

ОБ ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ СКВОЗНОГО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Охарактеризован опыт информационного обеспечения сквозного геоэкологического мониторинга (СГМ). Даны понятия и определения основных терминов: геологическая информация, геологические информационные ресурсы, геологические информационные технологии, базы и банки данных. Рассмотрены геологический и геоэкологический блоки информационного обеспечения СГМ.

Основные понятия и определения

С широким применением в естественных науках средств автоматизации и информатики появились новые термины: геологическая информация, геологические информационные ресурсы, геологические информационные технологии, базы и банки данных и т. д.

Терминология, рожденная на стыке математики, информатики, геологии и экологии, еще не устоялась. Это предопределило различное и достаточно вольное ее толкование в научно-технической литературе и официальных документах. В соответствии с Законом РФ «Об информации, информатизации и защите информации» от 20 февраля 1995 г. №24-ФЗ необходимо сохранить жесткие формулировки терминов, заимствованных из информатики, придав им геологическую направленность.

Информация – это сведения об объектах, явлениях и процессах, их состояниях и свойствах независимо от формы их представления [8]. В процессе проведения сквозного геоэкологического мониторинга (СГМ) мы имеем дело с геологическим и геоэкологическим блоками информации.

Геологическая информация представляет собой сведения о геологическом строении и истории развития недр, составе, свойствах и условиях залегания горных пород, подземных вод и полезных ископаемых, о геофизических и геохимических полях и процессах, протекающих в недрах, а также о способах и результатах изучения и использования недр и извлекаемых из них продуктов [1].

Геоэкологическая информация, необходимая для осуществления СГМ, включает сведения о природном комплексе и его изменениях в связи с техногенным воздействием.

Информация подразделяется на документальную, или зафиксированную на материальных носителях с указанием реквизитов, и на недокументальную, хранящуюся в памяти специалистов.

Информационные ресурсы – это отдельные документы и их массивы, хранящиеся в библио-

теках, архивах, фондах, банках данных и других информационных системах [8]. Информационные ресурсы представляют собой часть информационного пространства, постоянно изменяющегося во времени [6].

Информационная система в соответствии с Законом РФ «Об информации...» – это организационно упорядоченная совокупность документов (массивов документов) и информационных технологий, в том числе с использованием средств вычислительной техники и связи, реализующих информационные процессы. При решении геоэкологических задач большая часть информации представлена в картографической форме. Поэтому применяются географические информационные системы (ГИС).

ГИС – это организационно упорядоченная совокупность географически привязанных данных и информационных компьютерных технологий, реализующих информационные процессы, основанные на использовании средств сбора пространственной, в т. ч. и геологической, информации, ее передачи, хранения и обработки.

Средства обеспечения автоматизированных информационных систем и их технологий представлены вычислительной техникой, программами для электронных вычислительных машин, словарями, инструкциями и методиками, схемами их описания и другой документацией. Эти средства создаются и используются при проектировании информационных систем с целью обеспечения их эксплуатации. Владелец информационных ресурсов и систем, технологий и средств их обеспечения – субъект, осуществляющий владение и пользование указанными объектами и реализующий полномочия распоряжения в пределах, установленных законом [8]. Пользователь или потребитель информации – субъект, обращающийся к информационной системе или посреднику за получением необходимой ему информации [8]. Элементами информационных систем, пополняющимися новыми сведениями, являются базы и банки данных.

База данных – это совокупность данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания и хранения, управляемых с помощью систем управления базами данных (СУБД). В широком понимании – это совокупность записей различного типа, содержащая перекрестные ссылки, или совокупность экземпляров различных типов записей и отношений между записями, элементами, агрегатами [9].

Банк данных – большая информационно-поисковая система [5] (архив), предназначенная для накопления и многократного использования данных, представляющая собой совокупность документированных на различных материальных носителях баз данных, технических и программных средств, при помощи которых осуществляется их использование и управление данными. Банками данных называют также организационно и технически оформленные места или устройства, аккумулирующие и хранящие формализованные информационные данные [7] или информационно-справочные системы, содержащие накопленную и поддерживаемую в рабочем состоянии совокупность сведений (базы данных) и компьютерных программ [10].

