



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра природопользования и устойчивого развития
полярных областей

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Бакалаврская работа)

На тему: Использование геоинформационных систем при
аварийных разливах нефти

Исполнитель: Таширева Светлана Андреевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель: Доктор биологических наук,
(ученая степень, ученое звание)
Лекомцев Пётр Валентинович
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

К.г.н., профессор Макеев Вячеслав Михайлович

«17» сентября 2017г.

Санкт-Петербург

2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Аварийные разливы и планирование мероприятий по ликвидации последствий.....	6
1.1 Опасность разливов нефти и продуктов ее переработки для прилегающих территорий и населения.....	7
1.2 Планирование мероприятий по ликвидации аварийных разливов нефти.....	10
2. ГИС программы, используемые при прогнозировании аварийных разливов и ликвидации последствий.....	16
2.1 Анализ ГИС и программ, используемых при прогнозировании аварийных разливов нефти.....	18
2.2 Анализ ГИС и программ, используемых при планировании мероприятий по ликвидации последствий.....	22
3. Анализ ГИС программ, используемых при прогнозировании аварийных разливов и планировании мероприятий ликвидации последствий.....	27
3.1 ArcGIS.....	27
3.2 ERDAS Imagine.....	29
3.3 ENVI.....	31
Заключение.....	35
Список использованной литературы.....	37
Приложение А.....	39
Приложение Б.....	40
Приложение В.....	41
Приложение Г.....	42

Введение.

На сегодняшний день геоинформационные системы (ГИС) являются стандартным инструментом для решения ряда проблем, связанных с возникновением природных и антропогенных явлений. Благодаря возможности хранить, обрабатывать, анализировать и визуализировать в структурированной электронной форме немалые объемы разнородных данных, появляется возможность предоставлять необходимую информацию для планирования необходимых мер и снижения воздействия этих событий.

Добыча и транспортировка нефти во всем мире продолжает расти. Так же возрастает риск катастрофического разлива, и мы должны предвидеть и быть подготовленными к ним. Загрязнение нефтью в качестве серьезной экологической катастрофы приводит к значительному, долгосрочному воздействию на окружающую среду, экологию и социально-экономическую деятельность загрязненной зоны. Крупные разливы нефти представляют общественный интерес и обычно под контролем властей. Но небольшие разливы нефти, как правило, бесконтрольны и имеют меньший общественный интерес.

Актуальность работы. Опасность разливов нефти и нефтепродуктов создаёт потребность в их прогнозировании, планировании мероприятий по ликвидации, а также оценки ущерба от происшествия. Поскольку это требует обработки огромных объёмов информации и проведения быстрых расчётов, достаточно сложно обойтись без использования современных средств обработки и вычисления. Одним из таких являются геоинформационные системы и программы.

Объектом исследования являются геоинформационные системы.

Предметом исследования – геоинформационные системы и программы, используемые для прогнозирования аварийных разливов нефти и нефтепродуктов и ликвидации последствий.

Цель дипломной работы - оценка возможности применения геоинформационных систем при аварийных разливах нефти.

Задачи, поставленные в связи с указанной целью:

1. Изучить возможные источники утечки нефти и нефтепродуктов, последствия разливов и их влияние на окружающую среду;
2. Ознакомиться с нормативно-правовой базой в области планирования мероприятий по ликвидации аварийных разливов;
3. Провести анализ геоинформационных систем и программ, используемых при прогнозировании разливов, планировании мероприятий по ликвидации последствий, оценке ущерба;
4. Изучить возможности конкретных программ, используемых при прогнозировании разливов и планировании мероприятий по ликвидации последствий;

Работа состоит из введения, трёх разделов, заключения, списка используемой литературы.

Введение содержит актуальность работы, определяет цель, задачи и методы исследования.

В первой главе описана проблематика аварийных разливов нефти, возможные источники утечки, последствия разливов и их влияние на прилегающую территорию и население. Так же рассмотрены выдержки из постановления Правительства РФ «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации»

Во второй главе были изучены ГИС программы, используемые при прогнозировании аварийных разливов и ликвидации последствий, рассмотрены возможности некоторых программных продуктов, таких как ArcSDE, LandMark, ArcGIS, ESRI-ARC/INFO, ARCVIEW, OSCAR. Рассмотрена роль карт чувствительности в разработке плана ликвидации аварийных разливов нефти.

Третья глава посвящена изучению конкретных программ: ArcGIS, ERDAS Imagine, ENVI. Была проведена оценка возможностей использования данных программ при аварийных разливах нефти.

В заключении приводятся выводы по работе.

Личным вкладом в данную работу является оценка роли геоинформационных систем при аварийных разливах нефти, а также при их прогнозировании, планировании и непосредственно ликвидации последствий.

Список используемой литературы включает 16 наименований, работа имеет 4 приложения.

1. Аварийные разливы нефти и планирование мероприятий по ликвидации последствий

В любой день, сотни, если не тысячи, разливов, могут произойти по всему миру во многих средах: на суше, на море и во внутренних пресноводных системах. Зачастую, эти разливы небольшие по объёмам и их быстро ликвидируют или они разлагаются естественным способом. Когда происходят «катастрофические» аварийные разливы, они получают значительное освещение в СМИ и предаются общественности, и, к счастью, довольно редкие.

Разливы идут при разведке и добыче, транспортировке по трубопроводам и железнодорожным путям на нефтеперерабатывающие заводы и до потребителей нефти. Основные источники утечки - производственные объекты, резервуары хранения топлива для машин, автоцистерны, станции технического обслуживания, масляные баки отопительных приборов, а также множество других источников. Аварии происходят из-за структурных отказов, эксплуатационных ошибок, неблагоприятных погодных условий, землетрясений, человеческих ошибок и небрежности, и даже вандализма или терроризма.

Следует так же учитывать не только источник, но и вид продукта. Это может быть, как сырая нефть, так и огромное разнообразие нефтепродуктов; тяжёлое, трудно устранимое, или лёгкое, менее стойкое, но очень токсичное топливо. Отсюда разнообразие последствий, вызванных разливом. Тип нефтепродукта, его количество, сезон, близость чувствительных к загрязнению ресурсов, погодные условия, течения - всё это определяет размер ущерба, а также меры, необходимые для устранения аварии.

Риск разливов нефти вызывает много вопросов планирования и политики - разрешения или запрещения увеличения объёмов транспортировки нефти, развития способности быстро реагировать и оправиться от возможных бедствий разлива.

Одним из путей сокращения последствий от аварийных ситуаций считается планирование и исполнение мероприятий по предупреждению и подготовке к ликвидации образовавшихся опасных ситуаций. Следует заранее оценить возможные последствия аварий и их воздействие на прилегающую территорию и население. В целях обеспечения эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, защиты населения и окружающей природной среды от их вредного влияния Правительством Российской Федерации был разработан и утвержден комплекс нормативных документов [1,2]. На их основании приняты требования, обязывающие организации выработать планы по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ПЛАРН). Между тем, есть ряд недочетов, не позволяющих в полной мере давать информацию о пространственно распределенных объектах, что усложняет распознавание участка излившейся нефти, подсчет сил и средств, необходимых для ликвидации аварийных ситуаций.

1.1 Опасность разливов нефти и нефтепродуктов для прилегающих территорий и населения

Экологические последствия разливов трудно прогнозировать, ввиду невозможности принять во внимание все последствия нефтяного загрязнения.

После разлива нефти на воде, она имеет тенденцию к распространению пятном над водной поверхностью. Особенно это касается более легких продуктов, таких как бензин, дизельное топливо и легкие масла, которые образуют очень тонкие плёнки. Тяжелая нефть распространяется плёнкой, толщиной в несколько миллиметров, а также опускается (тонет) и движется под толщей воды или вдоль поверхности в зависимости от течения и приливов.

