

## ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ОАО «НК «РОСНЕФТЬ»

М.Н. Григорьев,  
О.И. Козлова,  
В.В. Суслова,  
Д.М. Остроумов  
(Геологический  
консультационный  
центр «Гекон»),  
М.П. Гудырин,  
Б.Г. Бородеяв  
(ОАО «НК «Роснефть»)

M.N. Grigoriev,  
O.I. Kozlova,  
V.V. Suslova,  
D.M. Ostroumov  
("Gekon" Geological  
Consulting Center),  
M.P. Gudyarin,  
B.G. Borodyaev  
(Rosneft NC OAO)

### Information and analytical management-support system for the mineral & crude base development at Rosneft NC OAO

The geological information and analytical system supporting management decisions in the sphere of the company's resources base development is described. A recommendation is given to use the results of investigations when geological information systems related to natural resources are designed and created.

Геологический консультационный центр (ГКЦ) «Гекон» с 1992 г. проводит работы по созданию информационных компьютерных систем для федеральных структур и нефтяных компаний, в том числе по договорам с ОАО НК «Роснефть» (с 1995 г.). В настоящее время в тесном сотрудничестве со специалистами ОАО «НК «Роснефть» выполнены работы по созданию нескольких очередей информационной системы обеспечения управления развитием минерально-сырьевой базы (углеводороды) в областях интересов ОАО «НК «Роснефть». Они охватывают территории деятельности дочерних акционерных обществ (ДАО), расположенных в Дальневосточном (ОАО «Роснефть-Сахалинморнефтегаз», включая шельф Охотского моря [1]) и Южном (ОАО «Роснефть-Краснодарнефтегаз», ОАО «Роснефть-Ставропольнефтегаз», ОАО «Роснефть-Дагнефть») федеральных округах, завершаются работы по Уральскому федеральному округу (ОАО «Роснефть-Пурнефтегаз») (рис.1).

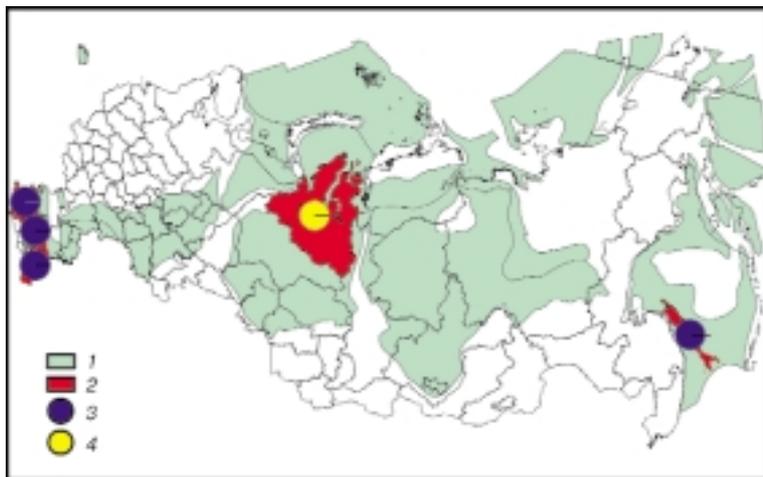


Рис. 1. Территориальное расположение ДАО ОАО «НК»Роснефть» и состояние разработки геоинформационных систем:  
1 – земли с установленной и перспективной нефтегазоносностью; 2 – субъекты федерации, в которых расположены ДАО ОАО «НК «Роснефть»; 3, 4 – геоинформационные системы соответственно созданные и завершаемые

Первоначально при разработке информационных систем применялось оригинальное программное обеспечение: система управления графическими базами данных Janus ver.1-3 [2]; с 1999 г. создание геоинформационных систем ведется в программах семейства ArcView/ArcINFO компании ESRI, ставших де-факто стандартом создания федеральных и корпоративных геоинформационных систем в России.

#### Структура информационно-аналитической системы.

Региональные системы (очереды) компьютерной системы информационного обеспечения управления развитием минерально-сырьевой базы ОАО «НК «Роснефть» созданы с использованием стандартной структуры, интегрированы с помощью связи с картой районов работ ОАО «НК «Роснефть» и содержат следующие компоненты:

- каталог «Информационный фонд»;
- региональные картографические и графические документы;
- картографические и графические документы по месторождениям и площадям;
- базы данных по запасам, перспективным ресурсам и лицензиям дочерних предприятий ОАО «НК «Роснефть» на право пользования недрами;
- графики распределения залежей углеводородов (УВ) по глубине залегания и продуктивным отложениям;
- атлас тематических карт «Минерально-сырьевая база ОАО «НК «Роснефть»;
- терминологический справочник «Запасы и ресурсы».

