Побудова інформаційно-аналітичної системи передбачення соціальних лих, викликаних катастрофами і тероризмом

Построение информационно-аналитической системы предвидения социальных бедствий, вызванных катастрофами и терроризмом

Development of the information-analytical foresight system for social disasters caused by catastrophes and terrorism

1. **Номер державної реєстрації теми - 0116U003772,**
2. **Науковий керівник - к.т.н. Савченко І.О., Савченко И.А., Savhenko Illia O.**
3. **Суть розробки, основні результати.**

(укр.)

Розроблено інформаційно-аналітичну систему передбачення соціальних лих, яка базується на застосуванні методології сценарного аналізу для своєчасного виявлення причин, моделювання, дослідження і пом’якшення наслідків соціальних лих, викликаних різними факторами, зокрема катастрофами та тероризмом. Інформаційно-аналітична система базується на застосуванні апарату методів якісного аналізу, які використовують як експертне оцінювання, так і аналітику неструктурованих даних із доступних джерел для всебічного вивчення соціальних лих, беручи до уваги неповноту, неточність, недостовірність, швидкоплинність інформації щодо них. В результаті роботи такої системи створюються сценарії щодо запобігання і пом’якшення наслідків стихійних лих в контексті сталого розвитку, які враховують складні багатопараметричні зв’язки між елементами об’єкта дослідження, а також між об’єктом дослідження і навколишнім середовищем.

Розроблено і вдосконалено інструментарій ідентифікації ключових об’єктів у області соціальних лих і катастроф на основі зібраних документів і людино-орієнтованих класифікаторів (природною мовою). Розглянуто декілька підходів до застосування інструментарію з метою досягнення наступних цілей: 1) синтез правил для класифікації лих на основі текстових описів (природною мовою), використовуючи український національний класифікатор лих; 2) одержання індексів із текстових даних, що містяться у великих корпусах текстів щодо проблеми корупції як чинника появи соціальних лих; 3) визначення трендів на основі корпусів текстів, що було протестовано на домені продовольчої безпеки як фактора соціальної безпеки; 4) виявлення співвідношень серед факторами і тенденціями у доменах злочинності, соціальних і природних лих.

Запропонована загальна схема механізму прогнозування щодо проблеми моделювання і оцінювання процесів соціального невдоволення. Класифіковані невизначеності і методи їх подолання. Запропонована модель поширення інформації з використанням клітинних автоматів. Побудовано і реалізовано множину практичних задач застосування прогнозного моделювання в галузях злочинності і соціальних лих, економічних задачах.

Запропоновано ряд схем застосування методів якісного аналізу. Модифікований метод морфологічного аналізу було адаптовано для задачі моделювання і пом’якшення наслідків соціальних лих, за допомогою якого з’явилась можливість оцінювати заходи запобігання або боротьби із різними видами соціальних і природних лих. Розширена методика використання мереж морфологічних таблиць для оцінювання конфігурацій об’єктів у складних системах. Створено схему моделювання соціальних лих, оцінювання їх наслідків і результативності різних заходів запобігання або пом’якшення на основі мережі морфологічних таблиць.

Запропонована методологія передбачення соціальних лих для виявлення, пом’якшення і відновлення після таких ситуацій може бути ефективно застосована як для попереднього прогнозу потенційних соціальних лих, так і для моделювання, підготовки і оцінювання заходів запобігання соціальним лихами. Запропоновані методи також поліпшують управління і контроль під час лих, надають підтримку прийняття рішень для ситуацій, пов’язаних із соціальними лихами. Інструменти, що розробляються, дозволяють зменшити необхідні часові, фінансові і людські ресурси для відновлення після дії соціального лиха, навіть за умов неточності, неповноти, нечіткості, несвоєчасності і протирічності інформації.

За допомогою ситуаційно-аналітичного центра, що реалізує відповідні методи, створюється можливість відслідковувати дані, отримувати вчасні попередження щодо потенційних соціальних заворушень, виявляти появу соціального лиха, підготовлювати необхідні заходи для пом'якшення його наслідків.

(рос.)

Разработана информационно-аналитическая система предвидения социальных бедствий, основанная на применении методологии сценарного анализа для своевременного выявления причин, моделирования, исследования и смягчения последствий социальных бедствий, вызванных различными факторами, в частности, катастрофами и терроризмом. Информационно-аналитическая система базируется на применении аппарата методов анализа, которые используют как экспертные оценки, так и аналитику неструктурированных данных из доступных источников для всестороннего изучения социальных бедствий, учитывая неполноту, неточность, недостоверность, скоротечность информации о них. В результате работы такой системы создаются сценарии по предотвращению и смягчению последствий стихийных бедствий в контексте устойчивого развития, учитывающие сложные многопараметрические связи между элементами объекта исследования, а также между объектом исследования и окружающей средой.

