

На правах рукописи

ЯЩЕНКО Ирина Германовна

**МЕТОДОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ И ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ
НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕФТЕЙ
ЕВРАЗИИ**

**(на примере Евразийского континента и Западно-Сибирского
нефтегазоносного мегабассейна)**

Специальность 25.00.09 - Геохимия, геохимические методы
поисков полезных ископаемых

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Томск - 2003

Работа выполнена в Институте химии нефти СО РАН, г. Томск

Научный руководитель: доктор физико-математических наук,
профессор **Полищук Ю.М.**

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук,
профессор **Запивалов Н.П.**

кандидат геолого-минералогических наук
Ростовцев В.Н.

Ведущая организация: ФГУП «СНИИГГиМС»

Защита диссертации состоится « 25 » декабря 2003 г., в 14 часов 30 минут на заседании диссертационного совета Д 212.269.03 при Томском политехническом университете.

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, 1 корпус, 210 аудитория.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Томского политехнического университета по адресу: г. Томск, ул. Белинского, 55.

Автореферат разослан « ____ » ноября 2003 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.г.н., доцент.

Савичев О.Г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. По некоторым прогнозам энергопотребление в первые десятилетия 21 века вырастет в 4 – 6 раз, в основном за счет горючих ископаемых и, прежде всего, нефти и газа, что определяет необходимость изыскания новых путей поиска, разведки и разработки месторождений углеводородов. В связи с этим возникает необходимость изучения физико-химических свойств нефтей в зависимости от их географического положения, глубины залегания и возраста. В 1932 году И.М. Губкин обосновал закон распределения нефтяных месторождений. В дальнейшем этими проблемами занимались И.О. Брод, В.А. Успенская, О.А. Радченко, А.А. Бакиров, В.Е. Хаин, Б.А. Соколов, А.А. Трофимук, А.Б. Ронов, А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов, В.С. Вышемирский, Г.Ф. Большаков и др.

Этим вопросам был посвящен капитальный труд О.А. Радченко «Геохимические закономерности размещения нефтеносных областей мира», обобщающий результаты многолетних исследований физико-химических свойств нефтей. Монография О.А. Радченко о геохимических закономерностях размещения нефтеносных областей мира была опубликована в 1965 году. В ней были рассмотрены закономерности изменения плотности и содержания серы и парафинов нефтей мира (2000 образцов) в зависимости от глубины залегания и возраста нефтемещающих пород, а также закономерности размещения на Земле серосодержащих нефтей. С того времени нефтедобыча распространилась на новые территории и стратиграфические подразделения, накоплен новый научный материал о физических и химических характеристиках нефтей вводимых в эксплуатацию месторождений мира. Новые знания подтолкнули к дальнейшему развитию исследований изменений физико-химических свойств нефтей в пределах отдельных нефтегазоносных бассейнов. И в последние десятилетия работы в области изучения закономерностей изменения физико-химических свойств нефтей концентрировались в основном на территориях отдельных нефтегазоносных бассейнов и месторождений.

Евразия, занимающая ведущее место в мировой добыче нефти, обладает более $\frac{3}{4}$ мировых нефтяных запасов. Причем, пять стран в первой десятке стран мира по запасам нефти расположены именно в Евразии и владеют 63,7 % от мировых запасов. Самые крупные месторождения углеводородов приурочены к бассейнам Евразии, среди которых выделяются бассейны Персидского залива, Западной Сибири, Северного моря, Прикаспийский, Таримский, Южно-Китайского моря, бассейны Явы, Суматры и Калимантана на Индонезийском архипелаге. В связи с этим в последние годы проявляется повышенный интерес к исследованиям закономерностей изменения физико-химических свойств на территории Евразии, которая отличается разнообразием геологического строения земной коры. Настоящая диссертационная работа посвящена изучению закономерностей изменения физико-химических свойств нефтей на территории Евразии.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планами работы Института химии нефти Сибирского Отделения Российской Академии Наук в 1996 – 2000 гг. по теме «Развитие геоинформационной системы по химии и геологии нефти» (№ гос. регистрации 01.960.007571) и с 2001 г. – по теме «Формирование мировой базы данных по химии нефти и газа и изучение пространственной изменчивости их физико-химических свойств с применением ГИС-технологий» (№ гос. регистрации 01.20.0011865) по программе СО РАН «Проблемы нефти и газа», по гранту РФФИ "р98сибирь", № 98-05-03145, по хозяйственному договору 27/96 (заказчик Томскгеолком), по хозяйственному договору № 22/02 (заказчик ЮНИИ ИТ, г. Ханты-Мансийск).

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ. Целью настоящей диссертационной работы является исследование закономерностей изменения физико-химических свойств нефтей в зависимости от пространственного и возрастного размещения нефтей Евразии с использованием большого фактического материала, накопленного в базе данных (БД) по химии нефти.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработка обобщенной классификации нефтей Евразии по физико-химическим свойствам, пригодной для геоинформационного анализа пространственных и возрастных изменений нефтей.
2. Исследование закономерностей пространственного изменения физико-химических свойств нефтей Евразии в зависимости от их географического местоположения, глубины залегания, геологического возраста нефтевмещающих пород и геотектонического строения земной коры Евразии.
3. Исследование закономерностей распределения нефтей по физико-химическим свойствам в зависимости от уровня теплового потока Земли.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Для достижения поставленной цели в работе были использованы методы статистического анализа, методы автоматической классификации и методы геоинформатики.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА. В диссертационной работе получены следующие основные научные результаты:

1. Разработана обобщенная классификация нефтей Евразии по основным физико-химическим свойствам, учитывающая граничные условия по вязкости нефтей, содержанию в них смол, асфальтенов и фракции н.к. 200 °С и отвечающая требованиям геоинформационного анализа пространственных изменений свойств нефтей.
2. Установлены новые закономерности изменения физико-химических свойств нефтей Евразии в зависимости от географического местоположения, геологического возраста и особенностей геотектонического строения нефтегазоносных бассейнов.