Геологический блок информационного обеспечения СГМ

Исходная геологическая и геоэкологическая информация, ее состав, полнота и достоверность являются одним из определяющих моментов при осуществлении СГМ. В основе технологии СГМ лежит создание постоянно трансформирующихся геолого-геофизических моделей объектов. Состав информационного обеспечения СГМ на разных этапах освоения нефтегазовых ресурсов меняется в соответствии с полнотой имеющейся геолого-геофизической информации. Последняя формируется в процессе геологической разведки эксплуатации месторождений.

Геологоразведочный процесс в свою очередь подразделяется на этапы и стадии с целью установления наиболее рациональной последовательности выполнения различных видов работ и оценки их результатов на единой методической основе для повышения эффективности прогноза нефтегазоносности, поисков и разведки месторождений нефти и газа [12]. Выделяются региональный, поисковый и разведочный этапы геологоразведочного процесса, каждый из которых характеризуется определенными вида-

ми, объемами и методами проводимых исследований. Существенно различается и информация, получаемая на разных этапах геологоразведочного процесса, хотя основным методом наземных геофизических исследований на всех этапах является сейсморазведка (МОГТ 2D и 3D). На территории Оренбургской области используются и другие геофизические методы:

- дифференциально-нормированный метод электроразведки (ДНМЭ), решающий задачи выявления тектонических нарушений и прогноза нефтегазоносности;

- высокоточная гравиразведка, с помощью которой картируются структуры солянокупольной тектоники и органогенных построек;

- акустическая низкочастотная разведка (АНЧАР), направленная на прямое прогнозирование залежей УВ.

При проведении поисково-разведочных работ крайне недостаточно используются материалы дешифрирования космоаэрофотосъемок локального и детального уровней генерализации. Недооцениваются магнитометрические исследования, не осуществляется комплексирование детальной сейсморазведки (МОГТ) с бурением параметрических скважин до верхнего опорного горизонта и структурное бурение. Недооцениваются также исследования по прямому прогнозированию залежей. Рассмотрим особенности каждого из этапов освоения нефтегазовых ресурсов в Оренбургской области с точки зрения возможностей построения геологических моделей и состава информационного обеспечения СГМ.

Региональный этап геологоразведочного процесса направлен на изучение основных закономерностей геологического строения слабо исследованных осадочных бассейнов и отдельных литолого-стратиграфических комплексов, оценку перспектив нефтегазоносности крупных территорий и определение первоочередных районов для постановки поисковых работ на нефть и газ [12]. В Оренбургской области региональные исследования проводились неоднократно на территориях с разной степенью изученности. Геологическая задача этапа, начатого в 1995 году, заключалась в изучении зоны сочленения юго-восточного склона Волго-Уральской антеклизы и Прикаспийской синеклизы. Выявлялись и прослеживались структурные зоны регионального и местного значения.

Комплекс исследований этого этапа включает сейсморазведку 2D по системе региональ-

ных профилей, часть из которых в районах солянокупольной тектоники отрабатывается по методике широкого профиля, а так же высокоточную гравиразведку и электроразведку ДНЭМ (по профилям) и бурение глубоких параметрических скважин. Информация представлена схемами геофизических профилей и параметрических скважин, временных, сейсмогеологических, геоэлектрических и др. разрезов, а так же данных сейсмостратиграфических исследований, геолого-геофизических разрезов скважин, данных каротажа и ВСП.

Геологическая модель регионального этапа представлена в форме сейсмогеологических разрезов с сейсмостратиграфической интерпретацией, тектоническими схемами, структурными картами с выделением структурных зон и картами перспектив нефтегазоносности. Материалы региональных профилей, учитывающие предшествующие геолого-геофизические исследования, позволяют получить обновленную модель строения региона.

Поисковый этап имеет своей целью открытие месторождений УВ сырья или залежей на ранее открытых месторождениях с оценкой их запасов по категориям C_2 и C_1 и выбор первоочередных объектов для разработки. Поисковый этап делится на две стадии.

На первой стадии выявляются и готовятся к глубокому поисковому бурению нефтегазоперспективные ловушки и оцениваются ресурсы по категориям D_1 , D_2 и C_3 . Главная задача этой стадии – построение модели нефтегазоперспективных объектов, оценка перспективных ресурсов и определение наиболее оптимального места заложения поисковых скважин. Информационную основу моделирования составляют материалы наземных геофизических методов (поисковая сейсморазведка 2D, детальная сейсморазведка 2D, электроразведка ДНЭМ, высокоточная гравиразведка, акустическая низкочастотная разведка АНЧАР:

- карты геолого-геофизической изученности;
- схемы расположения профилей и физических точек наблюдения;
- временные, сейсмогеологические, геоэлектрические и др. разрезы;
- структурные карты и схемы в масштабе съемки;
- карты качества сейсмических материалов;
- карты аномалий низкочастотного поля;
- карты сопоставления результатов геолого-геофизических работ.