Основой региональной информационно-аналитической системы, которая обеспечивает вызов любого содержащегося в ней документа, является каталог «Информационный фонд», созданный в форме таблицы MS Excel. Зонами перехода к элементам подсистемы служат ячейки, содержащие названия документов. Связи реализованы с использованием опции Hyperlink программы MS Excel (рис. 2).

#### Программный комплекс информационной системы.

Данный комплекс включает ГИС ArcView v.3.2, пакет программ MS Office, прикладные программы, разработанные ГКЦ «Гекон».

Информационная система обеспечивает интеграцию данных в виде документов различных форматов, объе-

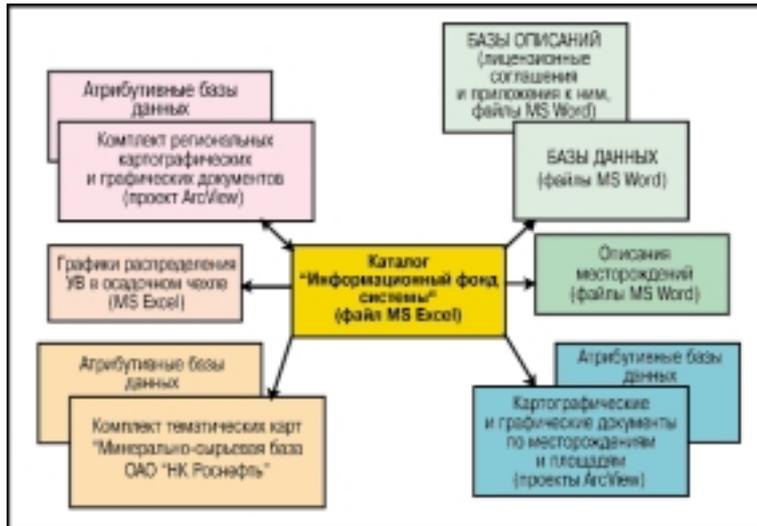


Рис. 2. Структура региональной информационно-аналитической системы

диненных гиперсвязями. Используются следующие форматы данных:

- векторные графические изображения, созданные в ArcView (формат SHP), и ARC/Info с атрибутивными базами данных (формат DBF);
- графические изображения в растровых форматах (TIFF, BMP);
- базы данных, созданные средствами программы табличных расчетов MS Excel (формат XLS);
- документы MS Word (формат DOC);
- справочные системы Windows Help (формат HLP).

Технологически обеспечена возможность интеграции документов AutoCAD (форматы DXF, DWG) и других программ для ОС Windows.

**Информационный фонд системы.**

Наполнение информационного фонда региональных систем приведено в таблице.

*Базы данных.*

База данных "Балансовые запасы и перспективные ресурсы УВ"

содержит сведения в соответствии со структурой баз данных, разработанной специалистами ГКЦ «Гекон» при участии экспертов ЦКЗ МПР и ФГУ НПП «Росгеолфонд».

База данных «Сведения по лицензиям предприятий ОАО «НК «Роснефть»» включает сведения по лицензиям, снабжена гипертекстовыми переходами к лицензионным соглашениям, а также документами (текстовым и графическим), являющимися приложениями к лицензионным соглашениям.

*Картографические и графические документы.*

Система интегрирует региональные картографические и графические документы (обзорные карты районов работ ОАО «НК «Роснефть», региональные геологические профили, сводные разрезы элементов тектонического районирования), а также комплекты документов по месторождениям и перспективным площадям (структурные карты, планы подсчета запасов, геологические разрезы и др.).

Использование стандартных свойств ГИС ArcView (обращение к атрибутивным базам данных) и специализированных скриптов, поддерживающих «горячую связь» с документами различных форматов, обеспечивает связи ресурсных объектов, изображенных на обзорных картах районов работ ОАО «НК «Роснефть», с дополнительной информацией. Атрибутивные базы данных слоя «Месторождения» содержат текущие и ретроспективные данные Государственного баланса запасов полезных ископаемых и сведения по лицензиям предприятий. Информация (рис. 3) предоставляется по названию месторождения, его административному, географическому, геологическому и тектоническому положению; типу, степени освоения и лицензионному состоянию; геологическим и извлекаемым запасам нефти, газа и конденсата категорий А, В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> (в целом по месторождению).

