

на правах рукописи

ПЕТРОВ Геннадий Александрович

**ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИТУМОНОСНЫХ
КОМПЛЕКСОВ ВЕРХНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
В СВЯЗИ С ОЦЕНКОЙ РЕСУРСОВ БИТУМОВ
НА ТЕРРИТОРИИ ТАТАРСТАНА**

Специальность 04.00.21 - литология

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук**

Казань - 2000 г.

Работа выполнена на кафедре полезных ископаемых и разведочного дела Казанского государственного университета и в Альметьевской геолого-разведочной экспедиции АО «Татнефть»

Научный руководитель — кандидат геолого-минералогических наук, доцент Изотов В.Г.

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук, Валитов Н.Б.
кандидат геолого-минералогических наук, доцент Нургалиева Н.Г.

Ведущее предприятие — Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт (ВНИГРИ)

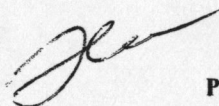
Защита состоится 1 июня 2000 г. в 14⁰⁰ час. на заседании Диссертационного Совета К 053.29.12 по присуждению ученой степени кандидата геолого-минералогических наук при Казанском государственном университете по адресу:

420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 4/5, ауд. 34.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Казанского государственного университета.

Автореферат разослан «28» апреля 2000 г.

Ученый секретарь Диссертационного Совета К 053.29.12 кандидат геолого-минералогических наук, доцент



Р.Р.Хасанов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. Ограниченность запасов традиционных нефтей и высокие темпы их потребления ставят перед исследователями задачи о необходимости поисков новых источников углеводородов. Одним из таких альтернативных источников являются относительно неглубоко залегающие и широко развитые природные битумы. Более половины известных запасов битумов в России приходится на Урало-Поволжье, где значительная часть их сосредоточена на территории Татарстана в пределах таких крупных тектонических структур как Южно-Татарский свод и Мелекесская впадина. В связи с этим территория локализации упомянутых структур является перспективной для наращивания запасов углеводородного сырья за счет открытия и оценки залежей природных битумов и дальнейшего вовлечения их в промышленную разработку.

Битумоносные породы на территории Татарстана сосредоточены в основном в пермских отложениях, при этом промышленные скопления битумов связаны с отложениями уфимского и казанского ярусов. Последние представляют собой сложно построенные комплексы пород как в литологическом, так и фациальном отношении. В результате это создает трудности в оценках перспективности земель, ресурсов и запасов битумов в них. Существующие оценки прогнозных ресурсов природных битумов имеют завышенные величины — 18 млрд. т (КГУ, 1961) и 40 млрд. т (ТатНИПИнефть, 1983). Причиной тому, на наш взгляд, явились сложная литология строения коллекторов и неоднородная локализация в них природных битумов. Выявление условий формирования и распространения пород-коллекторов, закономерностей локализации в них залежей битумов, оценка ресурсов и запасов их в верхнепермских отложениях и определяет актуальность темы диссертации.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Комплексное литолого-фациальное исследование условий образования битумоносных отложений верхней перми и особенностей локализации в них промышленных скоплений битумов является необходимой базой для научного обоснования перспективных земель, реальной оценки прогнозных ресурсов и запасов битумов, определения первооче-

редных направлений и усовершенствования методики поисково-разведочных работ для подготовки залежей битумов к промышленной разработке на территории Татарстана.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ.

1. Восстановление палеофациальных условий образования битумоносных комплексов верхней перми. изучение закономерностей пространственного размещения битумных полей и промышленных залежей битумов.
2. Выявление геолого-литологических особенностей строения залежей и месторождений битумов в верхнепермских отложениях и их классификация.
3. Определение перспектив битумоносных комплексов верхней перми, количественная оценка прогнозных ресурсов и запасов природных битумов.
4. Усовершенствование методики поисково-разведочных и разведочных работ на природные битумы с использованием комплекса геологических и геофизических исследований.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА РАБОТЫ.

1. Обобщен и систематизирован обширный геологический материал по литологии битумоносных комплексов уфимского и казанского ярусов и на его основе впервые составлены литолого-фациальные карты по горизонтам, сериям и пачкам, перспективным на выявление залежей битумов.
2. Выявлены и обоснованы зоны развития пород-коллекторов.
3. Определены границы распространения перспективных земель в каждом изучаемом стратиграфическом подразделении верхнепермских отложений.
4. Изучен характер битумопроявлений и промышленных скоплений битумов, проведена типизация залежей битумов в пермских отложениях Татарстана и разработана их классификация.
5. Установлено влияние гипергенных процессов на формирование и сохранность залежей природных битумов, расположенных выше и ниже местных базисов эрозии.
6. Впервые дана количественная оценка ресурсов и запасов битумов

мов сложнопостроенных коллекторов уфимского и казанского ярусов, проведенная на основе литолого-фациального анализа по каждому стратиграфическому горизонту с дифференцированным определением перспектив, ресурсов и запасов отдельных горизонтов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ РАБОТЫ. Установленная литолого-фациальная зональность строения битумоносных толщ позволила уточнить площади перспективных на битумы земель в уфимском и казанском ярусах территории Татарстана. В результате проведена существенная корректировка величин ресурсов и запасов битумов в рамках только перспективных земель верхней перми.

Установленные закономерности формирования, размещения и сохранности залежей битумов широко использовались при выборе направлений поисковых работ, объектов детальной разведки и доразведки, объектов испытаний на приток битумов, объектов геофизических и других исследований в сфере производственной деятельности.

По рекомендациям и при непосредственном руководстве автором разведан целый ряд месторождений и залежей битумов в уфимском и казанском ярусах: Мордовско-Кармальское, Каменское, Северо-Ашальчинское, Аканское, Аксубаевское, Сугушлинское, Студено-Ключевское, Ашальчинское, Олимпиадовское и др.

ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ. Автором изучено большое количество обнажений и около 116 тысяч метров кернового материала, сопровождаемого комплексами ГИС и петрографическим исследованием образцов керна отдельных скважин, а также использованы некоторые геологические и структурно-тектонические карты, составленные коллективом исследователей АГРЭ при непосредственном участии и руководстве автора работы.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Основным методом изучения битумоносных толщ является классический литолого-фациальный анализ, основанный на визуальном изучении горных пород обнажений и разрезов скважин, дополненный данными микроскопического изучения шлифов (450 шт.), рентгено-структурного анализа глинистой составляющей пород-коллекторов и покрышек (120 шт.). Используются также рентгено-структурные опреде-

ления соотношения кальцита/доломита в карбонатных коллекторах (115 определений). Проведен гранулометрический анализ терригенных коллекторов (110 шт.), а также были использованы результаты стандартных определений коллекторских свойств (пористость, проницаемость, битумонасыщенность, карбонатность в количестве более 20000 образцов).

ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ.

1. Условия геодинамического развития Южно-Татарского свода, Казанско-Кировского прогиба определили палеогеографическую обстановку и формирования литофациальных комплексов верхнепермских битумоносных отложений изучаемого региона.
2. Литолого-фациальная неоднородность верхнепермских отложений определяет закономерности размещения битумных полей и залежей в них.
3. Литолого-фациальный анализ пермской формации Закамья Татарстана является определяющим при оценке перспектив битумоносности этой территории и определении реальных ресурсов природных битумов.

АПРОБАЦИЯ РОБОТЫ. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на Всесоюзной конференции по проблемам оценки ресурсов и комплексного освоения природных битумов, высоковязких нефтей и сопутствующих им металлов (Ленинград, 1990), на Всесоюзной конференции по проблемам комплексного освоения природных битумов и высоковязких нефтей (Казань, 1991), на I Международном симпозиуме "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения" (Санкт-Петербург, 1992), на Международной конференции по проблемам комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (Казань, 1994), на II Международном симпозиуме "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения" (Санкт-Петербург, 1997), на Всесоюзном совещании по вопросам состояния и задач карстово-спелеологических исследований (Ленинград, 1975), на научных конференциях Казанского государственного университета (Казань, 1968, 1974), на научно-технических конференциях объединения "Татнефть" по вопросам повышения эффективности подготовки новых запасов нефти на месторождениях Татарстана (Альметьевск, 1985,

1991), на совещаниях по итогам геологоразведочных работ ПО "Татнефть" (Альметьевск, 1976, 1991, 1994).

ПУБЛИКАЦИИ. По теме диссертации опубликовано 18 научных работ.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, изложенных на ... страницах машинописного текста и включает ... таблиц, ... рисунков (карты, схемы, геологические профили, фото). Список литературы содержит ... библиографических наименований.

При проведении исследований и во время работы над диссертацией автору оказывали содействие: Р.Х.Муслимов, Р.Н.Дияшев, В.М.Винокуров, В.И.Игнатьев, Г.Т.Юдин, В.М.Смелков, Б.В.Успенский, Н.С.Гатиятуллин, В.В.Илатовский, В.М.Игонин, Ю.В.Волков, П.А.Шалин, Ф.С.Гилязова, а также коллеги по работе, которым автор выражает свою искреннюю благодарность.

Автор глубоко благодарен доценту В.Г.Изотову за научное руководство, постоянный интерес к работе и всестороннюю помощь.

ГЛАВА 1. ИЗУЧЕННОСТЬ ПЕРМСКИХ БИТУМОНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ И ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ БИТУМНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ТАТАРСТАНА

Верхнепермские отложения Волжско-Камского края, равно как и всей Европейской России, издавна привлекали внимание исследователей многих поколений. Первые сведения о геологическом строении этой толды появились в трудах Н.И.Лепехина (1768-1769), Н.П.Рычкова (1769-1770), П.С.Палласа (1773), И.Ф.Германа (1808-1810).

В девятнадцатом столетии большой вклад в разработку теоретических и практических вопросов изучения геологии пермских отложений внесли Р.И.Мурчисон (1845), Н.А.Головкинский (1868), А.П.Карпинский (1874), А.А.Штуkenберг (1875-1877), А.В.Нечаев (1878-1893), С.Н.Никитин (1887-18910 и др.

Н.А.Головкинский (1868) в своей работе "О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна" пермские отложения подразделил на три формации: Нижнюю Пестроцветную, Пермского известняка

и Полосотых мергелей. При этом в основу своих исследований он положил литофациальный подход (правило Головкинского).

Значительный вклад в изучение пермских отложений внес А.В.Нечаев (1894-1915), выделивший уфимский и казанский ярусы.

М.Э.Ноинский (1924) в своей работе привел более детальную стратиграфическую схему деления верхнеказанского подъяруса. На основании установленной им литологической ритмичности в разрезе подъяруса выделены три горизонта: первый, второй и третий. Такое деление подъяруса не потеряло практического значения и в настоящее время.

Вопросам разработки местных детальных стратиграфических схем, выявлению новых закономерностей фациальной изменчивости пермских отложений Волго-Камского края посвящены исследования Б.В.Селивановского, А.В.Миртовой, П.В.Дмитриева, Г.П.Жузе, А.П.Блудорова, М.Г.Солодухо, Л.М.Миропольского, Н.Н.Форша, В.И.Игнатьева, Е.И.Тихвинской, Ю.В.Сементовского, В.М.Винокурова, В.И.Крупина, М.Н.Соколова, С.С.Эллерна, Т.В.Григорьевой, М.П.Верясовой, Ф.С.Мальковского, А.В.Богова и др.

Проблемам фациального анализа пермской системы территории Русской платформы посвящены работы В.М.Винокурова (1953), Н.Н.Форша (1955), В.Г.Изотова (1970), В.И.Игнатьева (1976), Н.К.Есауловой (1996), Б.В.Бурова (1996).

Вторая часть главы посвящена анализу вопросов сырьевой базы пермских битумов региона, что является практическим основанием постановки детальных исследований.

ГЛАВА 2. СТРАТИГРАФИЯ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

В утвержденной МСК (1990) стратиграфической схеме пермская система делится на два отдела: нижний и верхний. Граница между отделами проводится в основании уфимского яруса.

Верхний отдел согласно унифицированной схемы имеет трехчленное деление. В его составе выделяются уфимский, казанский и татарский ярусы.

Уфимский ярус (0-130 м) наиболее полно представлен на востоке и юго-востоке Татарстана. Здесь в его составе выделяются соликамский и шешминский горизонты.

Соликамский горизонт (0-27 м) развит на востоке Татарстана. Представлен он коричневато-серыми известняками и доломитами, переслаивающимися с пестроокрашенными прослоями мергелей, алевролитов и песчаников. Западнее линии гг.Мамадыш-Лениногорск отложения горизонта полностью выклиниваются.