3. Выявлена цикличность в изменениях химического состава нефтей в зависимости от геологического возраста и показана ее связь с геотектонической цикличностью и цикличностью формирования углеводородной оболочки литосферы.
4. Установлена статистически значимая зависимость физико-химических свойств нефтей Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна от уровня теплового потока.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. Полученные в диссертационной работе результаты исследования пространственных и временных изменений физико-химических и геохимических свойств нефтей могут быть использованы для уточнения геологических прогнозов при поиске нефти. Созданные карты распределения тяжелых и вязких нефтей, карты распределения нефтей по содержанию в нефтях серы, смол, асфальтенов, парафинов и карты распределения нефтей по качеству на территории Евразии и Западной Сибири могут служить основой для решения практических задач в различных областях нефтяной геологии и геохимии.

Изучение влияния тепловых потоков на изменение физико-химических свойств нефтей Западной Сибири позволяют получить дополнительные данные для локального прогноза физико-химических свойств нефтей, что в совокупности с другими методами способствует получению более точных оценок ресурсного потенциала территорий.

Подтверждением практической значимости диссертационных исследований является их использование при выполнении х/д 27/96 (заказчик Томскгеолком) по теме «Разработка математических методов, алгоритмических и программных средств оценки перспектив нефтегазоносности территорий, прогнозирования состава и свойств нефтей с использованием банка геологической и химической информации», а также гранта РФФИ "р98сибирь" № 98-05-03145, где компьютерный комплекс в составе ГИС и БД по химии нефти использовался для решения задач оценки перспектив нефтегазоносности Казанского нефтедобывающего района Томской области (1998 – 2001 гг.). База данных по химии нефти является основой для выполнения х/д 22/02 (заказчик ЮНИИ ИТ, г. Ханты-Мансийск), при выполнении которого использованы полученные в диссертации закономерности. В Музее нефтей ИХН СО РАН результаты диссертации по исследованию закономерностей изменения физико-химических свойств нефтей и их качества использованы для пополнения экспозиций новыми научными материалами.

Практическую ценность также представляет и геоинформационный комплекс, опробованный автором для проведения диссертационных исследований и который может быть использован для исследования изменений других физико-химических характеристик нефтей.

ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ:

1. Обобщенная классификация нефтей по основным физико-химическим свойствам, учитывающая граничные условия по вязкости нефтей, со-

держанию в них смол, асфальтенов и фракции н.к. 200 °С и отвечающая требованиям статистического анализа пространственных и возрастных изменений свойств нефтей.

2. Новые статистически значимые закономерности изменения физико-химических свойств нефтей Евразии в зависимости от географического местоположения, глубины залегания и геологического возраста вмещающих пород. Цикличность их изменения в зависимости от геологического возраста, которая взаимосвязана с циклами геотектонического развития и периодичностью формирования углеводородной оболочки литосферы.
3. Закономерности изменения физико-химических свойств нефтей Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна в зависимости от уровня теплового потока.

АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ. Основные результаты диссертационной работы были доложены на 14 международных конференциях, симпозиумах. В том числе на 1-й и 2-й научных конференциях «Добыча, подготовка и транспорт нефти и газа» (г. Томск, ИХН СО РАН, 1999 и 2001 гг.), 4-й и 5-й Международных конференциях «Химия нефти и газа» (г. Томск, ИХН СО РАН, 2000 и 2003 гг.), на 5-й и 6-й Международных конференциях «Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа» (г. Москва, МГУ, 2001 и 2002 гг.), на 5-ом и 6-ом Международных симпозиумах KORUS (г. Томск, ТПУ, 2001 г., Новосибирск, НГТУ, 2002 г.), на 5-ом Международном симпозиуме имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (г. Томск, ТПУ, 2001 г.), на 20-м и 21-м Международных конгрессах IMOG (Франция, 2001 г., Польша, 2003 г.), на совещании «Теория нефтидогенеза и органическая геохимия на рубеже веков» (г. Новосибирск, ИГНГ СО РАН, 2002 г.), на Международной конференции «Нефтегазовому образованию в Сибири 50 лет» (г. Томск, ТПУ, 2002 г.), на Международной конференции «Современные проблемы нефтеотдачи пластов «Нефтеотдача – 2003» (г. Москва, РГУ им. И.М. Губкина, 2003 г.).

По теме диссертации опубликовано 40 работ, в том числе 14 статей в отечественных журналах и 6 статей в зарубежных изданиях.

Работа выполнена в научно-исследовательском информационном центре Института химии нефти СО РАН под руководством д.ф.-м.н., профессора Полищука Ю.М., которому автор выражает глубокую благодарность и особую признательность. В процессе работы автор пользовался советами и консультациями д.х.н. Серебренниковой О.В., д.г.-м.н., профессора Шварцева С.Л. и д.г.-м.н., профессора Рихванова Л.П., которые оказали неоценимую помощь при подготовке диссертации. В процессе проведения исследований автор пользовался помощью сотрудников лаборатории к.х.н. Ана В.В., Козина Е.С., Торвиной И.Л. и др.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

ВО ВВЕДЕНИИ обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель работы, научная новизна, практическая значимость диссертационных исследований и дана характеристика полученных в работе результатов.

