коллекция образцов из отложений мезозоя и палеозоя (более 10 тысяч), задокументировано более 100 разрезов скважин, просмотрено и изучено более 2 тысяч петрографических шлифов. Более 1000 пришлифовок исследовалось при помощи люминесцентного микроскопа, около 200 образцов, обогащенных ЗОВ изучено методом осколочной радиографии. Частично использовались коллекции Томского отделения СНИИГГиМС Ю.А. Фомина и сотрудников СНИИГГиМС И.А. Олли, А.И. Ларичева, Г.Д. Исаева, а также материалы поисково-разведочных работ и результаты исследований разведочных скважин на нефть и газ, любезно предоставленные геологическими фондами нефтегазоразведочных экспедиций и Геолкомом Томской области. Термические, рентгеноструктурные, химические и спектральные анализы (более 500) были выполнены в центральной лаборатории ГПП и Запсибгеология (г. Новокузнецк), концентрации урана, бора и других элементов были измерены в лаборатории нейтронно-активационного анализа Томского отделения СНИИГГиМС под руководством Ю.М. Столбова (более 1000 анализов).

**Методы исследований.** Исследования проводились комплексно, с использованием традиционных геологических и геофизических методов изучения пород (полевых, минералого-петрографических, литостратиграфических, методов ГИС), а также внедряемых геохимических методов, базирующихся на ядерных свойствах элементов. К ним относятся методы ядерной физики - метод определения урана по запаздывающим нейтронам, метод осколочной радиографии, нейтронно-радиационный ме-

тод определения бора и других микроэлементов, реализуемых на базе исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета. Обработка результатов исследований осуществлялась на персональной ЭВМ с использованием методов математической статистики.

**Научная новизна.** Впервые, на зональном уровне, на основе литолого-стратиграфического, минералого-петрографического и геохимического изучения пород разрезов с применением ядерной аналитики выявлены геохимические критерии нефтегазоносности палеозойских отложений Нюрольской СФЗ. Показана возможность использования литогеохимических данных (распределение керогена типа-II, урана, бора и других микроэлементов) для выделения нефтегазоматеринских отложений и прогнозирования перспективных участков в глубокозалегающих горизонтах палеозоя.

**Практическая значимость.** Результаты исследований вошли в научные отчеты и рекомендации и использованы в работах ОАО "Томскнефтегазгеология".

Полученные выводы позволяют оптимизировать выбор объектов для поисков нефти и газа на юго-востоке Западно-Сибирской плиты. Предложенный комплекс исследований и геохимических критериев выявления нефтегазоносных отложений может быть использован при изучении палеозойских карбонатных отложений Западной Сибири.

Конкретно значимые выводы исследования:

1. В палеозойских отложениях Нюрольской структурно-фациальной зоны выявлены и прослежены два горизонта нефтематеринских пород доманикового типа в низах кыштовского ( $D_{1kt}$ ) и лугинецкого ( $D_{3lg}$ ) горизонтов.
2. Результаты исследований были использованы при составлении карты перспектив нефтегазоносности Нюрольской СФЗ.
3. В пределах изучаемого района выделено восемь перспективных участков, где вероятность скопления углеводородов наиболее высока.
4. По восточной окраине Нюрольской структурно-фациальной зоны прослежены тектонические структуры и зоны развития метасоматитов вблизи отложений лугинецкого и кыштовского горизонтов, которые являются элементами регионального контроля нефтегазоносности.

5. Применение выявленных геохимических критериев на разведанных месторождениях (Малоичской, Калиновой, Еллей-Игайской и других площадях), имеющих притоки нефти, подтверждают достоверность выводов.

#### **Основные защищаемые положения.**

1. В палеозойских отложениях Нюрольской структурно-фациальной зоны выявлены отложения доманикового типа, характеризующиеся повышенной радиоактивностью, Сорг и битуминозностью. Между радиоактивностью и Сорг. установлена прямая корреляционная зависимость. Для этих пород характерны повышенные концентрации урана связанного с органическим веществом сапропелевого типа. В отложениях доманикового типа отмечены повышенные концентрации бора и других элементов-примесей (V, Ni, Co, Sr и др.), распределение которых отражает геохимическую специфику среды осадконакопления.

2. На основе геохимических критериев в палеозойских отложениях Нюрольской СФЗ выделено два горизонта нефтематеринских пород доманикового типа, приуроченных к стратиграфическим границам S-D<sub>1</sub> и D<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> (в пределах кыштовского (D<sub>1</sub>kt) и лутинецкого (D<sub>3</sub>lg) горизонтов). Нефтематеринские породы формируются в обстановках резковосстановительных геохимических фаций предрифовых, зарифовых и внутририфовых впадин и характеризуются следующими геохимическими показателями: высокой радиоактивностью (20 мкР/час и более), аномальными концентрациями урана (на порядок выше кларковых), обогащенностью ураноносным захороненным ОВ (керогеном типа-II), высокими концентрациями бора и других элементов-примесей. Кроме этого породы характеризуются сингенетичной битуминозностью.

3. На основании выделенных геохимических критериев в палеозойских отложениях Нюрольской СФЗ выделено 8 перспективных участков, в пределах которых прогнозируется широкое развитие нефтематеринских пород доманикового типа с сингенетичной битуминозностью и аномальными накоплениями ураноносного керогена, зон вторичной флюидодинамической проработки с многочисленными следами миграции битумоидов и отрицательными геохимическими ореолами микроэлементов. Таким образом, использование методов прикладной ядерной геохимии урана и других элементов позволяет оптимизировать поиск и выявление новых нефтегазовых месторождений в пределах Нюрольской СФЗ.