Нефтепродукты растекаются горизонтально над поверхностью воды даже при полном отсутствии ветра и потоков воды. Это распространение обусловлено силой тяжести и межфазным натяжением между нефтью и водой.

Спустя время, влияние гравитации на нефть уменьшается, но сила межфазного натяжения продолжает распространять загрязнение. Переход между этими силами происходит в первые несколько часов после разлива. В дальнейшем метаморфозы происходят под влиянием погоды, ветра и волн.

Нефтяная пленка нарушает энерго-, тепло-, влаго- и газообмен загрязненной водной поверхности с атмосферой, изменяет цвет воды, pH, придает ей специфический вкус и запах, а главное - вызывает нарушение физиологической активности у гидробионтов, млекопитающих и растений.

Во время аварийного разлива не происходит одномоментной гибели всех живых организмов вокруг, однако, долгосрочное воздействие оказывает крайне негативное влияние. Особенно это сказывается на организмах, обитающих в прибрежной зоне.

Птицы, проводящие на воде большую часть жизни очень уязвимы к разливам нефти. Нефть разрушает оперение и вызывает раздражение глаз. Зачастую гибель происходит из-за понижения температуры воды. Средние и крупные разливы нефти вызывают гибель до 5 тысяч птиц [16]. По данным Международного исследовательского центра спасения птиц (IBRRC), для того, чтобы очистить от нефти одну птицу, необходимы 2 человека, 45 минут времени и около одной тысячи литров чистой воды. После этого птице требуется время для обогрева и адаптации. Её нужно кормить, оберегать от стресса, который вызван шоком от загрязнения нефтяной плёнкой и близким общением с людьми [16].

Морские млекопитающие, имеющие мех, не меньше подвержены опасности. Нефть спутывает шерсть, и та теряет способность сохранять тепло. Так же от потери тепла страдают киты, на жировой слой которых нефть также влияет. Оказавшаяся в организм нефть может стать причиной желудочно-кишечные кровотечения, почечной недостаточности, интоксикации печени, нарушения кровяного давления. Пары от испарений нефти приводят к проблемам органов дыхания у млекопитающих, которые обитают в непосредственной близости с крупными разливами нефти. А те, кто смогли

покинуть зараженную территорию, в большинстве случаев, приносят большое потомство.

Рыбы подвергаются воздействию разливов нефти в воде при потреблении загрязненной пищи и воды, а также при соприкосновении с нефтью во время движения икры. Гибель рыбы происходит обычно при серьезных разливах нефти. Крайне чувствительны к воздействию нефти личинки и молодь рыб, находящиеся на поверхности воды или мелководье, они, как правило погибают. Также сырая нефть и нефтепродукты отличаются разнообразием токсичного воздействия на разные виды рыб. Концентрация 0,5 миллионной доли или менее нефти в воде способна привести к гибели форели [16].

Загрязнение нефтью почвы ведёт к интенсивным изменениям химического состава и структуры. Смолы и тяжелые металлы, содержащиеся в нефтепродуктах, значительно изменяют водно-физические свойства почвы и являются токсичными для организмов. Насыщение нефтью и её продуктами почвы в районе загрязнения, угнетает фотосинтетическую активность растений и оказывает негативное влияние на почвенных животных, провоцируя их гибель. Подвергшиеся интоксикации беспозвоночные почвенные микроорганизмы и бактерии, не способны качественно выполнять свои важнейшие функции, возложенные на них природой. Аналогичные техногенные катаклизмы причиняют значительный вред как животному, так и растительному миру.

Для человека вредным является попадание в организм нефти и её продуктов через воздух и воду или при употреблении пищи, контактировавшей с нефтью. В следствии этого происходит накопление вредных веществ, заболевания печени и верхних дыхательных путей, аллергические реакции и, даже, смерть. При разливе нефти в пресном водоёме местные жители могут испытывать проблемы с хозяйственной водой, т.к. коммунальные службы могут не справиться с очисткой воды, которая далее

поступает в водопровод. Дать оценку долговременного эффекта таких техногенных катастроф достаточно сложно.

Кроме того, происходит воздействие на объекты производственной и социальной сферы и объекты жизнеобеспечения - нарушение работы транспортных путей, инженерных коммуникаций, линий электропередач, тепло- и электростанций.

Сельскохозяйственные угодья подвергаются загрязнению, происходит деградация плодородного слоя. При загрязнении прибрежных зон становится невозможным рыболовство.

Источники водоснабжения и водосборные колодцы так же подвергаются загрязнению нефтью и нефтепродуктами, в следствии чего, наступает полная или частичная невозможность их использования.

1.2 Планирование мероприятий по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов

В зависимости от масштаба разлива нефти и нефтепродуктов на море можно выделить следующие категории ЧС:

- локальный - разлив от минимального уровня разлива нефти и нефтепродуктов до 500 тонн;
- региональный- разлив от 500 до 5000 тонн;
- федеральный - разлив более 5000 тонн.

Отталкиваясь от местоположения разлива и гидрометеорологических условий, степень ЧС может быть повышена.

Для федерального, регионального и локального уровней план разрабатывается отдельно, в зависимости от масштаба аварии.

Согласно постановлению Правительства РФ №613 от 21 августа 2000 г. (ред. от 14.11.2014) «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» и постановлению

Правительства РФ №240 от 15.04.2002 (ред. от 14.11.2014) «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации», «основными задачами планирования мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обусловленных разливами нефти и нефтепродуктов, являются:

- обоснование уровня возможной ЧС и последствий ее возникновения;
- утверждение главных принципов организации мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС на соответствующем уровне для определения достаточности планируемых мер с учетом состояния возможных источников ЧС, а также географических, навигационно-гидрографических, гидрометеорологических особенностей районов возможного разлива нефти и нефтепродуктов;
- исполнение наблюдения и контроля за социально-экономическими последствиями ЧС, мониторинга окружающей среды и обстановки на опасных производственных объектах и прилегающих к ним территориях;
- определение системы взаимодействия привлекаемых организаций, органов управления, сил и средств в условиях чрезвычайной ситуации, организация мероприятий по обеспечению взаимного обмена информацией;
- обоснование достаточного количества и состава собственных сил и средств организации для ликвидации ЧС, состоящих из подразделений спасателей, оснащенных специальными техническими средствами, оборудованием, снаряжением и материалами, аттестованных в установленном порядке, и/или необходимости привлечения в соответствии с законодательством других организаций, с учетом их дислокации;

- установление порядка обеспечения и контроля готовности к действиям органов управления сил и средств, предусматривающего планирование учений и тренировок, мероприятий по обеспечению профессиональной подготовки персонала и повышения его квалификации, создание финансовых и материальных ресурсов, а также поддержание в соответствующей степени готовности;
- составление ситуационного графика (календарного плана) проведения оперативных мероприятий по ЛЧС;
- осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на предупреждение ЧС и повышение устойчивости функционирования органов управления при возникновении чрезвычайной ситуации, а также экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от ЧС;
- планирование мероприятий по ликвидации последствий ЧС.» [1,2].

«Прогнозирование осуществляется относительно последствий максимально возможных разливов нефти и нефтепродуктов на основании оценки риска с учетом неблагоприятных гидрометеорологических условий, времени года, суток, рельефа местности, экологических особенностей и характера использования территорий (акваторий).

Целью прогнозирования является определение:

- возможных масштабов разливов нефти и нефтепродуктов, степени их негативного влияния на население и объекты его жизнеобеспечения, на объекты производственной и социальной сферы, а также на объекты окружающей природной среды;
- границ районов повышенной опасности возможных разливов нефти и нефтепродуктов;

- последовательности, сроков и наиболее эффективных способов выполнения работ по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.» [1,2].
- Мероприятия по локализации и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов считаются завершенными, после выполнения следующих этапов:
 - остановка сброса нефти и нефтепродуктов;
 - сбор разлившихся нефти и нефтепродуктов до максимально достижимого уровня, обусловленного техническими характеристиками используемых специальных технических средств;
 - размещение собранных нефти и нефтепродуктов для последующей их утилизации, исключающее вторичное загрязнение производственных объектов и объектов окружающей природной среды [1,2].

