На правах рукописи

ЧАПАРИН АНТОН НИКОЛАЕВИЧ

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА И ЕГО ОТОБРАЖЕНИЕ В ГИС В ИНТЕРЕСАХ ЖКХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Специальность: 25.00.36 – Геоэкология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2013

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский государственный университет геодезии и картографии» на кафедре прикладной экологии и химии.

Научный руководитель: кандидат военных наук, профессор Буров Владимир Николаевич

Официальные оппоненты:

Сладкопевцев Сергей Андреевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», кафедра географии, профессор;

Пушкин Игорь Александрович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Академия гражданской защиты МЧС России», кафедра химии и материаловедения, заведующий кафедрой.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет по землеустройству».

Защита состоится « 26 » декабря 2013 г. в « 12 » ч. « 00 » мин. на заседании диссертационного совета Д 212.143.02 в Московском государственном университете геодезии и картографии по адресу: 105064, г. Москва, Гороховский пер., д. 4, зал заседаний Ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного университета геодезии и картографии.

Автореферат разослан « 24 » ноября 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета — Братков Виталий Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Устойчивая тенденция ухудшения состояния здоровья населения из-за ухудшения (снижения качества) окружающей среды формирует целый комплекс масштабного и оперативного анализа изменения среды, отображения динамики и прогнозирования возможных последствий изменений среды на состояние здоровья населения. Инновационными средствами решения этих проблем являются рисковые оценки и их отображение в современной информационно-управленческой системе регулирования неблагоприятных процессов в сфере ЖКХ промышленных территорий на разных стадиях их возникновения и развития.

Решение проблем в области совершенствования методик оценки и отображения экологического риска, особенно на развивающихся территориях с повышенной хозяйственной активностью, занимает особое положение в системе охраны окружающей среды. Одним из наиболее масштабных и значительных неблагоприятных процессов протекающих на таких территориях, является химическое загрязнение окружающей среды несвойственными ей веществами химической природы вызванное выбросами промышленных предприятий (теплоэлектростанции, металлургические предприятия, котельные), в том числе и военных, выхлопными газами автотранспорта и другими факторами. Следствием этих процессов является ущерб в виде снижения качества окружающей среды и здоровья населения. Поэтому оценка загрязнения окружающей среды очень важна при планировании развития территорий, и ее результаты должны учитываться в деятельности структур ЖКХ для достижения благоприятных условий окружающей среды и как результат, сохранение здоровья каждого человека.

Сегодня существуют разные системы оценок возможного ущерба от ухудшения окружающей среды. Наибольшими возможностями, в этом отношении, обладает методология оценок риска, и в первую очередь экологического риска.

Экологический риск – средство прогностической оценки последствий воздействия негативных факторов на окружающую среду и здоровье населения. Однако, эта форма оценок ухудшения окружающей среды не

получила широкого развития и применения в существующих информационно-управленческих системах по ряду причин. Основные из них: отсутствие информативной базы по показателям экологического риска, отсутствие методик и технологий применения в информационно-программных системах экологического риска. В этом отношении существенным пробелом является отсутствие технологии программного решения отображения экологического риска в ГИС.

Поэтому оценка экологического риска и его отображение в ГИС актуальна и имеет практическое значение в совершенствовании информационно-управленческой системы охраны окружающей среды, в области прикладных задач геоэкологии, а также на стадии планирования и строительства жилых комплексов и систем ЖКХ.

Степень научной разработанности в области совершенствования методик оценки и отображения экологического риска в ГИС достаточно высока и основывается на целом ряде научных работ по ключевым направлениям изучаемой проблемы, нашедшее отражение в научных трудах экологов и медиков (А.В. Садов, В.Н. Крутько, Н.Ф. Реймерс, Онищенко Г.Г. и др.), специалистов в области геоинформатики (Цветков В.Я, Баранов Ю.Б., Берлянт А.М., Бугаевский Л.М).

Существенный вклад в вопросы выбора приоритетных поллютантов для оценки экологического риска сделан Онищенко Г.Г., в его трудах описаны подходы к выбору приоритетных химических веществ и методы ранжирования химических соединений. Однако в этих трудах не рассматривается ранжирование поллютантов по приоритетности их опасного воздействия на здоровье населения по показателю референтной дозы.

Существенный вклад в вопросы применения ГИС в экологии сделан Цветковым В.Я и Бугаевским Л.М, в их трудах описаны задачи, решаемые экологической геоинформационной системой, ее возможности и области применения. Однако в этих трудах не рассматривается построение комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС для использования при планировании и строительстве жилых комплексов и систем ЖКХ.

Учитывая выше изложенное определены цели и задачи исследования.

Цель и задачи исследования. Целью данного исследования является разработка методики оценки и отображения экологического риска в ГИС для широкого использования при планировании и строительстве жилых комплексов и систем ЖКХ, разработка комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС. Поставленная цель достигается путем последовательного решения следующих задач:

1. Анализ материалов научной и специальной литературы по вопросам теории риска для оптимизации технологии отображения экологического риска в ГИС, а также анализ существующих в настоящее время программных решений по оценке экологического риска и его отображения в ГИС.

2. Разработка алгоритма комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС, а также разработка самого комплексного программного решения.

3. Разработка методики ранжирования поллютантов по приоритетности их опасного воздействия на население в зоне полидисперсного их распространения на территориях планирования и строительства жилых комплексов и систем ЖКХ.

4. Разработка методики оценки и отображения экологического риска в ГИС с использованием разработанного комплексного программного решения и учетом ранжирования поллютантов по приоритетности их опасного воздействия.

5. Проведение экспериментальных исследований по применимости алгоритма программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС на примере оценки экологического риска крупного промышленного объекта - Заполярный филиал ОАО «ГМК «Норильский никель».

Научная новизна. Научная новизна результатов диссертационной работы заключается в том, что впервые разработана методика программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС с учетом ранжирования поллютантов по приоритетности их опасного воздействия на здоровье населения по показателю референтной дозы.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическое и практическое значение диссертационного исследования заключается в том, что разработанная методика оценки и отображения экологического риска в ГИС может быть широко использована при планировании и строительстве жилых комплексов и систем ЖКХ как универсальный инструмент обоснования и принятия управленческих решений, направленных на охрану окружающей среды обитания человека в зоне строительства и эксплуатации промышленных объектов, характеризующихся снижением стоимостного ущерба и улучшением здоровья населения. Разработанная методика оценки и отображения оценки экологического риска в ГИС способна автоматизировать основные расчетно-аналитические и расчетно-графические операции оценки экологического риска, тем самым обеспечить доступность исследований в области экологических рисков. Данная методика позволяет предоставить на рынок экологических услуг программное решение получения графоаналитических показателей экологических рисков в ГИС, обусловленных воздействием поллютантов на здоровье населения.

