



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
доктор технических наук, профессор

Воротилин Михаил Сергеевич

Строитель

«30» января 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «Тулский государственный университет» на диссертационную работу Чернышева Леонида Олеговича «Визуализация и анализ аварийных выбросов химически опасных веществ на промышленных предприятиях», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы диссертационного исследования

Диссертационная работа Чернышева Л.О. посвящена вопросам совершенствования существующих и разработки новых методов и алгоритмов прогнозирования и визуализации процессов возникновения и протекания аварийных ситуаций. Полученная на их основе оценочная информация о размерах и конфигурации зоны химического загрязнения местности является наиболее важной для информационной поддержки мероприятий по ликвидации последствий выбросов опасных веществ, обеспечению безопасности населения и окружающей природной среды. Актуальность темы исследования обусловлена тем, что многие методики и алгоритмы расчета последствий химической аварии обладают ограничениями, связанными, в том числе, с идеализированным характером описания процессов диффузии и переноса химических веществ. Такие ограничения способны негативно влиять на эффективность оперативного реагирования, особенно в случае дефицита или неопределенности исходной информации. Поэтому практически значимыми и актуальными являются рассматриваемые в диссертационной работе

Чернышева Л.О. вопросы разработки простых и универсальных алгоритмов прогнозирования, обеспечивающих быстродействие и точность расчетов, в том числе, на основе клеточно-автоматного подхода к моделированию рассеивания загрязняющих веществ.

Целью работы является разработка метода и алгоритмов анализа, прогнозирования и визуализации опасной зоны загрязнения при аварийных выбросах химически опасных веществ в условиях неопределенности исходной информации. Основные задачи исследования:

1. Осуществить анализ проблемы оперативного реагирования на последствия аварийного загрязнения при выбросах токсических веществ на химически опасном производстве.

2. Проанализировать существующие подходы к прогнозированию и визуализации аварийного загрязнения местности.

3. Разработать метод прогнозирования и визуализации оперативной обстановки с возможностью корректировки параметров прогноза по данным химической разведки местности.

4. Исследовать особенности существующих алгоритмов прогнозирования и разработать подходы к реализации таких алгоритмов на основе теории клеточных автоматов.

5. Разработать и программно реализовать алгоритмы комплексной системы. Осуществить контрольное испытание системы на наборе тестовых примеров.

6. Оценить эффективность предложенных решений и разработать рекомендации по дальнейшему развитию комплексной системы.

Структура, объем и содержание работы

Структура и содержание диссертационной работы соответствуют цели исследования и логической последовательности излагаемых задач. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, содержащего 151 наименование, и приложений. Общий объем диссертации составляет 147 страниц машинописного текста, включая 30 рисунков 3 таблицы и 3 приложения.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость работы, изложены основные выносимые на защиту положения.

В первой главе дан анализ состояния проблемы оперативного реагирования на последствия аварийных выбросов химически опасных веществ и существующих научных подходов к прогнозированию параметров оперативной обстановки, проанализированы результаты отечественных и зарубежных исследований. Автор подробно рассматривает вопросы визуализации и анализа информации о размерах и конфигурации зоны химического загрязнения местности в автоматизированных системах принятия решений. Системный подход к прогнозированию последствий выброса загрязняющих веществ позволил автору обобщить представление процессов анализа, прогнозирования и визуализации опасной зоны загрязнения в виде единой схемы двухконтурной обработки информации. Во внутреннем контуре такой схемы формируется результат прогноза, во внешнем контуре рассчитываются параметры прогнозной модели. Область исследования ограничена вариантами турбулентных, пассивных выбросов в атмосферу для случая стационарного расположения источника загрязнения. На основе выполненного анализа сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе представлен метод прогнозирования с возможностью корректировки параметров прогноза, который позволяет на основе данных химической разведки местности оценить размеры и конфигурацию зоны аварийного загрязнения местности. Исследованы особенности алгоритма прогноза на основе уравнения Гаусса, который применяется для прогнозирования и визуализации опасной зоны загрязнения при макро- и мезо-уровневом масштабе аварий. Разработаны и описаны КА-алгоритмы рассеивания примеси, которые учитывают влияние сложных условий выброса при локальном масштабе аварии. Проанализированы особенности и сформированы условия отбора алгоритмов прогноза (на основе уравнения Гаусса, а также вероятностного, фронтального и эмпирического КА) для внутреннего контура разрабатываемой системы. Приведены демонстрационные примеры визуализации зоны загрязнения с использованием предлагаемых алгоритмов прогноза. Определены показатели эффективности прогноза и обоснован выбор алгоритмов параметрической настройки прогнозных моделей во внешнем контуре системы. Приведено описание разработанной автором методики визуализации и анализа аварийных выбросов химически опасных веществ на промышленных предприятиях.