Поскольку данные бурения на этой стадии обычно отсутствуют, то для прогноза широко используется метод геологических аналогий. Геологические модели этого этапа носят вероятностный характер и представлены в основном структурными картами по отражающим горизонтам, сейсмогеологическими разрезами, прогнозными картами литофациальной изменчивости и т. д. На этой стадии в большинстве случаев может существовать несколько альтернативных вариантов строения объекта.

В результате первой стадии работ создается фонд выявленных и подготовленных к поисковому бурению нефтегазоперспективных объектов и оцениваются их ресурсы для определения очередности постановки глубокого бурения. В Оренбуржье на 1.01.2000 г. по данным сейсморазведки МОГТ имеется в фонде 363 выявленных структур и 168 подготовленных. Лишь 10 структур выявлено структурным бурением в пределах Татарской НГО.

Вторая стадия поискового этапа заключается в бурении, испытании и исследовании поисковых скважин. Детализационная сейсморазведка 3D сопровождает бурение. По положительным результатам работ составляется проект разведки и оцениваются запасы. В случае отрицательного результата в отчете дается обоснование. Ведущая роль в информационном обеспечении принадлежит материалам геофизических исследований скважин. Используется комплекс ГИС, позволяющий: литологически расчленить разрез, определить характер насыщения пород, глубины залегания и типы продуктивных коллекторов и их эффективные толщины, определить фильтрационно-емкостные свойства пород, выполнить корреляцию разрезов и построение профилей и карт. Широко применяются также методы вертикального сейсмического профилирования (ВСП) и многократного прослеживания границ в скважине (МПГС). Первый метод по скоростной характеристике выполняет стратиграфическую привязку отражающих горизонтов, второй – позволяет прогнозировать разрез ниже забоя скважины и строить структурные карты на площади 5 км² вокруг скважины. Используются и материалы исследований ядра, проб воды, нефти и газа.

По комплексу информации строится геологическая модель объекта. Она состоит из набора структурных карт по отражающим горизонтам и подсчетных планов по продуктивным пластам. На картах и планах нанесены пробу-

ренные скважины, геолого-геофизические разрезы поисковых скважин и схемы корреляции. Модель дополняется геологическими, временными, сейсмогеологическими разрезами месторождения. В случае проведения сейсморазведки 3D строятся вертикальные срезы куба сейсмических данных. В Оренбуржье по состоянию на 01.01.2000 г. поиски велись на 24 объектах.

Разведочный этап завершает геологоразведочный процесс. Его целью является подготовка объекта к разработке, подсчет и дифференциация его запасов. Он делится на две стадии: 1) оценки месторождений (залежей) и 2) подготовки месторождений (залежей) к разработке. Итоговыми документами разведочных работ являются:

- для некондиционных месторождений – отчеты по их оценке;
- для промышленных месторождений – проекты их подготовки к разработке. В проекте дается технико-экономическое обоснование величин коэффициентов извлечения нефти и конденсата и отчет по подсчету запасов нефти, газа и конденсата [12].

На разведочном этапе данные ГИС, ВСП и МПГС, анализы керна, результаты испытаний и гидродинамических исследований скважин приобретают большое информационное значение. Не меньшую роль играют и результаты детализационных сейсмических исследований 3D и акустической низкочастотной разведки (АНЧАР).

Геологические модели разведочного этапа включают: структурные карты продуктивных пластов, карты эффективных нефтегазонасыщенных мощностей, карты подсчетных параметров и подсчетные планы. Точечные данные ГИС и анализов керна интерполируются на весь объект. При достаточном количестве и полноте данных модели месторождений приобретают трехмерный характер, но необходимо учитывать вероятность получаемых результатов. В Оренбургской области на разведочном этапе находится 44 месторождения с промышленными запасами. Во время разработки месторождений и залежей продолжается их доразведка с переводом запасов в более высокую категорию.