Дальнейшая деятельность по ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов, восстановление пострадавших территорий и водных объектов исполняются в согласии с программами по рекультивации земель и восстановлению водных объектов, которые получили утвердительное заключение государственной экологической экспертизы.

Отмеченные работы могут считаться завершенными при достижении допустимого уровня остаточного содержания нефти и нефтепродуктов (или продуктов их трансформации) в почвах и грунтах, донных отложениях водных объектов, при котором:

- исключается возможность поступления нефти и нефтепродуктов (или продуктов их трансформации) в сопредельные среды и на сопредельные территории;
- допускается использование земельных участков по их основному целевому назначению (с возможными ограничениями) или вводится

режим консервации, обеспечивающий достижение санитарно-гигиенических нормативов содержания в почве нефти и нефтепродуктов (или продуктов их трансформации) или иных установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации нормативов в процессе самовосстановления почвы (без проведения дополнительных специальных ресурсоемких мероприятий);

- обеспечивается возможность целевого использования водных объектов без введения ограничений [1,2].

Мероприятия по предупреждению и ликвидации аварийных разливов обязательно формируются на базе оценки вероятных последствий. Оценка проходит в два этапа:

1. до возникновения ЧС – по данным прогнозирования возможных последствий;
2. после возникновения ЧС – по данным разведки.

Высококачественное выполнение прогнозирования позволяет эффективно планировать мероприятия предупреждения разливов нефти и рассчитывать силы и средства, достаточные для ликвидации аварийных ситуаций.

Можно сделать заключение, что аварийные разливы нефтепродуктов способствуют ухудшению экологической ситуации. Разлив может произойти, когда и где угодно: во время разведочных работ или непосредственно во время нефтедобычи, при транспортировке танкером или по трубопроводу. Причиной аварии могут стать природные, но чаще техногенные факторы.

Большое влияние разливы оказывают на составляющие окружающей среды (птицы, млекопитающие, гидробионты, растительный мир) и прилегающую территорию.

Неблагоприятное воздействие на человека проявляется не только в ухудшении здоровья, но и в влиянии на объекты производственной и социальной среды и объекты жизнеобеспечения.

Локализация и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов предусматривает исполнение комплекса задач, используя различные методы и технические средства. Первостепенные мероприятия ликвидации аварийных разливов нефти обязаны быть сконцентрированы на локализации пятен для избегания распространения последующего загрязнения новых районов и сокращения площади загрязнения [6].

2. ГИС программы, используемые при прогнозировании аварийных разливов и ликвидации последствий

Разработка систем прогнозирования и ликвидации последствий аварийных разливов нефти на основе геоинформационных технологий получила особую актуальность. Она позволяет автоматизировать процедуру приема и обработки информации о чрезвычайных обстоятельствах, предоставлять геоинформационное моделирование разливов нефти, с учетом метеоусловий, характеристик местности и масштабов аварии.

Прогнозирование таких ситуаций помогает распределять человеческие и технические ресурсы, которые потребуются для их ликвидации и определить первоочередность действий. Однако, важно знать не только о размерах угрозы, но и о её местоположении, в особенности в связи с тем, как она способна подействовать на находящиеся неподалеку людей и материальные ценности [15].

Геоинформационные технологии со своей способностью учитывать достаточно большие объемы различной информации и быстро проводить необходимые расчеты - являются незаменимым инструментом.

Источники данных для создания ГИС:

- базовый слой;
- картографические данные (топографические и общие географические карты, карты административного и территориального деления, кадастровые планы), используемые в виде геодезических систем координат и плоских прямоугольных координат картографических проекций отправных материалов, геодезических координат и проекций создаваемых базовых карт, основываясь на которых, осуществляется создание цифровых моделей в ГИС и фактически реализуются все их задачи;

- данные дистанционного зондирования (ДДЗ): в том числе получаемые с помощью космических аппаратов и спутников данные.

Фотографии получают и передают на Землю с хранилищ данных съемочной аппаратуры, находящихся на различных орбитах. Данные снимки отличаются различными углами и уровнем обзора, а также детальностью визуализации объектов природной системы в различных диапазонах спектра, что даёт возможность справляться с широким спектром задач экологической направленности.

К способам дистанционного зондирования причисляют в том числе аэросъемку, наземные съемки, и другие бесконтактные методы, к примеру гидроакустические съемки морского дна, позволяющие получить его рельеф. Данные таких фотосъемок предоставляют как количественную, так и качественную информацию о разнообразных объектах природной среды;

- результаты геодезических замеров на местности, производимые нивелирами, теодолитами, электронными тахеометрами, GPS-приемниками и другими устройствами;
- данные государственной статистической службы по различным отраслям народного хозяйства, а также информацию со стационарных наблюдательных постов измерений (гидрометеорологические показания, данные о загрязнении окружающей среды и прочее);
- публицистические данные (справочники, книжные издания, монографии и статьи, включающие различные данные по обособленным видам географических объектов).

Спутники в качестве инструмента наблюдения для реагирования на нефтяные разливы могут фиксировать:

- изображения большой области за относительно короткий промежуток времени;

- изображения различной степени детализации;
- различные типы изображений в зависимости от используемого датчика;
- изображения в сложных метеоусловиях (в зависимости от датчика на борту).

Вдобавок к этому, процесс обработки и анализа снимков и окончательные результаты могут быть целиком автоматизированы. А на основании снимков возможно формирование дополнительных наборов данных. В конечном итоге, все результаты можно внедрять в программные обеспечения ГИС и отображать их с другими типами данных.

В ГИС крайне редко применяется лишь один вид данных, как правило это совокупность разноплановых данных на конкретно заданную территорию.

2.1 Анализ геоинформационных систем и программ, используемых при прогнозировании аварийных разливов нефти

Один из методов прогнозирования экологической ситуации – моделирование аварийных разливов нефти. Процесс моделирования системы предупреждения аварийных разливов и обеспечения экологической безопасности состоит из этапа построения модели местности, включающей в себя различные слои цифровой картографической информации, в том числе карты чувствительности, а также модель поведения нефти [5]. В результате ее построения, мы можем выполнить одну из главных задач прогнозирования - определение ущерба, который может быть нанесен природной среде и здоровью человека при возможном аварийном разливе.

В информировании об аварийном разливе, пространственный аспект является очень важным, т.к. требуется знать не только характер угрозы, но и точное местоположение. Благодаря этому можно правильно распределить технические и человеческие ресурсы и своевременно снизить негативное влияние на население и прилегающую территорию.

Объекты, где может произойти авария и для которых выполняется моделирование, могут быть представлены в виде точечных (резервуары, танкеры), линейных (трубопроводы) и полигональных объектов. Представление находится в зависимости от величины объекта и выбранного масштаба применяемых географических векторных карт местности.

Процесс моделирования проходит в несколько шагов.

1. Разработка трехмерной модели местности:

- создание геоинформационной модели территории, включающей разнообразные слои цифровой картографической информации (высоты, объекты геодезической сети, транспортная сеть, водные объекты, растительный покров);
- построение на основе отметок высот и изолиний триангуляционной поверхности рельефа (TIN);
- построение на основе TIN-модели – регулярной сетки поверхности (GRID) [3].

2. Создание маршрута стекания нефти.

В зависимости от местоположения аварии, разлив будет на водной поверхности или рельефе местности.

- обозначение маршрута на рельефе местности проходит на основе 3D модели территории, характеристик нефти и грунта, с помощью которых можно определить площадь/длину разлива и его направление.