Методы исследования. Для достижения поставленной цели и задач исследования, в работе применены различные методы исследования, основными из которых являются:

- анализ существующих методик оценки экологического риска;
- программные решения оценки экологического риска;
- анализ применимости геоинформационных технологий для оценки и отображения экологического риска;
- моделирование оценки экологического риска и его отображения в ГИС;
- экспериментальные исследования по оценке экологического риска объекта - Заполярный филиал ОАО «ГМК «Норильский никель» с графоаналитическим отображением результатов оценки в ГИС, для проверки логико-аналитической структуры предлагаемой методики отображения экологического риска в ГИС, и реальной возможности ее применения для решения задач экологической безопасности на объектах различной техногенной нагрузки.

Основные положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие научные результаты диссертационных исследований:

1. Методика ранжирования поллютантов по приоритетности их опасного воздействия на население на территориях планирования и строительства жилых комплексов и систем ЖКХ по показателю референтных доз.

2. Алгоритм комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС.

3. Методика оценки и отображения экологического риска в ГИС с применением разработанного комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС и учетом ранжирования поллютантов по приоритетности их опасного воздействия.

4. Оценка экологического риска и его отображение в ГИС для объекта - Заполярный филиал ОАО «ГМК «Норильский никель».

Достоверность и апробация результатов. Достоверность результатов исследований проведенных в работе подтверждается статистическими данными состояния здоровья населения в зонах повышенного техногенного загрязнения, а также методологией подхода к оценке экологического риска загрязненных территорий изложенной в монографии «Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» разработанной группой ученных под руководством главного санитарного врача Онищенко Г.Г.

Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены:

- на 63-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК (Россия, Москва, апрель 2008 г., МИИГАиК);

- на XIII научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 230-летию МИИГАиК (Россия, Москва, апрель 2009 г., МИИГАиК);

- на 65-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК (Россия, Москва, 6-7 апреля 2010 г., МИИГАиК).

Объект исследования: Экологический риск загрязненных территорий, промышленных зон и прилегающих к ним заселенным территориям, отображение экологического риска в ГИС.

Предмет исследования: Экологический риск и расчетно-аналитическое моделирование процессов оценки экологического риска.

Соответствие паспорту специальности. В исследованиях данной диссертационной работы решается задача разработки алгоритма комплексного программного решения и методики оценки экологического риска и его отображения в ГИС. Результаты исследования могут быть использованы для решения задач геоэкологии в строительстве и ЖКХ в качестве универсального инструмента обоснования принятия управленческих решений в области охраны среды обитания человека, в зоне строительства и эксплуатации объектов различного назначения, в том числе промышленных предприятий. Полученные результаты соответствуют области исследований по оценке риска перечисленных в п. 5.5 паспорта специальности 25.00.36 «Геоэкология», в рамках которой и предлагается к защите данная работа.

Структура и объем работы. Диссертация объемом 154 страниц состоит из введения, четырех глав с выводами по каждой главе и заключения. Использовано 19 таблиц, и 71 иллюстрация. Библиографический список использованной литературы содержит более 60 работ.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определены цели, поставлены задачи исследования, намечены основные этапы выполнения диссертационных исследований.

Глава 1. Риск в интересах ЖКХ промышленных территориях

Установлено, что экологический риск, как форма отображения последствий ухудшения геоэкологической ситуации при планировании и строительстве комплексов и систем ЖКХ, позволяет включать в сферу его оценок любые объекты (природные, антропогенные) где имеются

биологические объекты (человек, популяции, экосистемы и др.) подверженные канцерогенному и (или) токсическому эффекту воздействия поллютантов на исследуемой территории.

Материалы исследования подтверждают, что экологический риск является формой отображения ущерба, возникающего на биологическом объекте, в результате изменения (ухудшения) геоэкологический ситуаций на промышленных территориях. При планировании и строительстве жилых комплексов и систем ЖКХ показатель ущерба от изменения геоэкологический ситуаций на промышленных территориях может выражаться в денежной форме, в ухудшении состояния здоровья или увеличения смертности населения на исследуемой территории. Самым значительным фактором ухудшения геоэкологической ситуации промышленных территорий, обуславливающим ущерб является загрязнение атмосферы.

Анализ методик оценки экологического риска показал, что самой значимой является методика оценки по показателю смертности населения, в результате оценки экологического риска по данной методике могут быть установлены индивидуальный и популяционный риск смертности от воздействия веществ канцерогенного и токсического действия.

Глава 2. Программное обеспечение оценки экологического риска

С целью определения применимости существующих программных технологий для решения задач оценки экологии объекта и возможности использования их в создании комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС для широко использования при планировании и строительстве жилых комплексов и систем ЖКХ были рассмотрены применяемые на практике программы, включающие: «Risk Assistant», «Rosp», «Эколог», «Призма».

Анализ возможностей использования рассмотренных программных решений для построения комплексной программы оценки экологического риска и его отображения в ГИС показал, что наибольшими возможностями обладает ПК «Призма». Основным недостатком ПК «Призма» в оценке риска является отсутствие модуля по оценке экологического риска.

В данной работе предлагается альтернативное решение в выборе программного решения по оценке экологического риска, которым является построение комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС (рис. 1).

