

На правах рукописи



Бакланов Андрей Владимирович

**РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ МЕТОДОВ
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В
НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Специальность 25.00.36 - геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Тюмень - 2004

Работа выполнена в Институте криосферы Земли Сибирского отделения РАН.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
И.Г.Соловьев

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук,
профессор И.Д. Песковский

кандидат технических наук
Н.И. Рогов

Ведущая организация: Институт проблем освоения Севера
СО РАН

Защита состоится «5» октября 2004г. в 14 часов на заседании диссертационного совета ДМ 003.042.01 при Институте криосферы Земли СО РАН по адресу: 625026, г.Тюмень, ул. Малыгина, 86.

С диссертационной работой можно ознакомиться в библиотеке Института криосферы Земли СО РАН по адресу: г.Тюмень, ул. Таймырская, 74.

Отзывы на автореферат просьба присылать по адресу: 625000, г.Тюмень, а/я 1230, ученому секретарю диссертационного совета.

Автореферат разослан «2» сентября 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат геолого-минералогических наук

 Е.А. Слагода

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Основными районами добычи нефтяного сырья являются регионы Западной Сибири, характеризующиеся, с одной стороны, чрезвычайно уязвимыми экосистемами, с другой, - интенсивным антропогенным воздействием на окружающую природную среду. При освоении месторождений, транспортировке и переработке углеводородного сырья объектами воздействия являются практически все компоненты природной среды: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвы, недра, многолетнемерзлые породы, растительный покров, биотические комплексы. Одной из важнейших экологических проблем нефтедобывающих районов является химическое загрязнение окружающей среды. Примерно 7% всех эксплуатируемых нефтяных месторождений имеют высокую степень загрязненности, 70% - слабую и среднюю нарушенность территорий. Характерными загрязняющими веществами, образующимися в процессе добычи нефти, являются углеводороды (44% суммарного выброса), оксид углерода (44%), твердые вещества (4,4%). Все качественные показатели состояния природных сред свидетельствуют о тяжелейшем экологическом кризисе нефтедобывающих районов Западной Сибири.¹

Экологическую безопасность нефтедобывающих объектов и рациональное использование природных ресурсов призвана обеспечивать государственная система управления охраной окружающей среды. Современный уровень организации указанной территориальной системы характеризуется следующими негативными моментами:

- невозможностью получения объективных оценок воздействий и состояния окружающей среды на территории ввиду несогласованности и малой детальности представляемой экологической отчетности;
- отсутствием согласованных взглядов и критериев по вопросам комплексного природопользования, следствием которых является низкая результативность управляющих действий.

Эффективность исполнения существующего регламента определяют и объективные обстоятельства, обуславливающие необходимость совершенствования системы экологического регулирования:

- внедрение системы платного природопользования с существенным расширением функций и механизмов финансово-правового регулирования;
- рост числа хозяйствующих субъектов и, как следствие, существенное возрастание объемов подконтрольной информации;
- расширение видов хозяйственной деятельности в регионе, следовательно, и

¹ Влияние нефтегазовой промышленности на окружающую среду // Использование и охрана природных ресурсов в России. - 2001. - №3-4. - С.5-12.

номенклатуры контрольно-регулируемых параметров.

Рассмотренные в работе вопросы затрагивают ключевое направление повышения уровня управляемости охраной окружающей среды, связанное с переходом к автоматизированным технологиям администрирования². Использование новых технологий позволяет систематизировать данные экологической отчетности, выявить проблемные стороны информационного обеспечения природоохранных служб и обосновать пути повышения эффективности экологического контроля. Вместе с тем, внедрение информационных технологий сталкивается с множеством нерешенных проблем, касающихся полноты и детальности экологических данных, унифицированного представления репрессивных и природоохранных действий.

Важной проблемой территориального управления охраной окружающей среды является повышение эффективности экологического контроля за счет учета географического положения источников воздействий. Это обусловлено тем, что наряду с интенсивностью негативное воздействие любого источника зависит от его конкретного местоположения, расположения относительно других объектов, конфигурации и размера зон загрязнения. Использование геоинформационных технологий как совокупности методов и приемов для манипулирования пространственными данными позволяет не только эффективно анализировать и представлять информацию, но и сформулировать требования к организации данных. Основы геоинформационных систем заложены в работах известных специалистов в области геоинформатики (А.М. Берлянт, А.В. Кошкарёв, В.С. Тикунов). При этом вопросы применения геоинформационных технологий в территориальном управлении охраной окружающей среды мало изучены.

Решение задач сбалансированного развития и обеспечения экологической безопасности территорий требует разработки современных инструментальных средств анализа загрязнения окружающей среды. Все чаще для указанных задач привлекаются методы математического моделирования. Ограниченное применение известных моделей в практике территориального управления охраной окружающей среды объясняется несоответствием их действующему регламенту.

В заключение отметим, что обозначенная в работе актуальность выбранной тематики согласуется с приоритетными направлениями фундаментальных исследований, утвержденными постановлением Президиума РАН № 233 от 01.07.03 г. по наукам о Земле в части разработки новых технологий, направленных на поддержку рационального природопользования в зонах интенсивного техногенного воздействия.