**Апробация работы.** Защищаемые положения и основные результаты работы докладывались на III Всесоюзном совещании "Геохимия горючих сланцев" (г. Таллин, 1982), Всесоюзной конференции "Конкреции и конкреционный анализ" (г. Тюмень, 1983), V региональной научно-практической конференции "Молодые ученые и специалисты ускорению научно-технического прогресса" (г. Томск, 1986), IV годичной конференции ВМО (г. Тюмень, 1987), конференции "Региональной использование природных ресурсов Сибири" (г. Томск, 1989), в школе-семинаре "Особенности технологии геохимических методов поисков месторождений нефти и газа" (г. Алма-Ата, 1990), Всесоюзной конференции "Радиографические методы исследования в радиогеохимии и смежных областях" (г. Новосибирск, 1991), Всесоюзной конференции "Особенности технологии геохимических методов поисков месторождений нефти и газа" (г. Алма-Ата, 1991), Всесоюзной школе радиогеохимии (Новосибирск, 1992), научно-практической конференции "Перспективы нефтегазоносности слабоизученных комплексов отложений юго-востока ЗСП" (г. Томск, 1995), конференции "75 лет геологического образования в ТГУ" (г. Томск, 1996), научных семинарах кафедр минералогии и петрографии, научном семинаре факультета геологоразведки и нефтегазодобычи ТПУ.

Работа выполнена в Томском политехническом университете на факультете геологоразведки в нефтегазодобычи.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 18 работ. Материалы и результаты исследований реализованы в 8 научно-исследовательских отчетах по хозяйственным и бюджетным темам.

**Объем работы.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы из 134 наименований, иллюстрирована 37 рисунками и 15 таблицами, содержит 231 страниц текста.

Автор искренне благодарен научным руководителям: доктору геолого-минералогических наук, профессору А.Г. Бакирову и кандидату геолого-минералогических наук, доценту Н.Ф. Столбовой за постоянное внимание, поддержку, консультации и обсуждение результатов исследований.

На разных этапах работы автор пользовался консультациями, советами и помощью многих специалистов, занимающихся нефтегазоносными отложениями Западной Сибири. Автор особенно признателен И.А. Олли, Г.И. Тищенко, В.И. Биджа-

кову, Г.Д. Исаеву, З.Я. Сердюк, А.И. Ларичеву, Ю.В. Киселеву, Ю.М. Столбову, Ю.А. Фомину, А.И. Березовскому, М.В. Шалдыбину, участие которых способствовало выполнению работы.

## **1. Проблемы нефтегазоносности отложений доманикового типа**

Для выработки геохимических критериев нефтегазоносности отложений доманикового типа важны знания о процессах литификации ОВ, его составе, типах керогена, литолого-геохимических особенностях и условиях формирования пород в условиях доманиковых фаций седиментогенеза - диагенеза.

Анализ современных представлений о процессах литификации органического вещества и типах керогенов (Д. ван Кревелен; Б.Тиссо, Д.Вельте, Е.С. Ларская, Н.Б. Вассоевич; Э.М. Галимов; Н.Ф. Столбова, В.М. Гавшин, Я.Э. Юдович) позволяет утверждать, что захороненные в осадочных породах рассеянные органические вещества (РОВ) представляют собой геополимеры, характеризующиеся твердым состоянием, устойчивым строением, определенным химическим составом и закономерными чертами эволюции. В синтезе геополимеров участвуют переходные металлы, которых обычно много в иловых осадках. Они не только выступают катализаторами, ускоряющими процессы синтеза, но и входят в состав геополимеров. Одним из активных металлов является уран. В породах, формирующихся в резковосстановительных обстановках, встречаются твердые уран-органические геополимеры. Твердые, устойчивые к химическому воздействию продукты поликонденсации ОВ называются керогенами /Тиссо, Вельте, 1981/.

Рассмотрение результатов типизации РОВ приводят к следующим выводам:

- растворимые формы РОВ хорошо изучены и имеют однозначное толкование, а нерастворимые формы РОВ, имеют менее четкие классификационные признаки и в них выделяют от двух до пяти типов и подтипов;
- всеми методами однозначно выделяется кероген типа - III (он же "гумусовый", "террагенный", тип -II - по Е.С. Ларской);
- наиболее проблематично разделение керогенов типа-I и типа-II (по отечественной терминологии они относятся к сапропелевому типу, близких по многим признакам.

Разделение нерастворимых форм ОВ за рубежом на три типа керогена имеет реальное основание не только по химизму и особенностям диагенеза ОВ, замечено, что для большинства нефтематеринских пород и горючих сланцев характерен кероген типа-Н.

Так как образование керогенов происходит через реакции химического синтеза геополимеров с участием металлов, то, очевидно, что определение типов керогенов возможно и при исследовании их геохимической связи с металлами.

Многими исследователями было отмечено, что проявление радиоактивных аномалий в осадочных породах связано с захороненным ОВ /А.П. Виноградов, 1963; В.И. Данчев, Н.П. Стрелянов, 1979, В.М. Гавшин, 1984 и др./.

На сегодняшний день сложились следующие представления об ураносности ЗОВ: - растворимые формы ЗОВ - гуминовые и фульвовые кислоты, а также битумоиды, микронефть и продукты ее дифференциации содержат незначительные концентрации урана, на два - три порядка ниже кларковых для осадочных пород /Е.С. Глотова, Г.П. Готтих, 1980/; - "гумусовые" ЗОВ (кероген типа - Ш имеет концентрации урана, лежащие в пределах  $n \times 10^{-7}$  -  $n \times 10^{-6}\%$ ; - данные об ураносности керогена типа-I противоречивы; - кероген типа-II характеризуется аномально высокими концентрациями урана /Н.Ф. Столбова и др., 1982/.

Детальное изучение ураносности отложений баженовской свиты Западной Сибири /И.И. Плуман, 1971, 1977 и И.П. Запивалов, 1977/ показало высокую степень корреляционной связи урана с Сорг. в нефтематеринских породах.

## **2. Методика исследования**

В основе методологии исследований нефтегазоносных отложений палеозоя Нюрольской структурно-фациальной зоны лежат представления об органическом осадочно-миграционном происхождении нефти и формировании ее в нефтематеринских породах. Опирается методология на нефтеобразование в отложениях доманикового типа, обогащенных ураном /С.Г. Неручев, 1982; С.Г. Неручев и др., 1986/ и на результаты связи урана с захороненным органическим веществом. Достаточность и необходимость исследований обеспечивается комплексом традиционных стратиграфических, литологических и минералого-петрографических методов, дополненных геохимическими, люминесцентными и битуминологическими методами анализа,

способствующими детализации, углублению исследованию и переводу их на более высокий уровень.