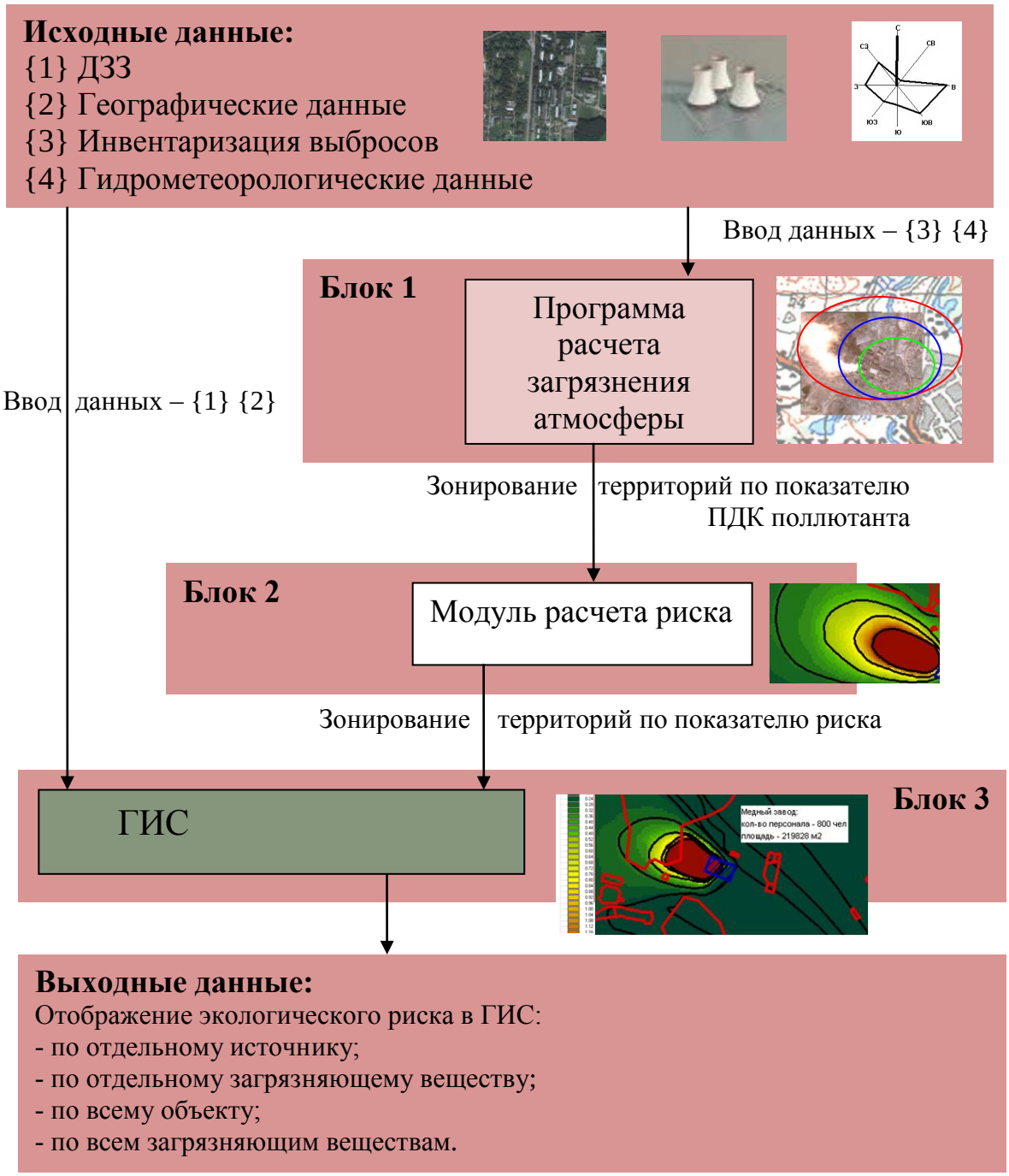


Рисунок 1 – Схема структуры комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС

Необходимым и достаточным условием функционирования предлагаемого комплексного программного решения оценки экологического

риска и его отображения в ГИС является последовательное решение этапов включающих: экологическое зонирование территорий по показателю превышения ПДК; интерпретация зон по показателю превышения ПДК в зоны экологического риска; механизм отображения экологического риска в многоуровневой матрице ГИС.

Построение комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС основано на комплексировании трех разнородных операционных блоков: **первый блок** – включает программу расчета загрязнения атмосферы ПК «Призма», с зонированием территорий по показателю концентраций (ПДК) поллютанта; **второй блок** – включает разработанный в данной работе модуль оценки экологического риска, для зонирования территории по показателю риска; **третий блок** – включает ГИС, для отображения экологического риска.

На рисунке 2 представлена алгоритмическая форма комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС. ПК «Призма» проводит зонирование территорий по показателю концентраций (ПДК) поллютанта по методике ОНД-86. Модуль оценки экологического риска проводит зонирование территории по показателю риска по формулам

$$R_{ilt} = 1 \cdot 10^{-6} \cdot e^{K_i \left(\frac{c_i - ПДК_i}{ПДКi} \right)} \quad (1)$$

$$R_{pilt} = R_{ilt} \cdot \rho \cdot S \quad (2)$$

где: *Rilt* - индивидуальный ингаляционный неканцерогенный риск хронического токсического действия i-того вещества; *Ci* - среднесуточная в течение года концентрация i-того токсического вещества в зоне воздействия, мг/м³; *ПДКi* - среднесуточная предельно допустимая концентрация i-того вещества (нормативный показатель), мг/м³; *e* - экспонента, моделирующая усредненный показатель дополнительного риска от токсического воздействия i-того вещества в динамике возрастания его концентрации (дозы); *Ki* - коэффициент, учитывающий особенности динамики токсического действия i-того вещества (при отсутствии данных о значениях К принимается К=1); $1 \cdot 10^{-6}$ - начальная координата отсчёта приемлемого показателя смертельного риска для любого фактора негативного воздействия, смерть/год; *p* - плотность населения на единице площади объекта в пределах данной зоны загрязнений, чел./км²; *S* - площадь объекта в пределах данной зоны загрязнения, км; *Rpilt* - популяционный ингаляционный неканцерогенный риск хронического токсического действия i-того вещества.