Аналогично предоставляется справка по объектам с ресурсами категории С<sub>3</sub>, числящимися на балансе дочерних предприятий ОАО «НК «Роснефть». Приводятся сведения о названии структуры, предприятии-недропользователе, типе флюида, возрасте продуктивных отложений, величине ресурсов категории С<sub>3</sub>, лицензионном состоянии объекта (данные Государственного баланса запасов полезных ископаемых и сведения из лицензий).

Использование свойства «горячая связь» (HotLink) обеспечива-

Разделы	Единицы измерения	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2001 г.
		Краснодарский край	Сахалинская область и шельф Охотского моря	Ставропольский край	Республика Дагестан
Каталог «Информационный фонд системы»	Документ	1	1	1	1
Региональные картографические и графические документы	-"	8	2	1	11
Базы данных «Балансовые запасы и перспективные ресурсы УВ»	Запись	580	1650	1025	518
База данных «Лицензии на право пользования недрами»	-"	54	38	40	51
Тексты лицензионных соглашений и приложений к лицензионным соглашениям	Документ	50	168	490	54
Специализированные базы данных по скважинам, зонам и блокам подсчета запасов	Запись	327	14800	522	314
Графики распределения залежей УВ по глубине и возрасту вмещающих отложений	Документ	2	6	2	2
Терминологический справочник «Запасы и ресурсы»	-"	1	1	1	1
Атлас тематических карт «МСБ (УВ) ОАО «НК «Роснефть»»	-"	100	330	321	321
Документы по месторождениям и площадям:	-"	323	302	184	175
Структурные карты по месторождениям и перспективным площадям	-"	66	35	24	19
Планы подсчета запасов	-"	60	99	81	55
Карты эффективных нефте(газо)насыщенных толщин	-"	26	67	12	37
Геологические разрезы месторождений (разрезы продуктивных горизонтов)	-"	119	92	57	49
Сводные разрезы по месторождениям	-"		9		
Каротажные диаграммы	-"	52		10	15
Описание месторождений	-"		12	33	

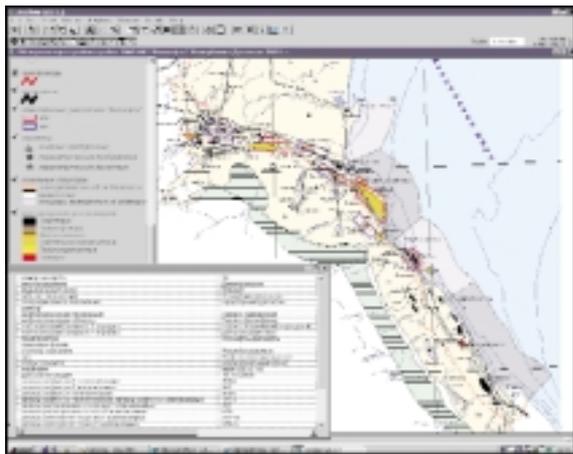


Рис. 3. Окно проекта обзорной карты района работ с дополнительной информацией по месторождению

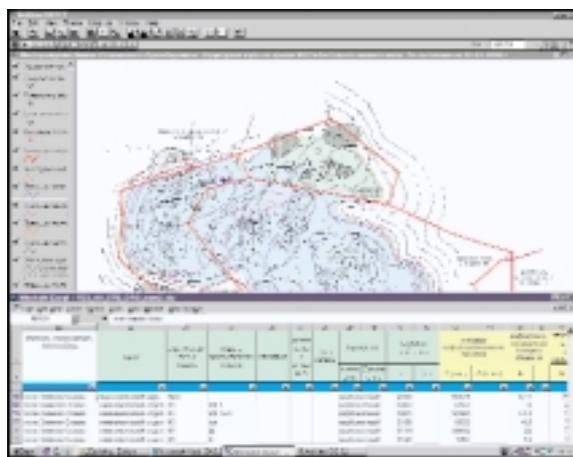


Рис. 4. Рабочий вид экрана при переходе от изображения месторождения к базе данных по залежам углеводородов

ет переходы к базам данных «Балансовые запасы и перспективные ресурсы УВ» (рис. 4), а также выход в каталог «Информационный фонд системы».

Тематические слои «Скважины» планов подсчета запасов связаны с атрибутивными базами данных, содержащими сведения о типе скважины и флюида, полученного в ней, состоянии фонда скважин на дату подсчета запасов, а также дополнительные сведения (альтитуду, интервал опробования, способ вскрытия пласта, диаметр штуцера, дебит нефти, дебит воды и др.). Источником для наполнения атрибутивных таблиц служили данные, представленные в исходных документах (номер скважины, абсолютная отметка кровли пласта и др.), и таблицы опробования, прилагаемые к планам подсчета запасов.