Шешминский горизонт (0-120 м) имеет более широкое распространение по сравнению с соликамским, сложен он преимущественно терригенными породами с подчиненным развитием карбонатных пород, иногда и гипса. Наибольшая мощность его установлена на востоке и юго-востоке Татарстана, а в западном направлении происходит неравномерное сокращение мощности за счет выпадения из разреза нижних и эрозии верхних слоев.

В связи с фациальной изменчивостью и бедностью фауны отложения шешминского горизонта нами (П.Д.Павлов, Г.А.Петров, 1974) предложено делить его по литологическим признакам на две пачки: на нижнюю - песчано-глинистую (0-120 м) и верхнюю - песчаниковую (0-42 м).

Казанский ярус (0-175 м) в соответствии с унифицированной схемой подразделяется на нижнеказанский и верхнеказанский подъярусы. Для стратиграфического разделения нижнеказанского подъяруса на территории Татарстана геологами АО "Татнефть" и автором принята схема Н.Н.Форша (1955), а верхнеказанского - схема М.Э.Ноинского (1924). В нижнеказанском подъярусе выделяются байтуганский, камышлинский и барбашинский горизонты, а верхнеказанском - первый (в составе серий "ядренный камень", "слоистый камень" и "подбой"), второй (серии "серый камень", "шиханы" и "опоки") и третий (серии "подлужник" и "переходная толща") горизонты.

Татарский ярус (0-270 м) сложен красноцветными и зеленовато-серыми глинами, песчаниками, алевролитами с прослойками известняков и розовых мергелей.

ГЛАВА 3. ЛИТОЛОГИЯ ВЕРХНЕПЕРМСКИХ БИТУМОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Многолетние поисковые работы, ориентированные на поиск, оконтуривание и выявление условий залегания месторождений природных битумов показали, что главным контролирующим фактором явился литологический. Это проявляется в том, что в условиях определенных стратиграфических горизонтов, несущих битумы, последние приурочены лишь к определенным литофациальным комплексам. В настоящей главе рассматриваются литологические особенности отдельных конкретных битумоносных комплексов в латеральном плане и разрезе. Автором на основе обработки фактического материала по битумоносным площадям выделены определенные типы разрезов как в уфимском, так и в казанском ярусах.

Уфимский ярус. Битумоносность уфимского яруса связана в основном с шешминским горизонтом и его верхней - песчаниковой пачкой. Однако, при формировании нижней - песчано-глинистой пачки был заложен основной мотив локализации битумовмещающих толщ. В пределах изученного региона автор выделяет три типа разрезов песчано-глинистой пачки: восточный - красноцветный, западный - зеленоцветный и центральный - переходный. При визуальном исследовании именно цвет является главным критерием, определяющим тип разрезов, так как он отражает окислительно-восстановительный режим накопления осадков, что имеет важнейшее значение при типизации разрезов.

Красноцветный тип разрезов развит почти на всей территории Восточного Закамья Татарстана. Для этого типа разрезов характерно чередование достаточно мощных пластов красновато-коричневых, участками с фиолетовым оттенком глин, песчаников и алевролитов.

Глины массивные, плотные, участками алевроитовые и комковатые, с карбонатными стяжениями. По данным рентгено-структурного анализа они сложены гидрослюдисто-каолинитовой ассоциацией глинистых минералов.

Песчаники полимиктовые, мелко-среднезернистые, на глинисто-карбонатном, глинистом и глинисто-гипсовом цементе. В составе песчаников преобладают обломки ожелезненных и кремнистых пород с подчинен-

ным количеством кварца и полевого шпата.

Зеленоцветный тип разрезов песчано-глинистой пачки прослеживается в пределах Западного Закамья. Сложен рассматриваемый тип разрезов терригенными и карбонатными породами. Для глин характерна тонкая слоистость и невыдержанность по простираанию. Наибольшее развитие в составе этих глин имеет гидрослюдисто-сметитовая ассоциация.

Песчаники зеленовато-серые, мелко- и тонкозернистые, полимиктовые, горизонтально- и косослоистые, пористые (до 35%), прослоями и участками сцементированы карбонатным цементом. Тонкодисперсная часть цемента песчаников представлена гидрослюдисто-хлоритовой и гидрослюдисто-сметитовой ассоциациями глинистых минералов. Песчаники характеризуются преобладанием кварцевых и полевошпатовых зерен.

Известняки и доломиты серые и светло-серые, коричневатого-серые.

Переходный тип разрезов получил развитие в центральной части Закамья, в пределах междуречья рек Шемы и Зая - Черемшано-Ямашинская структурная терраса. Для этого типа разрезов характерно переслаивание красноцветных и зеленоцветных глин, песчаников и алевролитов, которые к западу начинают расслаиваться светло-серыми и коричневатого-серыми известняками и мергелями.

Песчаниковая пачка. Разрез этой пачки, несущей основные месторождения битумов, преимущественно представлен песчаниками. Эта пачка получила локальное развитие в центральной части Закамья Татарстана, в бассейне р. Шемы и верховьев р. Зая. Песчаники зеленовато-серые и серые, сверху пачки темно-коричневые и черные от присутствия битумов, с грубой горизонтальной и косою слоистостью, мелко- и среднезернистые, преимущественно плохо отсортированные, неравномерно сцементированные карбонатным, реже гипсовым, цементом. Песчаники полимиктовые, в их составе преобладает кварц (28-49%), полевой шпат (10-25%), кремнистые породы. Обломки метаморфических пород и ожелезненные обломки основных пород встречаются в подчиненном количестве. Кроме того, встречаются зерна шпинели, граната, пироксена, турмалина. В кровле песчаниковой пачки часто встречаются глауконитовые зер-

на. Тонкодисперсный цемент песчаников сложен гидроокислами железа и смектит-гидрослоистой ассоциацией глинистых минералов. Залегают песчаниковая пачка в виде параллельно вытянутых рукавообразных зон.

Казанский ярус сложен морскими карбонатными и терригенными и континентальными отложениями. На территории Татарстана обособляются три типа разрезов: восточный - красноцветных континентальных отложений, западный - морских сульфатно-карбонатных и карбонатных отложений с подчиненными прослоями на отдельных стратиграфических уровнях терригенных пород и центральный - переходный от морских к континентальным напластованиям (зона "борьбы суши и моря" по М.Э.Ноинскому, 1932).