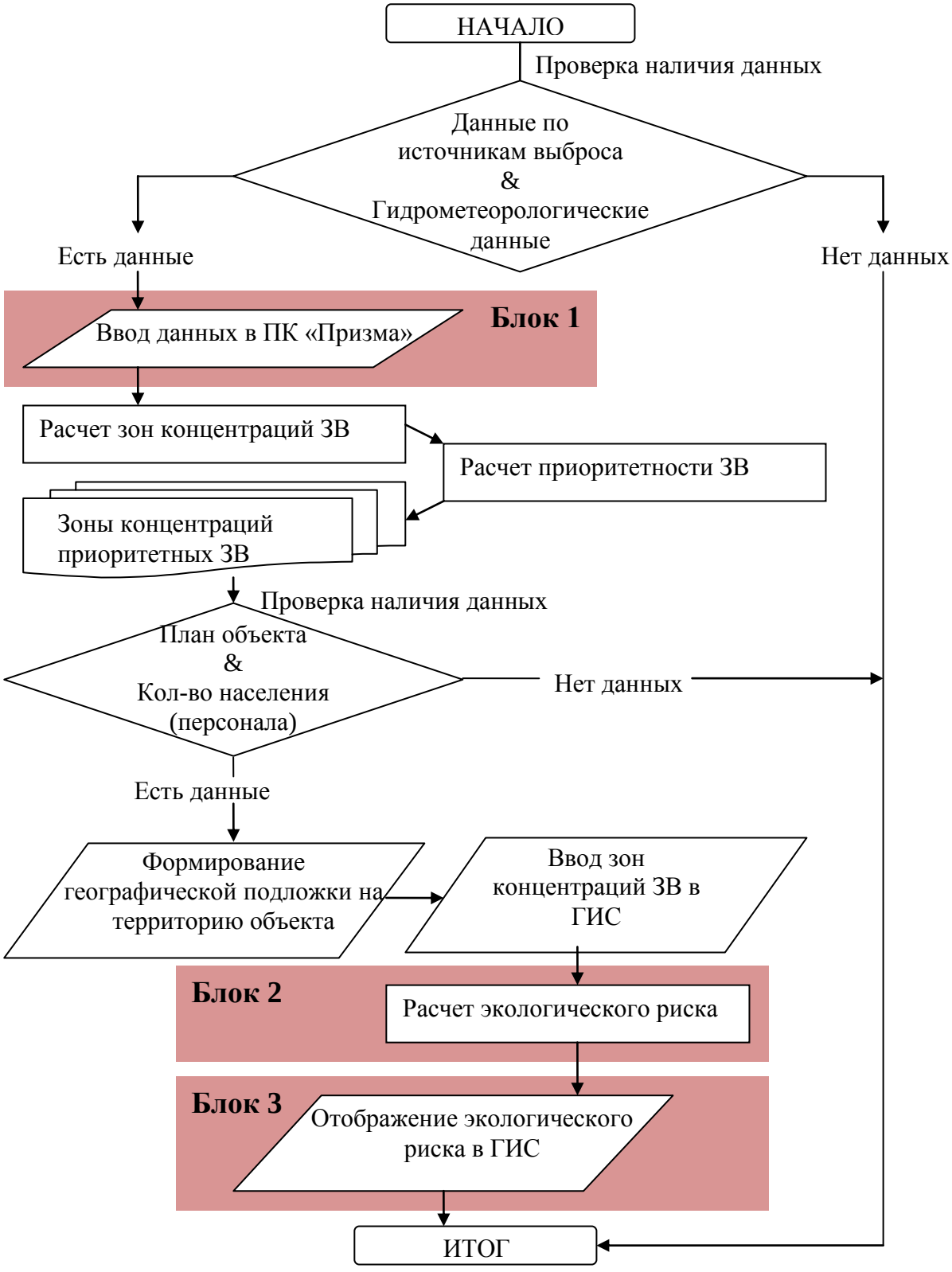


Рисунок 2 – Алгоритм использования комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС

Глава 3. Методика отображения экологического риска в ГИС

С учетом возможностей современных технологий программного обеспечения оценки и отображения экологического риска в данной работе была разработана методика оценки экологического риска и его отображения в ГИС, которая включает:

- определение графо-аналитической формы отображения экологического риска в ГИС;
- выбор программно-расчетного способа отображения экологического риска для ГИС;
- определение набора необходимых и достаточных исходных данных оценки экологического риска, и его отображение в ГИС;
- применение комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС с учетом ранжирования поллютантов по приоритетности их опасного воздействия на население.

Для отображения экологического риска выбран способ ареалов, который обеспечивает показ количественных различий уровня риска с помощью окраски или штриховки в соответствии с принятой шкалой по выделенным единицам районирования. Набор исходных данных оценки экологического риска включает: данные дистанционного зондирования; топографические данные; данные инвентаризации выбросов; гидромеорологические данные.

При отображении экологического риска в ГИС, представляется следующая информация: источники выбросов (картографическая форма, способ значков); перечень загрязняющих веществ (табличная форма); зоны концентраций загрязняющих веществ (картографическая форма, способ изолиний); зоны риска (картографическая форма, способ ареалов); описание прилегающей промышленной территории: площадь объекта, площадь близлежащих населенных пунктов, количество персонала/населения и д.р.

В данной работе предлагается методика оценки экологического риска и его отображения в ГИС, которая сводится к последовательному применению определенных программных продуктов (последовательность операций ввода и трансформации исходных данных).

Ключевые программные продукты, используемые в методике, разделяются на две категории: программное решение расчета загрязнения атмосферы; геоинформационная система.

Методика отображения экологического риска в ГИС состоит из пяти последовательных этапов перечисленных ниже (рис. 3).

На первом этапе получение и ввод исходных данных производится в программу «Призма», которая осуществляет моделирование распространения концентраций загрязняющих веществ, и строит поля приземных концентраций загрязняющих веществ (вторичные данные методики).

На втором этапе методики отображения экологического риска в ГИС проводится формирование топографической модели объекта оценки. Данная процедура производится на территорию расположения объекта оценки с использованием: векторной карты, аэрокосмических снимков.

На третьем этапе по данным полученным на первом этапе проводится расчет приоритетности поллютантов по их опасному воздействию на население, в соответствии с разработанной методикой ранжирования поллютантов по приоритетности их опасного воздействия на население. Далее осуществляется визуализация полей приземных концентраций приоритетных загрязняющих веществ на фоне картографической подложки в ГИС.

На четвертом этапе проводится настройка расчета экологического риска и непосредственно расчет экологического риска, с использованием разработанного автором модуля расчета экологического риска. В настройку расчета входит: задание имени результирующего файла; выбор области расчета (произвольная область, территория объекта); размер элемента (единица площади); ПДК для вещества участвующего в расчете.

На заключительном, пятом этапе осуществляется формирование географической модели для ГИС, и ввода в ГИС зон экологического риска.

Расчет экологического риска проводится по каждому загрязняющему веществу как индивидуальный риск смертности и популяционный риск смертности.

Рисунок 3 – Методика оценки экологического риска и его отображения в ГИС

Отображение результатов расчета экологического риска по любому из загрязняющих веществ проводится способом ареалов, в виде тематической карты.

Методика ранжирования поллютантов по приоритетности их опасного воздействия на население используемая на третьем этапе методики отображения экологического риска в ГИС предлагается впервые.

Расчет приоритетности поллютантов по разработанной методике ранжирования поллютантов сводится к следующим действиям: подготовка исходных данных для вычисления коэффициента приоритетности каждого поллютанта; вычисление коэффициента приоритетности для каждого поллютанта; упорядочивание поллютантов по убыванию рассчитанного коэффициента приоритетности; выбор приоритетных поллютантов (коэффициент приоритетности значительно больше чем все остальные).

Одним из необходимых условий для вычисления коэффициента приоритетности является наличие таких исходных данных как значения референтной дозы *i-го* поллютанта (референтные дозы берутся из различных справочников). В отличии от ПДК референтная доза позволяет с большей вероятностью оценить последствия токсического действия поллютанта на организм человека. Коэффициент приоритетности поллютанта, можно выразить в формуле

$$K_{npi} = \frac{m_i \cdot 10^9}{RfD_i \cdot 70} \qquad (3)$$

где K_{npi} – коэффициент приоритета *i-го* поллютанта во всем объеме облака его распространения; m_i - количество (объем) *i-го* поллютанта (т) из общего количества (объема) всех поллютантов; RfD_i – референтная доза (мг/кг); 10^9 – коэффициент уравнивания (при пересчете миллиграмм в тонны); *70* – средняя масса тела взрослого человека (кг).

Предлагаемая методика определения приоритетных поллютантов позволяет проводить ранжирование поллютантов в воздухе на данном объекте, в пределах которого формируется полидисперсное облако загрязняющих компонентов. Такой подход позволяет выявить наиболее опасные поллютанты в воздухе, представляющие наибольшую угрозу здоровью населения на рассматриваемой территории.

