

## АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени «доктор философии» (PhD) по специальности 6D070300 – «Информационные системы (по отраслям)»

**БУГУБАЕВА АЛИНА ЖАНАТБЕКОВНА**

### **МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

**Общая характеристика работы.** Диссертационная работа посвящена разработке математического и интеллектуального обеспечения информационной системы, реализующей процессы прогнозирования и поддержки принятия решений в области мониторинга атмосферного воздуха, основанного на применении методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных. Предлагаемые методы позволяют оценить и спрогнозировать негативное влияние промышленных выбросов на здоровье населения. На основе разработанных методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных спроектирована архитектура интеллектуальной информационной системы и ее программная реализация.

**Ключевые слова:** мониторинг атмосферного загрязнения, технология интеллектуального анализа данных, имитационное моделирование, нейросетевое моделирование, архитектура интеллектуальной информационной системы.

**Актуальность исследования.** Процветание и конкурентоспособность Республики Казахстан на фоне мировых тенденций, технологических инноваций и научных достижений связано с качественной разработкой, внедрением и эффективной реализацией государственных программ, стратегических планов и проектов, охватывающих все сферы человеческой деятельности. Так, например, национальный проект «Зеленый Казахстан» направлен на создание благоприятной среды проживания для населения и улучшение экологической ситуации, в том числе: улучшение качества атмосферного воздуха, эффективное обращение с отходами производства и потребления, эффективное и бережное использование воды, модернизация экологического сознания населения.

Экологические процессы являются сложными и нелинейными, что усложняет процессы прогнозирования и оценки экологических показателей. В условиях быстрого развития информационных технологий наряду с классическим математическим аппаратом моделирования экологических процессов применение эффективных методов интеллектуального анализа данных позволяет генерировать и накапливать новые знания, путем выявления скрытых закономерностей.

Важнейшими критериями качества мониторинга атмосферного воздуха, являются точность и достоверность и для повышения качества необходимо

применение интеллектуальных алгоритмов для снижения рисков связанных с ошибками измерений. Важным блоком в исследованиях, связанных с вопросами экологии, в том числе загрязнения атмосферного воздуха, является вопрос влияния загрязнения на здоровье человека, но поскольку это процесс сложный многопараметрический, то важно построение интегрированной модели, учитывающей наиболее важные факторы влияния.

Таким образом, для формирования комплекса научно обоснованных практических рекомендаций, которые будут использоваться для принятия оптимальных решений в региональной системе управления экологической обстановкой, необходимы эффективные методы, алгоритмы и инструменты интеллектуальной поддержки на платформе интенсивно развивающихся средств в этой области.

**Основная идея данного исследования.** Диссертационное исследование направлено на получение наиболее полной картины мониторинга состояния объекта, что требует разработки моделей, методов и численных методов, а также алгоритмов состояния на основе измерения значимых параметров объекта, включая неполные, несовершенные и небрежные данные, для их использования при поддержке принятия решений. Эти модели могут быть реализованы с помощью систем искусственного интеллекта, аппарата нечеткой логики, нейронных сетей, генетических алгоритмов и их комбинации. Модель нейронной сети может быть проинструментирована путем измерения данных и позволяет суммировать неполные зашумленные данные. Методы нечеткой логики и нейронные сети способны обрабатывать информацию высокого качества, что является их преимуществом.

**Объектом исследования** является процесс мониторинга уровня загрязнения воздуха в городской среде обитания.

**Предметом исследования** являются методы и алгоритмы интеллектуального анализа данных загрязнения воздушной среды города.

**Цель работы:** разработка методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных для системы мониторинга атмосферного загрязнения с целью повышения достоверности многопараметрического экологического контроля.

Для достижения указанной цели, в работе сформулированы следующие **основные задачи:**

1. Разработка математического обеспечения системы контроля и принятия решений в процессе экологического мониторинга на основе построения многофакторной модели.

2. Разработка имитационной модели количественной оценки качества инструментального контроля в системе мониторинга воздушной среды города;

3. Разработка алгоритма интеллектуальной обработки экологических данных процесса контроля и принятия решений.

4. Разработка нейросетевой модели анализа данных для процесса принятия решений в многопараметрической среде.

5. Разработка архитектуры интеллектуальной информационной системы оценки негативного влияния промышленных выборов на здоровье населения.

**Основные методы исследования.** Методологической базой

исследования является системный подход. В работе для решения поставленных задач используется аппарат теории управления системами, методы статистического анализа, искусственного интеллекта, технологии проектирования информационных систем.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в том, что впервые предложена методика интеллектуального анализа данных в системе мониторинга атмосферного загрязнения, включающая разработку математического и интеллектуального обеспечения информационной системы, реализующего процессы оценки и прогнозирования влияния атмосферного загрязнения на здоровье населения.

**Научные положения, выносимые на защиту:**

1. Методика оценивания и прогнозирования качества здоровья населения на основе построения интегрированной многофакторной модели.
2. Имитационная модель и алгоритм количественной оценки качества инструментального контроля в системе мониторинга воздушной среды города.
3. Архитектура интеллектуальной информационной системы оценки негативного влияния промышленных выбросов на здоровье населения на основе применения нейросетевой технологии.