Геохимические исследования состояли в изучении закономерностей распределения и концентраций урана, связи его с керогеном типа-II, а также в изучении геохимического поведения бора и других микроэлементов в отложениях доманиковых фаций. Применяемые при этом нейтронно-активационный и метод трековой радиографии являются эффективными аналитическими методами прямого определения содержаний и распределения урана в геологических объектах. Для определения концентраций бора применялся нейтронно-радиационный анализ.

Люминесцентная микроскопия применялась для изучения исходного ОВ, диагностики генетических типов битумоидов, определения основных направлений миграции.

Применение комплексного изучения разрезов позволило выделить горизонты нефтематеринских пород доманиковых фаций и обосновать геохимические критерии нефтегазоносности территории.

### **3. Геологическое строение Нюрольской структурно-фациальной зоны (Нюрольской СФЗ)**

НСФЗ сложена отложениями палеозойского и мезозойско-кайнозойского возраста. В целом НСФЗ характеризуется повышенной мощностью отложений и сложной тектоникой. Большинство скважин в пределах зоны вскрывают палеозойские отложения, что дает возможность проводить детальные научные исследования на первые сотни метров. Это затрудняет стратифицирование и приводит к неоднозначности толкования геологического строения. При испытании многих скважин получены промышленные притоки УВ.

Согласно стратиграфической схемы, предложенной В.И. Красновым, Г.Д. Исаевым и другими /1993/ в усовершенствованной Г.Д. Исаевым /1997/ общая стратиграфическая последовательность отложений и их литологический состав может быть представлен следующим образом.

В ордовикской системе выделяется павловская свита ( $Q_{2-3pv}$ ), терригенно-карбонатного состава. Силурийская система включает карбонатные отложения ларинской свиты ( $S_{1lr}$ ), сельской толщи ( $S_{2Sl}$ ), межовской ( $S_{2mz}$ ) и майзасской ( $S_{2ms}$ )

свит. Девонская система включает базальты, базальтовые и андезитовые порфириты и туфы большеичской свиты ( $D_1^1 bi$ ), карбонатные отложения кыштовской свиты ( $D_1^1 kt$ ), глинисто-карбонатные отложения лесной ( $D_1^{2-3} ls$ ), карбонатные отложения солоновской-биазинской ( $S_1^{2-3} s+bz$ ), мирной ( $D_1^{2-3} mr$ ), армичевской ( $D_1^2 arm$ ), герасимовской ( $D_2 gr$ ), чузикской ( $D_2 cz$ ), лугинецкой ( $D_3 lg$ ) свит, кремнисто-глинисто-карбонатные отложения чагинской ( $D_3 cg$ ) свиты. Каменноугольная система объединяет: кремнисто-глинистые карбонатные толщи табаганской ( $C_1 tb$ ) и кехорегской свит ( $C_1 kh$ ), объединенных в тамырсацкую серию; карбонатно-терригенные толщи салатской ( $C_2^2 sa$ ), елизаровской ( $C_2^1 el$ ) и средневасюганской ( $C_{1-2} sv$ ) свит, объединенных в каргасокскую серию; вулканогенные образования пешеходной ( $C_2-P_1 ph$ ), самлатской ( $C_2-P_1 sm$ ), касманской ( $C_2-P_1 ks$ ) толщ. Пермская система представлена восточно-никольской серией, включающей терригенные отложения киевской ( $P_1^1 ki$ ) и чкаловской ( $P_1^2 ck$ ) толщ, а также терригенными отложениями омеличской ( $P_2 om$ ) и глинисто-карбонатными отложениями арчинской ( $P_2^2 ar$ ) толщ.

В пределах Нюрольской СФЗ выделены также разнообразные по составу и возрасту интрузивные, эффузивные и вулканогенно-осадочные образования. В частности выделяются следующие вулканогенно-осадочные формации: андезит-базальтовая формация ( $S-D_1$ ) траппового типа (развита на западной и восточной окраинах Нюрольского СФЗ); меймечит-базальт-долеритовая формация ( $D_{2-3}$ ) линейно-поприразломного типа (развита широко, особенно в южной части НСФЗ); андезит-липаритовая ( $C_2-P_2$ ) покровного типа (развита по окраинам Нюрольской СФЗ); базальт-долеритовая формация ( $P_2-T$ ) траппового типа (заполняет самые погруженные участки палеозойской поверхности).

В Нюрольской СФЗ развиты три самостоятельные плутонические формации; гипербазитовая ( $S-D_1$ ), которая развита на юго-западе Средневасюганского поднятия, ограниченного глубинными разломами; габбро-диабазовая формация ( $D-C_1$ ) - на юге района; гранитная формация ( $C_3-P_1$ ) - на северо-западной окраине НСФЗ.

В тектоническом плане Нюрольская СФЗ рассматривается разными специалистами в разном качестве: впадина, блок фундамента, срединный массив и т.п. Исследуемый район по данным О.Г. Жеро, В.С. Суркова и др. /1981/ относится к Межовскому срединному массиву, являющемуся одной из областей позднегерцинской Центрально-Западно-Сибирской складчатой системы. Позднегерцинский и раннеме-

эозойский тектоногенез разбил его на блоки, опущенный блок получил название Нюрольская впадина, В.А. Бененсон и др. /1985/, опираясь на сейсмические исследования, считают неправомерным геосинклинальную концепцию. В целом, палеозойская поверхность под чехлом более молодых отложений характеризуется широким развитием тектонических нарушений северо-западного простирания, которые определяют блоковое строение фундамента. Формирование юрско-мелового чехла происходило синхронно с тектонической дезинтеграцией фундамента, раскалыванием последнего и перемещением отдельных блоков в вертикальном направлении. В настоящее время наиболее достоверно утверждение /Г.Д. Исаев, 1997/, что территория Нюрольской СФЗ, видимо, как и вся Западно-Сибирская плита к концу карбона пережила параплатформенный режим развития, к началу юры - тафрогенный континентальный. В мезозое и кайнозое - это молодая эпигерцинская платформа, испытавшая неогеново-четвертичный этап активизации.