В виду того, что в восточном типе разрезов красноцветных континентальных отложений "белебеевской свиты" и центральном - переходных от морских к континентальным отложениям, охватывающим в основном западный склон Южно-Татарского свода исследуемой нами территории, не обнаружено значительных битумопроявлений, эти два типа разрезов в настоящей работе детально не рассматриваются. Основное внимание автором уделено морским карбонатным и терригенным отложениям казанского яруса территории Западного Закамья, где на разных стратиграфических уровнях выявлены сравнительно крупные месторождения битумов (Горское, Аканское, Сюкеевское, Аксубаевское и др.).

Нижнеказанский подъярус на описываемой территории представлен байтуганским, камышлинским и барбашинским горизонтами. В сложении байтуганского горизонта участвуют глины, кристаллически-зернистые, реже оолитовые доломиты и известняки, камышлинского - глины и различные типы карбонатных пород: кристаллически-зернистые, оолитовые, органогенно-обломочные, глинистые доломиты и известняки и барбашинского - кристаллически-зернистые, оолитовые, глинистые известняки и доломиты и глины, песчаники и алевролиты. Для нижнеказанских отложений характерны серая, светло-серая и желтовато-серая окраска, тонкослоистое напластование пород, относительная выдержанность пластов по простиранию, наличие морской фауны (спириферид, криноидей и мшанок,

пелеципод и др.).

Кристаллически-зернистые карбонатные породы представлены доломитами и известняками обычно микро-, тонко- или мелкозернистой структуры. Зерна округленно-ромбоздрической и ромбоздрической формы размером 0,03-0,15 мм. Стенки пор и межзерновых канальцев участками покрыты пленкой битума.

Оолитовые породы сложены известняками и доломитами, в которых оолиты шарообразной и эллипсоидной формы размером 0,3-1,1 мм контактируют друг с другом или свободно располагаются в цементирующем тонкозернистом карбонатном цементе. Поры полые или заполнены кальцитом, гипсом, глинистым материалом или битумом.

Органогенно-обломочные карбонатные породы сложены органогенно-детритовыми известняками и доломитами, состоящими из обломков членников криноидей, брахиопод, двустворчатых моллюсков, сцементированных тонкозернистым доломитом ромбоздрической и округленно-ромбоздрической формы. В самой нижней части камышлинского горизонта отмечаются породы почти полностью состоящие из крупных раковин брахиопод (мощность пластов - до 10 м). Нередко такие породы интенсивно насыщены битумом.

Терригенные породы получили развитие в основном в восточных районах рассматриваемой территории. В барбашинском горизонте они представлены песчаниками, алевролитами и глинами, а в байтуганском и камышлинском горизонтах исключительно глинами и только в нижних частях их разрезов.

Песчаники состоят из полуокатанных изометрических, редко удлиненных, зерен размером 0,25-0,5 мм в количестве 54-83%, содержание глинисто-алевритистого цемента меняется в основном от 17 до 38%, иногда достигает 46%. Сортировка материала разнообразная. Песчаники сложены зернами кварца (60-75%), полевого шпата (6-13%), обломков пород (8-34%), также присутствуют халцедон, лейкоксен, листочки слюды, циркон, гранат, эпидот-цоизит, магнетит-ильменит. Цементом служит кальцит, глинистый материал, гипс и частично битум. Степень насыще-

ния песчаников битумом изменяется от слабой до интенсивной.

Алевролиты состоят на 40-50% из кластических зерен размером 0,01-0,05 мм и глинистого материала. Сортировка зерен алевролитов разнообразная. Обломочный материал представлен кварцем, полевым шпатом, обломками пород, в единичных зернах встречаются циркон, гранат, эпидот-цоизит, магнетит-ильменит и стяжения пирита.

Глины пелитовой структуры тонкоплитчатой и слоистой текстур, известковистые, с прослоями алевролитов и карбонатных пород, представлены гидрослюдисто-сметитовой минеральной ассоциацией.

Верхнеказанский подъярус на рассматриваемой территории представлен первым (серии "ядренный камень", "слоистый камень" и "подбой"), вторым (серии "серый камень", "шиханы" и опоки) и третьим (серии "подлужник" и "переходная толща") горизонтами. В литологическом отношении верхнеказанские отложения на разных стратиграфических уровнях как по разрезу, так и по латерали, представлены неоднозначно развитыми комплексами карбонатных, сульфатно-карбонатных и терригенных пород. Из карбонатных отложений здесь получили развитие кристаллически-зернистые, иногда органогенные, глинистые и оолитовые известняки и доломиты, а из терригенных - песчаники, алевролиты и глины. Комплексы этих пород на стратиграфических уровнях серий "подбой", "шиханы", "опоки" и нижней половины "переходной толщи" рас-слаиваются сульфатными породами (ангидритом и гипсом).

Для верхнеказанских отложений, как и для нижнеказанских, на рассматриваемой территории свойственны серая, темно-серая, желтовато- и коричневатая-серая, прослоями с зеленоватым оттенком окраска и тонкослоистое горизонтальное напластование пород (в песчаниках отмечается и косая слоистость), наличие морской фауны - пелеципод, гастропод и остракод (спирифериды и продукты отсутствуют). Красно-коричневые породы здесь наблюдаются только на уровне серий "серый камень" и "переходная толща". Из минералогических разностей в песчаниках и алевролитах верхнеказанских отложений наблюдается увеличение содержания зерен эпидот-цоизита. Битумопроявления в верхнеказан-

ских отложениях на разных стратиграфических уровнях имеют неравномерное распределение.

Вышеописанные типы пород в разрезах уфимского и казанского ярусов, чередуясь по напластованию и замещая один другого по простиранию, образуют на разных стратиграфических уровнях сложнопостроенные комплексы. При детальном исследовании литологических особенностей типов пород в более дробных стратиграфических единицах - горизонтах, сериях, пачках автором разработан целый ряд признаков выделения литофациальных типов пород верхнепермских отложений и сведены в классификационные таблицы. На основании совокупности выделенных признаков, характерных тому или другому литологическому комплексу пород, однотипные разрезы на построенных литолого-фациальных картах автором обособлены в зоны, свойственные определенному литолого-фациальному типу пород.