Основные положения концепции создания единой информационно-аналитической системы природопользования и охраны окружающей среды. - М.: МПРРФ, 2002. - 6с.

Цель работы заключается в повышении уровня государственной управляемости охраной окружающей среды на основе методов географически распределенного нормирования, контроля и анализа загрязненности территории нефтедобывающих районов.

Достижение поставленной цели осуществлялось путем решения следующих задач:

- анализ уровня информационной обеспеченности и обоснование основных путей повышения эффективности деятельности государственной¹ природоохранной службы на примере нефтедобывающих районов Ханты-Мансийского автономного округа;
- создание информационной модели региональной системы управления охраной окружающей среды на основе географически ориентированной технологии учета, нормирования и контроля техногенных воздействий;
- разработка геоинформационных и математических методов анализа и прогнозирования загрязненности территории нефтяных месторождений.

Объектом исследований является государственная система управления охраной окружающей среды регионального уровня. Предметом исследований является функциональная схема экологического контроля, нормативно-документальная база, математические и геоинформационные средства анализа и визуализации загрязнения окружающей среды.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использовались методы системного анализа, теории управления, имитационного моделирования и геоинформационных систем.

Научная новизна. Проведенные исследования «позволили получить ряд новых результатов:

1. Предложена концептуальная схема организации информационного пространства государственной системы управления охраной > окружающей среды с географически ориентированной технологией учета, нормирования и контроля антропогенных воздействий..
2. Разработана конструктивная схема геоинформационного анализа состояния и эволюции загрязненности территории нефтяных месторождений на основе системной типизации источников и зон загрязнения и имитационного моделирования процессов диссипации загрязнителей в зональных средах.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Информационная модель и документальные формы географически ориентированной технологии учета, нормирования и контроля государственной системы охраны окружающей среды.
2. Критерии эффективности природоохранной деятельности субъектов хозяйствования, геоинформационные средства визуализации репрессивных и охранно-восстановительных действий.
3. Геоинформационные модели количественной оценки загрязненности выделенных зон территорий нефтяных месторождений для учетных источников выбросов, сбросов, объектов загрязнения и мест размещения отходов.

Практическая значимость. Работа направлена на совершенствование действующего регламента нормирования и учета воздействий за счет зональной детализации расположения источников загрязнения и работ природоохранного назначения. Информационная модель разработанной географически ориентированной схемы контроля согласуется с основными информационными потоками действующей схемы регулирования, дополняя ее элементами, обеспечивающими более высокий уровень детальности и полноты контроля антропогенных воздействий.

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждена в ходе выполнения научно-исследовательских работ по использованию разработанной геоинформационной технологии для анализа загрязнения территории нефтяных месторождений в нефтедобывающих районах Ханты-Мансийского автономного округа.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

- 5-й научной конференции «Ресурсно-экологическое картографирование на основе информационных технологий» (Иркутск, 1993);
- Международной научно-технической конференции «Нефть и газ Западной Сибири» (Тюмень, 1993, 1996, 2003);
- Всероссийской конференции «Математические проблемы экологии» (Новосибирск, 1994, 1996);
- 1-й конференции пользователей ARC/INFO (Москва, 1994);
- Всероссийской научно-практической конференции «Геоэкологическое картографирование» (Москва, 1998);
- Межрегиональной научно-практической конференции «Интегрированные информационные системы управления территорией» (Тюмень, 1999);
- Всероссийской научно-практической конференции «Геоинформатика в нефтегазовой и горной отраслях» (Нижевартовск, 1999);
- Школе-семинаре по геоинформационным системам и дистанционному зондированию молодых ученых СО РАН (Новосибирск, 2000);
- Международном семинаре «Экологическая защита территорий при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений» (Тюмень, 2001);
- Международной научно-технической конференции «Новые информационные технологии в нефтегазовой промышленности и энергетике» (Тюмень, 2003).

Публикации. По результатам исследования автором опубликовано 16 научных работ.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и 6 приложений. Основной текст изложен на 149 страницах машинописного текста, содержит 27 рисунков и 13 таблиц, список использованных источников состоит из 105 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении описана актуальность темы диссертационной работы, формулируется цель и направление исследования.

В первой главе дается анализ системы государственного управления охраной окружающей среды на примере нефтедобывающих районов Ханты-Мансийского автономного округа. Обозначены проблемы информационной обеспеченности природоохранных служб при выработке управленческих решений. Формулируются основные пути повышения эффективности государственной природоохранной службы на основе совершенствования информационного обеспечения.

Основные функции; по управлению охраной окружающей среды реализуются территориальными подразделениями - Министерства природных ресурсов и местными администрациями. Отмечена общая тенденция изменчивости организационных форм управления охраной окружающей среды территорий, заключающаяся в перераспределении полномочий между уровнями государственной власти. Однако эти обстоятельства не изменяют сложившуюся принципиальную схему управления охраной окружающей среды (рис.1).