#### **4. Фации палеозойских отложений**

Для выработки геохимических критериев оценки нефтегазоносности необходимо изучение фациальных условий осадконакопления, т. к. от них зависит распределение ОВ и геохимические характеристики палеозойских отложений Нюрольской СФЗ.

За основу структурно-фациального районирования поверхности палеозоя взята схема районирования, предложенная В.И. Красновым и Г.Д. Исаевым /1993/, а также уточненная Г.Д. Исаевым /1997/.

Самостоятельность Нюрольской СФЗ обусловлена спецификой фациального профиля девонской системы, отличающегося от отложений девона соседних структурно-фациальных зон доминированием морских рифогенных карбонатных отложений. Нюрольская СФЗ фациально неоднородна, области развития толщ и свит территориально ограничены. Пределы распространения толщ и свит силура, девона и карбона в глинисто-карбонатных и карбонатно-кремнисто-глинистых фациях установлены вдоль западной, юго-западной, а также по восточной и северо-восточной территориям структурно-фациальной зоны, в центральной меридиональной части - рифогенные толщи девона. Фациальная зональность Нюрольского палеобассейна в

позднем ордовике и раннем силуре изучена недостаточно. А в позднем карбоне - ранней перми доминируют континентальные эффузивно-осадочные формации.

Рифы диагностируются в разрезах межовской, кыштовской, солоновской, биазинской и герасимовской свит в широком возрастном диапазоне (с позднего силура по живетский ярус включительно).

С целью установления закономерностей распространения высокоуглеродистых урансодержащих горизонтов детально изучена динамика развития Ньюрольского палеобассейна. Установлено, что в лохкове реализовалась первая стадия раннедевонского этапа рифообразования. Органогенные постройки развивались на мелководном поднятии, разделяющим на западе - крупное изолированное плато центральной платформы, сопровождаемое доминированием обломочных склоновых отложений, а на востоке - узкую зону "предрифового" склона. Эти глубоководные кремнисто-карбонатно-глинистые фации с тентакулитами, конодонтами и остракодами выделены в кыштовский горизонт. Породы этого горизонта обогащены УВ, ураном и имеют геохимические характеристики, позволяющие отнести их к отложениям доманикового типа.

В верхнем девоне в основании лугинецкой свиты выявлены высокоуглеродистые карбонатные породы с ураном, насыщенные остатками водорослевого и фораминиферового детрита продуктами мелкой систематической принадлежности, а также скелетами рифообразующих организмов. Эти отложения выделены в лугинецкий горизонт. Именно в них, в пониженных зонах рельефа, накапливалась значительная масса пелитового ураноносного органического вещества сапропелевого типа. В это время площадь морских отложений превышала современную территорию НСФЗ в несколько раз. Данный факт с учетом установления высокоуглеродистого лугинецкого горизонта указывает на большие перспективы обнаружения залежей нефти и газа в верхнедевонском комплексе доманикоидных отложений.

## **5. Литолого-геохимический анализ отложений палеозоя**

Комплексное изучение отложений палеозойского возраста позволило выделить в Ньюрольской СФЗ высокоуглеродистые породы, которые могут быть отнесены к нефтематеринским породам доманикового типа.

Возрастной диапазон распространения изучаемых отложений довольно широк - от границ силура до перми, отмечается четкая тенденция в приуроченности доманикоидных пород к стратиграфическим границам (нижним горизонтам нижнего и верхнего девона).

Доманикоидные породы кыштовского горизонта ( $D_{1kt}$ ) представлены темными известняками, глинистыми, доломитизированными. В отложениях лугинецкого горизонта, доманикоидные породы образуют две литологические разновидности: темно-серые, глинистые органогенные известняки и черные кремнисто-глинистые известняки.

Минералого-петрографический анализ этих пород выявил характерные тонкослоистые, параллельнослоистые, реже линзовиднослоистые текстуры. Структуры таких пород пелитоморфные, микро- и мелкозернистые. Часто отмечается детрит тонкостенных раковин угнетенных форм организмов (остракоды, тентакулиты). В составе пород преобладают карбонатные минералы, преимущественно кальцит, реже доломит, сидерит, анкерит, часто присутствует пирит, кремнистые минералы. Глинистые минералы представлены преимущественно гидрослюдами.

Породы характеризуются высоким содержанием захороненного органического вещества сапропелевого типа (5,08 %). Оно обычно имеет темно-бурые окраски, тонкодисперсное состояние, пигментирует глинистое вещество и концентрируется в межзерновых промежутках, иногда встречается в сгустковых формах. К участкам скопления ЗОВ приурочены доломит, сидерит или пирит, здесь наиболее интенсивно наблюдается диагенетическая и эпигенетическая перекристаллизация минералов с укрупнением их зерен.

В целом минеральные особенности пород указывают на формирование их в солоноватых, восстановительных условиях среды седиментогенеза-диагенеза, в застойных фациальных обстановках при дефиците кислорода.