Глава 4. Оценка экологического риска объекта и его отображение в ГИС на примере ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель»

В данной главе представлены материалы модели типового объекта оценки экологического риска, которая устанавливает перечень, характер и структуру элементов объекта оценки экологического риска и содержание необходимых исходных данных по каждому элементу объекта необходимых и достаточных для оценки экологического риска объекта. Объектом оценки может быть: промышленное предприятие, учреждение, объединение или организация в сфере материального производства или непроизводственной сферы хозяйства, функционирующей на определенной территории, сопровождаемое негативным воздействием на окружающую среду продуктами выброса, сброса и отходов (см. рисунок 4). Модель типового объекта оценки экологического риска разработана для стандартизации методов оценки экологического риска в показателях превышения смертности для персонала объекта и населения проживающего в зоне реализации экологического риска.

Показатели и параметры типового объекта оценки экологического риска: гидрометеорологические показатели в районе расположения объекта; источники выброса (сброса, отходов) с их характеристиками; наименование продуктов выброса (сброса, отходов) от источника; план объекта и прилегающей территории.

В данной главе представлены результаты эксперимента по применению методики отображения экологического риска в ГИС в зоне функционирования Заполярного филиала ОАО «ГМК «Норильский никель». Схема эксперимента представлена на рисунке 5.

Заполярный филиал ОАО «ГМК «Норильский никель» – крупнейший в мире производитель никеля и палладия, один из крупнейших производителей платины и меди. Норильский никель производит побочные металлы – кобальт, хром, родий, серебро, золото, иридий, рутений, а также селен, теллур и серу.

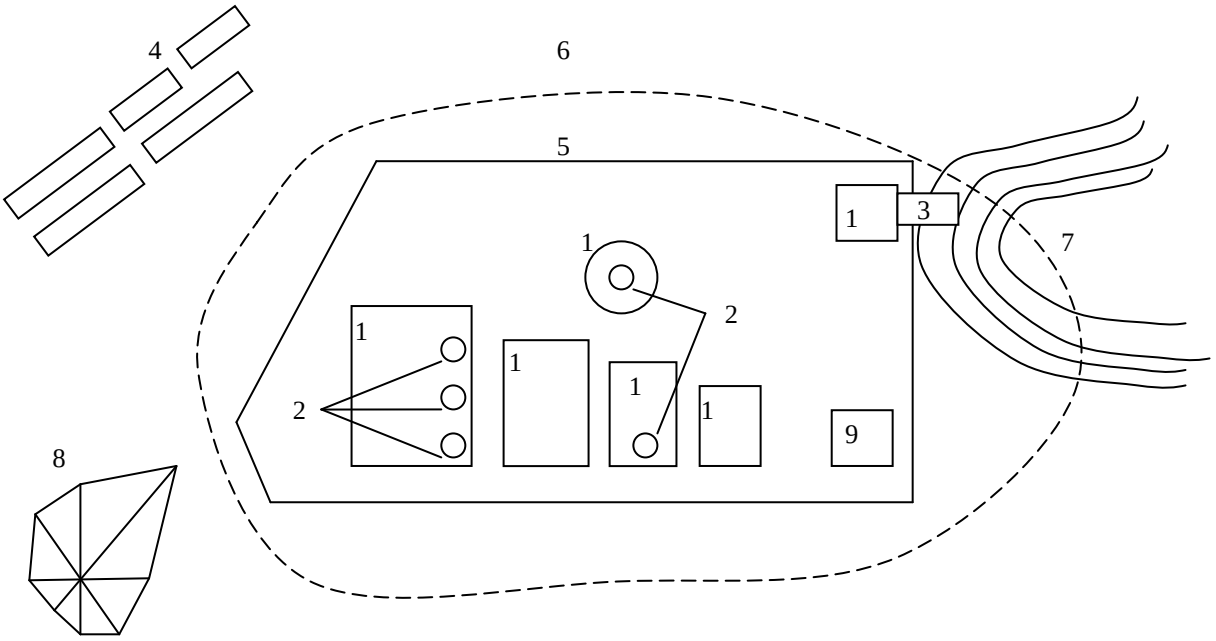


Рисунок 4 – Модель объекта оценки экологического риска (вариант)

где: *1* – элементы объекта, *2* – источники выброса, *3* – источники сброса, *4* - населенный пункт, *5* – граница территории объекта, *6* – граница санитарно защитной зоны, *7* – водоем, *8* - роза ветров, *9* – площадка отходов