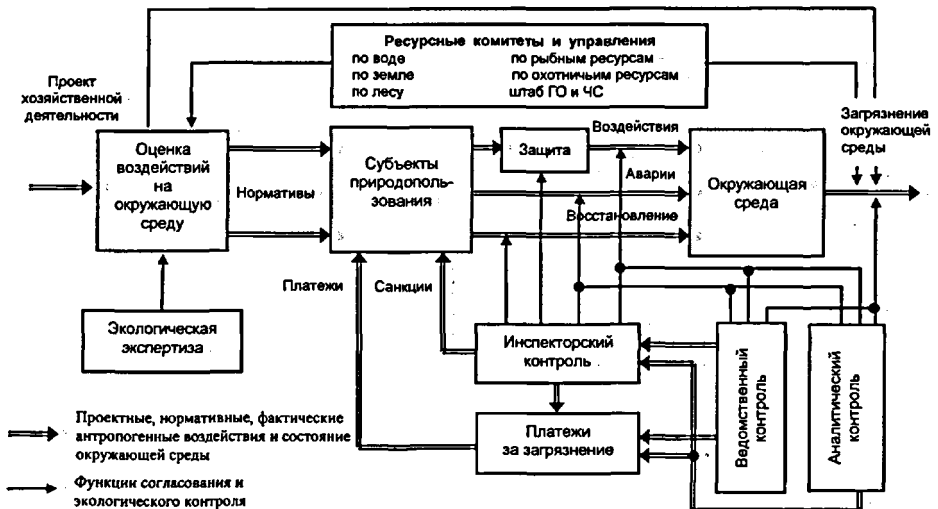


Рис. 1. Функциональная схема территориального управления охраной окружающей среды

Выделены две основные группы взаимосвязанных процессов по управлению охраной окружающей среды: планирование и оценка воздействий

на этапе проектирования хозяйственной деятельности и оперативное управление на стадии эксплуатации.

На этапе проектирования осуществляется согласование программы воздействий на окружающую среду и утверждение нормативов. Оперативный контур управления призван отслеживать исполнение согласованных программ и норм воздействий и определять мероприятия по текущей защите и восстановлению окружающей среды. Экологический контроль осуществляется на основе данных ведомственного контроля, государственного аналитического контроля и инспекторских проверок. Уровень, воздействий регулируется посредством взимания; экологических платежей за нормативные действия и санкций за ненормативные действия (предписания на ограничение, наложение штрафов и др.).

В ходе анализа информационной обеспеченности природоохранных служб выделены два. ключевых момента в организации территориальной системы управления охраной окружающей:

1. Наибольшая детальность экологического контроля характерна для проектной стадии. Здесь рассматриваются воздействия и устанавливаются нормативы для каждого источника.
2. На стадии эксплуатации осуществляется переход к упрощенной системе учета воздействий на основе суммарных данных по предприятию.

На основе анализа документальной базы государственной системы охраны, окружающей среды выявлено, что реализуемая, на практике технология государственного экологического регулирования не удовлетворяет требованиям полноты и стадийной согласованности экологических данных. Отметим очевидные нестыковки действующей системы:

Учетная политика в отношении субъектов хозяйствования. Не определен уровень детальности учета субъектов хозяйствования и подотчетных подразделений. Большое количество неучтенных воздействий и невыполненных мероприятий приходится на факты юридической самоликвидации предприятий.

Стадийность контроля. В нормативно-отчетных документах приняты различные временные периоды контроля: разрешения согласуют нормативы воздействий обычно на год, сведения по платежам несут информацию о воздействиях за квартал, отчеты фиксируют объемы воздействий за год. Ряд отчетных показателей не представлен в плановых документах.

Несопоставимость данных по разным природным средам. Специфика контроля воздействий по разным природным средам обуславливает применение в отчетных документах количественных показателей, имеющих разные единицы исчисления. Всякие попытки комплексного анализа воздействий ограничены уровнем сопоставимости применяемых показателей.

Детальность данных. Характерной чертой является избыточность суммарных данных по предприятию в целом с одновременно низкой детальностью данных по источникам воздействий.

Учет пространственного распределения воздействий. Существующая система отчетности построена на основе юридической «адресации» воздействий. При территориальной рассредоточенности объектов нефтедобычи такое построение системы делает невозможным контроль объемов загрязнений, приходящихся на выделенные территории.

Выявленные проблемы свидетельствуют о необходимости совершенствования государственного экологического регулирования на основе обеспечения детальности, полноты и стадийности контроля. Пути совершенствования и повышения эффективности управления охраной окружающей среды связаны с переходом на информационные технологии администрирования. Первостепенными задачами являются:

- Разработка- информационной модели системы управления охраной окружающей среды, позволяющей полно характеризовать как негативные воздействия, так и деятельность по сохранению, воспроизводству и рациональному использованию природных ресурсов.
- Разработка географически ориентированной технологии контроля и нормирования воздействий, обеспечивающей определение антропогенной нагрузки, приходящейся на выделенную территорию.
- Разработка инструментальных средств количественного оценивания и прогнозирования состояния загрязненности территории нефтяных месторождений.

Во второй главе определены основные положения организации информационного пространства территориальной системы охраны окружающей среды. Главным требованием к разрабатываемой информационной модели является обеспечение стадийно-согласованного нормирования и контроля антропогенных воздействий.

