

**На правах рукописи**

**АТНАБАЕВ Андрей Фарагатович**

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
ПРИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВАХ НЕФТИ  
ПО ВОДНЫМ ОБЪЕКТАМ  
НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

**Специальность 05.13.01 –**

**«Системный анализ, управление и обработка информации»**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата технических наук**

**2**

**Уфа 2007**

Работа выполнена на кафедре геоинформационных систем  
Уфимского государственного авиационного технического университета

Научный руководитель	д-р техн. наук, проф. <b>ПАВЛОВ Сергей Владимирович</b>
Официальные оппоненты	д-р техн. наук, проф. <b>ЮСУПОВА Нафиса Исламовна</b>
	канд. техн. наук, доц. <b>КИРЮШИН Олег Валерьевич</b>
Ведущая организация	Экспертно-производственный центр «Трубопроводсервис», г.Уфа

Защита состоится 26 октября 2007 года в 10-00 часов  
на заседании диссертационного совета Д-212.288.03  
при Уфимском государственном авиационном техническом университете  
по адресу: 450000, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К.Маркса, 12

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2007 года.

Ученый секретарь диссертационного совета д-р  
техн. наук, проф.

**В.В.Миронов**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность работы

Рост масштабов хозяйственной деятельности в современной промышленности, где основным видом энергоносителей является нефть и продукты ее переработки, с учетом износа оборудования и человеческого фактора (ошибки обслуживающего персонала, незаконные врезки в нефтепровод и др.) приводят к росту количества и масштабов, возникающих аварий, сопровождающихся, в частности, аварийным разливом нефти (АРН). Для снижения возможных последствий аварий на всех этапах добычи, транспортировки, переработки и реализации нефти и нефтепродуктов в нефтяной отрасли необходимо заблаговременно производить анализ возможных аварий и их последствий, оперативно реагировать и применять все возможные меры и средства для локализации аварии, сокращая их негативное воздействие на окружающую среду и население. Вместе с тем контролирующие и надзорные органы в случае возникновения аварии должны иметь возможность производить оперативную независимую оценку динамики развития аварии, принимать решения по защите населения и окружающей среды от разлившейся нефти и контролировать процесс ликвидации последствий аварии.

Планирование мероприятий по снижению последствий аварийных разливов нефти для населения и окружающей среды связано с обработкой большого количества пространственной и атрибутивной информации об аварии, средствах ее локализации, ликвидации и окружающей среде. Вопросам влияния опасных природных и техногенных процессов на окружающую среду, поддержке принятия решений при чрезвычайных ситуациях с использованием современных информационных технологий, посвящены работы отечественных и зарубежных авторов, в частности работы Р.Н. Бахтизина, С.М. Вайнштока, В.Е. Гвоздева, А.Г. Гумерова, В.Г. Крымского, В.В. Кульбы, Р.Р. Набиева, С.В. Павлова, Р.З. Хамитова, К.В. Черняева, М.А. Шахраманьяна, Дж. Апосталакиса, Х. Кумамото, Э. Хенли, Г. Сейвера, Ф. Лисса и др.

Однако ряд задач, относящихся к обработке разнотипной пространственной и атрибутивной информации о характере распространения нефти для процесса поддержки принятия решений при аварийных разливах нефти по водным объектам не решены. Наиболее современным способом объединения разнотипных данных являются геоинформационные системы (ГИС), позволяющие совместно обрабатывать и анализировать картографический материал в виде электронных карт территорий и информацию, описывающую характеристики

природных сред и объектов народнохозяйственной деятельности. В связи с этим задачи формализации разнотипной картографической и атрибутивной информации, их обработки и последующего анализа для информационной поддержки принятия решений при аварийных разливах нефти по водным объектам с помощью ГИС-технологий является актуальной.

### **Цель работы и задачи исследования**

**Целью** работы является повышение эффективности поддержки принятия решений при аварийных разливах нефти по водным объектам на основе разработки и внедрения методов описания, анализа и обработки пространственной информации об аварии, средствах ее локализации, ликвидации и окружающей среде.

Для достижения цели работы необходимо решить следующие задачи:

1) Провести анализ возможных причин и источников попадания нефти в водный объект, их воздействия на окружающую среду и население.

2) Разработать метод формального описания атрибутивной и пространственной информации, необходимой для локализации и ликвидации аварийных разливов нефти по водным объектам.

3) Разработать метод расчета основных характеристик распространения нефтяного пятна по водным объектам для различных видов представления в ГИС, учитывающий динамические и морфологические характеристики водных объектов, а так же условия окружающей среды.

4) Разработать алгоритмы анализа и извлечения из базы данных наиболее подходящего варианта действий по локализации и ликвидации аварийных разливов нефти, соответствующего рассчитанным характеристикам нефтяного пятна.

5) Разработать геоинформационную систему поддержки принятия решений при аварийных разливах нефти по водным объектам, позволяющую оценить масштабы и последствия аварии, а так же спланировать действия по ее локализации и ликвидации.

### **Методика исследования**

В работе использовались методы структурного анализа и проектирования информационных систем (SADT), методы математического и геоинформационного моделирования, организации баз геоданных и принципы объектно-ориентированного программирования.