На разных этапах поисково-разведочных работ на нефть и газ в Оренбургской области сложился следующий комплекс исследований:

- региональный этап – сейсморазведка 2D, профильные гравиразведка (высокоточная) и электроразведка ДНЭМ, бурение и исследование параметрических скважин;

- поисковый этап на стадии выявления и подготовки объектов – сейсморазведка 2D и 3D, детальная гравиразведка, АНЧАР;

- поисковый этап на стадии поиска месторождений – бурение поисковых скважин, ГИС, ВСП, МПГС, анализ керна, сейсморазведка 3D;
- разведочный этап – бурение, опробование и испытание разведочных скважин, ГИС, ВСП, МПГС, детализационная сейсморазведка 3D, АНЧАР.

В целом этот комплекс исследований можно признать оптимальным для успешного обеспечения поисков и разведки месторождений УВ сырья. Вместе с тем всевозрастающие требования к достоверности и детальности геологических моделей требуют применения технологии СГМ с использованием результатов космоаэроэкологических исследований. Это позволяет не только оценить состояние геоэкологической ситуации, но и повысить достоверность геологической модели.

Эксплуатационный этап также носит стадийный характер и регламентируется следующими документами:

- проект пробной эксплуатации;
- технологическая схема опытно-промышленной разработки;
- технологическая схема разработки;
- проект разработки;
- уточненный проект разработки;
- анализ результатов разработки.

Пробная эксплуатация разведочных скважин является промежуточным этапом и проводится для месторождений при отсутствии достаточного объема данных для составления технологической схемы разработки. В задачи пробной эксплуатации входит: 1) получить дополнительную информацию для подсчета запасов УВ; 2) построить геологическую модель месторождения; 3) обосновать режим эксплуатации; 4) выделить эксплуатационные объекты и оценить перспективы разработки месторождения [13]. В процессе пробной эксплуатации уточняются продуктивность скважин, состав и физико-химические свойства пластовых флюидов, эксплуатационная характеристика пластов.

Опытно-промышленная разработка залежей имеет своей целью испытать новую технику и новые технологии разработки с учетом их экономической эффективности, а также уточнить геологическую модель. Модель обосновывается путем систематизации и комплексного обобщения информации, полученной на всех стадиях разведки и разработки залежей.

Промышленная разработка месторождения производится по технологической схеме и проекту разработки. Технологическая схема – это основной документ промышленной разработки месторождения и разбуривания эксплуатационного фонда скважин. Схема разрабатывается по результатам разведки, лабораторных исследований керна и пластовых флюидов и пробной эксплуатации. Проект разработки составляется после завершения бурения 70% скважин и уточнения параметров пластов [13].

Завершающая стадия промышленной разработки наступает, когда добыто более 80% извлекаемых запасов. Она регламентируется уточненными проектами разработки. Их цель – корректировка добывных возможностей залежей, повышение эффективности их разработки, достижение более высокого извлечения нефти. На завершающей стадии проводится анализ разработки месторождения в целях определения эффективности применяемой технологии и определяются меры, направленные на совершенствование разработки и повышение ее эффективности.

В Оренбургской области в разработке находится 113 месторождений. Их информационные ресурсы пополняются геологическими, каротажными, сейсмическими и промысловыми данными, результатами по добыче и закачке флюидов. Они обеспечены кондиционными трехмерными геологическими моделями. Автоматизированные технологии СГМ предполагают их использование для информационного обеспечения геологического блока на этой стадии освоения нефтегазовых ресурсов.

Вопросы создания ПДМ месторождений нефти и газа активно разрабатываются Центром компьютерных технологий в нефтяной и газовой промышленности ИПНГ РАН, ВНИИнефть и ЦГЭ. Развитие научно-технического программного и аппаратного обеспечения проектирования разработки месторождений нефти и газа позволило создать модели месторождений, интегрирующие информацию по мере ее поступления [4]. В настоящее время ВНИИнефть и ЦГЭ разработана отраслевая концепция создания ПДМ нефтяных месторождений. Для их построения требуются цифровые базы данных, программно-технические и методические компьютерные средства [11]. Трехмерная цифровая геолого-математическая модель месторождения представляется в виде набора цифровых карт или трехмерной сетки ячеек, характеризующих:

– пространственное геологическое строение коллекторов элементарных стратиграфических седиментационных циклов;

– пространственное положение стратиграфических и литологических границ (структурные карты по кровле этих границ);

– средние значения в ячейках сетки фильтрационно-емкостных свойств, начальной и текущей насыщенностей, позволяющих рассчитать начальные и текущие запасы;

– координаты контуров контактов по насыщению;

– идентификаторы циклов, объектов (пластов, пачек, пропластков);

– пространственные координаты скважин (слое пересечений, альтитуды, координаты устьев, данные инклинометрии);

– пространственные координаты тектонических нарушений и амплитуды смещений.