На основании краткого обзора существующих подходов к формированию комплексных оценок антропогенных воздействий обосновываются комплексные показатели на базе платежей за загрязнение окружающей среды. Отмечены достоинства указанного подхода:

- универсальность и инвариантность к ингредиентному составу воздействий;
- сопоставимость воздействий в разных природных средах;
- сопоставимость стоимостных показателей репрессивных и природоохранных воздействий;
- однозначность вычисления на территории, так как нормативы платежей закреплены в федеральных справочниках.

На основе стоимостных оценок разработана унифицированная информационная модель системы охраны окружающей среды по нормативным, ненормативным и управляющим воздействиям. Приведен порядок расчета показателей, рассмотрены вопросы их согласования с основными информационными потоками действующей схемы регулирования.

Для обоснования принятия управленческих решений по рациональному распределению ресурсов, квот и временных разрешений предложен ряд

критериев эффективности природоохранной деятельности субъектов природопользования, базирующихся на разработанной информационной модели.

В третьей главе формулируются основные положения повышения разрешающей способности экологического контроля на основе географически ориентированной технологии нормирования и контроля антропогенных воздействий.

Компромисс между большим количеством источников воздействий и ограниченными возможностями' природоохранных служб по учету их пространственного положения разрешается на основе деления административной территории на участки экологического контроля, приуроченные к зонам интенсивной хозяйственной деятельности.

Для нефтедобывающих районов выделены следующие территориальные участки экологического контроля:

- населенные пункты с делением на промышленную, жилую и зеленую зоны;
- месторождения с делением крупных на технологические участки;
- объекты индивидуального экологического контроля.

Разработана геoinформационная модель субъекта природопользования, поддерживающая географическую адресацию репрессивных и охранно-восстановительных действий (рис.2).

Базу модели составляют территориальные участки хозяйственной деятельности предприятия, включая возможные линейные участки. На основе их указывается расположение источников загрязнения окружающей среды, объектов и работ природоохранного назначения. В зависимости от способа агрегации информации источники воздействий разделяются на индивидуальные и сводные. Особую группу составляют воздействия, адресуемые на

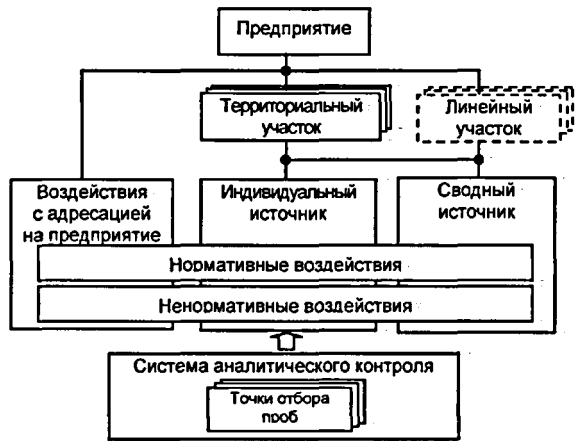


Рис.2. Структура геoinформационной модели : предприятия

предприятие без учета пространственного расположения. Модель предприятия замыкается системой аналитического контроля, точки отбора проб выбираются с учетом расположения источников.

Разработаны первичные документальные формы экологической отчетности субъектов природопользования, адаптированные под географически ориентированную технологию контроля и учета воздействий.

Четвертая глава посвящена разработке новых подходов к управлению загрязненностью территории нефтяного месторождения, включающих расчетные схемы анализа диссипации загрязнителя в природных средах.

В работе приводится обзор существующих подходов к моделированию процессов распространения загрязнителей в природных средах. С позиций органов охраны окружающей среды математические методы используются для нормирования и прогноза антропогенной нагрузки при заданной стратегии освоения территории. Особая ценность модельных исследований заключается в достижении полноты и комплексности анализа, то есть в одновременном и полном учете разнородной информации о нагрузке на территорию.

Рассмотрено большое количество математических моделей оценки воздействий на природные объекты, разнообразных по сложности и использованию средств математического описания. Модели распространения загрязняющих веществ в атмосфере позволяют проводить оценку загрязнения атмосферы (М.Е.Берлянд) и объемов поступления загрязняющих веществ из атмосферы на поверхность (Ю.А.Анохина). В ряде работ отражены исследование пространственного распределения загрязняющих веществ в почвогрунтах с позиций их санации (М.А.Глазовская, Ю.И.Пиковский, Н.П.Солнцева, Е.М.Никифорова, А.А.Оборин, В.В.Середин). Авторы В.А.Мироненко, В.М.Гольдберг, Б.В.Боревский, И.С.Пашковский изучали процессы миграции загрязнителей с общегеологических позиций. Значительное количество работ посвящено моделированию распространения загрязняющих веществ в водотоках и водоемах (А.Б.Гостко, Л.Ю.Дамешек, В.М.Белолипецкий и др.).