Наполнение баз данных по скважинам позволило решить две задачи: обеспечить формирование на картах условных знаков скважин, соответствующих принятым по отрасли; предоставить пользователю краткую справку по каждой скважине.

*Атласы тематических карт.*

Комплекты тематических карт входят в атласы «Минерально-сырьевая база (углеводороды) ОАО НК «Роснефть», связаны с атрибутивными базами данных, созданными на основе Государственного баланса запасов полезных ископаемых, и отражают результаты про-

странственного анализа состояния минерально-сырьевой базы углеводородного сырья и лицензионного состояния недр.

Основой анализа текущего состояния запасов углеводородного сырья являются данные по залежам (объектам учета запасов и лицензирования), на основе которых составляется характеристика объектов более низких порядков [3]. Большая часть анализируемых данных имеет пространственную составляющую и характеризует объекты анализа с позиции их географического положения. При этом выделяются три группы пространственных объектов: 1) локальные (скважины, куполы, месторождения, лицензионные участки); 2) дискретные – лицензионные участки (ресурсная база отдельных недропользователей и вертикально-интегрированных компаний); 3) площадные (элементы тектонического и нефтегеологического районирования, нефтегазоносные комплексы, административные районы, субъекты федерации, федеральные округа).

Общая процедура стандартного многовариантного анализа состояния структуры минерально-сырьевой базы (МСБ) углеводородного сырья выполняется в режиме пакетной обработки с использованием разработанного в ГКЦ «Текон» программного обеспечения, в том числе расширений для ArcView [4].

Использование технологии географических информационных систем значительно расширяет возможности проводимого анализа. При этом создаются возможности как пространственного представления результатов проведенного статистического анализа (при котором каждый параметр анализа сопровождается тематической картой), так и собственно сопряженного анализа пространственных данных. Необходимыми условиями проведения пространственного анализа структуры и динамики МСБ углеводородного сырья являются использование единых методик и алгоритмов обработки данных для сопоставимости результатов статистического и пространственного анализов [5]; обеспечение тождественности объектов по всем источникам данных, например, название месторождения должно быть одинаковым как в базе данных, так и в атрибутивных таблицах покрытий геоинформационной системы. Выполнение этих условий обеспечивает незатрудненную интеграцию создаваемых ГИС-подсистем в интегрированную корпоративную ГИС.

Для каждого объекта независимо от его ранга проводится однотипный анализ более 100 параметров нескольких групп, основное содержание которых приведено ниже на примере данных о запасах нефти.

**Состояние запасов:** год открытия; состояние ресурсной базы - начальные (рис. 5), текущие и утвержденные запасы (величины и доли категорий запасов, распределение запасов по классам круп-

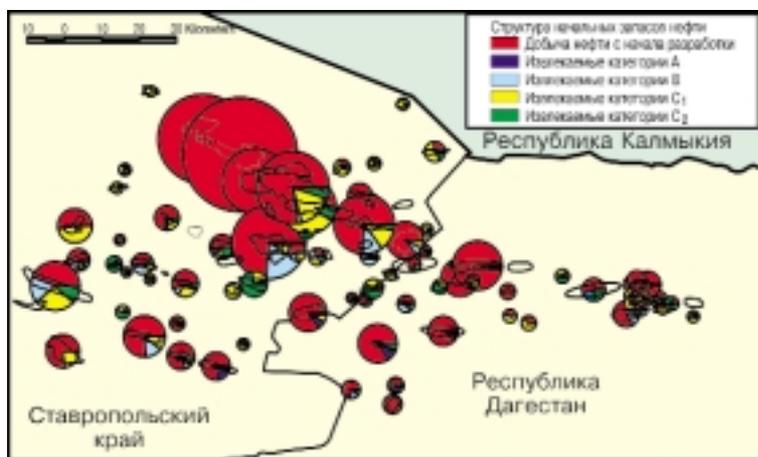


Рис. 5. Фрагмент карты «Структура начальных запасов нефти» (диаметр круга пропорционален величине начальных запасов)

ности, наиболее информативно - по степенным шкалам, как принято в мировой практике); интервал залегания продуктивных горизонтов; изменение и восполнение запасов за счет добычи, геолого-разведочных работ, переоценки (крайне важен и информативен отдельный анализ изменения запасов - прирост и списание - за счет геолого-разведочных работ и переоценки) и передачи с баланса на баланс; число и запасы новых месторождений и залежей.