Чаще всего в понижениях рельефа образуются участки скопления нефти, которые определяются сопоставлением «зеркал» плоскости на установленном уровне и рельефа.

Неотъемлемым условием является наличие ГИМ (геоинформационной модели) местности. ГИМ состоит из различных слоёв картографической информации в электронном виде и интегрируется с существующей

атрибутивной базой данных об объектах [3]. На основе ГИМ с поддержкой специализированных прикладных программных средств ГИС (*GRID, Spatial Analyst*) создается 3D модель рассматриваемой местности.

- Определение маршрута стекания нефти по водной поверхности (на примере реки) начинается с формирования картографической базы данных речной сети в виде линейных и полигональных геоинформационных объектов и определение её динамических характеристик.

Моделирование аварийного разлива по полигональным водным объектам содержит в себе:

- создание модели фарватера реки на исследуемой области;
- автоматизированный анализ русла реки и расчет направлений течения реки;
- необходимые характеристики речной сети (ширина, глубина, скорость течения реки, объем вылившейся нефти);
- построение модели движения нефтяного пятна, расчет числовых характеристик;
- создание и вывод текстовой и графической информации по результатам моделирования [3].

Таким образом, ГИС модель движения нефти по реке (как полигональный объект) определяет направление разлива нефтяного пятна, принимая во внимание все характеристики и факторы.

Моделирование аварийных разливов нефти по линейным водным объектам состоит из определения маршрута, динамических характеристик, характеристик речной сети (ширина, глубина, скорость течения и др.) и характеристик распространения пятна [8].

Итогом моделирования движения пятна по водной поверхности считается расчет в наибольшей степени значительных характеристик

загрязнения, таких как площадь, структура нефтяного пятна и концентрация загрязняющего вещества,

В дополнение к прогнозированию траектории, эти модели могут оценить сумму испарения, возможность эмульгирования, сумму растворения и траекторию растворенного компонента, качество и количество распространенного загрязнения в море и прибрежной зоне. Точное моделирование разлива очень важная часть планирования на случай чрезвычайных ситуаций и фактической ликвидации разливов.

Более полную картину позволяют получить разные аналитические программы. *ArcSDE* можно использовать с целью управления базами данных Windows или Linux, *LandMark* – для слияния поверхностных данных с подповерхностными, а для вывода графических данных и растровых изображений - *ArcGIS*. В итоге можно увидеть трехмерные сечения или представление 3D данных.

Модуль *ArcGIS* «Разлив нефтепродуктов» отдельно реализован для водной поверхности и суши. Специализирован для комплексного анализа разлива нефтепродуктов и также может быть использован в целях мониторинга ЧС.

Главные особенности модуля: оценка потенциальных стоков и мест скопления, работа с рельефом (сглаживание, наращивание преград); «грубая» и «точная» модели разлива нефтепродуктов с учетом характеристик нефтепродуктов, гидрометеорологических параметров, рельефа; динамическая визуализация процессов, формирование текстовых отчетов и др. [4].

Применение модуля позволяет провести комплексную оценку разливов, например, на нефтебазе (2-3 резервуарных парка, сеть технологических трубопроводов, несколько эстакад), в течение 1 дня. [4]

2.2 Анализ программ ГИС используемых при планировании мероприятий по ликвидации последствий

Для управления и принятия мер по предотвращению загрязнения нефтью и ликвидации последствий, создан ряд ГИС, которые основываются на геоинформационных технологиях и радиолокации. В них предусматривается использование космической информации, полученной в реальном времени, и геоинформационных модулей, находящихся в доступе в Интернете [14].

Возможность обнаружения нефтяных загрязнений растёт, благодаря интеграции и анализа в ГИС радиолокационных изображений и информации, извлекаемой из них.

Для поддержки принятия решений в ЧС используется информационно-моделирующая ГИС система, которая базируется на таких программах как *ESRI-ARC/INFO* и *ARCVIEW*. В случае возникновения аварийной ситуации, эта система предоставляет ранее собранную необходимую информацию.

Эта прогностическая система включает картографическую и фактографическую базы данных, а также блок моделирования, позволяющий прогнозировать распространение нефтепродуктов по поверхности земли, в зоне аэрации, в подземных и поверхностных водах. Прогноз реализуется либо путем решения дифференциальных уравнений переноса методом конечных разностей, как в случае переноса в зоне аэрации и подземных водах, либо с использованием известных аналитических решений, как в случае переноса в реках [7].

Результаты используются для анализа возможной области поражения территории и оценки степени риска для человека и элементов окружающей среды.

Информационно-моделирующую ГИС систему можно использовать для моделирования различных сценариев аварий, определения комплекса мер по предупреждению аварийности, разработки профилактических мероприятий

после аварии, а на проектной стадии выбрать оптимальную трассу трубопровода. [6]

Ещё один современный программный комплекс - информационная система *OSCAR (The Oil Spill Contingency And Response model)*. Разработана экспертами из Норвегии для имитации разливов и принятия решений в случае реальной ЧС. Плюсом программы является учет оперативно поступающих данных по гидродинамике и режиму ветра. Также, имеет возможность обновлять прогноз по распространению нефти в реальном времени, благодаря изображениям, получаемые со спутников или с воздуха.

Система имитационного моделирования OSCAR с успехом используется для решения оперативных задач в Норвегии, а также применялась компанией British Petroleum для осуществления прогнозирования в режиме реального времени во время инцидента с платформой «Deerwater Horizon» в Мексиканском заливе. Рассматриваемая модель может интегрироваться с другими системами, существующими в разных странах, для осуществления оперативного прогнозирования в режиме реального времени. [4]

Кроме того, существуют карты чувствительности, благодаря которым, у нас есть возможность незамедлительно определять приоритеты при ликвидации разливов, имитировать и предсказывать процессы, связанные с разливами нефти, а также оценивать ущерб, причиненный в следствии выброса нефти на берег [8].

Карты чувствительности представляются значимым инструментом для разработки наиболее пригодного варианта стратегии ликвидации разлива нефти. Благодаря учету многих разновидностей береговых линий и, что не менее важно, подверженных в наибольшей степени прибрежных зон, карты чувствительности разлива нефти обеспечивают незамедлительное и эффективное исполнение операций по ликвидации разлива нефти. Можно сказать, что разработка карт чувствительности к разливу нефти необходимо рассматривать как один из важных шагов в разработке ПЛАРН. Карты следует

включать в него, и они должны значиться одним из важнейших составляющих обеспечения готовности и выполнения мероприятий по ликвидации аварийной ситуации

Конечно карты чувствительности можно создавать, нанося данные непосредственно на бумажные карты или с помощью обычного графического/чертежного программного обеспечения, местные и государственные органы и промышленность допускают применение и всеобъемлюще используют специализированное программное обеспечение для работы с пространственными данными и картографической информацией, т.е. географическими информационными системами (ГИС).

Достоинства использования ГИС при разработки карт чувствительности:

- легкость конструирования и обновления карт чувствительности;
- совокупное использование информации и обмен информацией;
- хранение информации и управление информацией (изображения, статистика и т.д.);
- изготовление карт в удобном масштабе, с соответствующими слоями информации, а также в различных форматах (бумажный, PDF, интерактивные карты с использованием Интернета).

Проблемы использования данных и прав собственности, следует решить и урегулировать на начальной стадии проекта. Это также касается вопроса определения прав собственности на популяризацию вырабатываемых данных, и общее использование данных с другими организациями. Для обеспечения оперативной совместимости должным образом, следует облегчить обмен данными. По возможности, рекомендовано пользоваться стандартным программным обеспечением ГИС, пространственный формат данных и географический справочный материал.

