

АННОТАЦИЯ

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

КАРМЕНОВА МАРХАБА АХМЕТОЛЛИНОВНА

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Общая характеристика работы: диссертационная работа посвящена разработке способа оценки сейсмостойкости городских объектов с учетом сейсмических данных, основанного на применении интеллектуального анализа данных. Предлагаемый способ позволяет осуществить «быструю» оценку данных на сейсмостойкость городских типовых объектов, что значительно сокращает время и затраты для проведения оценки сейсмической уязвимости зданий. На основе разработанного способа оценки сейсмостойкости городских объектов спроектирована архитектура интеллектуальной информационно-аналитической системы и ее программная реализация.

Ключевые слова: технология интеллектуального анализа данных, кластерный анализ, методы классификации, выявление важных переменных, пространственная кластеризация на основе плотности с присутствием шума, архитектура интеллектуальной информационно-аналитической системы.

Актуальность исследования. В настоящее время благополучное процветание и динамичное развитие Республики Казахстан связано с качественной разработкой, системным внедрением и эффективной реализацией государственных программ и стратегических планов, охватывающих практически все сферы человеческой жизнедеятельности. Мировые тенденции, научные достижения и технологические инновационные решения способствуют росту и процветанию основополагающих отраслей нашей страны, а также позволяют быть конкурентноспособной страной в мире.

В долгосрочной перспективе (Стратегия «Казахстан-2050») сценариев развития нашей страны особое внимание уделяется индустриализации, внедрению современных технологий в строительстве и коммунальном секторе, развитию концепции умного города. Строительная отрасль является одной из активно развивающихся отраслей экономики Республики Казахстан, которая оказывает значительное воздействие на социально-экономическое развитие страны и регионов. Также под особым вниманием остаются прикладные научные исследования, направленные на обеспечение сейсмической безопасности страны в целом. Катализатором внедрения инновационных решений и практически значимых результатов научных исследований, в первую очередь, являются разрабатываемые информационные технологии, платформы, и их архитектуры, а также интеллектуальные информационно-аналитические системы для поддержки принятия решений.

На сегодняшний день цифровые и информационные технологии меняют

строительство. Активно внедряются технологии информационного моделирования (BIM-технологии) при строительстве зданий и сооружений, адаптируются и разрабатываются новые нормы, тем самым происходит цифровая трансформация строительной отрасли. Такие глобальные изменения, также поднимают актуальные вопросы, как современное строительство в условиях сейсмического риска, прогнозирование сейсмических рисков, обновление и цифровизация сейсмических карт местностей, а также разработка информационных технологий, моделей и методов, позволяющие «быструю» оценку сейсмической уязвимости объектов с учетом сейсмических данных. Решение таких проблем требует от исследователя применения новых подходов и технологий для анализа накапливаемых наборов данных и их обработки. В этой связи, применение технологии анализа данных и методов машинного обучения в совокупности открыли новые перспективы в научных исследованиях для анализа ежедневно растущих объемов сейсмических данных и данных о городских объектах. Таким образом, актуальность диссертационной работы связано с решением задачи по разработке способа оценки сейсмостойкости городских объектов с учетом сейсмических данных, основанный на применении интеллектуального анализа данных, который позволяет осуществить «быструю» оценку сейсмостойкости городских типовых объектов.

Применение такого подхода, в свою очередь привносит свой научный вклад в развитие одного («Создание инновационной экосистемы») из пяти ключевых направлений государственной программы «Цифровой Казахстан». Кроме этого, диссертационное исследование выполнено в рамках госзадания № 748715Ф.99.1.ББ97АА00002 ФГБОУ ВО Алтайского государственного университета по теме «Тюркский мир «Большого Алтая»: единство и многообразие в истории и современности» на 2020-2021 годы при финансировании Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Основная идея данного исследования заключается в разработке способа оценки сейсмостойкости городских объектов, основанный на применении интеллектуального анализа данных, что значительно сокращает время и затраты для проведения оценки сейсмической уязвимости зданий. Разработанный способ предусматривает комплексный подход в оценке сейсмостойкости городских объектов с учетом анализа сейсмических данных. В оценке сейсмостойкости городских объектов применяется кластерный анализ, который выделяет типовые городские объекты по их сейсмической уязвимости.

К полученным кластерным результатам применяются методы классификации для изучения структуры данных и уточнения границы решений в каждом кластере, а также для выявления важных характеристик, влияющие на сейсмостойкость городского объекта. Проведение анализа сейсмических данных основано на применении алгоритма пространственной кластеризации для идентификации плотных участков землетрясений. В процессе применения пространственной кластеризации были определены значения входных параметров алгоритма DBSCAN. На основе разработанного способа оценки

сейсмостойкости городских объектов с учетом сейсмических данных спроектирована архитектура интеллектуальной информационно-аналитической системы и ее программная реализация.

Объектом исследования диссертационной работы является процесс оценки сейсмостойкости городских объектов и анализа сейсмических данных.

Предмет исследования являются методы и алгоритмы машинного обучения для оценки сейсмостойкости городских объектов и анализа сейсмических данных.

Цель исследования. Целью диссертационного исследования является разработка способа оценки сейсмостойкости городских объектов с учетом сейсмических данных на основе технологии анализа данных и методов машинного обучения для повышения эффективности «быстрой» оценки данных.