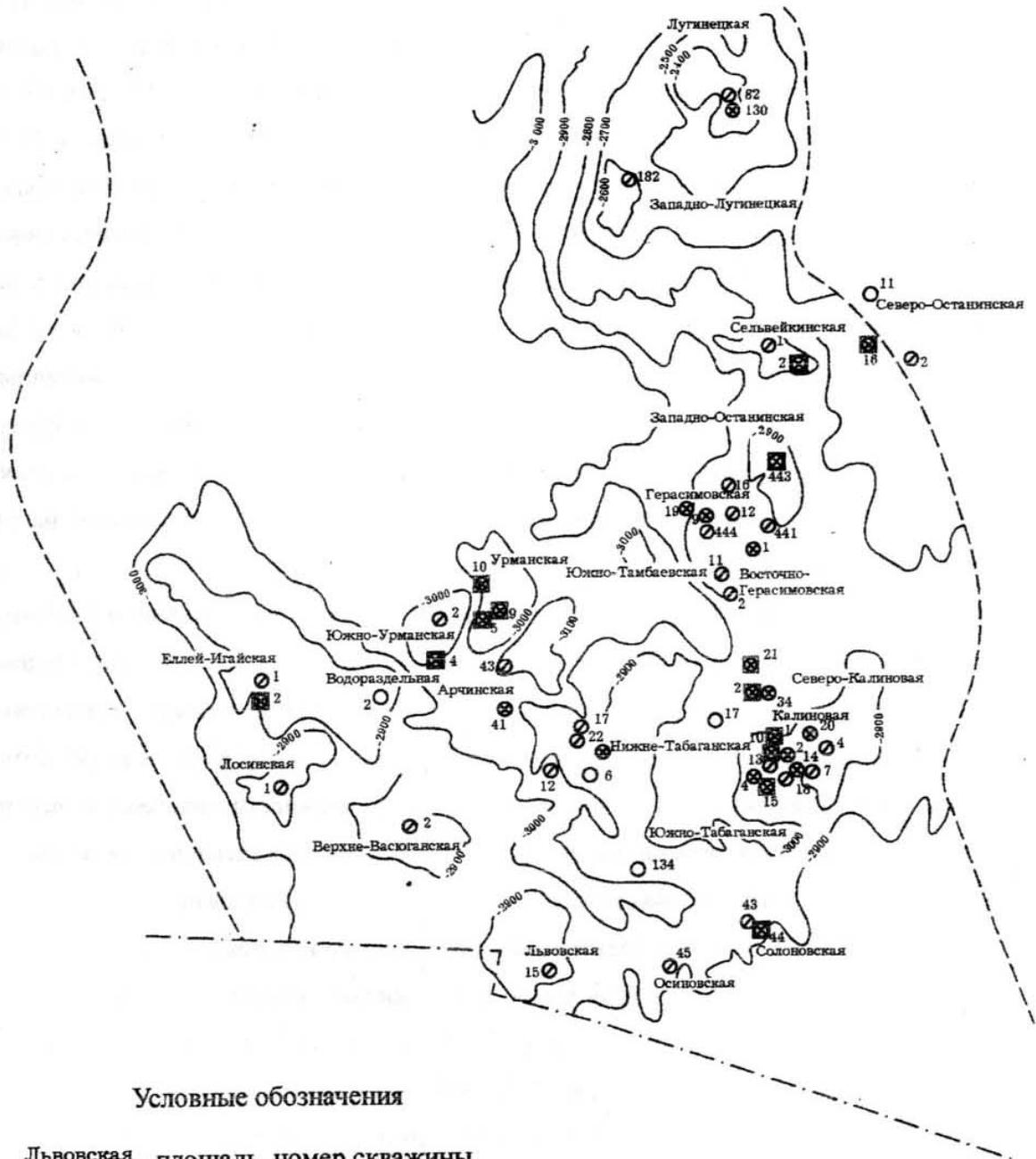
В изучаемых отложениях широко развито сапропелевое ОВ фито-зоогенной природы. Концентрации ОВ в отложениях доманиковых фаций палеозоя варьируют в широких пределах и контролируются фациальными условиями. Среднее содержание Сорг. в кыштовском горизонте составляет 1,15 % (в диапазоне от 0,21 до 3,46 %), а в лугинецком 1,4 % (в диапазоне от 0,01 до 5,08 %). Исследование битуминозности палеозойских пород проводилось под микроскопом по отдельным литологиче-

ским разновидностям в ультрафиолетовом свете. В целом, по результатам исследования, для палеозойских разрезов Нюрольской СФЗ характерно интенсивное развитие битумоидов. Содержание битумоидов варьирует в пределах от 0.01 до 0.03 %. Следы миграции эпибитумоидов и сингенетичные битумоиды обнаружены в 70 % образцов (рис.1), что свидетельствует о широко развитых процессах битумообразования. В проанализированных разрезах обнаружено 58 интервалов с сингенетичной битуминозностью, что указывает на наличие нефтегенерирующих отложений в палеозое. Приурочены такие отложения к низам кыштовского горизонта нижнего девона и лугинецкого горизонта верхнего девона. Остаточный облик сингенетичных битумоидов говорит об интенсивной нефтеотдаче этих пород. Обнаружены многочисленные, неоднократно проявляющиеся, следы миграции и отложения залегающих выше и ниже сингенетичных битуминозных горизонтов, что указывает на палеозойские источники УВ.

Доманикоидные отложения по данным ГИС отличаются повышенной гамма-активностью (от 6 и более мкР/час). Для них характерны также аномальные концентрации урана, превышающие кларковые в несколько раз и высокие содержания Сорг. Установлена прямая корреляционная зависимость между Сорг. и радиоактивностью в этих породах. Отмечается тенденция приуроченности литогеохимических аномалий урана к стратиграфическим границам среднего-верхнего девона (низы лугинецкого горизонта) и силура-девона (низы кыштовского горизонта).

Результаты изучения радиоактивности лугинецкого горизонта (рис.2) показали, что наиболее высокие содержания урана обнаруживают карбонатно-глинистые породы троговых глубоководных зон предрифовых фаций. Большая часть положительных геохимических аномалий ( $>5 \times 10^{-4}$  %) наблюдается именно в этой части Нюрольской СФЗ (Герасимовская, Восточно-Герасимовская, Северо-Калиновая, Калиновая площади). Именно в глубоководных впадинах зоны с некомпенсированным режимом осадконакопления накапливаются породы, обогащенные ураноносным сапропелевым ОВ.