ГЛАВА 4. ФАЦИИ ПЕРМСКИХ БИТУМОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ФАКТОРЫ ИХ ЛОКАЛИЗАЦИИ

Многообразие типов пород, детально охарактеризованных в предыдущей главе 3, объясняется существовавшими палеогеографическими условиями, которые в свою очередь тесно связаны с геодинамическими режимами восточной окраины Русской плиты в уфимское и казанское время. Активная денудация герцинских горных сооружений Урала поставляла огромное количество обломочного и хемогенного материала на восточную окраину Русской плиты в виде молассоидной формации. Западные границы этой молассы лимитированы восточной окраинной системой поднятий Токмовского свода.

Территория Татарского свода в структурном плане в предверхнепермское время была менее выражена, что и обусловило размещение уфимской молассоидной формации. По мере удаления от Урала и продвижения на запад эта формация претерпевала определенную литолого-фациальную эволюцию, что выражалось в сменах основных комплексов пород, описанных в главе 3 и представленных в классификационных таблицах. В соответствии с приведенными комплексами пород автором выделяются в уфим-

ском ярусе фации сухих субаэральных равнин, лагунно-озерных и баровых, лагунно-озерных распресненных и собственно баровых фаций. Области развития конкретных фаций иллюстрируются литолого-фациальными картами, построенными отдельно для песчано-глинистой и песчаниковой пачек. Анализ этих карт свидетельствует, что формирование битумоносных отложений связано с определенными палеогеографическими условиями. Как следует из этих карт, песчаниковая пачка формировалась в условиях баровых фаций, возникновение которых связано с активным отжиманием на восток редуцированного распресненного шешминского бассейна под влиянием плавных колебаний, возникавших от воздействия ранних герцинид Предкавказья и Центральной Европы.

В результате этого шешминский седиментационный бассейн постепенно регрессировал на восток. Однако, на территории Закамья Татарстана не произошло полной регрессии шешминского бассейна. Отступая он сохранился в самой погруженной части Шешминского палеопргиба - в бассейне р. Шемы. В прибрежных условиях и донных течениях этого бассейна и получили развитие зеленоцветные руковообразные тела песчаников верхней пачки уфимского яруса. Как показали петрографические исследования пород этой пачки, они характеризуются оптимальным соотношением величин коллекторских свойств, а сами баровые тела прекрасно экранированы практически непроницаемой покрывкой - пачкой "лингуловых глин" байтуганского горизонта нижнеказанского подъяруса.

Формирование байтуганского горизонта ознаменовало новый геодинамический и палеогеографический этап эволюции верхнепермской молассоидной формации. В геодинамическом отношении эта специфика выразилась в резкой дифференциации систем поднятий Токмовского, Башкирско-Татарского сводов и Тимана. Эти подвижки привели к прорыву в северной части востока Русской плиты континентальной возвышенной области Предтима́нья с последующей платформенной ингрессией (по недокомпенсированным конседиментационным палеопргибам - Мезеньскому, Шешминскому и Сальмшскому) бореального моря. Эта ингрессия, а в последующем и трансгрессия на восток и запад от палеопргибов казанского моря по-

теснила на восток континентальную Уральскую молассу и обусловила сложную фациальную структуру бассейна, что продемонстрировано на литолого-фациальных картах, построенных отдельно по камышлинскому, барбашинскому горизонтам нижнеказанского подъяруса. Однако продолжающееся воздымание Урала активно питало верхнепермскую молассу и в верхнеказанское время. Область казанского морского бассейна снова начинала вытесняться на запад активным сносом терригенных пород с Урала, что отмечается в ее существенной дифференциации и крайнем разнообразии фациальных комплексов. Построенные литофациальные карты по сериям "ядренный камень" и "слоистый камень" второго и третьего горизонтов верхнеказанского подъяруса наглядно иллюстрируют широкое разнообразие фациальных условий, выразившихся в формировании целого комплекса литофациальных типов, обособившихся в развитии морских и лагунно-морских пород: карбонатно-глинистых, глинистых карбонатных пород, органогенно-обломочных, оолитовых, кристаллически-зернистых карбонатных пород, сульфатно-карбонатных, песчаных и песчано-глинистых пород.

В татарское время верхнеказанские молассоидальные образования были перекрыты озерными образованиями Татарского времени.

ГЛАВА 5. УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ БИТУМОНОСНЫХ ПОЛЕЙ И ЗАЛЕЖЕЙ БИТУМОВ В ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ТАТАРСТАНА

Установленные литофациальные закономерности строения отдельных стратиграфических единиц битумоносных комплексов Татарстана определяют закономерности размещения битумных полей и локализации в их пределах отдельных залежей и месторождений битумов. Проведенные литофациальные исследования и анализ кернового материала большого количества поисково-разведочных и структурных скважин показывают, что битумные поля и залежи битумов в них связаны с литофациальными зонами развития высокеемких однородных отложений как в уфимском, так и казанском ярусах. Неоднородные непроницаемые или слабопроницаемые литофациальные комплексы морских и континентальных пород являются практически стерильными в отношении битумоносности, в них отмечаются

лишь отдельные проявления битумов, не имеющих промышленного значения.

В уфимском ярусе промышленные скопления битумов связаны с областью развития баровых песчаников песчанниковой пачки, которая имеет максимально выраженное развитие в пределах Черемшано-Ямашинской структурной зоны западного склона Южно-Татарского свода. Эти песчаники обладают высокими коллекторскими свойствами (пористость 25-40%) при наличии прослоев и участков, где песчаники кальцитизированные плотные (5-17%). Залегают баровые тела в виде параллельно вытянутых зон северо-западного простирания. В сводах локальных максимумов мощности песчанниковой пачки формируются различные по мощности (до 36 м) и размерам залежи битумов (от 0,3х0,5 км до 2,8х12 км). Залежи битумов, залегающие ниже современных базисов эрозии, более сохранны (Мордовско-Кармальная, Ашальчинская, Студено-Ключевская и др.), а залежи, залегающие выше базиса эрозии, более разрушены, скопления битумов имеют гнездовой характер (Сугушлинская, Петропавловская и др.). Широкое развитие в песчаниках битумопроявлений и залежей битумов позволило автору литофациальную зону баровых отложений отнести к перспективным на битумы землям (рис. 1).