**Научная новизна** работы содержится в следующих результатах.

1) Разработан метод совместного описания атрибутивной и пространственной информации, позволяющий представить в единой формализованной форме множество разнородных объектов реального мира, необходимых для расчета характеристик аварийного разлива нефти и поддержки принятия решений по локализации и ликвидации аварии, отличающийся тем, что позволяет объединить в единую информационную технологию различные этапы обработки информации для планирования действий по локализации и ликвидации аварийных разливов нефти.

2) Разработан метод расчета основных характеристик распространения нефтяного пятна по водным объектам, учитывающий различные способы представления водных объектов в ГИС (линейный объект, полигональный объект, комбинированный линейно-полигональный объект), а также динамические и морфологические характеристики водных объектов и условия окружающей среды.

3) Разработан алгоритм анализа и извлечения из базы данных наиболее подходящего варианта действий по локализации и ликвидации аварийных разливов нефти, соответствующего рассчитанным характеристикам нефтяного пятна, позволяющий повысить оперативность и качество принятия решений, а так же уменьшить отрицательное воздействие последствий аварии на окружающую среду и население.

### **Практическая значимость**

Результаты исследований в виде методов расчета основных характеристик распространения нефтяного пятна по водным объектам и алгоритмов анализа и извлечения из базы данных наиболее подходящего варианта действий по локализации и ликвидации аварийных разливов нефти использовались для разработки геоинформационных систем поддержки принятия решений для ОАО «Уралсибнефтепровод» и Федерального агентства водных ресурсов (свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2007620007, от 09.01.2007 года и свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2006613615, от 18.10.2006 года и № 2006613616, от 18.10.2006 года.).

### **На защиту выносятся**

1) Метод описания атрибутивной и пространственной информации, позволяющий объединить в единую информационную технологию различные

этапы обработки информации для локализации, ликвидации аварийных разливов нефти.

2) Метод расчета основных характеристик распространения нефтяного пятна по водным объектам, учитывающий различные способы представления водных объектов в ГИС (линейный объект, полигональный объект, комбинированный линейно-полигональный объект), а так же динамические и морфологические характеристики водных объектов и условия окружающей среды.

3) Алгоритмы анализа и извлечения из баз данных наиболее подходящего варианта действий по локализации и ликвидации аварийных разливов нефти, соответствующего рассчитанным характеристикам нефтяного пятна.

4) Геоинформационная система поддержки принятия решений при аварийных разливах нефти по водным объектам, которая позволяет оценить масштабы и последствия аварии, а так же спланировать действия по ее локализации и ликвидации.

**Апробация работы.** Основные теоретические и практические результаты работы докладывались на следующих конференциях, форумах и семинарах: «Компьютерные науки и информационные технологии» (CSIT'2004 – 2006); ежегодной конференции пользователей программных продуктов ESRI и ERDAS, (Голицыно, 2004 – 2006 гг.); IV, V и VI научно-практических семинарах "Использование ГИС-технологий ESRI и Leica Geosystems в нефтегазовой отрасли" (Тюмень, 2005 – 2007 гг.); Международном форуме «Рациональное природопользование '2005» (Москва, 6–8 сентября 2005 г.); Международной конференции «Хазарнефгизтаг-2006» (Баку, 2006 г.); Региональной зимней школы-семинара аспирантов и молодых ученых (Уфа, 2006–2007 гг.)

**Публикации.** Основные положения и результаты диссертационной работы опубликованы в 19 источниках, включающих 13 статей, 3 материалах конференций и семинаров, 3 свидетельства о регистрации программ и баз данных. Результаты работы опубликованы в 2-х изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации в соответствии с требованиями ВАК Минобрнауки РФ.

### **Структура и объем работы**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав основного материала, заключения, библиографического списка из 124 наименования и 3 приложений. Работа содержит 170 страниц машинописного текста, включая 42 рисунка и 7 таблиц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** приводится общая характеристика работы – обосновывается актуальность диссертационной работы, формулируется цель и задачи исследования, перечисляются методы исследования, отмечается научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

**Первая глава** диссертации посвящена анализу возможных причин и источников попадания нефти в водный объект, последствий аварийных разливов нефти, их воздействия на окружающую среду и население, а так же анализу существующих систем поддержки принятия решений при аварийных разливах нефти.

Одним из характерных и наиболее опасных по своим последствиям видов чрезвычайных ситуаций являются аварийные разливы нефти, влекущие ущерб здоровью людей и окружающей природной среде, приводящие нередко к человеческим жертвам, а также к значительным материальным и финансовым потерям, нарушению условий жизнедеятельности людей, производственной деятельности предприятий. Высокая токсичность и пожароопасность нефти значительно усугубляет последствия нефтяного загрязнения и тем самым определяют необходимость детального изучения характера распространения загрязнений. Обзор литературных источников позволил выделить основные источники попадания нефти в водный объект, провести анализ существующих методов предупреждения разливов нефти и способов ее ликвидации.

На основе этого сделан вывод о необходимости повышения качества организации и управления деятельностью государственных контролирующих и надзорных органов власти, крупных предприятий нефтяной отрасли по предупреждению и ликвидации последствий разливов нефти по водным объектам, за счет автоматизации обработки разнотипной пространственной информации. Анализ применяемых методов и способов борьбы с аварийными разливами нефти по водной поверхности показал, что недостаточно уделено внимание применению современных информационных систем для прогнозирования последствий воздействия аварийных разливов нефти на окружающую среду, которые учитывали бы весь возможный спектр параметров аварий и морфологические характеристики объекта воздействия (динамические характеристики рек, метеорологических условия, сезонность). Показано, что применение ГИС-технологий позволит на высоком уровне обрабатывать разнотипную пространственную и атрибутивную информацию об общегеографических объектах и источнике аварии, описывать природные характеристики, и использовать эту информацию для анализа и расчета распространения нефти по водной поверхно-



сти, получать не только наглядный картографический материал, но и рекомендуемый список действий для локализации и ликвидации возможной аварии.