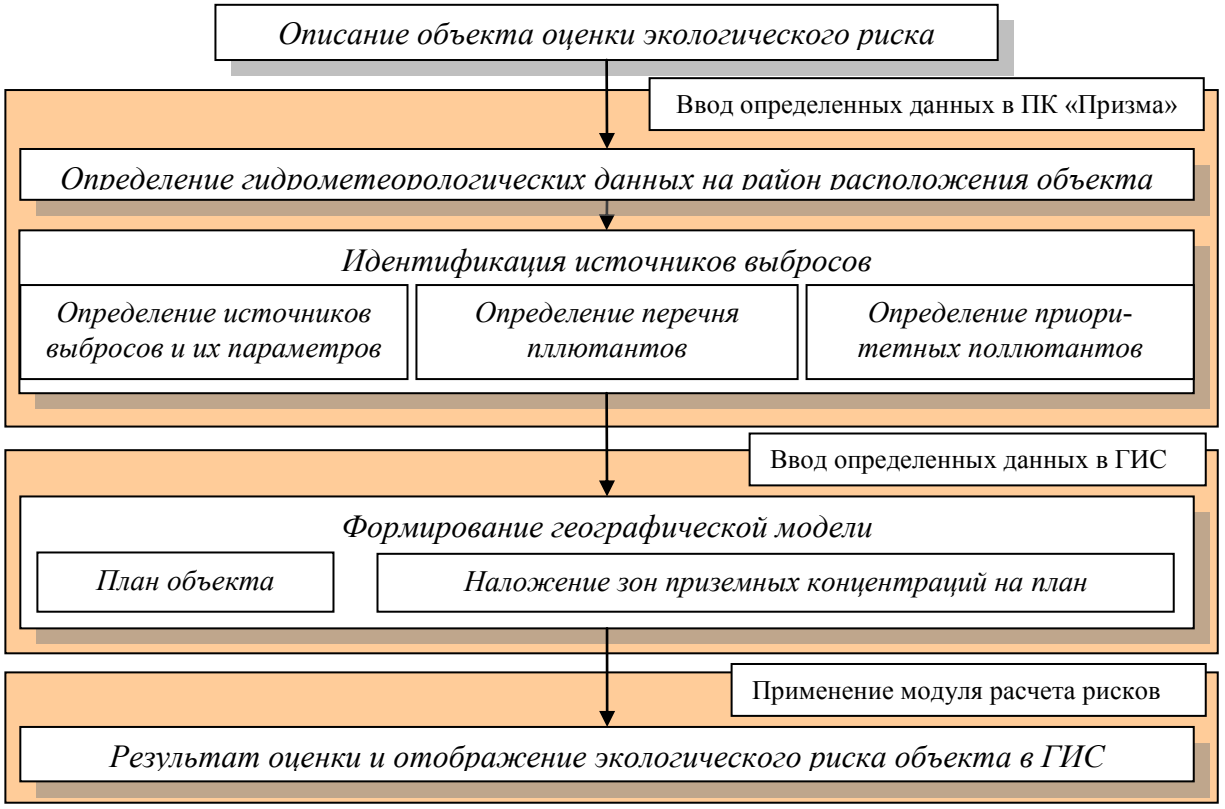


Рисунок 5 – Схема оценки экологического риска объекта

При проведении эксперимента были проведены следующие действия:

- определены метеоусловия на территорию расположения объекта;

- проведена идентификация источников выбросов и их параметры: Никелевый завод (НЗ), Медный завод (МЗ), Надеждинский металлургический завод (НМЗ), Норильская обогатительная фабрика (НОФ).

- проведен расчет приоритетности поллютантов в зоне формирования загрязняющего облака с N-м вариантом выброса по формуле 3. Результат расчета представлен в таблице 1. На основе рассчитанных коэффициентов приоритетности для дальнейшего проведения эксперимента выбираются наиболее приоритетные: оксид никеля, сероводород, оксид азота (IV);

- сформирована географическая модель объекта оценки, с применением картографических данных:

  - векторная карта с номенклатурой R-45-1 (масштаб 1:500 000);

  - космические снимки на территорию объекта с пространственным разрешением 1,48 м/точку (данные спутниковой программы Geoeye);

- проведена визуализация полей приземных концентраций приоритетных загрязняющих веществ на фоне картографической подложки в ГИС. После наложения на картографическую подложку, стало ясно, что основное облако загрязняющих веществ распространяется на территории расположения завода, поэтому дальнейшая оценка экологического риска проводилась для персонала на объекте оценки;

- проведена оценка и отображение экологического риска в ГИС. Расчет и отображение экологического риска в ГИС проводилось в соответствии с разработанной методикой отображения экологического риска в ГИС. Результаты оценки представлены в таблице 2.

Таблица 1

Таблица приоритетности поллютантов ОАО «ГМК «Норильский никель»

	mi (т)	**RfD (мг/кг)**	**Коэффициент приоритетности**
Оксид никеля	445,238	0,02	$3{,}18 \cdot 10^{-7}$
Сероводород	62,799	0,003	$3 \cdot 10^{-7}$
Оксид азота (IV)	1538,782	0,1	$2{,}19 \cdot 10^{-7}$
Оксид меди (II)	619,72	0,19	$0{,}46 \cdot 10^{-7}$
Свинец и его неорганические соединения	10,524	0,0035	$0{,}43 \cdot 10^{-7}$
Оксид кобальта	43,754	0,02	$0{,}31 \cdot 10^{-7}$
Хлор	41,291	0,1	$0{,}5 \cdot 10^{-8}$
Сульфат никеля II	2,212	0,02	$0{,}15 \cdot 10^{-8}$

Таблица 2

Популяционный экологический риск для персонала на территории объекта

	НЗ	МЗ	НМЗ	НОФ
Оксид никеля	$7{,}4 \cdot 10^{-5}$	$5{,}8 \cdot 10^{-5}$	$0{,}4 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Сероводород	-	$4{,}1 \cdot 10^{-5}$	-	-
Оксид азота (IV)	$5{,}5 \cdot 10^{-5}$	$3{,}2 \cdot 10^{-5}$	$0{,}7 \cdot 10^{-6}$	-
Оксид меди (II)	$2{,}3 \cdot 10^{-6}$	$1{,}9 \cdot 10^{-6}$	$0{,}5 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-6}$
Свинец и его неорг. соед.	$0{,}9 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$0{,}7 \cdot 10^{-7}$	-
Кобальт оксид	$1{,}2 \cdot 10^{-6}$	$0{,}9 \cdot 10^{-6}$	$0{,}5 \cdot 10^{-7}$	$0{,}6 \cdot 10^{-7}$
Хлор	$0{,}3 \cdot 10^{-6}$	-	-	-
Сульфат никеля II	$0{,}5 \cdot 10^{-6}$	-	-	-
$\sum$	$1{,}34 \cdot 10^{-4}$	$1{,}43 \cdot 10^{-4}$	$9{,}1 \cdot 10^{-7}$	$1{,}2 \cdot 10^{-5}$

На рисунках 6 – 8 представлены материалы отображения экологического риска в ГИС.