Содержание геоэкологического блока информационного обеспечения СГМ

Информация, необходимая для осуществления СГМ на конкретном объекте, включает:

– материалы о природных факторах и условиях, определяющих геоэкологическое состояние района;

– данные о техногенном воздействии на ОС;

– сведения о техногенных изменениях;

– информацию о санитарно-гигиенических условиях и здоровье населения.

Зависимость информационного обеспечения геоэкологического блока от этапа изучения объекта не всегда четко выражена, поскольку за шестидесятипятилетний период геологического изучения нефтегазоносные районы подверглись техногенному воздействию, а геоэкологические исследования не проводились. Освоение нефтегазовых ресурсов в Оренбуржье активно ведется с 1937 года, с открытия Бугурусланского месторождения. На территории области выполнен огромный объем геолого-поисковых и геофизических работ, структурного, параметрического, поисково-разведочного и эксплуатационного бурения. Очевидно, что геоэкологическое информационное обеспечение работ не удовлетворяет требованиям современного природопользования. Недостаток в достоверной информации и призвана восполнить технология СГМ.

Первый этап СГМ на любой стадии освоения нефтегазовых ресурсов заключается в сборе, систематизации и формализации всей накопленной геоэкологической информации. Она со-

держится в исследованиях, направленных на изучение природной и социальной сред, в материалах по поискам и разведке месторождений нефти и газа, подземных вод, инженерно геологических изысканиях и почвенных обследованиях. Извлечь, систематизировать и формализовать эту разнообразную информацию – задача первого этапа СГМ.

Поскольку природный комплекс представляет собой сложно организованную динамичную гетерогенную систему взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов ландшафта, включающих литогенную основу, почвы, гидросферу, атмосферу, растительный и животный мир [14], главным условием при проведении исследований является комплексность и системность используемой информации с учетом каждого компонента в отдельности и новых качеств ОС, приобретаемых при техногенном воздействии. Информация об устойчивости ОС к техногенным воздействиям, изменениях в результате этих воздействий и способности ее к самовосстановлению группируется в ряд взаимосвязанных блоков:

- геологическая среда,
- гидросфера,
- атмосфера,
- животный и растительный мир,
- техногенные системы и объекты (геосистемы),
- социальная среда (ноосистемы).

Исходная информация по каждому из блоков хранится в архивах и фондах разных ведомств. Она и служит основой для формирования геоэкологического блока банка данных и дальнейших работ по оценке состояния ОС на момент начала производственной деятельности на объекте. Уровень детальности геоэкологической оценки определяется степенью изученности и достаточностью исходной информации.

Для территории деятельности ОАО «Орбургнефть» перечисленная выше геоэкологическая информация собрана и обобщена под руководством и при участии автора в 1996-1998 годах. Выполняется работа по формализации этой информации и формируется банк данных для ведения СГМ. Информация по блокам СГМ включает следующие материалы:

1) по геологической среде – геологические, гидрогеологические, геоморфологические карты масштаба 1:200 000, карты экзогенных геологических процессов, естественной радиоактивности земной поверхности, новейших текто-

нических движений, полезных ископаемых почвенные, геоэкологические и др.);

2) по блоку гидросферы – морфометрические показатели, внутригодовое распределение стока, твердый сток, подземный приток в реки, гидрогеохимические характеристики;

3) по блоку атмосферы – климатические параметры и характеристики сложившегося уровня загрязнения воздуха;

4) по блоку животного и растительного мира – характеристика растительности, соотношение площадей, занятых различными видами растительности, данные о составе фауны и ее численности, характеристика редких, эндемичных, реликтовых и занесенных в Красную книгу видов растений и животных, характеристика состояния растительных и животных ресурсов, материалы по особо охраняемым природным территориям;

5) по блоку техногенных систем и объектов (геосистем) – сведения о хозяйственном использовании территории, оценки техногенного воздействия, материалы о техногенном изменении ОС;

6) по блоку социальной среды (ноосистемам) – демографическая структура, социально-бытовые и санитарно-гигиенические условия, здоровье населения.