Из обзора публикаций следует, что, несмотря на теоретическую проработку вопроса, недостаточно исследованы особенности поступления и распределения техногенных потоков загрязняющих веществ в конкретных физико-географических условиях. Попытки комплексной оценки загрязнения окружающей среды путем механического объединения разнотипных моделей приводят к громоздким конструкциям, что делает невозможным их практическое использование. Сложность применения моделей определяется также возможностями наполнения их фактической информацией. В связи с этим обосновывается необходимость создания модели на основе информационной структуры действующего регламента управления охраной окружающей среды.

При создании эколого-технологической модели месторождения решается задача определения количественной зависимости уровня загрязнения природных сред при заданных воздействиях источников. В основе модели лежат представления, приведенные в работах В.И.Гурмана, В.Н.Буркова, А.А.Первозванского и О.Ю.Кульчицкого.

Введем следующие обозначения: $\vec{U}_n(t), \delta\vec{B}_n(t), \vec{V}_n(t)$ - векторы нормативов репрессивных, защитных и восстановительных воздействий по выделенным природным средам; $\vec{U}(t), \delta\vec{B}(t), \vec{V}(t)$ - соответствующие векторы фактических репрессивных, защитных и восстановительных воздействий; $\vec{X}(t)$ - вектор показателей загрязнения выделенных природных сред. Моделью нефтяного месторождения эколого-технологического типа является соотношение, которое связывает поименованные выше блоки входо-выходных параметров (рис. 3).

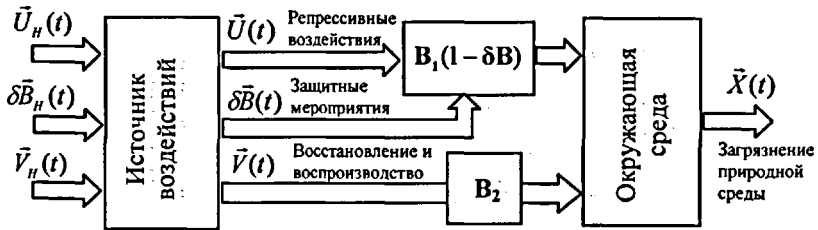


Рис.3. Эколого-технологическая модель месторождения

В качестве средств описания модели нефтяного месторождения будем использовать дифференциальные или конечно-разностные уравнения, позволяющие учитывать динамические свойства природно-технических систем, в которых существенную роль играют изменяющиеся во времени процессы миграции, трансформации и аккумуляции загрязняющих веществ. Для учета влияния репрессивных воздействий на загрязнение окружающей среды введем матрицу коэффициентов \mathbf{B}_1 . Аналогичным образом будем учитывать позитивные действия природоохранных (матрица \mathbf{B}_2) и защитных мероприятий (диагональная матрица $\delta\mathbf{B}$, формируемая на основе $\delta\vec{B}(t)$). Матрица коэффициентов \mathbf{A} характеризует взаимовлияние выделенных природных сред. Матрица \mathbf{T} учитывает, что всякое изменение природной среды в результате антропогенных воздействий происходит с характерными временными задержками. Учитывая вышеназванные обозначения, приходим к математическому виду модели:

$$\mathbf{T}\dot{\vec{X}}(t) = \mathbf{A}\vec{X}(t) + \mathbf{B}_1(1 - \delta\mathbf{B})\vec{U}(t) + \mathbf{B}_2\vec{V}(t).$$

Для учета пространственной структуры источников воздействий используется один и тот же прием: область загрязнения разбивается на отдельные участки и на каждом характеризуется с помощью конечного набора показателей. Учитывая сложность описания непрерывного распространения загрязнения, ограничимся рассмотрением двух зон: непосредственного загрязнения и буферной зоны.

Важным этапом является детализация эколого-технологической модели месторождения по источникам воздействий. Объекты нефтедобычи представляются совокупностью учетных источников: источники выбросов в

атмосферу (стационарные и передвижные); источники сброса (на рельеф местности и в водные объекты); места размещения отходов (организованные и временные) и загрязненные участки.

Построение моделей учетных источников рассмотрим на примере стационарного источника выбросов. Входным параметром является масса загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от источника выбросов m_V :

$$m_V(t) = m_{V\Pi}(t) + m_{VB}(t) + m_{VC}(t),$$

где $m_{V\Pi}(t)$ - масса предельно-допустимых выбросов; $m_{VB}(t)$ - масса временно-согласованных выбросов; $m_{VC}(t)$ - масса сверхлимитных выбросов. Снижение поступления загрязняющих веществ достигается реализацией защитных мероприятий δ_V (очистка выбросов, внедрение малоотходных технологий).

Загрязнение природных сред характеризуем следующими показателями: M_V - масса загрязняющих веществ в атмосфере; M_P - масса загрязняющих веществ на поверхности почвы; M_{PN} - масса загрязнителя в почвогунтах; m_{VC} - масса загрязняющих веществ, поступающих в воду.

Для экологического контроля источников учитываем плановые показатели: $m_{V\Pi\Pi}$ - норматив предельно допустимых выбросов; $m_{V\Pi B}$ - норматив временно-согласованных выбросов; $\delta_{V\Pi}$ - план по защитным мероприятиям.

С учетом введенных обозначений получим эколого-технологическую модель стационарного источника выбросов для двух зон загрязнения (рис.4).