Подводя итоги вышенаписанного, можно сказать, что ГИС используются как для планирования операций, так и для и принятия решений

в случае загрязнения нефтью. Они поддерживают интеграцию и обработку различного вида географической и геофизической информации и данных о пространственном положении, составе и чувствительности к загрязнению экосистем [14].

Сегодня модели сочетают самую свежую информацию о разливах нефтепродуктов, чтобы предсказать, куда нефть пойдет и в каком состоянии она будет. Их основным ограничением является отсутствие точной оценки тока воды и скорости ветра вдоль прогнозируемой траектории. Это, скорее всего, останется главным ограничением и в будущем.

Информационная поддержка экологической безопасности при ликвидации аварийного разлива на открытых участках акваторий, позволяет выбрать адекватный способ реагирования, применимый к определенным условиям окружающей среды и материально-технической базы команды реагирования с целью минимизации экологического и экономического ущерба.

Следует учитывать, что ответственность за окончательное решение возлагается на ликвидаторов, которые должны брать во внимание все значимые факторы для достижения максимальной эффективности при проведении операций по ликвидации разливов нефти.

3. Анализ ГИС программ, используемых при прогнозировании аварийных разливов и планировании мероприятий ликвидации последствий

Отличительной особенностью ГИС, дающей ей преимущество перед другими автоматическими информационными системами, является геоинформационная основа, т.е. цифровые карты и схемы, содержащие нужную информацию о земной поверхности. При этом цифровые карты должны обеспечивать:

- точную локализацию, систематизацию, выборочность и интеграцию поступающей и хранимой информации (единое адресное пространство);
- наглядность информации, и её полную картину, для принятия решений;
- возможность оперативного моделирования происходящих процессов и явлений;
- применимость автоматизированного расчёта задач, связанных с разбором отличительных свойств территории;
- возможность незамедлительного анализа ситуации при ЧС.

Рассмотрим основные ГИС программы, чтобы понять их возможности, области применения, основные инструменты работы, а также их различия.

3.1 ARCGIS

ArcGIS - семейство геоинформационных программных продуктов компании ESRI. Применяются для земельных кадастров, в задачах землеустройства, прогнозирования и оценки рисков, системы поддержки принятия решений и предоставления доступа к информации [10].

Программа дает возможность формировать огромное число карт, в том числе карты, доступные в Интернете и на мобильных устройствах,

крупноформатные печатные карты, карты в докладах и презентациях. Карта ArcGIS - интерактивная и отображает, объединяет и синтезирует слои географической и описательной информации из разнообразных источников.

ArcGIS позволяет обобщать материалы из нескольких источников, таких как географические базы данных, табличные данные из системы управления базами данных (СУБД), документов, электронных таблиц, фото- и видеоматериалов с географическими метками, KML, САД данных, данных реального времени с аэрокосмических и спутниковых изображений [10].

ArcGIS поддерживает множество рабочих потоков, что упрощает управление большими базами географических данных.

Система ArcGIS содержит множество аналитических инструментов и операций, которые применяются для решения широкого круга задач: от поиска объектов, соответствующих определенным критериям, до моделирования природных процессов или использования пространственной статистики для определения информации, которую может предоставить набор точек о распределении феномена.

Программные средства ArcGIS обеспечивают визуализацию итогов моделирования на электронных картах необходимого масштаба. Обладает широким спектром инструментов по вводу, обработке и анализу геоданных, вследствие этого программный модуль был написан в виде библиотеки (рис. 1).

Библиотека дает необходимые для моделирования разлива данные в требуемом и достаточном для анализа объеме [3].

В течении проведения пространственного анализа, выявляются все объекты, попадающие в зону загрязнения и все полученные сведения выводятся в виде карты сложившейся обстановки.

Ключевой этап работы программного модуля по моделированию разлива нефти - применение тематического слоя карты с геоданными о местности, на которой оно происходит. Основным слоем, на котором происходит моделирование является земная поверхность. Он представлен в

виде растра, где каждая ячейка имеет координаты (x, y) и высоту. далее с помощью панели инструментов к карте добавляется еще 2 слоя, участвующих в моделировании: слой направлений стоков и аккумулирующий слой [3] (рис. 2).

Следующим шагом необходимо задать параметры нефти, такие как плотность, вязкость, количество и указать возможное место аварии. (рис. 3).

После выполнения расчета, на растровом слое отображается пятно загрязнения. Полученные данные можно конвертировать в векторный формат или пользоваться этим растром для дальнейшего анализа полученных результатов. При подключении к карте остальных тематических слоев карты получается полная картина прогнозной обстановки [10] (рис. 4).

3.2 ERDAS Imagine

Erdas Imagine – является наиболее развитым коммерческим продуктом для обработки ДДЗ. Представляет собой набор средств для составления карт и выделения объектов с контролируемой и неконтролируемой классификацией, определение изменений на какой-либо территории, произошедшие в течении времени, а также конструирование моделей. В том числе, могут создаваться модели для описания природной среды и процессов, происходящих в ней.

Для определения спектральных характеристик разливов нефти используются данные дешифрования космических снимков и наземные исследования. Анализируя космические снимки разного периода, мы получаем возможность выделить территории и объекты нефтепромысла, которые могут быть обнаружены как разливы нефти.

ERDAS Imagine имеет доступ к самой разнообразной информации, что дает неограниченные возможности для анализа и управления географическими базами данных. Можно получить информацию не только по территориальному объекту, но и значение любого пикселя и связанную с ним информацию.

Наличие полного набора средств позволяет повышать читаемость изображения, тем самым расширяя его информативность.

ERDAS Imagine позволяет создавать модели для описания природной среды и процессов, происходящих в ней. Графический редактор алгоритмов ERDAS Imagine (Model Maker) позволяет интерактивно конструировать модели путем выбора операций из графического меню.

Еще одна возможность ERDAS Imagine - работа с векторно-топологической моделью данных. Можно создать полную географическую базу данных на исследуемую территорию, включая в нее и векторные электронные карты из векторных ГИС. Модуль Vector в ERDAS Imagine работает с векторно-топологической моделью данных ГИС ARC/INFO, обеспечивая уникальную комбинацию возможностей растровой и векторной ГИС в одном и том же пакете. [12]

Модуль Radar учитывает специфику данных РЛ съёмок и обеспечивает удаление «шумов», применяя различные методы коррекции и улучшения. Для надёжности поиска интересующих объектов, такие съёмки могут быть объединены с аэроснимками и спутниковыми многозональными снимками. При подготовке высокоточных карт – точная привязка космоснимков к местности и реальным координатам – незаменимая функция программы. Наряду с этим, производится привязка снимка к местности и редактирование картографических проекций. Для повышения точности используются данные, получаемые с приемников GPS (глобальной спутниковой системы позиционирования).

ERDAS Imagine позволяет создавать цифровые модели рельефа и цифровые ортофотопланы (снимки с наивысшей степенью коррекции, где устранены искажения, вносимые рельефом). При этом все операции выполняются программно, без использования специальной фотограмметрической аппаратуры. Модуль Digital Ortho в ERDAS Imagine использует фототриангуляцию для создания цифровой модели рельефа и цифровых ортофотопланов из отсканированных аэро- или космических

снимков. Полученную цифровую модель рельефа можно использовать для создания трехмерного перспективного изображения местности на основе аэрокосмического снимка, анализа рельефа, выбора местоположения объектов, выбора оптимальной трассы [9].

Составление карты разлива нефти, путем дешифрования космического снимка.

Сначала проводятся полевые обследования местности для описания общего состояния территории, основных типов ландшафтов, характерных для данной территории. Различные объекты, обнаруженные в ходе полевого исследования, привязывают при помощи GPS на карту. Эта карта служит основой для дешифрования. Проводится визуальный анализ снимка с целью выделения объектов, различных по оптической плотности, цвету и внутренней структуре, а также предварительная интерпретация этих объектов на основе полевых данных. Выделяются те, которые с высокой степенью вероятности можно определить, как разливы нефти.