Большая часть информации представлена в картографическом виде. На региональной или поисковой стадии геологоразведочного процесса на первом этапе СГМ информации достаточно для определения фоновых условий и оценки состояния ОС на начало деятельности как основы для дальнейших исследований и выявления динамики. Затем проводится предварительная оценка допустимых техногенных нагрузок и выдаются рекомендации по методике и технологии региональных и поисковых работ.

На разведочном и эксплуатационном этапах освоения ресурсов нефти и газа в большинстве случаев требуются дополнительные исследования с отбором проб воздуха, воды, почвы и обследованием территории с целью уточнения фоновых характеристик. В качестве информационного обеспечения оценки состояния ОС используются также космоаэроэкологические материалы. Создается геоэкологическая модель объекта, представленная набором карт масштаба от 1:200 000 до 1:50 000 и таблиц, характеризующих различные компоненты ОС. Среди карт особое значение приобретают карты оценки ОС и ее состояния. На них в соответствии с суще-

ствующими методиками балльных оценок выделяются зоны различной степени благоприятности [2, 3]. Эта модель служит в качестве исходной для дальнейших исследований на принципах мониторинга. Геоэкологическая модель разрабатывается одновременно с геологической моделью, что позволяет свести информацию разных ведомств воедино, оптимизировать и минимизировать воздействие на ОС. Это позволяет правильно разместить хозяйственные объекты (скважины), выбрать оптимальные технологии и дать предварительный прогноз по изменению ОС.

На момент начала работ целесообразно проведение экологического аудита. Он фиксирует уровень загрязнения ОС как результат

предшествующей хозяйственной деятельности. Это существенно повысит уровень ответственности предприятий перед природоохранными органами.

На следующих этапах проведения СГМ выявляются и отслеживаются изменения всех компонентов ОС: атмосферного воздуха, поверхностных вод, геологической среды, растительного и животного мира. При этом используются как собственные наблюдения, так и информация разных ведомств. Ведущую роль при этом приобретают новые системно-аэрокосмические технологии и материалы процедуры ОВОС. Согласно существующему законодательству ОВОС проводится на всех этапах работ.

Список использованной литературы:

1. Временное положение о порядке хранения, использования и передаче информации о недрах, полученной за счет государственных средств Роскомнедра. М., 1994.
2. Гацков В.Г., Хурсик В.З., Баканин С.Е. и др. Сквозной геоэкологический мониторинг – технология решения экологических проблем при поисках, разведке и разработке нефтяных месторождений. Премия имени академика И.М. Губкина №27 от 21.02.92, М., 1992.
3. Гацков В.Г., Лукиных Э.Н., Межебовский И.В. Технология автоматизированного сквозного геоэкологического мониторинга при поисках, разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений. Научные труды НК «ОНАКО» и ОАО «ОренбургНИПИнефть», вып. 1, Оренбург, 1998.
4. Дмитриевский С.А., Юфин П.А. Постоянно действующие геолого-математические модели месторождений нефти и газа // М., Нефтяное хозяйство, №11, 1997.
5. Жигарев А.Н., Макарова Н.В., Путинцева М.А. Основы компьютерной программы – Л.: Машиностроение, 1987.
6. Зайченко В.Ю. Информационные ресурсы геосистемы. Часть 1. Геоинформатика. М.: ВНИИГеосистем, 1993.
7. Зайченко В.Ю. Геологические информационные ресурсы – понятия и определения // М.: Отечественная геология №7, 1996.
8. Закон об информации, информатизации и защите информации. №24-ФЗ, 1995.
9. Кузнецов О.Л., Никитин А.А. Геоинформатика. М.: Недра, 1992.
10. Нормативно-методическое пособие. Основы промышленно-экологической безопасности объектов топливно-энергетического комплекса. М., 1997.
11. Отраслевая концепция создания постоянно действующих компьютерных моделей нефтяных месторождений России. М., 2000.
12. Положение об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ.
13. Регламент составления проектных технологических документов на разработку нефтяных и газонефтяных месторождений РД 153-39-007-96, М., 1996.
14. Реймерс Н.Ф. Природопользование. М.: Мысль, 1990.