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ на основе анализа литературных источников выявлено, что в большинстве опубликованных работ исследования закономерностей пространственного и временного распределения нефтей в основном ограничиваются территорией конкретно взятого нефтегазоносного бассейна. Такими исследованиями занимались многие ученые: А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов, Н.П. Запивалов, И.В. Гончаров и др.

В опубликованных научных работах закономерности распределения нефтей от глубины залегания не встречались обобщенные данные на всей нефтегазоносной территории Евразии, данные приводятся в основном по отдельно взятым нефтегазоносным бассейнам России и не по всем физическим и химическим показателям. Выявлено, что закономерности изменения физико-химических свойств нефтей в зависимости от геологического возраста мало изучены в палеозойских и протерозойских отложениях и в основном эти исследования ограничиваются анализом содержания серы в нефтях отдельных бассейнов. В опубликованных работах не исследованы изменения плотности и вязкости нефтей, содержания в нефтях парафинов, смол, асфальтенов и фракций в зависимости от возраста пород как на территории отдельно взятого бассейна, так и на всей Евразии. Установлено, что практически не рассмотрены закономерности изменения физико-химических свойств нефтей в зависимости от тектонического типа нефтегазоносных бассейнов, поясного районирования зон нефтенакпления, взаимосвязи между геосферами Земли и уровня теплового потока.

На основе установленного среднего состава евразийской нефти, экологических и технологических проблем нефтепользования определены в качестве основных для исследований следующие показатели: содержание серы, парафинов, смол и асфальтенов. А в качестве основных физических характеристик нефтей приняты плотность и вязкость.

В главе дано общее описание фактического материала. Методика исследований основана на использовании методов статистического анализа в комплексе с методами пространственного анализа на базе геоинформационных технологий (ГИС).

В диссертационной работе была поставлена задача разработки обобщенной классификации нефтей по физико-химическим свойствам, учитывающая вязкость нефтей и содержание в них смол, асфальтенов, фракции н.к. 200 °С, и анализ закономерностей изменения физико-химических свойств нефтей в зависимости от местоположения, глубины залегания, геологического возраста, теплового потока и тектонического типа бассейнов.

ВТОРАЯ ГЛАВА посвящена изложению разработанной методике исследования пространственных изменений свойств нефтей, тектонического строения нефтегазоносных территорий, уровня теплового потока и по качеству нефтей на основе ГИС-технологий. Ниже приводится схема проведения исследований изменения физико-химических свойств нефтей с помощью ГИС-технологий (рис. 1).

В Институте химии нефти СО РАН разработана и развивается геоинформационная система (ГИС) по химии нефти и газа, которая включает базу данных по химии нефти (БДХН), геоинформационную систему Arc View 3.x, специальное программное обеспечение и систему цифровых карт.

В целом БДХН представлена 11592 образцами нефтей Евразии из 80 нефтегазоносных бассейнов на территории 58 стран континента. База данных по химии нефти зарегистрирована в Государственном регистре баз данных (Регистрационное свидетельство № 2001620067 от 16.05.2001 г.).

В системе цифровых карт содержатся следующие картографические покрытия: нефтегазоносные бассейны, нефтегазоносные области и районы, нефтяные, газовые и газоконденсатные месторождения. Для выявления закономерностей изменения физико-химических свойств нефтей Евразии в зависимости от уровня теплового потока, тектонического строения земной коры, и поясного районирования нефтенакпления были созданы соответствующие тематические слои.

Как известно, А.Э. Конторовичем с соавторами была предложена классификация нефти по плотности и содержанию серы, асфальто-смолистых веществ, парафинов, фракции н.к. 300 °С, за исключением вязкости нефтей и содержания в них смол, асфальтенов и фракции н.к. 200 °С. В главе представлена обобщенная классификация нефтей (табл. 1) по основным физико-химическим свойствам, пригодная к решению задач статистического анализа пространственных и возрастных изменений свойств нефтей.