Чагинская свита характеризуется высокой гамма-активностью, высокими содержаниями урана ( $C_U - 4-6 \times 10^{-4}$  %) и Сорг. (до 1,2 %). В межрифовых впадинах наблюдаются зоны с пониженным содержанием урана (менее  $1,5 \times 10^{-4}$  %). Здесь накапливаются отложения на небольшой глубине, в остановках высокой аэрации и



Условные обозначения

Львовская - площадь, номер скважины  
15

Проявление сингенетично-битуминозных пород

□ - в кыштовском горизонте (D1kt)

□ - в лугинецком горизонте (D3lg)

○ - в отложениях D1-3 (кроме D1kt и D3lg)

Степень проявления эпигенетических битумоидов

⊗ - широкое развитие (более, чем в 50 % образцов)

⊕ - среднее развитие (в 30-50 % образцов)

Рис. 1. Схема распределения битумоидов в палеозойских отложениях Нюрольской СФЗ.



окисления. В таких условиях ураноносное захороненное РОВ сапропелевого типа не накапливается (концентрации урана низки). На остальной территории развития лугинецкого горизонта существовали морские геохимические условия осадконакопления не способствующие накоплению значительных количеств РОВ. Однако, несколько повышенные содержания урана до  $2,0 \times 10^{-4}$  % свидетельствуют о возможности накопления ураноносного керогена.

В то же время значительную часть территории Нюрольской СФЗ занимают фации зарифового плато. Среди них редко, но встречаются аномалии чуть повышенных содержания урана (Южно-Урманская, Еллей-Игайская площади). На всем остальном поле развития лугинецкого горизонта аномалии либо не вскрыты скважинами, либо представительность материала слишком мала.

Повышенные содержания урана наблюдаются также в литофациях внутришельфовых впадин. В таких неглубоких впадинах тоже могли существовать условия застойных бассейнов с накоплением захороненного РОВ сапропелевого типа. Следует отметить, что геохимические поля повышенной и пониженной радиоактивности иногда диагностируются на границах фаций. Основная их часть совпадает с границами фаций: положительные геохимические поля - с отложениями глубоководных зон предрифовых фаций, а отрицательные - с межрифовой зоной склоновых биокластитов. Таким образом, накопление урана связано с породами чагинской свиты, сформировавшимися в некомпенсированной обстановке глубоководного трога. Как показывают данные радиоактивности неплохие перспективы нахождения нефтематеринских пород лугинецкого горизонта, а значит связанных с ним залежей УВ существуют в области развития фаций внутришельфовых впадин.

Результаты f-радиографических исследований пород из отложений кыштовского и лугинецкого горизонтов позволили прийти к выводу, что аномальные концентрации урана связаны преимущественно с керогеном типа-II.

Ураноносный кероген может быть равномерно рассеяно в породе, может носить сгустковый характер, или образовывать достаточно крупные до 3-5 мм стяжения.

Он имеет разные окраски, от желтоватых до черных. Распределение треков урана над породой равномерное, повторяющее распределение рассеянного органического вещества, в наиболее крупных сгустковых формах РОВ уран распределяется чрезвычайно равномерно по всему органическому материалу. Характер распределения

не меняется в зависимости от цвета, формы, прозрачности или анизотропии сгустка. При этом распределение треков урана не обнаруживает зональности или увеличения концентраций  $k$  периферии сгустка, что исключает механизм сорбции урана органическим веществом. Высокая степень однородности распределения урана и постоянная концентрация его в РОВ подтверждает механизм металлоорганического синтеза ураноносного керогена. Такой механизм реализуется на ранней стадии диagenеза молодых осадков, предшествующей стадии поликонденсации ОБ. Концентрация и равномерность распределения урана над ОБ не нарушается в связи с ката- и метагенетическими преобразованиями пород, увеличением степени их дислоцированности, а также переотложением керогена. При этих процессах кероген лишь перемещается в интерстиционные промежутки, полости трещин, стилолитовые швы (например в скв. Калиновая-7).

Изучение минерального состава пород с керогеном типа -II указывает на восстановительный, соленый, щелочной характер среды в бассейне седиментации. В минеральных ассоциациях таких пород обнаруживается большое количество РОВ, примеси анкерита, пирита, сидерита, фосфатного вещества, гидрослюд, иногда монтмориллонита и диккита. Наибольшее количество сапропелевого ураноносного ОБ обнаружено в отложениях кыштовского и лугинецкого горизонтов.

Повышенные концентрации урана иногда связаны с окисленными битуминозными продуктами, мигрировавшими в верхние горизонты по тектонически ослабленным зонам. Такие продукты отличаются от керогена типа-11 по текстурно-структурным особенностям.

Изучение геохимического поведения бора в палеозойских отложениях привело к выводам о возможности использования характера его статистического распределения для восстановления геохимической специфики среды формирования доманикоидных отложений. Аномальные накопления бора (до  $17,0 \cdot 10^{-3} \%$ ) характерны для нефтематеринских пород. При изучении распределения элементов-примесей в доманикоидных породах обнаружено обогащение нефтегазоматеринских пород ассоциацией микроэлементов сопутствующих ОБ - Mo, Sb, Ni, V и др. Подобным микроэлементным составом характеризуются по данным В.М. Гавшина отложения баженовской свиты.

На контакте палеозойских и мезозойских отложений обнаруживаются многочисленные линейные зоны дезинтеграции и метасоматического изменения палеозойской поверхности. Они могут служить флюидоконтролирующими структурами при наличии в разрезах нефтематеринских пород.

## **6. Геохимические критерии нефтегазоносности Нюрольской СФЗ**

На основании проведенных литогеохимических исследований палеозойских отложений удалось выработать геохимические критерии, повышающие эффективность выделения, обогащенных керогеном типа-II нефтематеринских пород и оценки нефтегазоносности территории. К ним относятся следующие критерии.