**Вторая глава** посвящена анализу процесса поддержки принятия решений при аварийных разливах нефти по водным объектам, разработке метода описания разнотипной атрибутивной и пространственной информации для последующего расчета основных характеристик распространения нефтяного пятна по водной поверхности, учитывающий динамические и морфологические характеристики водных объектов, а так же условия окружающей среды, что позволит проанализировать информацию об аварии и осуществить поддержку принятия решений по ее локализации и ликвидации.

В ходе анализа предметной области, нормативных документов и порядка действий в случае аварийных разливов нефти, была предложена схема поддержки принятия решений (рис. 1).

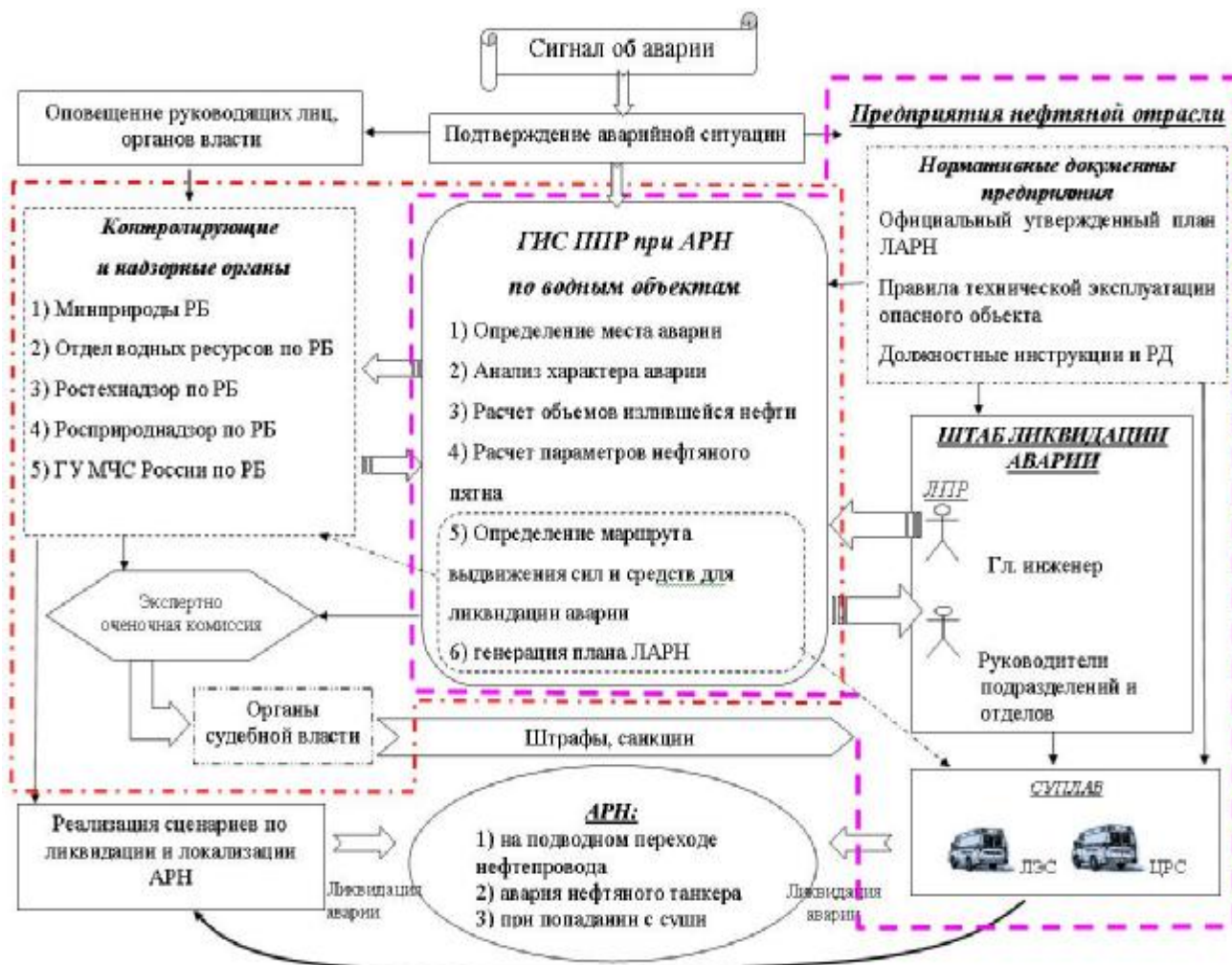


Рисунок 1. Схема процесса поддержки принятия решений при аварийных разливах нефти по водным объектам



В ней определено место геоинформационного анализа пространственной и атрибутивной информации, расчета параметров распространения нефтяного пятна по водным объектам и поддержки принятия решений по локализации и ликвидации разливов нефти.