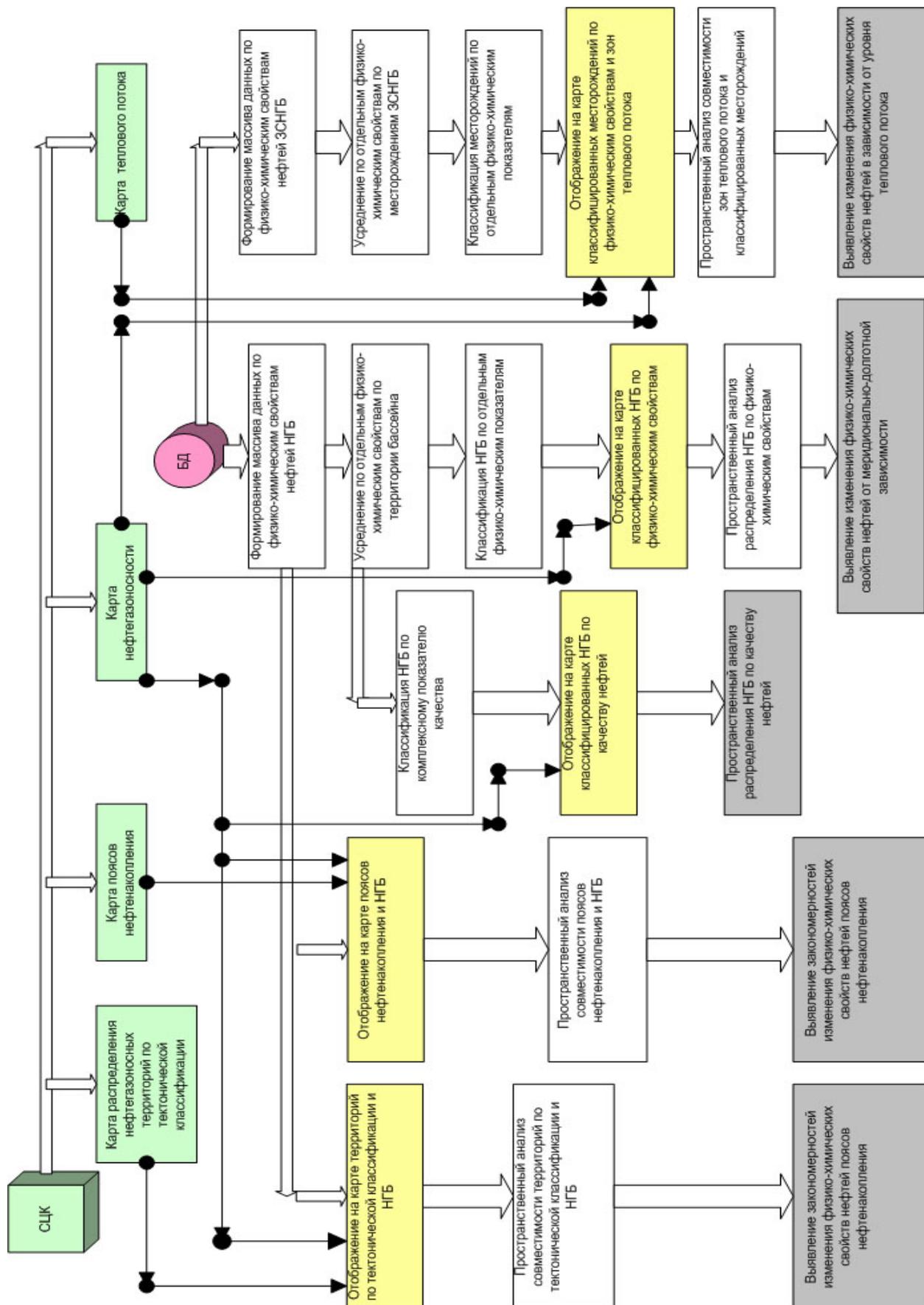


Рис. 1. Общая схема исследований физико-химических свойств нефтей с помощью ГИС-технологий

Таблица 1 – Обобщенная классификация физико-химических показателей нефтей

Физико-химические показатели	Наименование класса нефтей	Пределы изменения классификационных интервалов
Физические показатели		
Вязкость, (мм ² /с)	маловязкая	< 20
	вязкая	20 ÷ 50
	высоковязкая	> 50
Плотность, (г/см ³)	очень легкая нефть	< 0,8
	легкая нефть	0,8 ÷ 0,84
	нефть со средней плотностью	0,84 ÷ 0,88
	тяжелая нефть	0,88 ÷ 0,92
Показатели химического состава		
Содержание серы, (%)	малосернистая	< 0,5
	среднесернистая	0,5 ÷ 1
	сернистая	1 ÷ 3
	высокосернистая	> 3
Содержание смол, (%)	малосмолистая	< 8
	смолистая	8 ÷ 13
	высокосмолистая	> 13
Содержание асфальтенов, (%)	малоасфальтеновая	< 3
	асфальтеновая	3 ÷ 10
	высокоасфальтеновая	> 10
Содержание парафинов, (%)	малопарафинистая	< 5
	парафинистая	5 ÷ 10
	высокопарафинистая	> 10
Содержание фракции н.к. 200 °С, (%)	с низким содержанием фракции	< 20
	со средним содержанием фракции	20 ÷ 30
	с высоким содержанием фракции	> 30
Содержание фракции н.к. 300 °С, (%)	с низким содержанием фракции	< 25
	со средним содержанием фракции	25 ÷ 50
	с высоким содержанием фракции	50 ÷ 75
	с очень высоким содержанием фракции	75 ÷ 100

В ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ показано, что легкие, маловязкие нефти в основном находятся в центральных и северных нефтеносных территориях Евразии. Малосернистые, малосмолистые и малоасфальтеновые нефти располагаются в основном в восточных нефтеносных территориях Евразии и увеличение содержания серы, смол, асфальтенов и АСВ в нефтях происходит по направлению «восток – запад», а содержание парафинов в нефти в этом направлении в среднем уменьшается

Исследованы закономерности изменения физико-химических свойств нефтей Евразии в зависимости от глубины залегания. Показано, что плотность, вязкость, содержание серы, смол и асфальтенов в среднем уменьшаются с увеличением глубины залегания. Содержание фракций н. к. 200 °С и

н. к. 300 °С наоборот увеличивается с ростом глубины залегания. Содержание парафина на глубинах 3,5 – 4,5 км максимальное и уменьшается до начальных значений на малых и больших глубинах.

В ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ проведен анализ изменений физико-химических свойств нефтей Евразии в зависимости от геологического возраста. Показано, что плотность, вязкость уменьшаются с увеличением геологического возраста нефтей. Кайнозойские и мезозойские нефти в среднем малосернистые, малосмолистые и малоасфальтеновые.