**Качество нефтей:** плотность, вязкость, содержание серы, парафина, смол и асфальтенов. Анализируются средневзвешенные показатели, распределение запасов по классам нефтей и технологическим типам.

**Трудноизвлекаемые запасы (ТИЗ):** высоковязкие нефти, низкопроницаемые коллекторы, маломощные коллекторы, подгазовые залежи. Приводятся величина запасов данного типа и их доля в общей структуре запасов. Разработан метод группового анализа структуры ТИЗ, обеспечивающий выделение не только классов, но и сочетаний классов (групп), основанный не на последовательном, а на одновременном выделении классов с возможностью изменения их границ (и расширения перечня классов) в зависимости от конкретных горно-геологических условий [5].

**Разработка:** год ввода в разработку, длительность ввода месторождения в разработку; число разрабатываемых залежей, интервал залегания разрабатываемых горизонтов; текущая добыча, добыча с начала разработки, добыча на дату утверждения запасов; темпы отбора; степень выработки, обеспеченность добычи запасами, коэффициент вовлечения запасов нефти в разработку; стадии освоения с выделением объектов с заниженными запасами. Изменение качества нефтей с начала разработки, включая долю ТИЗ, при разработке многозалежных месторождений и др.

Обычно число тематических карт, представляющих результаты многовариантного анализа состояния МСБ углеводородного сырья для объектов одного типа, составляет около 300 (см. таблицу). Использование единой стандартной методики обеспечивает как сопоставительный анализ МСБ по удаленным предприятиям (латеральный анализ), так и мониторинг состояния ресурсной базы предприятий.

Подходы пространственного анализа МСБ углеводородного сырья средствами геоинформационных систем отражены в заявке на патент Российской Федерации на промышленный образец № 48852, приоритет от 24.03.2000 г. «Атлас тематических карт «Минерально-сырьевая база углеводородного сырья (нефть, газ, конденсат)».

**Возможности, предоставляемые информационно-аналитической системой.**

Программный комплекс информационно-аналитической системы обеспечивает:

- работу на IBM-совместимых персональных компьютерах с использованием операционной системы Windows и защиту данных от несанкционированного доступа;
- использование картографических и графических документов, подготовленных с помощью GIS- и CAD-технологий, в том числе результатов моделирования в Arc/Info;
- объединение массива разнотипных данных в единое информационное пространство;
- применение алгоритмов управления информационными ресурсами, учитывающих сложившуюся практику анализа нефте-геологических данных.

В результате проведенных исследований решены следующие технологические и научно-аналитические задачи:

- определены оптимальные форматы представления данных и принципы их связи, разработаны и модернизируются структуры баз данных;

- сформирован информационный фонд системы: созданы электронные версии картографических, графических, текстовых, табличных документов, базы данных, содержащие информацию о геологическом строении нефтегазоносных объектов, балансовых запасов и перспективных ресурсах углеводородов, лицензионном состоянии ресурсных объектов ОАО «НК «Роснефть», расположенных в регионах Северного Кавказа, на о. Сахалин и прилегающем шельфе;

- реализованы связи между элементами информационной системы на основе компьютерных технологий;

- в информационную систему интегрированы программы обработки данных и визуализации результатов анализа лицензионного состояния нефтегазоносных объектов в табличной или графической форме.

Структура баз данных "Балансовые запасы и перспективные ресурсы УВ" отвечает требованиям, предъявляемым ЦКЗ МПР к структуре Государственного баланса запасов полезных ископаемых (углеводородов), и обеспечивает возможность совместного анализа данных о запасах всех флюидов. Это особенно удобно при подготовке сводок по общей ресурсной оценке залежей и месторождений.

Тематические слои обзорных карт районов работ ОАО «НК «Роснефть», структурных карт и планов подсчета запасов углеводородов созданы в географической системе координат, что позволяет:

- легко дополнять карты данными, имеющими координатную привязку (скважины, лицензионные участки, элементы инфраструктуры и др.);

- изменять проекцию карт и масштаб подготовленных к печати твердых копий (компоновок) по требованию заказчика;

- оформлять в качестве самостоятельных документов фрагменты указанных карт с соблюдением необходимого масштаба и картографической проекции.