**Научная и практическая значимость работы** обеспечивается разработанным программным продуктом «Интеллектуальная информационная система оценки негативного воздействия промышленных выбросов на здоровье человека (на примере данных г. Усть-Каменогорск)» с удостоверяющими документами интеллектуальной собственности.

Результаты исследования могут быть использованы в системах мониторинга промышленных городов, подверженных негативному влиянию выбросов промышленных предприятий, для повышения эффективности и достоверности мониторинга качества атмосферного воздуха.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты работы докладывались и получили одобрение на следующих международных и научных конференциях:

1. III Международной научно-практической конференции «Global science and innovations 2018: Central Asia», Нур-Султан, Казахстан.
2. LXVIII International correspondence scientific and practical conference «European research: innovation in science, education and technology» Лондон, Англия.
3. «Communications in Computer and Information Science», Усть-Каменогорск, Казахстан.
4. «Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments», Вильга, Польша.
5. «The International Society for Optical Engineering», Вильга, Польша.

**Публикации.** Полученные в диссертации результаты опубликованы в 11 работах, в том числе 2 статьи в журналах, рецензируемых в базе данных Scopus, таких как: Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Пакистан (перцентиль по CiteScore 34%); Przegląd Elektrotechniczny (перцентиль по CiteScore 22%), 3 статьи в издании, рекомендованном Комитетом по

обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК, Вестник Восточно-Казахстанского технического университета им. Д.Серикбаева, 6 работ в сборниках материалов международных конференций (4 из которых рецензируется в базе данных Scopus). Также имеется 1 свидетельство о государственной регистрации на объект авторского права (программа для ЭВМ) Интеллектуальная информационная система оценки негативного влияния промышленных выбросов на здоровье населения (на примере данных города Усть-Каменогорска) № 16777 от 20.04.2021.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников из 106 наименования, изложенных на 89 страницах компьютерного текста, включает 43 рисунков, 5 таблиц и 2 приложения.

*Во введении* обоснована актуальность темы исследования, цель, объект, предмет, задачи и методы исследования, научная новизна, научные положения, практическая ценность и реализация результатов работы, приведены сведения о публикациях и апробациях работы.

*В первом разделе* диссертационной работы содержится аналитическое исследование в форме обзора теоретических и практических подходов к решению задач по изучаемой тематике. Указывается, что одной из перспективных и слабо изученных областей применения искусственного интеллекта является экология, и в настоящее время экология приобретает роль интегратора проблем здравоохранения и хозяйственной деятельности человека.

Проводится анализ инструментов цифровой трансформации в области вопросов экологии и развитие аппаратно-программной составляющей систем экологического мониторинга, показывающий, что в настоящее время актуальны методы и средства интеллектуальной обработки данных.

В разделе приводится обзор существующего математического обеспечения систем мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, показывающий, что в большинстве исследований используется математический аппарат, основанный на дифференциальных уравнениях и методах математической статистики, а также обосновывается необходимость в эффективных методах, позволяющих генерировать и накапливать новые знания, путем выявления скрытых закономерностей.

*Во втором разделе* проведен анализ объективных предпосылок к системной интеллектуализации формальных процессов принятия решений в мультипараметрической среде выявлено, что разрабатываемая система в обязательном порядке должна содержать блок количественного оценивания рисков в форме мониторинга.

В результате приведенного анализа выявлены главные ограничения и недостатки приведенных методов и предложен подход для реализации процесса интеллектуальной обработки информации.

В результате статистического эксперимента выявлены значимые факторы, влияющие на продолжительность жизни и качество здоровья. Используя методику экспертных оценок и программу автоматизации этой

технологии, были найдены весомости каждого из перечисленных факторов здоровья.

Разработана методика оценивания и прогнозирования качества здоровья населения, включающая математическое обеспечение системы контроля и принятия решений в процессе экологического мониторинга на основе построения интегрированной многофакторной модели.

*В третьем разделе* разработана имитационная модель и алгоритм количественной оценки качества инструментального контроля в системе мониторинга воздушной среды города. Разработана нейросетевая модель анализа данных для поддержки принятия решений в многопараметрической среде. Разработана методика интеллектуальной обработки данных измерений загрязнения атмосферного воздуха, включающая имитационную модель оценки рисков ошибок измерений и нейросетевую модель оценки влияния загрязнения воздуха на здоровье населения.

*В четвертом разделе* приводится описание архитектуры интеллектуальной информационной системы оценки негативного воздействия промышленных выбросов на здоровье человека. Описана структура и алгоритм работы разработанного программного обеспечения интеллектуальной информационной системы.

*В заключении* диссертационной работы приводится перечень основных результатов и выводов диссертационного исследования, исходя из которых положения, выносимые на защиту, подтверждены, дается оценка научной новизны и практической значимости исследования.

Содержание диссертации завершается списком использованных источников и приложениями.