3.3 ENVI

ENVI – программный продукт, обеспечивающий обработку данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), а также визуализацию изображения любого вида и размера. Области использования программного комплекса довольно обширны: лесное и сельское хозяйства, природопользование, нефтегазовый комплекс, добыча полезных ископаемых.

Основными преимуществами являются:

- интуитивно понятный интерфейс;
- лицензирован ведущими операторами космических данных;
- поддерживает широкий диапазон растровых и векторных форматов наиболее распространенных

геоинформационных систем, таких как ArcView, ArcInfo, MapInfo и многих др.;

- Интеграция с программными продуктами компании Esri: пользователь может работать, используя функционал ENVI в среде ArcGIS [17].

Отличительной чертой является наличие языка программирования Interactive Data Language (IDL). С его помощью можно автоматизировать существующие алгоритмы, а также создавать собственные; решить специализированные задачи, существенно расширив возможности программы.

Программа позволяет использовать мультиспектральные или гиперспектральные массивы данных, поскольку в ENVI входит поддержка неограниченного количества спектральных диапазонов, которые могут быть обработаны.

Если рассматривать базовую комплектацию программы, то можно увидеть, что она обладает всеми необходимыми инструментами для анализа данных и их обработки. Классифицированные по группам инструменты – еще одно отличительное удобство ENVI. Быстрый доступ к географической привязке по растровым и векторным данным. Другие наборы инструментов предназначены для выполнения коррекции и калибровки данных, создания и анализа ЦМР и ЦММ, а также спектрального анализа данных.

Наличие дополнительных модулей расширяет возможности использования программы.

Модуль атмосферной коррекции- АСМ (Atmospheric Correction Module) устраняет влияние атмосферных явлений (водяного пара, озона, молекулярного и аэрозольного рассеивания) и позволяет извлекать более точную информацию из данных ДЗЗ. Включает в себя два алгоритма, которые могут применяться при обработке мульти- и гиперспектральных снимков:

Quick Atmospheric Correction (QUAC) и Fast Line of sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes (FLAASH) [17].

DEM Extraction Module - модуль для создания высокоточных цифровых моделей рельефа (ЦМР) и местности (ЦММ) с использованием стереоизображений. Позволяет определять координаты точек, создавать векторные 3D-объекты.

Анализируя программные комплексы, можно сделать вывод, что лидером является пакет ArcGIS разработанный в Институте исследований систем окружающей среды (ESRI). Его многообразие функций в полной мере упрощает и упорядочивает сбор и хранение информации, проводит подробный пространственный анализ данных при решении общих и прикладных задач, таких как разведка месторождений, управление и контроль производства, прогноз нефте- и газоносности района, выбор и слежение за работой оборудования, мониторинг экологического состояния территорий в районах добычи, переработки, транспортировки нефти и газа, составление общих и специализированных карт и многое другое.

Многие нефтяные и газовые компании во всем мире широко используют возможности ArcGIS. Это программное обеспечение по сути уже является стандартом в отрасли. Мощь пакета реализуется в улучшении качества анализа при изысканиях и проектировании, а также на всех стадиях принятия стратегических и частных решений.

На сегодняшний день ArcGIS работает в связке с программным продуктом ENVI. Дополняя возможности друг друга, повышается функционал по обработке и анализу данных ДЗЗ.

ENVI for ArcGIS позволяет выполнять публикацию инструментов ENVI на сервере, тем самым делая их доступными для всех пользователей внутренней и внешней сети. При этом инструменты ENVI представляются как

сервисы при подключении пользователей к серверу, на котором установлены ArcGIS и ENVI for ArcGIS [11].

Функционирование ENVI for ArcGIS осуществляется в работе с инструментами и функциями ENVI на серверном уровне, которая осуществляется в три этапа: создание, публикация и использование.

В настоящее время дистанционный мониторинг мест добычи и транспортировки нефти с целью обнаружения и картирования разливов нефти очень востребован. ENVI, обеспечивающий обработку данных дистанционного зондирования Земли, обладает всеми необходимыми инструментами для анализа данных и их обработки.

ERDAS Imagine имеет набор средств для обработки ДДЗ составления карт, а также позволяет создавать модели для описания природной среды и процессов, происходящих в ней.

Все три программных комплекса можно использовать при аварийных разливах нефти. Они являются незаменимыми помощниками в обнаружении и ликвидации разлива, планировании мероприятий.

Заключение

Полноценное выполнение задач управления экологическим состоянием окружающей среды в районах разработки нефтяных месторождений и транспортировки нефти, находится в зависимости от регулярного анализа огромного объёма разнохарактерных данных, и решения большого количества задач. Точность и оперативность получения необходимых сведений является решающей в вопросах оптимизации природопользования.

Аварийный разлив нефти - это событие, время, место и масштаб которого трудно предугадать. Для решения задач по исследованию воздействия разливов нефти на различные объекты, особенно удобным инструментом являются геоинформационные системы (ГИС), позволяющие моделировать последствия аварийных ситуаций, давать оценку экологическому и экономическому ущербу.

Моделирование на основе ГИС дает возможность наглядно продемонстрировать маршруты стекания нефтепродуктов, рассчитать размеры загрязненной территории и длину маршрута разлива нефтепродукта. Это является фундаментом для оценки и расчета вредного воздействия аварийных разливов на население и территорию, а также для планирования мероприятий по ликвидации последствий этого разлива. Расчёт сил и средств для локализации и ликвидации, маршруты их выдвижения, можно отображать в картографической форме с помощью ГИС-технологий.

Применение ГИС-технологий при разработке ПЛАРН позволяет увеличить точность и корректность оценки последствий вероятных аварий, более качественно рассчитывать действия по ликвидации этих последствий.

В зависимости от скорости и полноты информации, а также правильности принятых решений зависит результативность ликвидации последствий аварийных разливов нефти. Для ограничения разливов нефти и нефтепродуктов на первоначальной стадии их возникновения важна комплексная оценка текущей обстановки, расчет развития ситуации в

соответствии с гидро- и метеорологическими условиями, а также планирования операций по ликвидации нефтяных разливов на водных объектах. Комплексная оценка обстановки возможна при соединении программной и технической реализации экологического мониторинга, а также при создании системы поддержки принятия управленческих решений.

Оценка ущерба от разливов нефти практически не рассматривается в научной литературе, хотя она очень значима с точки зрения возможностей, ведь процесс нефтедобычи ускоренными темпами распространяется на территории морского шельфа. Она требует сбора и обработки большого объема информации, особенности рельефа, флоры, фауны, течений, метеорологических условий. В этом помогают геоинформационные системы и карты чувствительности акваторий и территорий к нефтяному загрязнению.

Таким образом, поставленные задачи решены, цель дипломной работы достигнута.

Список использованной литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации № 240 от 15 апреля 2002 года «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации».
2. Постановление Правительства Российской Федерации № 613 от 21 августа 2000 года «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» с изменениями и дополнениями.
3. Алексеев В.В., Куракина Н.И., Желтов Е.В. Система моделирования распространения загрязняющих веществ и оценки экологической ситуации на базе ГИС // журнал "Информационные технологии моделирования и управления", №5(23), Воронеж, 2005.
4. Атнабаев А.Ф., Бахтизин Р. Н., Нагаев Р.З.. ГИС-модели для анализа последствий аварийных разливов нефти // (УГАТУ), Уфа, Башкортостан, Россия
5. Блиновская, экология [Текст]: учеб. пособие / . – Владивосток: Мор. гос. ун-т им. адм. , 2006. – 140 с. Блиновская, ликвидации разливов нефти и ее организационно-правовое обеспечение [Текст]: учеб. пособие / , , , . – Владивосток: Мор. гос. ун-т им. адм. , 2009. – 117 с.
6. Вылкован А.И., Венцюлис Л.С, Зайцев В.М., Филатов В.Д. Современные методы и средства борьбы с разливами нефти: Научно-практическое пособие. - СПб.: Центр-Техинформ, 2000.
7. Де Мерс, Майкл М. Географические информационные системы. Основы: Пер. с англ. М.: Дата+, 1999. - 490 с.
8. Павлов С.В., Гвоздев В.Е., Митакович С.А., Ефремова О.А., Плеханов С.В. Моделирование аварийных разливов нефти и нефтепродуктов для планирования действий в условиях ЧС. // ArcReview №3 (26), ДАТА+, г. Москва, 2003 г. – с. 15-16.