Процесс поддержки принятия решений при попадании нефти в водный объект является сложным с точки зрения правильной организации оперативных действий, и применим к двум заинтересованным сторонам: предприятиям нефтяной отрасли и органам государственного контроля и надзора. При анализе предметной области определены наиболее вероятные источники аварийных разливов нефти: 1) непосредственное нахождение на водном объекте (нефтяной танкер, подводный переход нефтепровода); 2) пересечение водного объекта с транспортировкой железнодорожным и автомобильным (мосты), трубопроводным транспортом (подводные переходы); 3) попадание с суши (источник на суше). Установив источник аварийного разлива нефти, рассчитываются параметры аварии, одним из основных является объем разлившейся нефти  $V_H$ , получаемый при анализе общей информации об аварии, а так же разнотипной пространственной и атрибутивной информации

$$V_H = V(S, P), \quad (1)$$

$$P = \{P_1, P_2, \dots, P_k\}, \quad k = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где  $S$  – атрибутивные характеристики источника аварии (диаметр трубы, объем цистерны);  $P$  – множество пространственных данных

$$P_1 = (x_a, y_a), \quad P_2 = \{(x_{zad}, y_{zad})_i\}, \quad P_3 = \{(x_i, y_i, h_i)\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где  $P_1$  – координаты места попадания нефти в водный объект;  $P_2$  – координаты отсекающих задвижек;  $P_3$  – координаты и значения высотных отметок и др.

Например, при аварии на магистральном нефтепроводе общий объем излившейся нефти определяется суммой объемов нефти, вытекшей из нефтепровода: с момента аварии  $\tau_A$ , до остановки перекачки  $\tau_o$  ( $V_1$ ), с момента остановки перекачки до закрытия задвижек ( $V_2$ ), после закрытия задвижек ( $V_3$ )

$$V_H = V_1 + V_2 + V_3 = Q_1(t_o - t_A) + \sum_{i=1}^n Q_i t_i + pD^2 l' / 4, \quad (4)$$

где  $Q_1$  – расход нефти через место повреждения; расход  $Q_i$  нефти через дефектное отверстие для  $i$ -го интервала времени;  $D$  – диаметр трубы;  $l'$  сумма длин участков нефтепровода между перевальными точками или 2-мя смежными с местом повреждения задвижками. В случае, когда характеристики аварии не известны, максимальные объемы разлившейся нефти рассчитывается на основании требований нормативных документов МЧС по характерным свойствам

источника аварии.

На основе анализа и обработки пространственной информации о месте аварии определяется тип водного объекта в ГИС, в который попала нефть, который существенно влияет на расчет основных характеристик распространения нефти. При этом линейный водный объект представлен в базе данных ГИС как ломаная линия

$$R_L = \{(x_i^L, y_i^L)\}, \text{ где } i = \overline{1, k_L}, \quad (5)$$

полигональный водный объект как совокупность ломанных линий, ограничивающих этот водный объект

$$R_P = \{\Gamma_j\}, \quad j = \overline{1, k_P} \text{ где } \Gamma_j = \{(x_i^j, y_i^j)\}, \quad j = \overline{1, k_{\Gamma_j}} \quad (6)$$

где  $k_L, k_P, k_{\Gamma_j}$  – количество пар координат описывающих соответствующую линию.

Время, через которое фронт опасно загрязненных масс воды достигнет заданного створа рассчитывается в соответствии с методикой принятой в Росгидромете:

$$T_x = T_{st} - t_c = \frac{L_x}{3,6V_*} - \frac{0,469 \times 0,9}{V_*} \sqrt{\frac{43000 \times H_* \times c_*^{-2,63} \times L_x}{3,6}}, \quad (7)$$

где  $T_{st}$  – время прохождения речной волны от места аварии до заданного створа,  $t_c$  – время, за которое центр нефтяного пятна достигнет заданного створа,  $H_*$  – среднее значение глубины водного объекта,  $V_*$  – средняя скорость течения на заданном участке,  $L_x$  – расстояние до заданного створа, являющееся пространственной характеристикой, существенно зависящие от места возникновения аварии,  $c_*$  – коэффициент Шези.

В зависимости от типа водного объекта (линейный или полигональный) и времени добегания нефтяного пятна до соответствующего створа рассчитываются пространственные характеристики нефтяного пятна (площадь  $S$  и длина  $D$ ):

$$\begin{cases} S_a = f_a(R, T_x, P_a) \\ D_a = g_a(R, T_x, P_a) \end{cases}, \quad a = \begin{cases} 1 - \text{полигональный водный объект,} \\ 2 - \text{линейный водный объект,} \\ 3 - \text{комбинация линейного и полигонального объекта,} \end{cases} \quad (8)$$

где  $P_a$  – множество пространственных характеристик водного объекта соответствующего типа.

Выражения (5)–(8) служат основой при принятии решения – выбор места установки боновых заграждений на водном объекте и прибытия аварийно спасательных формирований к створу с координатами

$$(X, Y) = F((R_P, R_L), S_a, D_a, MAR, t, Brig, C_i), \quad (9)$$

где  $MAR$  – множество маршрутов следования ремонтных бригад;  $t$  – время распространения нефтяного пятна;  $Brig$  – совокупность мест базирования ремонтно-восстановительных бригад;  $C_i$  – набор слоев, составляющий карту.

Предложенные соотношения позволяют производить формальное описание всех необходимых типов и процедур совместной обработки картографической и атрибутивной информации, необходимой для расчета распространения нефтяного пятна.