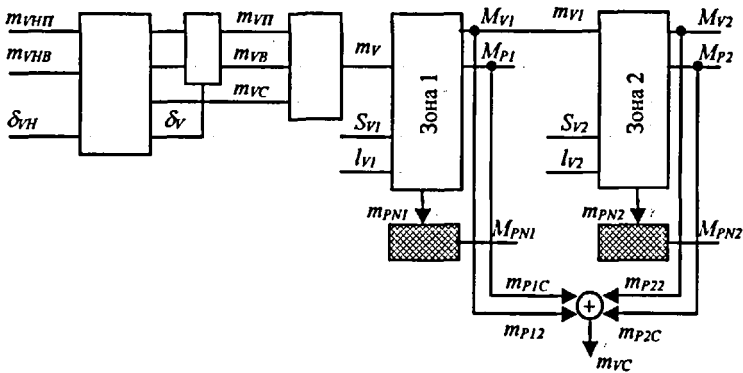


Рис.4. Эколого-технологическая модель стационарного источника выбросов

Рассмотрим процессы диссипации загрязняющих веществ в природных средах для зоны непосредственного загрязнения (зона 1). Изменение массы загрязнителя в приземном слое атмосферы на основании закона сохранения масс характеризуем следующим уравнением:

$$\dot{M}_{V1}(t) = -\alpha_V M_{V1}(t) + m_V(t) - m_{P11}(t) - m_{P12}(t) - m_{V1}(t),$$

Здесь α_V - коэффициент распада загрязнителя в атмосфере на неактивные соединения; $m_V(t)$ - масса загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от источника выбросов; $m_{P11}(t)$ и $m_{P12}(t)$ - масса загрязнений, осаждаемых под

действием силы тяжести на поверхность почвы и водных объектов; соответственно; $m_{v1}(t)$ - масса загрязнений, переходящих в буферную зону в силу процессов горизонтальной диффузии.

Обозначив через χ_p коэффициент, учитывающий интенсивность осаждения загрязнителя, запишем выражения для массы осаждения загрязнений из атмосферы на поверхность почвы (площадь S_{v11}) и воды (площадь S_{v12}):

$$m_{p11}(t) = \chi_p \cdot \frac{S_{v11}}{S_{v1}} \cdot M_{v1}(t), \quad m_{p12}(t) = \chi_p \cdot \frac{S_{v12}}{S_{v1}} \cdot M_{v1}(t).$$

Учитывая, что интенсивность передачи загрязнений в буферную зону зависит от концентрации загрязнителя в зонах, скорости диффузии и размера зон, массообмен между зонами определяется выражением:

$$m_{v1}(t) = (\chi_{v0} + \chi_{v1}v(t))h_v l_{v1}(C_{v1}(t) - C_{v2}(t)).$$

Здесь χ_{v0} - коэффициент, характеризующий интенсивность диффузии; χ_{v1} - коэффициент скорости конвекции; $v(t)$ - интенсивность ветра; h_v - высота зон; l_{v1} - периметр зоны; $C_{v1}(t)$ и $C_{v2}(t)$ - концентрации загрязнителя в зонах:

$$C_{v1}(t) = \frac{M_{v1}(t)}{S_{v1}h_v}, \quad C_{v2}(t) = \frac{M_{v2}(t)}{S_{v2}h_v}.$$

Изменение количества загрязнителя на поверхности почвогрунтов определяет следующее уравнение:

$$\dot{M}_{p1}(t) = -\alpha_p M_{p1}(t) + m_{p11}(t) - m_{pN1}(t) - m_{p1c}(t),$$

где α_p - коэффициент распада загрязнителя на поверхности почвогрунтов; $m_{pN1}(t)$ - переход поверхностного загрязнения в связанное с почвогрунтами состояние; $m_{p1c}(t)$ - смыв загрязнителя с поверхности первой зоны в водные объекты.

Переход поверхностного загрязнения в почвогрунты определяется количеством загрязнителя на поверхности и коэффициентом диффузии в почвогрунты χ_{pN} :

$$m_{pN1}(t) = \chi_{pN} M_{p1}(t).$$

Смыв загрязнителя поверхностным стоком зависит от рельефа территории, состояния поверхности и, в общем случае, пропорционален значению модуля стока с единицы поверхности $q_{p1}(t)$. Вводя коэффициент захвата загрязнителя поверхностным стоком χ_{pC} , для смыва загрязнителя с поверхности имеем:

$$m_{p1c}(t) = \chi_{pC} q_{p1}(t) M_{p1}(t).$$

Изменение количества загрязнителя в почвогрунтах характеризует уравнение

$$\dot{M}_{pN1}(t) = -\alpha_{pN} M_{pN1}(t) + m_{pN1}(t),$$

где α_{pN} - коэффициент распада загрязнителя в почвогрунтах.