Третья глава посвящена вопросам реализации и апробации комплексной системы прогнозирования и визуализации. Представлены разработанные в ходе исследования алгоритмы и программные модули системы с подробным описанием расчетных выражений и обозначением переменных. Обоснована структурная схема разработанного прототипа системы. Рассмотрены особенности программной реализации интерфейса пользователя. Приведено описание алгоритма определения конфигурации застройки на двумерной карте местности. На наборе тестовых примеров подтверждена работоспособность предлагаемых алгоритмов. Оценена возможность визуализация зоны загрязнения в условиях городской среды. Показано, что критериальные показатели в контрольном испытании в основном соответствуют требованиям работоспособности и производительности. Приведены характеристики программной реализации разработанного прототипа системы. Представлены рекомендации и предложения по развитию алгоритмических возможностей комплексной системы прогнозирования и визуализации выбросов химически опасных веществ.

В заключении представлены выводы, полностью отражающие основные результаты диссертационной работы. В приложениях приведены результаты испытания системы на тестовых данных, сведения о внедрении результатов исследований и свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

По теме диссертации опубликовано 18 печатных работ, из которых четыре статьи в журналах, входящих в перечень, утвержденных ВАК Минобрнауки России, одна статья в сборнике статей, включенном в международную реферативную базу данных Scopus, что позволяет считать их количество и содержание достаточным. Результаты работы апробированы на различных Международных и Всероссийских конференциях.

Новизна исследований и полученных результатов

Научная новизна заключается в следующих новых научных результатах:

1. В предложенном методе прогнозирования последствий выброса опасных химических веществ, основанном, в том числе, на показателе геометрической дисперсии, который обеспечивает более сбалансированную и информативную оценку алгоритмов прогноза при больших ошибках предсказания.

2. В разработанных алгоритмах клеточно-автоматной модели рассеивания примеси, позволяющих математически более точно описывать распространение загрязнений в сложных условиях выброса химически опасных веществ в атмосферу.

3. В предложенном подходе к фронтальной и эмпирической модификации алгоритмов клеточно-автоматной модели, что позволяет в значительной степени ускорить модельные вычисления при сложной конфигурации рельефа и высокой детализации карты местности.

4. В разработанном вычислительном алгоритме формирования цифрового макета местности, позволяющем упростить и ускорить процедуры определения конфигурации застройки на двумерной карте местности.

Наиболее существенными научными результатами являются:

1. Разработанная с учетом комплексного подхода к обработке информации методика визуализации и анализа аварийных выбросов, позволяющая обеспечить гибкость и адаптивность оперативного реагирования на изменяющуюся ситуацию.

2. Разработанные автором алгоритмы клеточно-автоматной модели рассеивания примеси, позволяющие учитывать сложные условия выброса химически опасных веществ в атмосферу при локальном масштабе аварии.