**В третьей главе** проведен системный анализ предметной области, включающий в себя разработку функциональной и информационной модели проектируемой системы, а также алгоритмов анализа и извлечения из базы данных наиболее подходящего варианта действий по локализации и ликвидации аварийных разливов нефти, соответствующего рассчитанным характеристикам нефтяного пятна.

На основе разработанной информационной модели была создана база геоданных (БГД), которая содержит картографические и атрибутивные данные необходимые для расчета распространения нефтяного пятна и поддержки принятия решений, ее структура представлена на рис. 3.



Рисунок 3. Фрагмент структуры базы геоданных разрабатываемой системы поддержки принятия решений при аварийных разливах нефти по водным объектам

Для обеспечения информационной поддержки процесса принятия решений при ликвидации аварийного разлива нефти по водным объектам выявлены основные функции по обработке пространственных и атрибутивных данных: определения места аварии, определения объема излившейся нефти; анализ водного объекта; расчет характеристик нефтяного пятна, формирование рекомендаций для лиц, принимающих решения, о совокупности мер по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций, и на их основе предложен алгоритм обработки информации для поддержки принятия решений при аварийном разливе нефти по водным объектам (рис. 4).

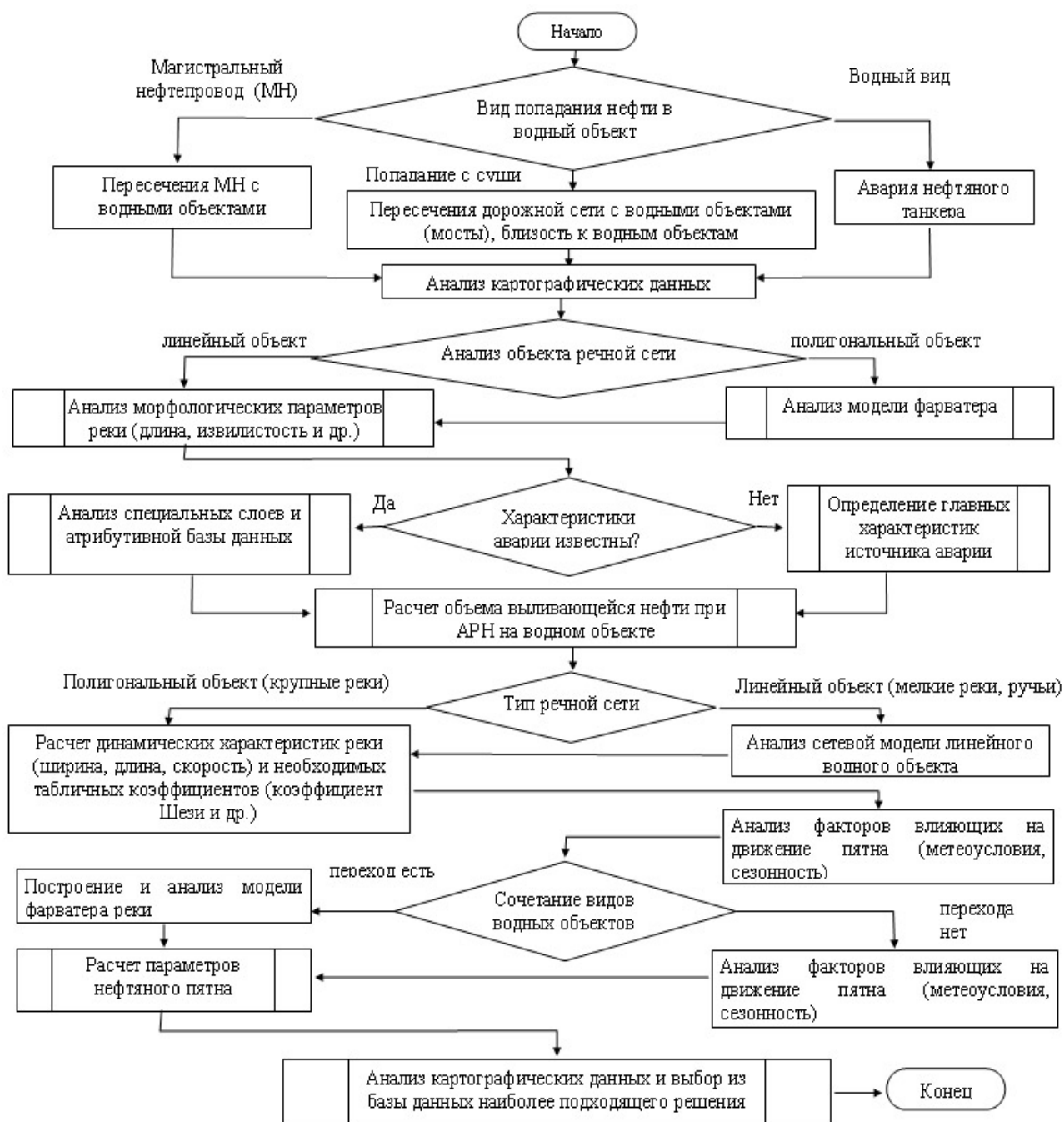


Рисунок 4. Алгоритм обработки информации для поддержки принятия решений при аварийных разливах нефти по водному объекту

Разработанная структура БД и алгоритмы извлечений подходящих решений по локализации и ликвидации разливов нефти положены в основу разработки ГИС поддержки принятия решения как для предприятий нефтяной отрасли, так и государственных органов.