Подставляя значения слагаемых и вводя обозначение $\chi_v(t) = \chi_{v0} + \chi_{v1}v(t)$, получим результирующие уравнения для массы загрязняющих веществ в зоне непосредственного загрязнения:

$$\begin{aligned} \dot{M}_{v_1}(t) &= -(\alpha_v + \chi_p + \chi_v \frac{l_v}{S_{v_1}})M_{v_1}(t) + m_v - \chi_v \frac{l_v}{S_{v_1}}M_{v_2}(t), \\ \dot{M}_{p_1}(t) &= -(\alpha_p + \chi_{p_N} + \chi_{p_C}q_{p_1}(t))M_{p_1}(t) + \chi_p S_{v_{11}} h_v C_{v_1}(t), \\ \dot{M}_{p_{N1}}(t) &= \chi_{p_N} M_{p_1}(t) - \alpha_{p_N} M_{p_{N1}}(t). \end{aligned}$$

Суммарное поступление загрязнителя из первой зоны в водные объекты определяется смывом с поверхности и прямым осаждением загрязнителя на поверхность воды из атмосферы:

$$m_{1C}(t) = \chi_{p_C} q_{p_1}(t) M_{p_1}(t) + \chi_p \frac{S_{v_{12}}}{S_{v_1}} M_{v_1}(t).$$

Аналогичные зависимости получены для остальных учетных источников воздействий.

В пятой главе рассмотрено применение геоинформационных методов для задач комплексного анализа загрязнения окружающей природной среды.

Базу комплексного анализа составляет слоевая структура геоинформационного обеспечения. Для представления последствия воздействий от учетных источников в анализируемые природные среды используются отдельные тематические слои. На основе их объединения образуется результирующее покрытие, комплексно характеризующее загрязнение рассматриваемой природной среды.

Для типизированного представления источников воздействий разработаны их геоинформационные образы, учитывающие пространственно-временные характеристики объектов и компонентов природной среды с выделением зон непосредственного загрязнения и буферных зон.

Формирование результирующего покрытия связано с учетом зон загрязнения многих источников воздействий. Вычисление итоговых состояний загрязнения природной среды основано на использовании полигональных карт-схем конечных элементов.

Технология решения поставленной задачи оценки загрязнения территории нефтяного месторождения иллюстрируется на рис.5. Она может быть разделена на следующие этапы.

Первый, этап - описание источников воздействий $U(j)$, где j - номер источника.

Второй этап - вычисление эволюции состояния сред буферных зон источников воздействий по тематическим слоям $\bar{C}_v(j, k_1, k_2)$, где k_1 - номер типа воздействия, k_2 - номер среды воздействия.

Третий этап - вычисление итоговых состояний полигонов схемы конечных элементов $\bar{C}_v(k_p)$ на основе суммирования состояний образующих буферных зон, где k_p - номер покрытия.

Четвертый этап - комплексная оценка загрязнения территории. Решение данного этапа осложнено различными единицами и шкалами измерений

воздействий по рассматриваемым природным средам. Сопоставимость оценок, воздействий обеспечивается использованием стоимостной шкалы на основе платежей за загрязнение окружающей среды.

Создание таких систем геоинформационного математико-картографического моделирования закладывает инструментальную основу решения задач комплексного оценивания и нормирования техногенной нагрузки на территории. На рис. 6 представлен пример практического анализа загрязненности участка нефтяного месторождения, выполненный по предложенной технологии.

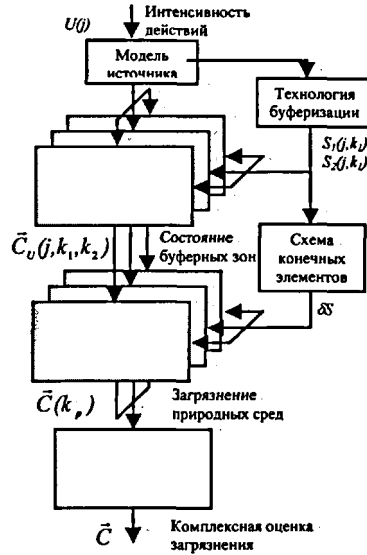


Рис.5. Технология оценки загрязнения природных сред



Рисб. Комплексный анализ загрязнения месторождения

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. На основе анализа системы государственного управления охраной окружающей среды, как системы управления с обратными связями, обозначены проблемы информационной обеспеченности природоохранных служб при выработке управленческих решений. Формулируются основные направления совершенствования системы на основе обеспечения полноты и стадийной согласованности регламентированных нормативно-учетных данных в сочетании с методами распределенного учета, нормирования и контроля воздействий; субъектов природопользования.
2. Разработана унифицированная модель информационного обеспечения системы государственного экологического регулирования по нормативным, ненормативным и управляющим воздействиям, соответствующая детальности и периодичности действующего регламента контроля платежей за загрязнение окружающей среды.
3. Предложены разработанные на базе введенной модели данных комплексные оценки хозяйственной и природоохранной деятельности субъектов хозяйствования (суммарная нагрузка, экологическая опасность, природоохранная эффективность, управляемость), направленные на обеспечение более высокого уровня государственной управляемости охраной окружающей среды.
4. Разработана, географически ориентированная технология учета, нормирования и контроля воздействий, основанная на делении территории административного района на участки экологического контроля, приуроченные к зонам интенсивной хозяйственной деятельности. Создана адекватная геоинформационная модель субъектов хозяйственной деятельности, обеспечивающая географическую адресацию репрессивных и охранно-восстановительных действий.
5. Разработаны математические модели количественного оценивания и прогнозирования загрязненности территории нефтяных месторождений на основе типизации учетных источников воздействий и связанных с ними зон загрязнения. Заложена в схему расчетов детальность данных ориентирована на информационную обеспеченность служб охраны окружающей среды.
6. Разработана инструментальная основа визуального геоинформационного анализа загрязненности территории нефтяного месторождения для задач управления охраной окружающей среды, базирующаяся на полигональных картах-схемах конечных элементов, формирующих комплексное визуальное представление загрязненности окружающей природной среды.