Формирование битумных залежей в казанских отложениях во многом определяется унаследованностью структурно-тектонических планов и палеоподнятий эрозионно-останцевого характера сакмарского времени, которые продолжали играть определенную роль в палеогипсометрии рельефа дна казанского бассейна. Такие "останцы" развиты широкой полосой субмеридионального направления от Горского до Арбузовского поднятий и далее на север, северо-запад. В камышлинское время над ними сформировались органогенно-обломочные известняки, образующие подводные и "банковые" отмели, осадки которых характеризуются крайне высокими коллекторскими свойствами (пористость более 40%). Для них свойственны каверновые, порово-каверновые и трещинно-порово-каверновые типы коллекторов. При широко развитых битумопроявлениях здесь формируются такие залежи, как Горская, Аделяковская, Мерезеньская и др., контролируемые локальными поднятиями. Литофациальная зона развития органо-

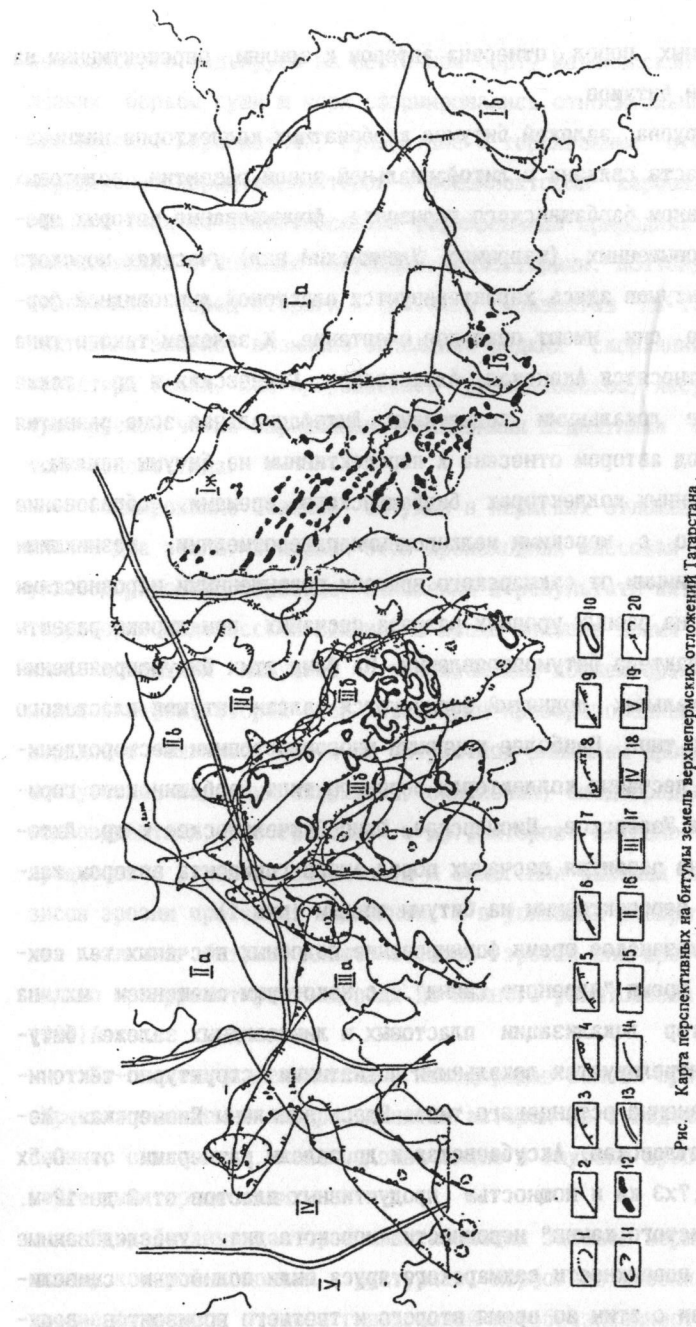


Рис. Карта перспективных на битумы земель верхнепермских отложений Татарстана.

1-граница Татарстана; 2-реки; 3-земли перспективные на выделение залежей битумов; 4-а барашинском горизонте; 5-а серия «каверный камень» и «слоистый камень»; 6-в отложениях второго горизонта верхнеказанского подъяруса; 7-в отложениях третьего горизонта верхнеказанского подъяруса; 8-в отложениях песчанниковой пачки уфимского яруса; 9-в отложениях песчано-глинистой пачки уфимского яруса; 10-месторождения и залежи битумов верхнеказанского подъяруса; 11-перспективные участки на выделение залежей битумов в верхнеказанском подъярусе; 12-залежи битумов в отложениях уфимского яруса; 13-границы тектонических элементов I порядка; 14-границы склонов и бортов; 15-Южно-Татарского свода; 16-Северо-Татарского свода; 17-Мелекесской впадины; 18-Казанско-Кировского прогиба; 19-Токмацкий свод; 20-границы Ромашкинского, Акташско-Новоелховского и Баулинского месторождений нефти.

генно-обломочных пород отнесена автором к землям, перспективным на поиски залежей битумов.

Вторая группа залежей битумов карбонатных коллекторов нижнеказанского возраста связана с литофациальной зоной развития оолитовых пород, в основном барбашинского горизонта, формирование которых происходило в повышенных (например, Улеминский вал) участках морского дна. Залежи битумов здесь характеризуются пластовой, линзовидной формами, в плане они имеют овальное очертание. К залежам такого типа коллекторов относятся Аканская, Алькеевская, Сюкеевская и др., также контролируемые локальными поднятиями. Литофациальная зона развития оолитовых пород автором отнесена к перспективным на битумы землям.

В терригенных коллекторах барбашинского времени, образование которых связано с морскими мелководными палеотмелями, возникшими над унаследованными от сакмарского времени возвышенными неровностями морского дна, на разных уровнях разреза песчаных зон широко развиты различного характера битумопроявления. На фоне этих битумопроявлений в пределах локальных поднятий формируются залежи битумов пластового и линзовидного типа. Наиболее крупными многопластовыми месторождениями битумов в песчаных коллекторах порового типа барбашинского горизонта являются Узеевское, Пионерское, Южно-Сунчелеевское и др. Литофациальная зона развития песчаных пород этого горизонта автором также отнесена к перспективным на битумы землям (рис. 1).