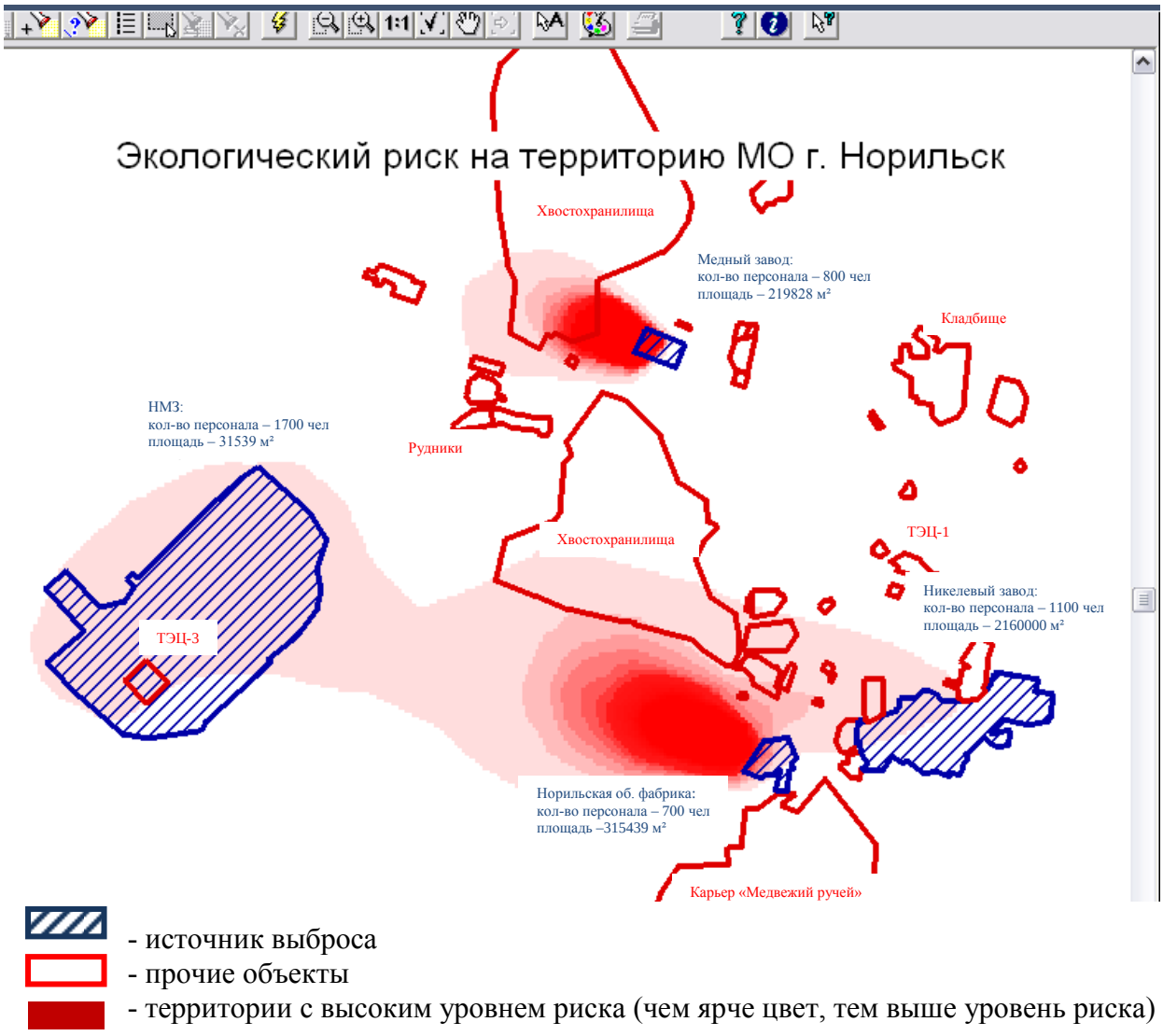
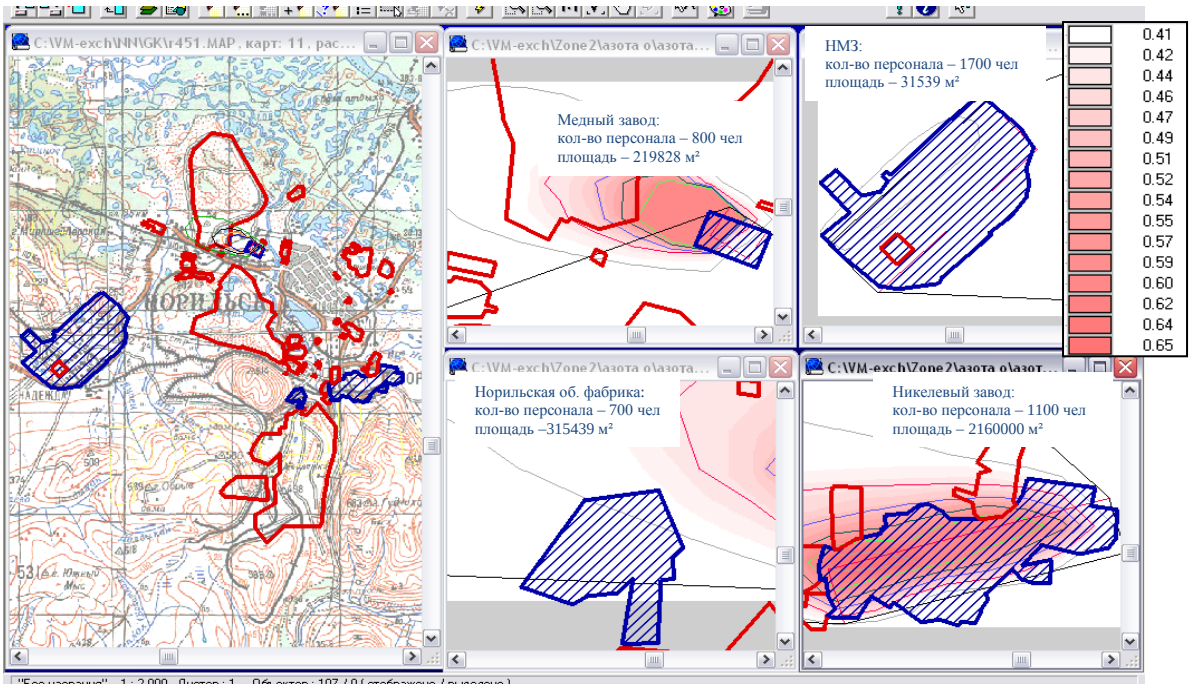
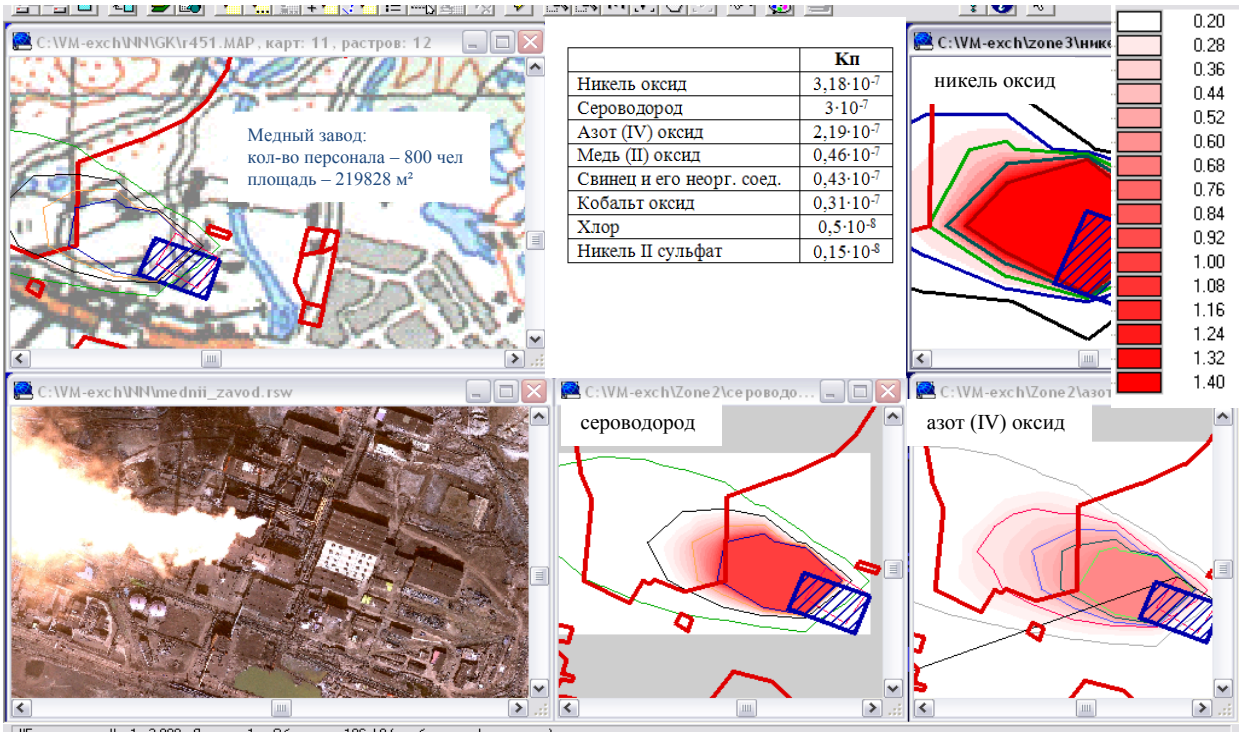