**В четвертой главе** приводится практическая реализация разработанных алгоритмов и методов описания пространственных и атрибутивных данных, метода расчета основных характеристик распространения нефтяного пятна в геоинформационных системах поддержки принятия решений при аварийных разливах нефти по водным объектам на примере предприятия нефтяной отрасли и государственного контролирующего органа, а так же проведен анализ эффективности разработанных систем.

Разработанная система, интерфейс и структура которой представлены на рис. 5 и 6, позволяет автоматизировать основные функции по обработке пространственной информации: поиск объектов, их отображение, выбор параметров расчета характеристик нефтяного пятна, извлечение из БД наиболее подходящего варианта решений и другие. Выходные документы содержат информацию, необходимую для принятия решений по ликвидации аварии или контроля за этим процессом со стороны контролирующих органов: характеристику места аварии, общий объем излившейся нефти; характеристики нефтяных пятен (длина, площадь, ближайшие населенные пункты); рубежи установки спецсредств ликвидации аварии, маршруты выдвижения служб реагирования, план действий по ликвидации и локализации аварии для построенной модели распространения пятна нефти (рис. 7).



Рисунок 5. Интерфейс ГИС поддержки принятия решений при АРН по водным объектам (на примере предприятия нефтяной отрасли)



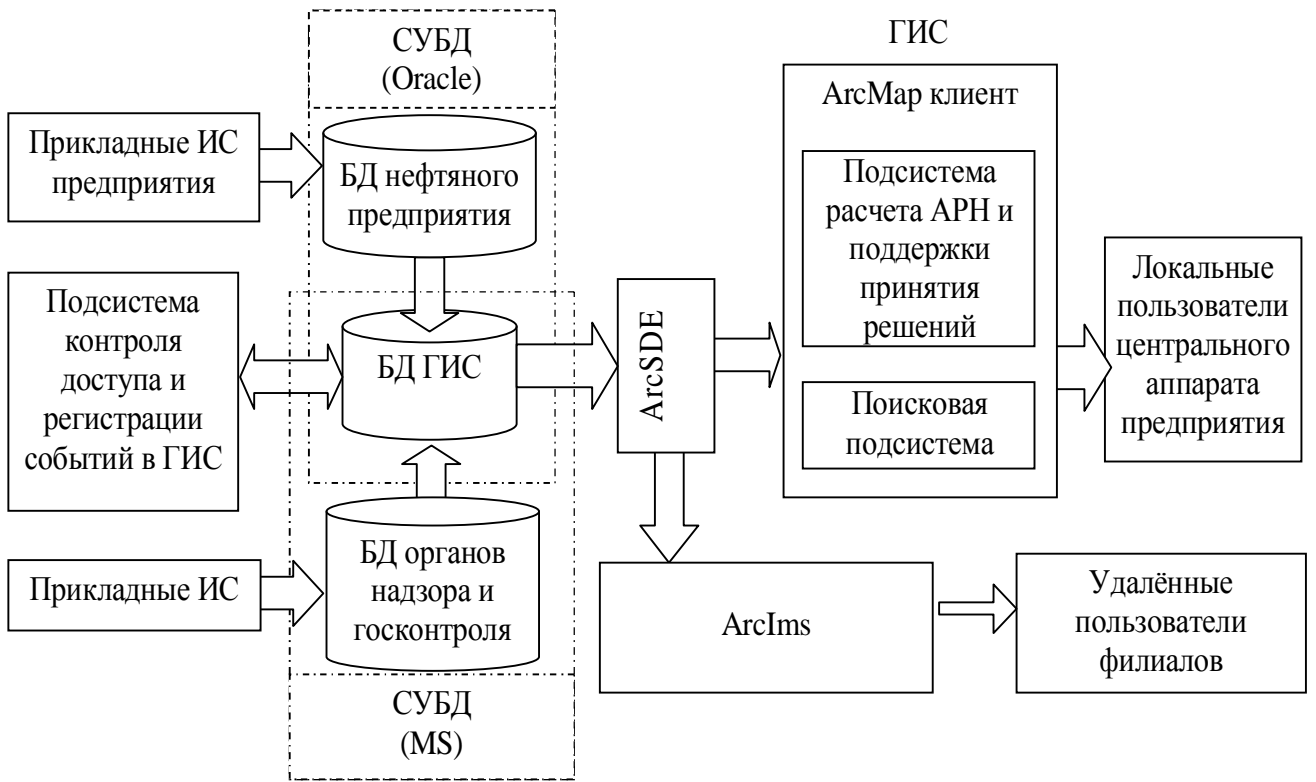


Рисунок 6. Логическая структура ГИС поддержки принятия решений при АРН по водной объектам