Установлена цикличность в изменениях содержания показателей химического состава нефтей в зависимости от геологического возраста и показана ее взаимосвязь с геотектонической цикличностью и цикличностью формирования УВ оболочки литосферы в фанерозое. Прежде всего, совмещение периодов роста и период спада процессов нефтенакпления, изменения уровня Мирового океана и изменения массы УВ оболочки во времени фанерозойской истории Земли на рис. 2, свидетельствует о взаимосвязи этих глобальных геологических процессов в истории планеты. Достаточно высокая корреляция между численностью нефтяных образцов из базы данных и изменением массы разведанных запасов нефти в зависимости от геологического возраста ($r = 0,67$), а также между численностью нефтяных образцов из базы данных и изменением массы УВ оболочки ($r = 0,58$) является показателем репрезентативности информации БДХН.

Показано, что увеличение содержания серы, смол и асфальтенов связа-



Рис. 2. Связь нефтеобразования литосферы с формированием углеводородной оболочки стратисферы, уровнем трансгрессий гидросферы и распределением числа образцов в БД в фанерозое

но с трансгрессией Мирового океана и увеличением массы УВ оболочки, а увеличение содержания парафинов - с регрессией Мирового океана и уменьшением массы УВ оболочки.

В монографии О.А. Радченко представлена карта поясного районирования нефтеносных территорий Евразии, где Палеозойский пояс нефтенакпления расположен в основном на Восточно-Европейской и на Сибирской платформах. Бассейны Мезо-кайнозойского пояса нефтенакпления занимают территорию центра и юга Европы, Средиземноморье, Аравийский полуостров, Карпаты и Кавказ, Центральную и Среднюю Азию. Западный Тихоокеанский пояс нефтенакпления обрамляет Евразию с востока и юго-востока. В диссертации выявлены закономерности изменения физико-химических свойств нефтей Евразии в зависимости от поясного районирования по данным О.А. Радченко. Показано, что легкие нефти в основном находятся в Палеозойском поясе нефтенакпления, а расположение нефтей со средней плотностью, тяжелых и очень тяжелых пространственно совпадает с расположением Мезо-кайнозойского и Западного Тихоокеанского поясов нефтенакпления. Средневязкие и высоковязкие нефти располагаются в пределах Мезо-кайнозойского пояса нефтенакпления. Выявлено, что нефти Западного Тихоокеанского пояса нефтенакпления в среднем являются мало-сернистыми, малосмолистыми и малоасфальтеновыми. Нефти Палеозойского пояса характеризуются в среднем высоким содержанием серы, смол и асфальтенов. Нефти Мезо-кайнозойского пояса, который обрамляет континент с юга, являются самыми парафинистыми по сравнению с нефтями Палеозойского и Западного Тихоокеанского поясов нефтенакпления

В ПЯТОЙ ГЛАВЕ исследованы закономерности изменения химического состава и физических свойств нефтей Евразии в зависимости от тектонического типа нефтегазоносных бассейнов. Установлено, что в среднем нефти платформенных бассейнов по значению плотности являются менее тяжелыми, чем нефти геосинклинальных бассейнов на территории Евразии.

Выявлены закономерности изменения химического состава нефтей Евразии в зависимости от тектонического типа нефтегазоносных бассейнов. Показано, что содержание серы, смол и асфальтенов в среднем выше в нефтях платформенных бассейнов по сравнению с нефтями бассейнов геосинклинального типа. А по содержанию парафинов нефти геосинклинальных бассейнов в среднем являются более парафинистыми по сравнению с нефтями платформенных бассейнов. В результате исследований изменений химических свойств нефтей в зависимости от тектонического типа бассейна можно прогнозировать эволюционное развитие химического состава нефтей, а именно, с дальнейшим ростом количества бассейнов платформенного типа и уменьшением числа геосинклинальных нефтегазоносных бассейнов (по данным А.Б. Ронова) в нефтях будет увеличиваться содержание серы, смол и асфальтенов, а содержание парафинов будет уменьшаться.

В ШЕСТОЙ ГЛАВЕ представлены исследования закономерностей изменения физико-химических свойств нефтей Западно-Сибирского нефтегазозоносного бассейна (ЗСНГБ) от уровня теплового потока. Установлено, что по сравнению с восточными, южными и западными территориями в целом уровень теплового потока Западно-Сибирского нефтегазозоносного бассейна является повышенным и выявлена зависимость уровня теплового потока от тектонических характеристик территории ЗСНГБ. Так, 65 % положительных структур типа своды, валы, выступы, мегавалы и мегавыступы находятся в областях с высоким (более 60 мВт/м²) уровнем теплового потока.

Наблюдается пространственная совмещенность областей с высоким уровнем теплового потока и территорий с высокой концентрацией месторождений нефти и газа в пределах Западно-Сибирского бассейна – зона с высоким уровнем теплового потока более 60 мВт/м² объединяет наибольшее количество месторождений относительно площади этой зоны, а зона с низким уровнем теплового потока менее 50 мВт/м² объединяет наименьшее количество месторождений относительно занимаемой площади.

Выявлено на примере нефтей ЗСНГБ, что чем выше уровень теплового потока нефтегазозоносной территории, тем нефти этой территории являются более легкими, менее вязкими и с меньшим содержанием серы, смол и асфальтенов. Относительно зависимости содержания парафинов от уровня теплового потока можно заключить, что проявляется противоположная закономерность – чем выше уровень теплового потока, тем выше содержание парафинов.