Рисунок 6 – Результат расчета экологического риска (отображение данных на территорию МО г. Норильск) и его отображение в ГИС



- источник выброса
- прочие объекты
- территории с высоким уровнем риска (чем ярче цвет, тем выше уровень риска)

Рисунок 7 – Результат расчета экологического риска от выброса - азота (IV) оксида (отображение данных по каждому источнику)



	Кп
Никель оксид	$3{,}18 \cdot 10^{-7}$
Сероводород	$3 \cdot 10^{-7}$
Азот (IV) оксид	$2{,}19 \cdot 10^{-7}$
Медь (II) оксид	$0{,}46 \cdot 10^{-7}$
Свинец и его неорг. соед.	$0{,}43 \cdot 10^{-7}$
Кобальт оксид	$0{,}31 \cdot 10^{-7}$
Хлор	$0{,}5 \cdot 10^{-8}$
Никель II сульфат	$0{,}15 \cdot 10^{-8}$

Рисунок 8 – Результат расчета экологического риска от Медного завода по загрязняющим веществам: никель оксид, сероводород, азота (IV) оксид и его отображение в ГИС

Проведение эксперимента с использованием разработанного комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС по представленной методике, с использованием разработанного автором модуля расчета риска, показал его практическую применимость.

Согласно методике оценки экологического риска и его отображения в ГИС установлено, что по показателю экологического риска наиболее опасными зонами ОАО «ГМК «Норильский никель» и г. Норильск являются:

- территория завода «Никелевый завод», где $R = 1{,}34 \cdot 10^{-4}$ на площади 2160000 м² и персоналом 1100 чел.;

- территория завода «Медный завод», где $R = 1{,}43 \cdot 10^{-4}$ на площади 219828 м² и персоналом 800 чел.;

- территория завода «Никелевая обогатительная фабрика», где $R = 1{,}2 \cdot 10^{-5}$ на площади 315439 м² и персоналом 700 чел.

Результаты эксперимента показали, что риск воздействия продуктов выброса на здоровье и жизнь персонала комбината и жителей Норильска оценивается в диапазоне значений от $1{,}2 \cdot 10^{-5}$ до $1{,}43 \cdot 10^{-4}$, что по шкале рекомендаций ВОЗ составляет приемлемый риск (от $2 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-4}$) и неприемлемый для населения ($>1 \cdot 10^{-4}$), что составляет 37 человек или 1,4% от общего числа персонала.

Основными путями снижения экологического риска на территории функционирования ОАО «ГМК «Норильский никель», попадающие в сферу деятельности ЖКХ могут быть: сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, прежде всего оксида никеля, сероводорода, оксида азота (IV); установка системы очистки (фильтрации) продуктов выброса; предоставление мест проживания персонала (застройка новых территорий) отдаленных от промышленных территорий объекта и применение вахтового метода работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа материалов по вопросам теории риска установлено, что экологический риск, как форма отображения последствий ухудшения геоэкологический ситуаций, позволяет оценивать

последствия негативного воздействия поллютантов в показателях ухудшения состояния здоровья или увеличения смертности населения на исследуемой территории. Данные оценки позволяют на ранней стадии формирования проектов развития промышленных зон, населенных пунктов и отдельных регионов определять наиболее проблемные в геоэкологическом отношении территории.

В работе установлено, что программным решением оценки экологического риска и его отображения в ГИС, является комплексирование трех разнородных операционных блока: первый блок – использование программы расчета загрязнения атмосферы, с зонированием территорий по показателю концентраций (ПДК) поллютанта; второй блок – зонирование территории по показателю риска; третий блок – отображение экологического риска в ГИС.

Разработанный алгоритм программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС с учетом характеристик объекта оценки, решает актуальную задачу оценки экологического риска и его отображение в ГИС при планировании и строительстве жилых комплексов и систем ЖКХ.

Разработанная методика ранжирования поллютантов по приоритетности их опасного воздействия на население позволяет проводить разделение и ранжирование поллютантов по показателю референтных доз, чем больше доз формируется в данном выбросе для текущего поллютанта, тем более приоритетным этот поллютант и является. Это позволяет выявлять наиболее опасные поллютанты в промышленной зоне с учетом данных источников загрязнения окружающей среды.

Инновационность данных исследований подтверждается отсутствием аналогов комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС с учетом ранжирования поллютантов по приоритетности их опасного воздействия на здоровье населения по показателю референтных доз.

Проведение экспериментальных исследований по применению комплексного программного решения оценки экологического риска и его отображения в ГИС с учетом ранжирования поллютантов показали

практическую применимость предлагаемой методики и возможность реального использования представленного программного решения для оценки экологического риска и его отображения в ГИС при планировании и строительстве жилых комплексов и систем ЖКХ промышленных территорий.

Разработанная методика оценки экологического риска в его отображения в ГИС позволяет применять ее в проектировании крупных промышленных зон, прилегающих к ним территорий городов имеющих повышенный уровень загрязненности окружающей среды в качестве универсального инструмента обоснования принятия управленческих решений в области охраны окружающей среды и здоровья населения. Разработанная методика оценки экологического риска в его отображения в ГИС способна автоматизировать основные расчетно-аналитические и расчетно-графические операции оценки экологического риска по наиболее приоритетным поллютантам, тем самым обеспечить доступность исследований в области экологических рисков.

Список работ, опубликованных по теме диссертации в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. Чапарин А.Н. Оценочные показатели загрязнения атмосферы города Москвы // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2008. – №6. – С. 32-33.

2. Чапарин А.Н. Алгоритмическое совмещение оценки экологического риска с ГИС // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2010. – №6. – С. 101-103.

3. Чапарин А.Н. Технология отображения экологического риска в ГИС // Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. –2011. – №4. – С. 103-107.

4. Чапарин А.Н. Ранжирование загрязняющих веществ по коэффициенту приоритетности их опасного воздействия на население // Геодезия и картография. – 2013. – №11.