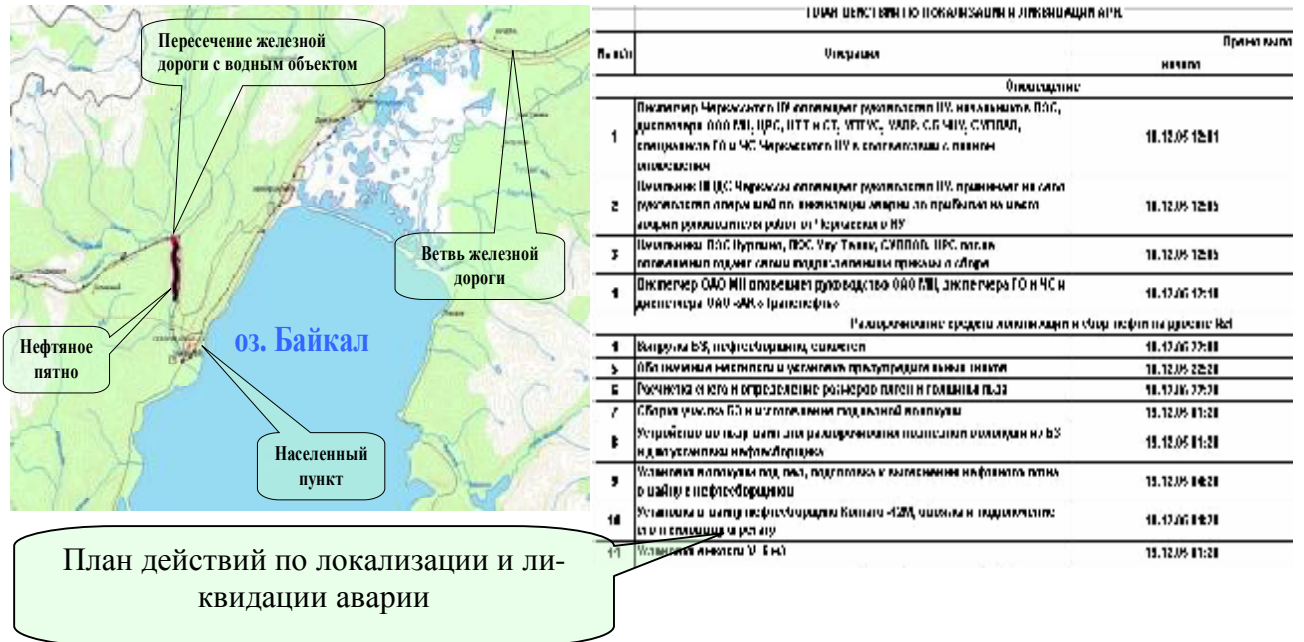


Рисунок 7. Пример использования системы поддержки принятия решений при аварийном разливе нефти по водным объектам



Результаты разработанного метода расчета характеристик нефтяного пятна сравнивались с лабораторными данными и полевыми экспериментами специалистов Государственного Гидрологического Института. Полученные результаты показали, что отклонение рассчитанных характеристик нефтяного пятна различаются не более чем на 10%. В работе также рассчитан возможный ущерб окружающей природной среде от разлившейся нефти (таблица 1) для различных вариантов решений по локализации и ликвидации аварийных разливов нефти на примере магистрального нефтепровода.

Таблица 1. Возможный ущерб окружающей среде от АРН

Номер рубежа	Длина нефтяного пятна (м)	Площадь нефтяного пятна (м <sup>2</sup> )	Объем вылившейся нефти (м <sup>3</sup> )	Плата за загрязнение окружающей среды (млн. руб.)
№1	50	800	100	0,1
№2	6848	320486	1000	0,617
№3	13342	672489	5000	3,076
№4	22077	1113137	7000	8,296

Таким образом, повышение оперативности принятия решений и действий по ликвидации и локализации АРН позволяет оперативно определять характеристики распространения аварийных разливов нефти и сократить время на принятия решения по ликвидации АРН и за счет этого сократить экономический ущерб для предприятий нефтяной отрасли и отрицательное влияние на окружающую среду и население.

Разработанная система также используется при проведении плановых учений, разработке нормативно-регламентирующие документов: планов ликвидации аварийных разливов нефти, деклараций безопасности опасных объектов и производств, направленных на повышение безопасности.

В приложении представлены структура БД в виде таблиц, примеры текстов и описания программ, а так же различные варианты расчета параметров аварийных разливов нефти и порядка действий по их локализации.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1) На основе результатов произведенного анализа причин возникновения аварийных разливов нефти выявлены и установлены наиболее характерные источники и места попадания нефти в водный объект, позволившие сформулировать задачи и требования к информационной технологии по обработке информации для планирования действий по локализации и ликвидации аварийных

разливов нефти.

2) Разработан метод совместного описания атрибутивной и пространственной информации, сущность которого заключается в объединении в единую информационно-технологическую модель различных этапов обработки пространственной информации, возникающей в процессе локализации и ликвидации аварийных разливов нефти на водном объекте.

3) Разработан метод расчета основных характеристик распространения нефтяного пятна по водным объектам, учитывающий различные виды представления водных объектов в ГИС (линейный, полигональный, комбинированный), динамические и морфологические характеристики водных объектов и условия окружающей среды.

4) Разработаны комплекс алгоритмов выбора из БД ГИС необходимых действий при АРН по водным объектам на основе анализа картографической и атрибутивной информации об аварии и рассчитанных характеристиках нефтяного пятна.

5) Разработана геоинформационная система поддержки принятия решений при аварийных разливах нефти по водным объектам, которая находится в опытной эксплуатации на одном из предприятий нефтяной отрасли и в государственном контролирующем органе. Результаты их внедрения показали адекватность расчета характеристик аварийного разлива нефти реальным авариям (расхождение с экспериментальными данными менее 10%), значительное снижение времени на расчет и отображение характеристик распространения нефтяного пятна и сокращение ущерба окружающей среде.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ В РАБОТАХ**

### ***В рецензируемых журналах из списка ВАК***

1. Анализ возможных последствий от аварийных разливов нефти для населения и прилегающих территорий на основе различных видов геоинформационного моделирования / А.Ф. Атнабаев, Р.Н. Бахтизин, Р.З. Нагаев, С.В. Павлов, Г.М. Сайфутдинова // Нефтегазовое дело. 2004. № 2. – С. 193–198.