В СЕДЬМОЙ ГЛАВЕ рассмотрены методические вопросы определения комплексного показателя качества нефти на основе учета плотности нефти и содержания серы и фракций и проведены исследования географического распределения нефтей по качеству как на всей территории Евразии, так и на территории ЗСНГБ.

Критерий классификации нефти по комплексному показателю качества, предложенный В.Н. Дегтяревым («Нефтяное хозяйство», 1997 г., № 3), разделяет нефть на два класса:

Класс 1 - нефть высокого качества, $K < 1$

Класс 2 – нефть низкого качества, $K \geq 1$.

(1)

Выявлено, что нефтегазозоносные бассейны в среднем с нефтью высокого качества занимают всю северную часть территории Евразии, некоторые районы Южной Европы и Южной Азии и их количество составляет 71 % от общего числа нефтегазозоносных бассейнов. Бассейны с нефтью низкого качества (29 % от общего числа бассейнов Евразии) расположены в Южной Европе, в Средиземноморье, в Восточной Сибири, Монголии и Китае. Большинство месторождений ЗСНГП (более 77 %) содержат нефть высокого качества.

Анализ качественных показателей нефтей показал, что классификация (1) не является удовлетворительной для исследования географического распределения нефтей по качеству, поэтому предложена классификация, разделяющая нефти на 3 класса:

- Класс 1** - нефть высокого качества, при $K \leq 0,81$,
Класс 2 - нефть среднего качества, при $0,81 < K \leq 1,25$, (2)
Класс 3 - нефть низкого качества, при $K > 1,25$.

Использование классификации (2) показало, что высококачественная нефть занимает большинство части северо-восточной Евразии, некоторые территории Восточной Европы и Средней Азии. Число нефтяных бассейнов с высококачественной нефтью равно приблизительно 15 % от общего числа евразийских нефтеносных бассейнов, а бассейны с нефтью низкого качества составляют около 30 % и расположены в Южной Европе, Восточной Сибири, Центральной и Южной Азии.

В ЗАКЛЮЧЕНИИ формулируются основные выводы, полученные в результате диссертационного исследования:

1. Разработана обобщенная классификация нефтей по основным физико-химическим свойствам и применена к решению задач статистического анализа пространственных и возрастных изменений свойств нефтей.
2. Исследованы закономерности географического распределения нефтей Евразии по физико-химическим свойствам. Показано, что легкие, маловязкие и малопарафинистые нефти в основном находятся в центральных и северных нефтеносных территориях Евразии. Малосернистые, малосмолистые и малоасфальтеновые нефти в основном находятся в восточных нефтеносных территориях Евразии. Проведен анализ меридиональных и широтных зависимостей физико-химических свойств нефтей Евразии. Показано, что увеличение содержания серы, смол, асфальтенов и АСВ в нефтях наблюдается в направлении «восток – запад», а содержание парафинов в нефти в среднем уменьшается по направлению «юг – север».
3. Анализ закономерностей изменения физико-химических свойств нефтей Евразии в зависимости от глубины залегания показал, что плотность, вязкость, содержание серы, смол и асфальтенов в среднем уменьшаются с увеличением глубины залегания. Содержание фракций н. к. 200 °С и н. к. 300 °С наоборот увеличивается с ростом глубины залегания. Содержание парафина на глубинах 3,5 – 4,5 км максимальное и уменьшается до начальных значений на малых и больших глубинах.
4. Выявлены закономерности изменения физико-химических свойств нефтей в зависимости от геологического возраста и поясного районирования территории Евразии. Показано, что легкие и маловязкие нефти в основном располагаются в Палеозойском поясе нефтенакпления, нефти Западного Тихоокеанского пояса нефтенакпления в среднем

являются малосернистыми, малосмолистыми и малоасфальтовыми. Нефти Мезо-кайнозойского пояса являются более парафинистыми по сравнению с нефтями Палеозойского и Западного Тихоокеанского поясов нефтенакопления.

5. Установлена цикличность в изменениях содержания показателей химического состава нефтей в зависимости от геологического возраста и ее взаимосвязь с геотектонической цикличностью и цикличностью формирования углерод-водородной оболочки литосферы в фанерозое. Показано, что увеличение содержания серы, смол и асфальтенов связано с фазами трансгрессий Мирового океана и увеличением массы углерод-водородной оболочки, а увеличение содержания парафинов - с регрессиями Мирового океана и уменьшением массы УВ оболочки.
6. Выявлены закономерности изменения химического состава нефтей Евразии в зависимости от тектонического типа нефтегазоносных бассейнов, содержание серы, смол и асфальтенов в среднем выше в нефтях платформенных бассейнов по сравнению с нефтями бассейнов геосинклинального типа. А по содержанию парафинов нефти геосинклинальных бассейнов в среднем являются более парафинистыми по сравнению с нефтями платформенных бассейнов.
7. На примере месторождений ЗСНГБ установлена статистически значимая достоверная взаимосвязь между физико-химическими свойствами нефтей и интенсивностью теплового потока. В зонах с высоким уровнем теплового потока нефти являются более легкими, менее вязкими и характеризуются меньшим содержанием серы, смол и асфальтенов. Для парафинов отмечается противоположная закономерность – чем выше уровень теплового потока, тем больше их содержание.
8. Разработана модифицированная методика вычисления обобщенного показателя качества нефтей, пригодная для оценки качества нефтей в зависимости от плотности, содержания серы и фракций в нефтях. Проведен геостатистический анализ качества нефтей в зависимости от их географического положения.