3. Предложенный подход к фронтальной и эмпирической модификации алгоритмов клеточно-автоматной модели, обеспечивающий возможность альтернативного выбора алгоритма прогнозной модели в зависимости от требований к скорости расчета и информативности прогноза, а также возможности учета специфических факторов рассеивания

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность результатов исследований не вызывает сомнений и подтверждается большим объемом выполненных вычислительных экспериментов с использованием современных методов анализа, использованием апробированных методик в схеме обработки аварийной ситуации, а также актами испытаний и свидетельствами о регистрации программ.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы

Теоретическая значимость работы заключается в развитии основ системного анализа и прогнозирования последствий выбросов химически опасных веществ в атмосферу с учетом данных химической обстановки. Результаты практически значимы для обоснования мероприятий оперативного реагирования на последствия аварии на основе прогнозной информации о размерах и конфигурации зоны химического загрязнения местности.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы подтверждается соответствующими актами передачи результатов исследования в управление по обеспечению безопасности населения администрации г. Твери, а также актами испытаний и внедрения результатов исследования в проектно-конструкторском бюро автоматизации производств (ООО «ПКБ АП»).

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертационной работе

Результаты диссертационной работы могут быть использованы для анализа химической обстановки, корректировки планов мероприятий по локализации и ликвидации аварии (ПМЛА) и оценки эффективности аварийно-спасательных работ на основе актуальных сведений об аварии.

Практическое применение разработанных алгоритмов позволит расширить возможности верифицированных программных средств, ускорить и упростить анализ аварийной ситуации в сложных условиях выброса.

Личный вклад соискателя

Все представленные в работе результаты непосредственно принадлежат автору. Автором лично разработан, реализован и апробирован комплекс программ для решения поставленных задач. По результатам работы получено три свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертационной работе

По содержанию диссертационной работы имеется ряд замечаний и вопросов:

1. В работе основное внимание уделяется вопросам разработки алгоритмического и программного обеспечения системы визуализации и анализа последствий аварийных выбросов химически опасных веществ, но не приводится

описание схем размещения датчиков. В частности, приводятся только общие утверждения, что наиболее существенными являются наблюдения и измерения, выполненные непосредственно на оси выброса.

2. Не рассмотрены вопросы организации программно-аппаратного интерфейса между датчиками и платформой АСППР. Предполагается, что замеры концентрации ТХВ в местах наблюдений и координаты расположения датчиков задаются пользователем только в ручном режиме.

3. Недостаточно обоснован выбор метода сканирования при настройке параметров прогноза на основе вероятностного КА-подхода.

4. В тексте диссертации отсутствует описание базы данных, которая должна лежать в основе АСППР. Приводится только общая структурная схема прототипа системы (рис. 3.9.)

5. Редакционные и стилистические замечания: в формуле (2.17) на стр.74 отсутствует знак суммы $\sum$, в формулах (3.1) и (3.2) на стр.84 присутствует ошибка отображения символа $\hat{g}$.

Отмеченные недостатки не снижают общую положительную оценку диссертационной работы Чернышева Л.О., основные результаты которой на достаточном уровне представлены в работе и публикациях.

Заключение

Диссертационная работа Чернышева Леонида Олеговича на тему: «Визуализация и анализ аварийных выбросов химически опасных веществ на промышленных предприятиях», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика является научно-квалификационной работой, в которой успешно решена важная научная задача по разработке новых методов и алгоритмов прогнозирования и визуализации процессов возникновения и протекания аварийных ситуаций.

Диссертация Чернышева Л.О. обладает научной новизной и практической значимостью и отвечает требованиям к диссертации, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного ВАК РФ, а ее автор Чернышев Леонид Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата

технических наук по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Диссертация, автореферат и отзыв были рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Охрана труда и окружающей среды» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет», протокол № 5 от «26» декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой «Охрана труда
и окружающей среды»,

доктор технических наук,

профессор

Владимир Михайлович Панарин

Профессор кафедры «Охрана труда и
о окружающей среды»,

доктор технических наук,

доцент

Анна Александровна Маслова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Тульский государственный университет»

Адрес: 300012, г. Тула, пр. Ленина, д.92

Телефон (рабочий): +7 (4872) 734-444

Адрес электронной почты: info@tsu.tula.ru

Адрес официального сайта сети Интернет: <https://tulsu.ru>