В верхнеказанское время формирование подобных песчаных тел сохранилось и во время "ядренного камня", с некоторым смещением их на восток. Характер локализации пластовых и линзовидных залежей битумов также контролируется локальными поднятиями структурно-тектонического и эрозионно-останцевого типа. Здесь выявлены Пионерская, Мезеньская, Котловская, Аксубаевская и др. залежи размерами от 0,5х0,75 км до 1,7х3 км и мощностью продуктивных пластов от 2 до 12 м. Во время "слоистого камня" неровности морского дна, унаследованные от эрозионной поверхности сакмарского яруса были полностью сnivelированы. В связи с этим во время второго и третьего горизонтов верх-

неказанского подъяруса на восточном борту Мелекесской впадины в условиях борьбы суши и моря сформировались относительно тонконаслоенные морские карбонатные, сульфатные и терригенные отложения. Частое чередование пород-коллекторов и неколлекторов карбонатного и терригенного типа не способствовало формированию природных резервуаров с высокеемкими и мощными породами-коллекторами. Поэтому в описываемых комплексах пород второго и третьего горизонтов на территории перспективных земель возможно выявление редких скоплений промышленного характера таких, как Арбузовское, Трудолюбовское, Аксубаевское, контролируемых четко выраженными локальными поднятиями структурно-тектонического типа.

Формирование залежей битумов в пермских отложениях осуществлялось в два этапа. В первый этап происходила массовая миграция легких углеводородов в пермские отложения в результате активных опусканий территории Мелекесской впадины в юрско-меловое время и концентрация их в локальных ловушках с высокеемкими коллекторами в залежи нормальной нефти. Второй этап характерен преобразованием легких углеводородов в тяжелые нефти и битумы под влиянием процессов дегазации (отсутствия надежных покрышек), окисления, биodeградации, химического воздействия, выветривания и др. факторов. Активность гипергенных процессов в условиях закрытости и залегания залежей битумов ниже базисов эрозии протекает медленнее, а в условиях раскрытости и залегания залежей битумов выше базисов эрозии они протекают активно и сильно разрушают углеводороды до полного уничтожения (Петров и др., 1997).

По степени измененности углеводородов залежи природных битумов пермских отложений подразделяются автором на 4 подтипа: слабоохваченные, охваченные, сильно охваченные и глубоко преобразованные гипергенными процессами.

Разработанная автором классификация залежей пермских битумов, в основу которой положены структурные, морфогенетические, гидродинамические факторы и степень гипергенной преобразованности скоплений би-

тумов, выделяет шесть типов залежей: массивные сводовые, структурно-литологические, гнездовые, пластовые, поверхностные и разрушенные, которые в зависимости от условий образования и структуры битумовместящих пород делятся на подтипы и виды.

ГЛАВА 6. МЕТОДИКА ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ПРИРОДНЫЕ БИТУМЫ И ПОДГОТОВКИ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

В настоящей главе рассмотрены методические подходы оценки ресурсов и запасов битумов уфимского и казанского ярусов на основе литолого-фациального анализа верхнепермских отложений и дифференцированного определения ресурсов битумов по каждому битумоносному стратиграфическому горизонту, серии и пачке территории Закамья Татарстана. В результате подсчет ресурсов верхнепермских битумов производился в рамках только перспективных земель, описанных в главе 5, в уфимском ярусе на уровнях песчаниковой и песчано-глинистой пачек, в казанском ярусе - на уровнях камышлинского, барбашинского горизонтов нижнеказанского подъяруса и серий "ядренный камень" и "слоистый камень" второго и третьего горизонтов верхнеказанского подъяруса.

При этом площади развития пород - неколлекторов и площади, охваченные неогеновыми и предтатарскими размывами, из подсчетов были исключены. Кроме того, с использованием введенного автором коэффициента неоднородности битумонасыщенной толщи (K_n) была существенно скорректирована мощность битуминозных пород по скважинам и средние - по подсчетным площадям. Подсчет ресурсов производился методом плотности запасов на единицу площади. Эталонные участки выбирались с учетом литофациальных особенностей стратиграфических горизонтов, представительности насыщения пород-коллекторов битумом и его сохранности. Согласно полученным данным ресурсы битумов в уфимском ярусе составили 2598,33 млн. т, а в казанском ярусе - 2098,9 млн. т, их общие ресурсы составили 4,7 млрд. т, против общих 18 и 40 млрд. т в ранних оценках ресурсов верхнепермских отложений (В.И. Троепольский, 1961 и И.М. Акишев, 1983).

Произведенные расчеты показывают, что методический подход для

оценки ресурсов битумов с использованием литолого-фациального анализа может быть применен к любому битумоносному горизонту пермской системы. Полученные результаты оказались существенно ниже по сравнению с ранее проведенными оценками, однако более реальными.

Далее в этой главе автором рассмотрены вопросы усовершенствования методических подходов подготовки залежей к промышленной эксплуатации и определены дальнейшие направления поисково-разведочных работ на верхнепермские битумы, заключающиеся: 1) в описывании слабоизученных участков и площадей на выделенных автором перспективных землях с целью выявления и подготовки новых месторождений и залежей битумов в пределах западного склона Южно-Татарского свода (уфимский ярус) и Мелекесской впадины (казанский ярус); 2) в доработке уже выявленных, предварительно разведанных залежей и месторождений битумов в уфимском и казанском ярусах.

ВЫВОДЫ:

1. Детализирован характер неоднородности строения битумоносных комплексов верхнепермских отложений.
2. Разработаны ведущие признаки, позволившие провести литофациальную типизацию битумоносных комплексов.
3. Установлена четная связь битумоносных резервуаров с конкретными литофациальными типами пород: в уфимском ярусе - баровые песчаники, в нижнеказанском подъярусе - органогенно-детритовые известняки и оолитовые карбонатные породы, в ниже-верхнеказанских отложениях - также песчаные тела, формирование которых связано с подводными палеотечениями.
4. Установлена связь формирования битумных полей с геодинамикой развития Волго-Уральской области в целом и структурно-эрозионных унаследованных палеоподнятий.
5. Впервые произведена дифференцированная оценка ресурсов и запасов битумов на основе литолого-фациального анализа каждого битумоносного горизонта, серии и пачки уфимского и казанского битумоносных комплексов территории Татарстана.

6. Разработаны рекомендации гибкой методики поисков и оценки месторождений битумов в различных литофациальных типах верхнепермских отложений.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих печатных работах:

1. Поверхностный и глубинный карст в пермских отложениях Горьковско-Марийского Поволжья - "Учен. зап. КГУ" т. 128, кн. 1, с. 47-52, 1968.