Информационно-аналитическая система служит для подготовки документов справочно-аналитического характера: любая информация, содержащаяся в ней, может быть получена в виде твердой копии или включена в текст документа, создаваемого пользователем. Примерами решения научно-аналитических задач с применением созданной компьютерной системы являются подготовленные тематические атласы ОАО «НК «Роснефть». Структура минерально-сырьевой базы (углеводороды) и атласы месторождений дочерних предприятий «ОАО «НК «Роснефть».

#### **Развитие информационной системы.**

Дальнейшее развитие информационно-аналитической системы предполагается по следующим направлениям.

1. Расширение информационного фонда системы за счет интеграции данных по другим районам деятельности и интересов предприятий ОАО «НК «Роснефть».

2. Обеспечение регулярной актуализации основных показателей, характеризующих состояние и перспективы развития ресурсной базы предприятий на текущую дату.

3. Углубление решаемых задач по оценке структуры минерально-сырьевой базы компании.

Созданный информационный фонд системы с применением апробированных в некоторых регионах алгоритмов анализа, включающих использование ГИС-технологий, позволит:

- проанализировать динамику качества запасов и технологические показатели нефтей разрабатываемых, подготовленных к разработке и разведываемых месторождений;
- выполнить стоимостную оценку ресурсов (в том числе с учетом отклонений от цены базисного сорта);
- рассчитать компенсационные платежи при транспорте нефти;
- проанализировать размещение центров нефтегазодобычи и их обеспеченность запасами;

- выполнить прогноз изменения качества добываемой нефти на среднесрочную перспективу (до 2015/2020 г.);
- проанализировать запасы нефти и стадии разработки месторождений с точки зрения оптимизации инвестиционного процесса и регулирования платежей за пользование недрами и др.

Перечисленные задачи входят в цикл работ следующих этапов.

Создание региональных информационных систем (очереди) было бы невозможно без проявленного внимания к работам и всесторонней помощи со стороны руководителей и ведущих специалистов дочерних предприятий ОАО «НК «Роснефть».

Региональные системы по Северному Кавказу созданы при активной поддержке И.А. Кондратьева, М.Г. Заграбянца (ОАО «Роснефть – Краснодарнефтегаз»), В.С. Короткова (ОАО НПО «Роснефть – Термнефть»), З.Х. Маллаева, Л.А. Головлевой (НПЦ ОАО «Роснефть-Ставропольнефтегаз»); Д.Ш. Шапиева, М.Ш. Абилова (ОАО «Роснефть-Дагнефть»).

Успешному проведению работ по сбору материалов в г. Охе (Сахалинская область) во многом способствовала поддержка руководства ОАО «Роснефть-Сахалинморнефтегаз» и СахалинНИПИморнефти. Большую помощь оказали заместитель начальника геологического отдела Т.А. Азимов и ведущий научный сотрудник СахалинНИПИморнефти А.В. Кучин.

Руководители структурных подразделений ОАО «Роснефть-Пурнефтегаз» В.А. Монастырев, В.Г. Чихунов, О.Г. Жадан, А.Н. Воробьев обеспечили результативную поддержку; сотрудники СПРР ОАО «Роснефть-Пурнефтегаз» В.П. Сорокин и С.Н. Стефанович оказали большую помощь при сборе геологической документации.

#### Список литературы

1. **Разработка и создание информационной системы обеспечения управления развитием минерально-сырьевой базы (углеводороды) в областях интересов ОАО «НК «Роснефть» (Сахалинская область, включая шельф Охотского моря)/М.Н. Григорьев, О.И. Козлова, В.В. Сулова и др. В сб. научных трудов по результатам НИОКР за 2000 г. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2001. - С. 219-231.**
2. **Глумов И.Ф., Григорьев М.Н. Информационное обеспечение недропользования на шельфе Баренцева и Карского морей//Разведка и охрана недр. - 1998. - № 4 - 5. - С. 33-39.**
3. **Григорьев М.Н. Принципы и подходы многовариантного анализа минерально-сырьевой базы углеводородного сырья. В кн.: Современные проблемы геологии нефти и газа. - М.: Научный мир, 2001. - С. 206-212.**
4. **Григорьев М.Н., Козлова О.К., Остроумов Д.М. Пространственный анализ минерально-сырьевой базы углеводородного сырья средствами геоинформационных систем ArcReview//Тр. Ин-та/ВНИИ. - 2002. - № 2 (21). - С. 12.**
5. **Григорьев М.Н. Развитие методических подходов к оценке качества запасов нефти. В кн.: Технологии разработки трудноизвлекаемых запасов нефти. - М.:ОАО «ВНИИнефть», 2002. - С. 5-27.**