2. Оценка последствий аварийных разливов нефти на магистральных нефтепроводах / А.Ф. Атнабаев, Р.Н. Бахтизин, С.В. Павлов, Г.М. Сайфутдинова // Нефтегазовое дело. – 2006. № 4.– С. 317–321.

### ***В других изданиях***

3. Применение геоинформационных систем для анализа возможных последствий от аварийных разливов нефти на магистральных нефтепроводах /

А.Ф. Атнабаев, Р.Н. Бахтизин, Р.З. Нагаев, Г.М. Сайфутдинова // Компьютерные науки и информационные технологии CSIT'2004: матер. междунар. конф. Будапешт, Венгрия, 2004. С.50–53

4. Анализ возможных последствий от аварийных разливов нефти с применением геоинформационных технологий / А.Ф. Атнабаев, Р.Н. Бахтизин, Р.З. Нагаев, С.В. Павлов, Г.М. Сайфутдинова // Интеллектуальная служба нефтегазовой отрасли: анализы, решения, перспективы / Уфа : УГНТУ, 2004. С.198–202.

5. Разработка модели стекания нефти и нефтепродуктов по линейным географическим объектам ГИС / А.Ф. Атнабаев, О.А. Ефремова, С.В. Павлов, Г.М. Сайфутдинова // Вопросы управления и проектирования в информационных и кибернетических системах : межвуз. науч. сб. Уфа : УГАТУ, 2005. С.96–102.

6. ГИС – модели для анализа последствий аварийных разливов нефти / А.Ф. Атнабаев, Р.Н. Бахтизин, Р.З. Нагаев, О.А. Ефремова, С.В. Павлов, Г.М. Сайфутдинова // ArcReview. Современные геоинформационные технологии. М. 2005. № 1 (32). С. 18–19.

7. Разработка подсистемы моделирования аварийных разливов нефти в структуре геоинформационной системы ОАО «Уралсибнефтепровод» / А.Ф. Атнабаев, Р.Н. Бахтизин, Р.З. Нагаев, С.В. Павлов, Г.М. Сайфутдинова // Компьютерные науки и информационные технологии : матер. VII междунар. науч.-практ. конф. Уфа–Ассы, 2005. Т. 2. С. 243–247.

8. Геоинформационное моделирование аварийных разливов нефти по крупным и мелким рекам / А.Ф. Атнабаев, С.В. Павлов, И.А. Галлямов // Проблемы и перспективы внедрения информационных технологий в Росводресурсах: матер. Всероссийского совещания Федерального агентства водных ресурсов. Уфа : УГАТУ, 2005. С. 69-75

9. Прогнозирование аварийных разливов нефти по водным объектам на примере подсистемы МАРН в составе ГИС ОАО «Уралсибнефтепровод» // А.Ф. Атнабаев / Интеллектуальные системы обработки информации и управления: сб. ст. региональной зимней шк.-сем. аспирантов и молодых ученых. Уфа : Технология, 2006. С.135–140.

10. Построение модели стекания нефти на суше и водной поверхности с применением современных геоинформационных систем / А.Ф. Атнабаев, С.В. Павлов, Г.М. Сайфутдинова // Компьютерные науки и информационные технологии: материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. Карлсруе, 2006. Т. 2. С. 120–124.

11. Моделирование аварийных разливов нефти для трубопроводного транспорта на основе геоинформационных технологий / А.Ф. Атнабаев, Р.Н. Бахтизин, С.В. Павлов, Г.М. Сайфутдинова // Хазарнефгазятаг-2006 : матер. Междунар. конф. Баку, 2006. С. 15–23.

12. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2006613616. Подсистемы моделирования аварийных разливов нефти (подсистема МАРН) / А.Ф. Атнабаев, С.В. Павлов [и др.], М. : РосПатент, 2006.

13. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2006613615. Геоинформационная система на технологическом участке Ленинск-Нурлино ОАО «Уралсибнефтепровод» (ГИС ППР) / А.Ф. Атнабаев, С.В. Павлов [и др.], М. : РосПатент, 2006.

14. Свид. об офиц. рег. базы данных № 2007620007. Базы данных геоинформационной системы на технологическом участке Ленинск-Нурлино ОАО «Уралсибнефтепровод» / А.Ф. Атнабаев, С.В. Павлов [и др.], М. : РосПатент, 2007.

15. Анализ существующих моделей распространения нефти и нефтепродуктов по водной поверхности рек // А.Ф. Атнабаев / Интеллектуальные системы обработки информации и управления: сб. ст. 2-й региональной зимней шк.-сем. аспирантов и молодых ученых,- Уфа : Технология, 2007. Т. 1. С. 114–119.

Диссертант

А.Ф. Атнабаев

АТНАБАЕВ Андрей Фарагатович

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ  
АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВАХ НЕФТИ  
ПО ВОДНЫМ ОБЪЕКТАМ  
НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка  
информации

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Подписано в печать 18.09.07. Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman.  
Усл. печ. л. 1,0. Усл. кр.-отт. 1,0. Уч.-изд. л. 1,0.  
Тираж 100 экз. Заказ № 463

ГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет  
Центр оперативной полиграфии УГАТУ  
450000, Уфа-центр, ул. К.Маркса, 12