В ПРИЛОЖЕНИИ 1 приведен список литературы, используемой при формировании базы данных по химии нефти и газа.

В ПРИЛОЖЕНИИ 2 представлены карты распределения нефтей Евразии по плотности, вязкости и содержанию в нефтях серы и парафинов.

В ПРИЛОЖЕНИИ 3 представлены акты и справки об использовании и внедрении результатов диссертации.

В ПРИЛОЖЕНИИ 4 представлены свидетельства об официальной регистрации Базы данных по химии нефти и компьютерной программы.

ОСНОВНЫЕ ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Ан В.В., Козин Е.С., Полищук Ю. М., Яценко И.Г. База данных по химии нефти и перспективы ее применения в геохимических исследованиях // Геология нефти и газа. - 2000. - № 2. – С. 49 – 51.
2. Ан В.В., Полищук Ю.М., Чернушкин Р.А., Яценко И.Г. Изучение закономерностей распределения серы, смол и асфальтенов в нефти в НГП Евразии // Материалы 4-й Междун. конф. «Химия нефти и газа». В 2-х т. – Томск: «СТТ», 2000. – Т.1. – С. 179 – 184.
3. Ан В.В., Полищук Ю.М., Чернушкин Р.А., Яценко И.Г. Изучение закономерностей распределения нефтей по содержанию парафина и вязкости // Материалы 4-й Междун. конф. «Химия нефти и газа». В 2-х т. – Томск: «СТТ», 2000. – Т.1. – С. 360 – 365.
4. Polichtchouk Yu., Ahn V., Kozin E., Torovina I., Yashchenko I. GIS Database on Chemistry of Oil and Gas // Материалы 4-й Междун. конф. «Химия нефти и газа». В 2-х т. – Томск: «СТТ», 2000. – Т.1. – С. 366 – 369.
5. Ан В.В., Головкин А.К., Яценко И.Г., Иванов В.Г. Обоснование рационального сбора и составления товарных смесей нефтей // Материалы 4-й Междун. конф. «Химия нефти и газа». В 2-х т. – Томск: «СТТ», 2000. – Т.2. – С. 375 – 379.
6. Полищук Ю.М., Яценко И.Г., Ан В.В., Козин Е.С., Торovina И.Г., Чернушкин Р.А. Геоинформационная система сбора и обработки данных по химии нефти и газа // Вычислительные технологии. – 2000. - Т. 5. - С. 49 – 57.
7. Ан В.В., Козин Е.С., Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Геоинформационная система для исследования закономерностей пространственного распределения ресурсов нефти и газа // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2000. - № 11. – С. 15 – 24.
8. Яценко И.Г., Карпицкий В.И. Программа «Оценка прогнозных запасов углеводородного сырья на определенной территории», зарегистрирована в Роспатенте, свидетельство № 2000611181 от 13.11.2000 г.
9. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Пространственная изменчивость химического состава и физических свойств нефти Евразии // Нефть России. – 2001. - № 4. – С. 102 – 105.
10. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Содержание смол и асфальтенов в нефтях Евразии в зависимости от возраста пород // Материалы 5-й Междун. конф. «Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа». В 2-х т. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2001. – Т.2. – С.370 – 373.
11. Polichtchouk Yu.M., Ahn V.V., Yashchenko I.G. Chemical Composition Studies of Eurasian Oils // Proceeding of 5th Korea-Russia International Symposium on Science and Technology, June 26 - July 3, 2001, Tomsk. - V. 2. - P. 143 - 145.

12. Полищук Ю.М., Ященко И.Г., Козин Е.С., Ан В.В. База данных по составу и физико-химическим свойствам нефти и газа (БД нефти и газа), зарегистрирована в Роспатенте, свидетельство № 2001620067 от 16.05.2001 г.
13. Ahn Vilori, Polichtchouk Yuri, Yashchenko Irina. Some Results Obtained on the Study of Chemical Composition of Eurasian Oils Depending on the Depth of Occurrence and Rock Age // Proceeding of 20th International Meeting on Organic Geochemistry (Abstracts), 10 – 14 September, 2001, NANCY – France. – V. 1. – P. 414.
14. Polichtchouk Yuri, Yashchenko Irina. Analysis of the Variability of the Indices of Chemical Composition of Cenozoic, Mesozoic and Paleozoic Oils of Eurasia// Proceeding of 20th International Meeting on Organic Geochemistry (Abstracts), 10 – 14 September, 2001, NANCY – France. – V. 1. – P. 462 - 463.
15. Полищук Ю.М., Ященко И.Г. Статистический анализ вязкостных свойств нефти Евразии // Материалы 2 научно-практич. конф. «Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа», 24 – 27 сентября 2001 г., Томск. – Томск: «СТТ», 2001. – С. 110 – 112.
16. Полищук Ю.М., Ященко И.Г. Исследование вязкости нефтей в зависимости от температуры // Материалы 2 научно-практич. конф. «Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа», 24 – 27 сентября 2001 г., Томск. – Томск: «СТТ», 2001. – С. 138 – 139.
17. Полищук Ю.М., Ященко И.Г. Статистический анализ региональной изменчивости химического состава нефтей Евразии // Нефтехимия. – 2001. – Т. 41. - № 4. – С. 271 – 276.
18. Полищук Ю. М., Ященко И.Г. Пространственная изменчивость химического состава нефтей Евразии // Геология нефти и газа. - 2001. - № 5. – С. 40 – 44.
19. Polichtchouk Yu.M., Yaschenko I.G. Statistical Analysis of Regional Variation in the Chemical Composition of Eurasian Crude Oils // Petroleum Chemistry. – 2001. - Vol. 41. – No. 4 - P. 247 – 251.
20. Полищук Ю.М., Ященко И.Г. Географические закономерности в изменчивости физико-химических свойств нефтяных ресурсов Евразии // География и природные ресурсы. – 2001. - № 4. – С. 60 – 66.
21. Polichtchouk Y., Yachtchenko I. Regional variations of chemical composition of oils in Eurasian oilfields // Progress in Mining and Oilfield Chemistry. Recent Advances in Enhanced Oil and Gas Recovery. Ed. by Istvan Lakatos. Akademiai Kiado, Budapest – 2001. - V. 3. – P. 161 - 166.
22. Ященко И.Г. Классификация нефтей по физико-химическим свойствам // Материалы 5 Межд. научного симпозиума имени акад. М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященного 100-летию горно-геологического образования в Сибири. – Томск: ТПУ. – 2001. – С. 395 – 396.
23. Полищук Ю.М., Ященко И.Г. Анализ качества нефтей Евразии // Нефтяное хозяйство. – 2002. - № 1. – С. 66 - 68.

24. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Сравнительный анализ нефтей по содержанию смол и асфальтенов в зависимости от возраста // Материалы 6 Межд. конференции «Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. К созданию общей теории нефтегазоносности недр». В 2-х т. – М.: ГЕОС, 2002. – Т. 2. – С. 96 – 100.
25. Polichtchouk Y.M., Yashchenko I.G. Spatial Variability of Chemical Composition of Eurasian Oils // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2002. – Vol. 4 - No 1. – P. 45 – 48.
26. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. О цикличности изменений химических свойств нефтей в зависимости от их возраста // Материалы Межд. Конференции «Нефтегазовому образованию в Сибири 50 лет», посвященной 50-летию кафедры геология и разработка нефтяных месторождений (горючих ископаемых и нефти). – Томск: ТПУ. – 2002. – С. 105 – 107.
27. Polichtchouk Y.M., Yashchenko I.G. Analysis of Eurasian oil quality // Proc. of the 6th Russian-Korean Intern. Symp. On Science and Technology KORUS-2002. – Novosibirsk. Russia. – June 24-30, 2002. – V. 1. – P. 347-351.
28. Ahn V.V., Polichtchouk Y.M., Yashchenko I.G. Some results obtained on the study of chemical composition of Eurasian oils depending on the depth of and age of reservoir rock // Organic Geochemistry. - V. 33. – N. 12, 2002 – P. 1381 - 1387.
29. Polichtchouk Yu.M. Yashchenko I.G. Geostatistical analysis of Eurasian oil quality distribution // Progress in Mining and Oilfield Chemistry. – V. 4. - Focus on Remaining Oil and Gas Reserves. Ed. by Istvan Lakatos. Akademiai Kiado, Budapest – 2002. – p. 249 - 255.
30. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Исследование цикличности изменений физико-химических свойств нефтей Евразии // Вестник РАЕН (ЗСО) – 2002. – № 5. – С. 184 - 195.
31. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Закономерности изменчивости содержания смол и асфальтенов в нефтях Евразии // Геология и геофизика. – 2003. - № 7. - С. 695 - 701.
32. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Анализ качества нефтей России // Интервал. – 2003. – № 3. – С. 51 - 55.
33. Яценко И.Г., Полищук Ю.М., Рихванов Л.П. Анализ взаимосвязи физико-химических свойств нефтей с уровнем теплового потока // Геология нефти и газа. – 2003. - № 3. – С. 17 – 24.
34. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. География высоковязких нефтей Евразии // Тез. докл. I Междунар. конф. «Современные проблемы нефтеотдачи пластов «Нефтеотдача – 2003», 19 - 23 мая 2003 г. – Москва. – 2003. - С. 131 - 132.
35. Полищук Ю.М., Яценко И.Г. Сравнительный анализ качества российской нефти // Технологии ТЭК. - Специальное приложение к журналу «Нефть и капитал». – 2003. - № 3. – С. 51 – 56.

36. Полищук Ю.М., Ященко И.Г. Исследование вязкости нефтей в зависимости от температуры // Интервал. – 2003. – № 5. – С. 31 - 32.
37. Polichtchouk Yu. M., Yashchenko I.G. The Regularities of Variations in Resin and Asphaltene Contents in Eurasian Oils // Russian Geology and Geophysics. - Vol. 44. – No. 7, 2003. – P. 665 - 672.
38. Yuri Polichtchouk, Irina Yashchenko. Cyclicity of the Oil Chemicals Contents Changes Depending on Reservoir Age // Proceeding of 21st International Meeting on Organic Geochemistry (Book of Abstracts), 8 – 12 September, 2003, Krakow, Poland. – V. 2. – P. 243 - 244.
39. Ященко И.Г., Полищук Ю.М., Логинов С.В. Исследование цикличности изменения состава нефтей Евразии с использованием метода вейвлет-анализа // Материалы 5 Международной конференции «Химия нефти и газа», 22-26 сентября 2003, г. Томск. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2003. – С.161 – 164.
40. Ященко И.Г., Ан В.В., Торovina И.Л. Исследование физико-химических свойств нефтей поясов нефтенакпления на территории Евразии // Материалы 5 Международной конференции «Химия нефти и газа». – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2003. – С.164 – 167.