2. К вопросу о поисках битумов в песчаниках уфимского яруса. Сборник "Вопросы геологии и нефтеносности Среднего Поволжья" Вып. IV изд. КГУ, с. 59-71, 1974 (соавтор Павлов П. Д.).

3. Типы карстовых полостей и способы их выявления в сборнике "Состояние и задачи карстово-спелеологических исследований". Тезисы докладов на Всесоюзном совещании (г. Ленинград, 12-14.02.75), с. 44-46, Москва, 1975 (соавторы Файзуллин Л. Д., Карасев В. Н., Вяткин В. И., Имамеев А. Н.).

4. Промысловые исследования на Ашальчинской залежи битумов, тр. ТатНИПИнефть, вып. XXXVI, с. 137-141, г. Бугульма, 1977 (соавторы Кондрашкин В. Ф., Фаткуллин А. Х., Павлов П. Д. и др.).

5. Битумы пород уфимского и казанского ярусов перми территории ТАССР - Тезисы 31 научной конференции КИСИ, г. Казань, 1979 (соавтор Богов А. В.).

6. Задачи поисково-разведочных работ на пермские битумы в XII-й пятилетке - в сборнике "Пути повышения эффективности подготовки новых запасов нефти на месторождениях Татарии" - Тезисы докладов научно-технической конференции, с. 95-99, г. Альметьевск, 1985 (соавторы Кобряков В. И., Николишин Е. Д., Плотникова И. Н., Салимзянова Л. Н.).

7. Состояние ресурсов битумного сырья в казанском ярусе на территории Татарии - в сборнике научных трудов "Проблемы оценки ресурсо-во и комплексного освоения природных битумов, высоковязких нефтей и сопутствующих им металлов", с. 78-87, труды ВНИГРИ, Ленинград, 1990 (соавторы Муслимов Р. Х., Кобряков В. И., Дергунова Т. П. и др.).

8. Методика и результаты поисково-разведочных работ на битумы в XII пятилетке - в сборнике "Основные итоги геолого-разведочных работ на территории Татарии в XII пятилетке, направления и пути повышения эффективности ГРП на 1991-95 гг. Тезисы докладов научно-технической конференции, с. 103-107, г. Альметьевск, 1991 (соавторы Кобряков В. И., Николишин Д. А., Стариков Г. Г. и др.).

9. О проявлениях глубинного карста в районе площадки строящейся Татарской АЭС по данным структурных скважин - в сборнике "Экспертиза геолого-гидрогеологических условий площадки Татарской АЭС и прилегающих районов". Тезисы докладов научно-технической конференции, с. 9-14, г. Альметьевск, 1991 (соавторы Кобряков В. И., Николишин Д. А., Илатовский В. В., Малюк Е. Н.).

10. Оценка реальных запасов битумов на месторождениях ТССР с учетом эколого-экономических условий их размещения - в сборнике "Основные итоги геолого-разведочных работ на территории Татарии в XII пятилетке, направления и пути повышения эффективности ГРП на 1992-95 гг. Тезисы докладов научно-технической конференции, с. 108-114, г. Альметьевск, 1991 (соавторы Кобряков В. И., Дергунова Т. П., Хабибова Р. А. и др.).

11. Ресурсы пермских природных битумов территории Татарстана и экологические проблемы их освоения - в сборнике "Комплексное освоение природных битумов и высоковязких нефтей". Труды Всесоюзной конференции по проблемам освоения природных битумов и высоковязких нефтей, с. 26-38, г. Казань, 1992 (соавторы Муслимов Р. Х., Анисимов Б. В.).

12. Методика прогноза, поисков и разведки месторождений битумов в Татарстане - "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения". Тезисы докладов Международного симпозиума 12-16 октября 1992 г., с. 81-82, г. Санкт-Петербург, 1992 (соавторы Кобряков В. И., Муслимов Р. Х., Ненароков С. Ю.).

13. Подготовка месторождений битумов к промышленному освоению на стадии детальной разведки - в сборнике "Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (Добыча и

переработка). Тезисы докладов Международной конференции 4-8 октября 1994 г., с. 141, г. Казань, 1994 (соавторы Илатовский В.В., Смелков В.М., Волков Ю.В.).

14. Методика геологоразведочных работ на месторождениях битумо-содержащих пород - в сборнике "Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (Добыча и переработка). Тезисы докладов Международной конференции 4-8 октября 1994 г., с. 192, г. Казань, 1994 (соавторы Шаргородский И.П., Тарасов В.А., Илатовский В.В.).

15. Технология и техника опробования битумных скважин в Татарстане - в сборнике "Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (Добыча и переработка)". Тезисы докладов Международной конференции 4-8 октября 1994 г., с. 201, г. Казань, 1994 (соавторы Ахунов Р.М., Валовский В.М. и др.).

16. Влияние гипергенных процессов на формирование и сохранность залежей природных битумов в пермских отложениях Татарстана - тезисы докладов II Международного Симпозиума "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения", с. 47-48, г. Санкт-Петербург, ВНИГРИ, 1997 (соавторы Изотов В.Г., Илатовский В.В., Файзуллин В.А.).

17. Перспективы прироста запасов вязких нефтей в отложениях нижней перми юго-востока Татарстана - тезисы докладов II Международного Симпозиума "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения", с. 48, г. Санкт-Петербург, ВНИГРИ, 1997 (соавторы Илатовский В.В., Смелков В.М.).

18. Состав и свойства битумов Татарстана и их взаимосвязь с протекающими в пластах геохимическими процессами - материалы семинара-дискуссии "Концептуальные вопросы развития комплекса "Нефтеотдача - нефтепереработка - нефтехимия" в регионе в связи с увеличением доли тяжелых высокосернистых нефтей" 19-21 июня 1997 г. с. 93-94, изд. "АБАК", г. Казань, 1997 (соавторы Каюкова Г.П., Романов Г.В.).

19. Каюкова Г.П., Романов Г.В., Муслимов Р.Х., Лебедев Н.П., Петров Г.А. - Химия и геохимия пермских битумов Татарстана. М.: Наука, 1999, 304 с.

Романов

Лицензия № 0234 от 20.05.1998 г.

Отпечатано с готового оригинал-макета
В издательстве «Форт Диалог»

Заказ № 07/007. Тираж 120 экз. Бумага офсетная. Объем 1,5 п.л.
Казань, Университетская, 17, Тел. 38-01-02, 38-47-93