Задачи исследования. В соответствии с поставленной целью ставятся и решаются следующие задачи исследования:

- проанализировать и исследовать существующие подходы и методы машинного обучения, применяемые в решении задачи оценки сейсмостойкости городских объектов и анализа сейсмических данных;
- изучить существующие информационные технологии и системы оценки сейсмической уязвимости объектов и обработки сейсмических данных;
- разработать способ оценки сейсмостойкости городских объектов с учетом сейсмических данных на основе применения технологии анализа данных и методов машинного обучения;
- спроектировать архитектуру интеллектуальной информационно-аналитической системы оценки сейсмостойкости городских объектов с учетом сейсмических данных.
- разработать интеллектуальную информационно-аналитическую систему оценки сейсмостойкости городских объектов с учетом сейсмических данных.

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

Научные положения и результаты, выносимые на защиту:

- разработанный способ оценки сейсмостойкости городских объектов, основанный на применении интеллектуального анализа данных, который позволяет осуществить «быструю» оценку сейсмостойкости городских типовых объектов, что значительно сокращает время и затраты для проведения оценки сейсмической уязвимости зданий;
- алгоритм пространственной кластеризации, обеспечивающий эффективный анализ и обработку пространственных сейсмических наборов данных для идентификации плотных участков землетрясений;
- архитектура интеллектуальной информационно-аналитической системы оценки сейсмостойкости городских объектов с учетом сейсмических данных.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том,

что впервые предлагается способ оценки сейсмостойкости городских объектов, включающий алгоритмы интеллектуального анализа данных, позволяющие выделять группы городских объектов по их сейсмической уязвимости.

Научная и практическая значимость работы.

Разработанное в диссертационной работе алгоритмическое и программное средство представляет возможность осуществления обработки и анализа наборов данных (городских объектов, сейсмических событий), которые встречаются в структуре систем оценки сейсмических рисков.

Результаты исследований используются в учебном процессе кафедры теоретической кибернетики и прикладной математики ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет» (г. Барнаул, Россия). Внедрение результатов диссертационного исследования подтверждается актом о внедрении ФГБОУ ВО Алтайского государственного университета - АлтГУ (г.Барнаул, Россия). Применение результатов диссертационного исследования послужило основой для разработки и реализации совместной образовательной программы (СОП), включающей утвержденные учебные программы по направлению - 09.04.03 «Прикладная информатика» (магистратура), профиль «Цифровые технологии анализа данных для устойчивого развития регионов Северной и Центральной Азии». Разработка и реализации программы магистратуры выполнена совместно НАО «Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова» и ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет» в рамках госзадания Алтайского государственного университета по теме «Тюркский мир «Большого Алтая»: единство и многообразие в истории и современности» (№ 748715Ф.99.1.ББ97АА00002). По разработанной СОП выполнен набор обучающихся на 2021-2022 учебный год и запущен учебный процесс. Разработанное программное обеспечение будет использовано в рамках учебного курса «Методы и модели интеллектуального анализа».

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

- 1) «World science: Problems and Innovations», Россия, г.Пенза, 2018 г.;
- 2) V Международная научно-техническая конференция студентов, магистрантов и молодых ученых «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана», Казахстан, г.Усть-Каменогорск, 2019 г.;
- 3) 6th International Conference on Computer and Technology Applications - ICSTA 2020, Турция, г.Анталия, 2020 г.;
- 4) VI Международная научно-техническая конференция студентов, магистрантов и молодых ученых «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана» (Казахстан, г.Усть-Каменогорск, 2020);
- 5) «Computational and Information Technologies in Science, Engineering and Education (CITech-2020)», Казахстан, г.Алматы, 2020 г.

Публикации. Полученные в диссертации результаты опубликованы в 9 работах, в том числе 1 статья в журнале, рецензируемый в базе данных Scopus (показатель процентиль по CiteScore равный 34%), 4 статей в изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН

РК, 4 работы в сборниках международных конференций (1 из которых рецензируется в базе данных Scopus). Также имеются 2 авторских свидетельства №14910 от 05.02.2021г. и №15298 от 18.02.2021г.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4-х разделов, заключения, списка использованных источников из 170 наименований, изложенных на 123 страницах компьютерного текста, включает 55 рисунков, 21 таблиц и 3 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 приведен обзор и анализ существующих подходов, методов и информационных технологий оценки сейсмической уязвимости объектов и сейсмических событий с возможностью применения технологии анализа данных и методов машинного обучения. Изучены и описаны особенности применения данных методов на основе которых сделаны выводы по первому разделу.

Во втором разделе приведены исследования, посвященные разработке способа оценки сейсмостойкости городских объектов на основе технологии анализа данных и методов машинного обучения, позволяющие выделять группы городских объектов по их сейсмической уязвимости.

В третьем разделе исследованы сейсмические данные и представлены результаты статистического анализа данных землетрясений и результаты применения алгоритма пространственной кластеризации на основе плотности с присутствием шума DBSCAN, обеспечивающий эффективный анализ и обработку пространственных сейсмических данных для идентификации плотных участков землетрясений.

В четвертом разделе представлена архитектура и программная реализация интеллектуальной информационно-аналитической системы для оценки сейсмостойкости городских объектов с учетом сейсмических данных.

В заключении подведены итоги по проделанной работе в рамках диссертационной работы.

Содержание диссертации завершается списком использованных источников и приложениями.