1. Повышенная радиоактивность и высокие содержания урана (превышающие кларковые), для соответствующих разновидностей пород палеозоя, которые находятся в прямой корреляционной зависимости от содержаний  $Co_{org}$ .
2. В нефтегазоматеринских отложениях доманиковых фаций устанавливается геохимическая связь урана только с захороненным сапропелевым ОВ (керогеном типа-II), обнаруживающим сингенетичные битумоиды.
3. Нефтегазоматеринские отложения доманиковых фаций характеризуются аномальными накоплениями бора и ассоциацией примесных элементов, подчеркивающей геохимическую специфику среды осадконакопления ( $Co$ ,  $Sr$ ,  $Ni$ ,  $V$  и др).
4. Положительные литогеохимические аномалии урана в палеозойских отложениях приурочены к стратиграфическим границам  $S-D_1$  (кыштовский горизонт) и  $D_2-D_3$  (лугинецкий горизонт) и находятся в зависимости от фациальных условий осадконакопления.

Использование выявленных геохимических критериев позволило составить схематическую карту перспектив нефтегазоносности Нюрольской СФЗ.

## **7. Оценка перспектив нефтегазоносности отложений палеозоя в Нюрольской СФЗ**

Выявление в отложениях девона Нюрольской СФЗ лугинецкого и кыштовского горизонтов, включающих нефтематеринские породы доманикового типа, наличие пород биазинской и герасимовской свит - потенциальных нефтегазоносных резервуаров, а также обнаружение геолого-структурных региональных

(флюидоконтролирующих структур и зон метасоматитов) и локальных (зон тектонических нарушений, флюидоупоров) факторов контроля нефтегазоносности и использование информации по результатам испытаний скважин с применением выделенных геохимических критериев позволили произвести общую оценку перспектив нефтегазоносности и оконтурить участки, где вероятность обнаружения углеводородов наиболее высока.

В пределах Нюрольской СФЗ широко распространены рифогенные образования силура и девона. Они занимают центральную часть СФЗ шириной около 60 км, протягиваясь в субмеридиональном направлении на 360 км. Мощность этого комплекса отложений около 6,2 км.

Доманикоидные отложения лугинецкой и кыштовской свит занимают обширную территорию, прослеживаясь в виде мощного трогового комплекса отложений вдоль восточного борта "впадины" на границе с мелководно-шельфовыми образованиями силура и девона. Отложения доманиковых фаций кыштовского горизонта протягиваются на 200 км при ширине 10 - 20 км, а отложения соответствующих фаций лугинецкого горизонта - на 100 км при ширине 5-10 км. Среди них выявлены обстановки предрифовых, зарифовых и внутририфовых впадин, как наиболее благоприятные для накопления ураноносного керогена.

Одним из элементов зонального контроля нефтегазоносности являются линейные субвертикальные флюидообразующие структуры и зоны развития метасоматитов, прослеженные по простиранию на 60 -70 км. Наиболее протяженная зона субмеридиональных, сближенных флюидоконтролирующих структур прослеживается по восточной окраине НСФЗ на 215 км вблизи доманикоидных отложений лугинецкого и кыштовского горизонтов.

Это зоны миграции углеводородов и флюидов из области генерации (тропогая часть Нюрольской впадины) в область аккумуляции, в резервуары рифогенного палеозоя, низы чехла и отложения юры. С этими зонами связано проявление прямых признаков нефтегазоносности разного масштаба: от битуминизации и запаха УВ, до промышленных скоплений нефти и газа. Учитывая, что зоны миграции УВ прослеживаются на значительном расстоянии (от Казанской площади на юге, до Кильсинской и Речной площади в направлении север-северо-запад, можно предполагать значительный нефтегазоматеринский потенциал Нюрольской СФЗ.

К локальным факторам контроля нефтегазоносности следует отнести зоны поверхностной дезинтеграции палеозойских пород. Они характеризуются развитием участков структурного элювия, зон трещиноватости и карстования, которые могут обладать коллекторскими свойствами. По совокупности имеющихся геологических данных в с учетом выработанных геохимических критериев выделено 8 таких участков, в пределах которых выявление новых нефтегазовых месторождений наиболее вероятно. Перспективными из них являются следующие:

Участок 1 расположен примерно в центре НСФЗ. Он охватывает территорию от Самлатской площади на северо-западе до Лугинецкой - на юго-востоке и Тамратской - на юге. На участке преобладают отложения самлатской толщи, рифогенные отложения герасимовской и лугинецкой свит. Здесь известно Шингинское месторождение углеводородов. Участок пересекает крупная региональная флюидообразующая структура, протягивающаяся от Южно-Ельцовой площади на северо-западе до Герасимовской на юго-востоке. Под кислыми эффузивами самлатской толщи прогнозируется широкое распространение нефтематеринских пород.

Участок 2 расположен в крайней юго-восточной части НСФЗ, занимает территорию от Калиновой площади на севере, Казанской - на востоке и до границы области на юге. На западе площадь ограничивается Солоновской и Таволгинскими площадями. Здесь уже известно нефтегазопоявление на Казанской площади. Перспективы связаны с прослеживанием в ее пределах доманикоидов кыштовского и лугинецкого горизонтов, рифогенных отложений силура и предполагаемой зоны флюидомиграции, сопровождаемой матасоматитами. Здесь имеются локальные поднятия, не изученные глубоким бурением.

Участок 3 расположен на юго-западе НСФЗ, протягиваясь от Еллей-Игайской площади на юге, до границы Томской и Новосибирской областей. Перспективы обнаружения залежей УВ связаны с возможностью продолжения на юг от Еллей-Игайской площади зон развития метасоматитов, участков распространения рифов силура, широкого проявления тектонических зон дезинтеграции палеозойской поверхности.

## **ВЫВОДЫ**

Оценка нефтегазоносности палеозоя Нюрольской СФЗ должна основываться на выявлении нефтематеринских отложений доманикового типа, формирующихся в специфических геохимических условиях среды осадконакопления и диагенеза. Применяя комплексные минералого-петрографические, литолого-стратиграфические и геохимические методы исследований с использованием методов прикладной ядерной геохимии удалось установить два нефтематеринских горизонта в палеозойских отложениях (в низах кыштовского (D<sub>1</sub>kt) и лугинецкого (D<sub>3</sub>lg) горизонтов), характеризующихся повышенной радиоактивностью, сингенетичной битуминозностью, аномальными содержаниями урана, связанными с захороненным органическим веществом (керогеном типа-II), повышенными концентрациями бора и определенной ассоциацией микроэлементов-примесей.