Основные положения диссертационной работы опубликованы:

1. Бакланов А.В., Дурьнин С.Е., Соловьев И.Г. Компьютерная система анализа разливов нефтепродуктов // Ресурсно-экологическое картографирование на основе информационных технологий: Сборник тезисов докладов 5-ой научной конференции. - Иркутск, 1993. - С. 104.
2. Бакланов А.В., Дурьнин С.Е., Соловьев И.Г. Компьютерная система оценки уровня загрязнения окружающей среды вблизи технологических объектов // Нефть и газ Западной Сибири. Проблемы добычи и транспортировки: Тезисы докладов межгосударственной научно-технической конференции, посвященной 30-летию Тюменского индустриального института. -Тюмень, 1993.-С.136.
3. Бакланов А.В., Соловьев И.Г. Имитационная модель разливов нефтепродуктов вблизи технологических объектов // Математические проблемы экологии: Тезисы докладов второй Всероссийской конференции. - Новосибирск, 1994. - С.14-15.
4. Бакланов А.В. Управление процессами природопользования в природоохранных комитетах // Математические проблемы экологии: Тезисы докладов второй Всероссийской конференции. - Новосибирск, 1994. - С.83-84.
5. Бакланов А.В. Разработка ГИС для комитетов по экологии и природным ресурсам // Первая конференция пользователей ARC/INFO: Материалы конференции. - Москва, 1994. - С.125-127.
6. Baklanov A.V., Solovjev I.G. Information technologies in estimations of influence on environment // Socio-ecological-economic systems: from information and simulation to practical solutions. Proceedings of the International Workshop. - Pereslavl-Zalessky, 1995. - С.5.
7. Бакланов А.В. ГИС-технологии природопользования для отделов по экологии // Нефть и газ Западной Сибири: Тезисы докладов международной научно-технической конференции. - Тюмень, 1996. - Том I. - С. 73-74.
8. Бакланов А.В., Медведев А.Ю. Геоинформационная система для отдела по охране водных ресурсов // Нефть и газ Западной Сибири: Тезисы докладов международной научно-технической конференции. - Тюмень, 1996. - Том I. - С.70-71.
9. Бакланов А.В., Соловьев И.Г. Математическая модель трансформации ландшафта // МАПЭК-96. Материалы 3-й международной конференции по математическим проблемам экологии. - Новосибирск, 1996. - С. 13.
10. Бакланов А.В., Соловьев И.Г., Калайджан В.М. Территориальный ресурсно-экологический мониторинг (состояние, проблемы, этапы развития, примеры) // Криосфера Земли. - 1998. - Том II. - № 3. - С.48-55.
11. Бакланов А.В., Медведев А.Ю., Исмагилов Т.Р. Геоинформационное моделирование экологического состояния территорий нефтяных месторождений // Криосфера Земли. - 1998. - Том II. - № 3. - С.61-69.

12. Бакланов А.В., Исмагилов Т.Р. Автоматизированные ГИС-технологии природопользования для территориальных комитетов по экологии // Геоэкологическое картографирование: Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции. 4.1 «Научно-методические и технологические основы геоэкологического картографирования». - Москва, 1998. - С.181.
13. Бакланов А.В., Крупинин Н.Я. Опыт создания и использования геоинформационных систем в Нижневартовском межрайонном комитете по охране окружающей среды // Геоинформатика в нефтегазовой и горной отраслях: Материалы 2-й Всероссийской научно-практической конференции. - Нижневартовск, 1999. - С.63-65.
14. Бакланов А.В., Мельников В.П. Использование геоинформационных технологий для оценки экологического риска // Экологическая защита территорий при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений: Тезисы докладов международного семинара. - Тюмень, 2000. - С.22-23.
15. Бакланов А.В. Географическая адресация данных региональной системы охраны окружающей среды // Новые информационные технологии в нефтегазовой промышленности и энергетике: Материалы международной научно-технической конференции. - Тюмень, 2003. - С.36-37.
16. Бакланов А.В., Соловьев И.Г. Информационная модель учётных источников воздействий нефтяного месторождения // Нефть и газ Западной Сибири: Материалы международной научно-технической конференции. - Тюмень, 2003. - Т 2. - С.159-160.

04 - 15807

Подписано в печать 25.08.04.
Объем 1,0уч.изд.л. Формат 160x90/16.
Тираж 100 экз. Заказ 48.
Отпечатано в отделении оперативной
полиграфии ИКЗ СО РАН.
625026, г.Тюмень, ул. Малыгина, 86.