9. Шахраманьян М.А. ГИС для прогнозирования чрезвычайных ситуаций // Компьютера М.: Новые технологии, 2001. - №47. - С. 23-26.
10. Электронный ресурс удаленного доступа <https://www.arcgis.com/features/index.html>
11. Электронный ресурс удаленного доступа <https://www.esri-cis.ru/>
12. Электронный ресурс удаленного доступа <http://neftegaz.ru/>
13. Электронный ресурс удаленного доступа <http://au92.ru/>
14. Электронный ресурс удаленного доступа <http://www.gisa.ru>
15. Электронный ресурс удаленного доступа <http://gr-obor.narod.ru/>
16. Электронный ресурс удаленного доступа http://www.saveplanet.su/articles_71.html
17. Электронный ресурс удаленного доступа <https://sovzond.ru/>

Приложение А.

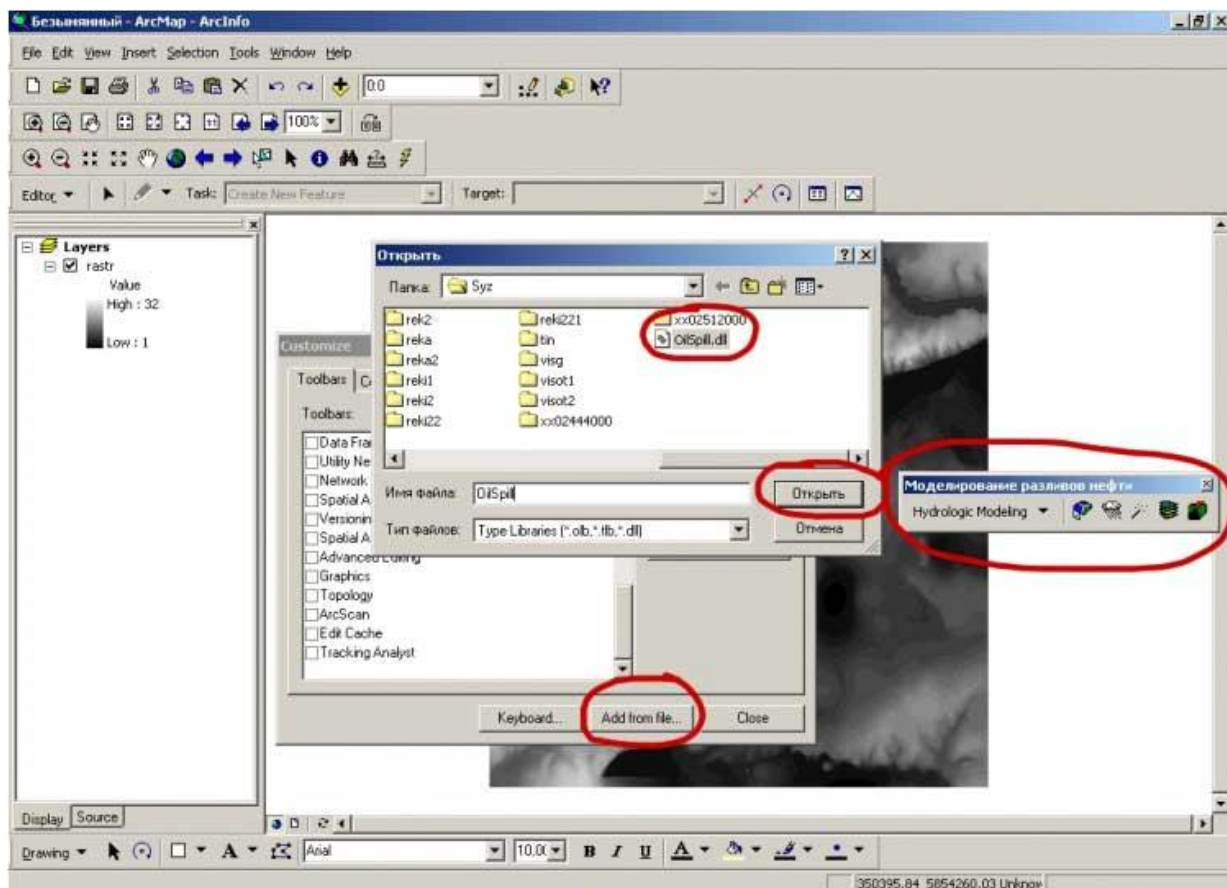


Рисунок 1. Начало работы

Приложение Б

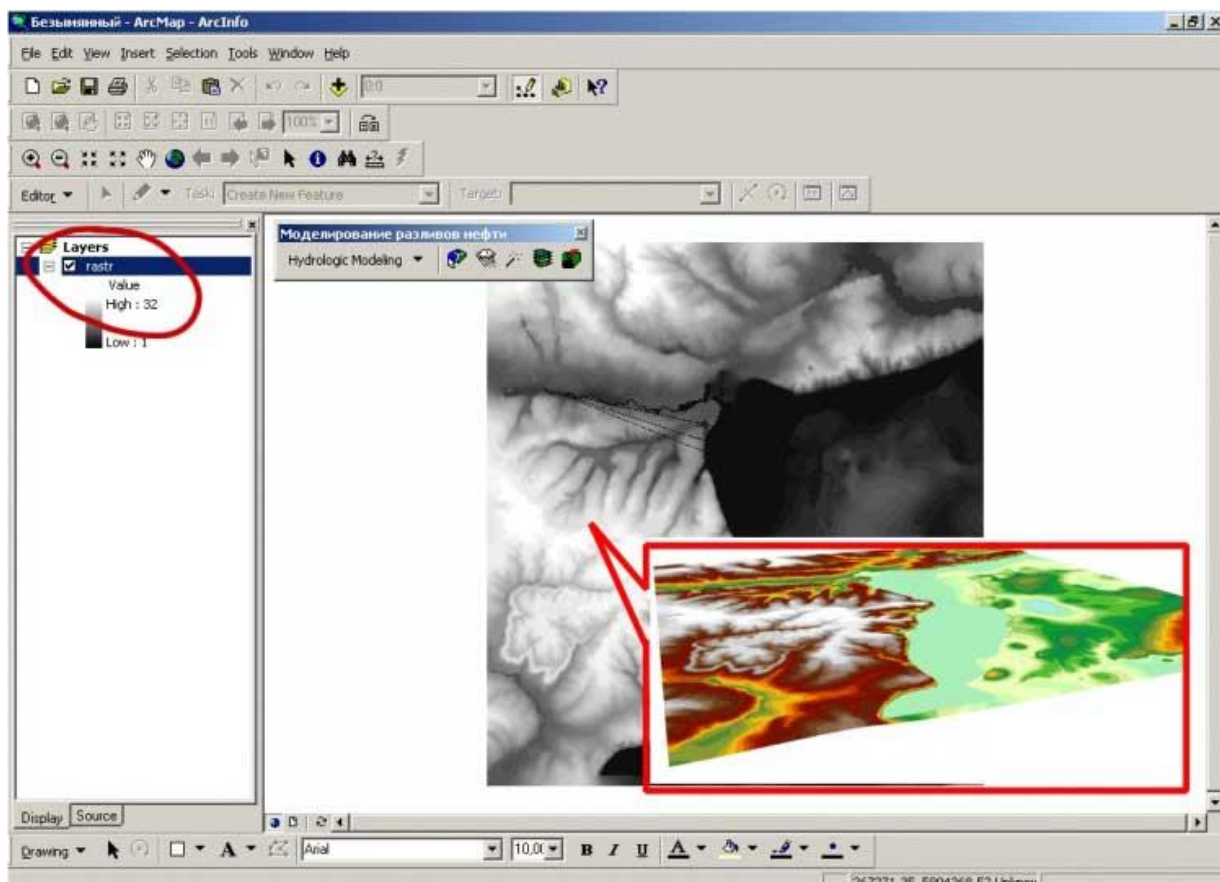


Рисунок 2. Слой растра поверхности

Приложение В

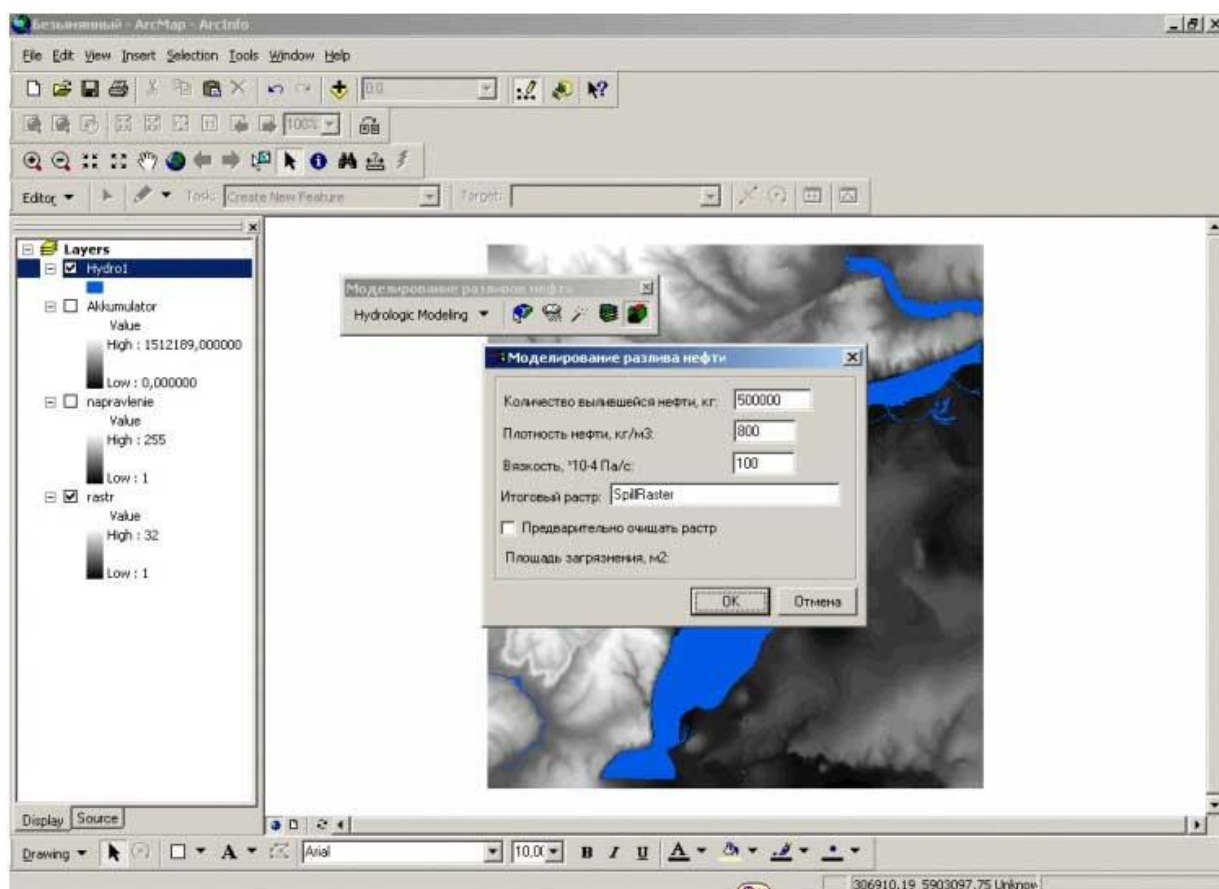


Рисунок 3. Ввод исходных данных

Приложение Г

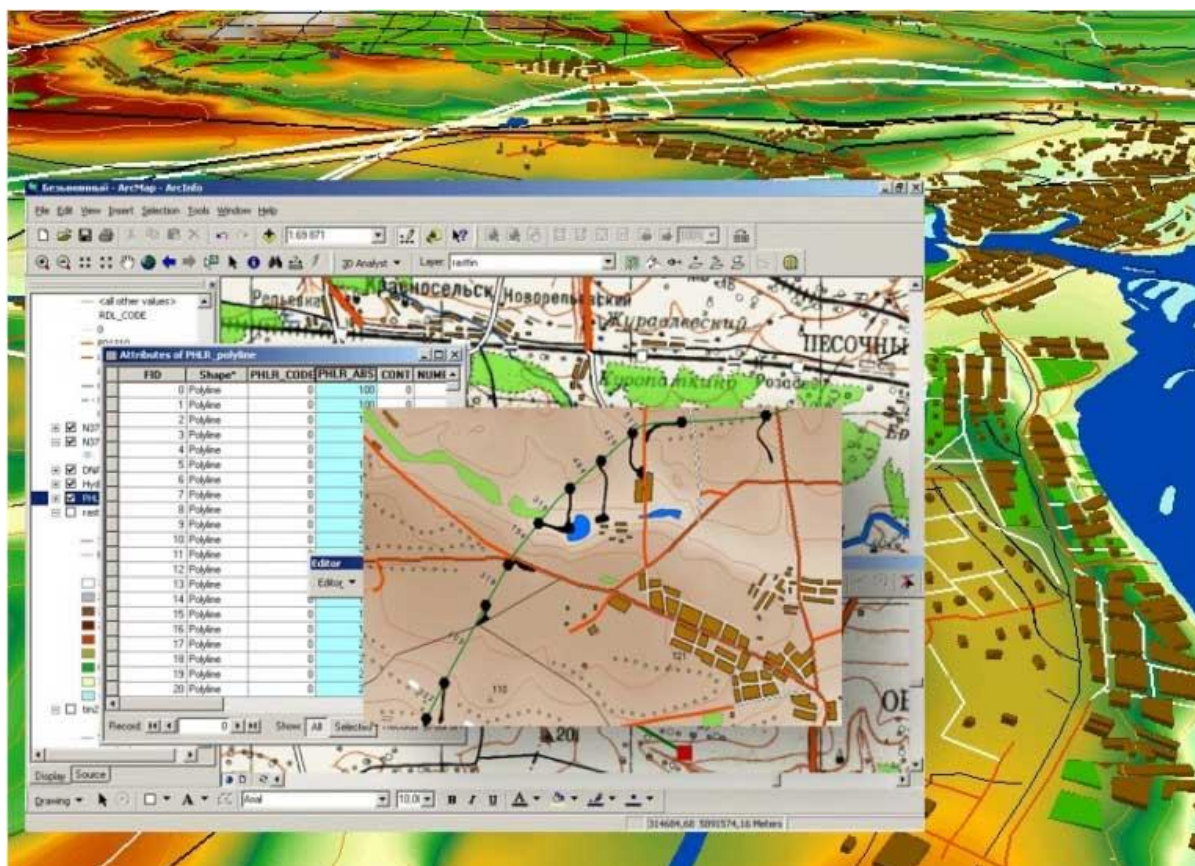


Рисунок 4. Вывод данных