Применение в поисковых работах указанных геохимических критериев, позволяет повысить эффективность и качество оценки нефтегазоматеринского потенциала территории и с учетом изучения особенностей регионального и локального контроля нефтегазоносности выявить наиболее перспективные участки для обнаружения скоплений углеводородов.

### **Список опубликованных работ по теме диссертации**

1. Литолого-геохимические особенности доюрских нефтегазоносных отложений Северо-Останинской площади, Западно-Сибирская плита// Молодые ученые и специалисты народному хозяйству. Тез. докл. Регион. Научн. Конф. - Томск, 1980. -С. 151 - 154.
2. Новые данные по магматизму юго-восточной части Западно-Сибирской плиты (Северо-Останинская площадь)// Магматические формации складчатых областей Сибири. Проблемы их происхождения, рудоносности и картирования. Тез. докл. Регион. Совещ. - Новосибирск, 1981. -С.85-87, (Соавтор: Столбова Н.Ф.).
3. Литолого-геохимические особенности доюрских нефтегазоносных отложений Еллей-Игайской площади (юго-восточная часть Западно-Сибирской плиты)// Геология и минерально-сырьевые ресурсы Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления. Тез. докл. Регион, научн. конф. - Томск, 1982. -С. 30 - 31. (Соавторы: Гончарова Е.В., Столбова Н.Ф., Столбов Ю.М.)

4. Микрораспределение урана в высокоуглеродистых глинистых породах баженовской свиты// Геохимия горючих сланцев. Тез. докл. Всес. научн. конф- Таллин, 1982. -С. 167. (Соавторы: Е.В. Гончарова, Столбова Н.Ф., Столбов Ю.М.).
5. Распределение гафния и железа в разрезе палеозойских отложений юго-восточной части Западно-Сибирской плиты// IV Годичная конференция Тюменского отдела ВМО АИ СССР, 1983. -С 35. (Соавторы: Столбов Ю.М., Столбова Н.Ф., Судыко А.Ф.).
6. Возможности применения метода осколочной радиографии для изучения условия формирования сидеритовых конкреций// Конкреции и конкреционный анализ. Тез. докл. IV Всесоюзн. научн, конф. - Тюмень, 1983. -С 140-141. (Соавторы: Столбов Ю.М., Столбова Н.Ф.).
7. Выделение нефтематеринских пород в разрезах скважин 7, 14, 15, 16 Калиновой площади (Нюрольская впадина)// Молодые ученые и специалисты - ускорению научно-технического прогресса. Тез. докл. V регион, научн, техн. конф. - Томск, 1986. - С. 112. (Соавторы: Екимцова Е.М., Столбова Н.Ф.)
8. Литолого-геохимические особенности палеозойских отложений Герасимовской площади (юго-восточная часть ЗСГГ// Геология и минерально-сырьевые ресурсы Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления. Тез. докл. регион, научн. конф. - Тюмень, 1987. -С. 188-189. (Соавтор Столбова Н.Ф.).
9. Органическое вещество и битуминозность палеозойских отложений Герасимовской площади// Труды Всесоюзного семинара. - Москва, МГУ, 1987. -С. 160-161. (Соавтор Столбова Н.Ф.).
10. Результаты литологических исследований палеозойских отложений юго-востока Западной Сибири с привлечением геохимии бора// Актуальные вопросы геологии Сибири. Тез. докл. Регион, научн. конф., т.1. - Томск, 1988. -С. 231. (Соавторы: Бражникова Л.В., Столбова Н.Ф.).
11. Кремнистые породы в литогенезе палеозоя Западно-Сибирской плиты. Тез. докл. Регион, научн. конф. - Томск, ТГУ, 1989. -С. 84. (Соавторы: Столбова Н.Ф.).
12. О выделении нефтематеринских пород в отложениях палеозоя Западной Сибири// Рациональное использование природных ресурсов Сибири. Тез. докл. Регион. научн. конф. - Томск, ТГУ, 1989. -С. 85. (Соавтор: Столбова Н.Ф.)

13. Минералогия, геохимия и генезис кремнистых палеозойских отложений юго-восточной части Западной Сибири// Минералогия, геохимия и полезные ископаемые Сибири. Сб. ВМО АИ СССР. - Томск, ТГУ, 1990. -С. 96-99. (Соавтор: Столбова Н.Ф.).
14. Использование радиографии в нефтяной геологии на примере палеозойских объектов Западной Сибири// Радиографические методы исследования в радиогеохимии и смежных областях. Тез. докл. Всесоюзн. научн. конф. - Новосибирск, 1991. -С 65. (Соавторы: Косицын Е.М., Столбова Н.Ф.).
15. Применение геохимии бора в изучении нефтегазоносных бассейнов// Особенности технологии геохимических методов поисков месторождений нефти и газа. Тез. докл. Всесоюзн. научн. конф. - Алма - Ата, 1991. -С. 38-39. (Соавтор: Столбова Н.Ф.).
16. Литолого-петрографические и минералого-геохимические особенности палеозойских отложений Герасимовского месторождения// Перспективы нефтегазоносности слабоизученных комплексов отложений юго-востока ЗСП. Тез. докл. Регион, научн. конф. - Томск, 1995. -С, 68. (Соавторы: Суханова О.Н., Столбова Н.Ф.).
17. Литогеохимические особенности доманикоидных отложений на территории Ю-В части ЗСП// 75 лет геол. образования в ТГУ. Тез. докл. научн. конф. - Томск, ТГУ, 1996. -С. 118. (Соавтор: Столбова Н.Ф.).
18. Люминесцентная микроскопия в решении проблем нефтяной геологии// Труды Европейской конференции. Спектрометрические методы в минералогии. - Киев 10 -13 сентября, 1996 - Киев, Украина, Геопринт, 1996. (Соавтор: Столбова Н.Ф.)