Разработан и усовершенствован инструментарий идентификации ключевых объектов в области социальных бедствий и катастроф на основе собранных документов и человеко-ориентированных классификаторов (на естественном языке). Рассмотрены несколько подходов к применению инструментария для достижения следующих целей: 1) синтез правил для классификации бедствий на основе текстовых описаний (на естественном языке), используя украинский национальный классификатор бедствий; 2) получение индексов из текстовых данных, содержащихся в больших корпусах текстов по проблеме коррупции как фактора появления социальных бедствий; 3) определение трендов на основе корпусов текстов, которое было протестировано на домене продовольственной безопасности как фактора социальной безопасности; 4) выявление соотношений среди факторами и тенденциями в доменах преступности, социальных и природных бедствий.

Предложена общая схема механизма прогнозирования для задачи моделирования и оценки процессов социального недовольства. Классифицированы неопределенности и методы их преодоления. Предложена модель распространения информации с использованием клеточных автоматов. Построено и реализовано множество практических задач применения прогнозного моделирования в области преступности и социальных бедствий, экономических задачах.

Предложен ряд схем применения методов анализа. Модифицированный метод морфологического анализа был адаптирован для задачи моделирования и смягчения последствий социальных бедствий, с помощью которого появилась возможность оценивать меры предотвращения или борьбы с различными видами социальных и природных бедствий. Расширена методика использования сетей морфологических таблиц для оценки конфигураций объектов в сложных системах. Создана схема моделирования социальных бедствий, оценки их последствий и результативности различных мер предупреждения или смягчения на основе сети морфологических таблиц.

Предложенная методология предвидения социальных бедствий для выявления, смягчения и восстановления после таких ситуаций может быть эффективно применена как для предыдущего прогноза потенциальных социальных бедствий, так и для моделирования, подготовки и оценки мероприятий по предотвращению социальным бедствиями. Предложенные методы также улучшают управление и контроль во время бедствий, оказывают поддержку принятия решений для ситуаций, связанных с социальными бедствиями. Разрабатываемые инструменты позволяют уменьшить необходимые временные, финансовые и человеческие ресурсы для восстановления после воздействия социального бедствия, даже в условиях неточности, неполноты, нечеткости, несвоевременности и противоречивости информации.

С помощью создаваемого ситуационно-аналитического центра, который воплощает соответствующие методы, предоставляется возможность отслеживать данные, получать своевременные предупреждения о потенциальных социальных беспорядков, выявлять появление социального бедствия, подготавливать необходимые меры для смягчения его последствий.

(англ.)

An information-analytical foresight system was developed for the problem of social disasters. This system is based on using scenario analysis methodology for timely detection of reasons, modeling, study and mitigation of consequences of social disasters, caused by different reasons, particularly catastrophes and terrorism. Information-analytical system is based on utilizing the qualitative methods tool set, that employ both expert estimation and analysis of unstructured data from available source for a comprehensive study of social disasters, considering incompleteness, fuzziness, unreliability, transience of relevant information. As a result of this system's operation, scenarios are constructed for prevention and mitigation of social disasters in the context of sustainable development. These scenarios take into account complex multi-parametric dependencies between the objects' elements as well as between the objects and the environment;

A tool set for identification of key objects in the field of social disasters and catastrophes was developed and enhanced. This tool set uses collected documents and human-oriented classifiers (in natural language). Several approaches for using the tool set were considered to achieve the following goals: 1) synthesis of rules for classification of disasters based on textual descriptions (in natural language), using the Ukrainian national disaster classifier; 2) obtaining indices from textual data that is contained in large volumes of texts regarding the corruption problem as a cause of social disasters; 3) detecting trends on the base of text corpuses that was tested on the agricultural domain as a factor of social security; 4) detection of co-occurrence of factors and trends from crime, social and natural disaster domains.

A general scheme of forecast mechanism was proposed regarding the modeling and estimation of processes of social disturbance. The uncertainties were classified, as well as the methods of dealing with them. A model of dissemination of information was proposed, which is based on using cellular automata. A set of practical tasks was defined and implemented, which employ the predictive modelimg in the fields of crime and social disasters, economic problems.

A set of techniques for using qualitative analysis methods is presented. The modified morphological analysis method was adapted for the problem of modeling and mitigation of social disasters, which allowed to assess prevention or mitigation methods regarding different classes of social and natural disasters. The technique of using networks of morphological tables was enhanced to assess configurations of objects in complex systems. A scheme for modeling social disasters, estimating their consequences and expected efficiencies of prevention and mitigation methods was introduced.

The proposed foresight methodology for detecting, mitigating and recovering from social disasters can be efficiently used both for preliminary predictions of potential disasters, and for modeling, preparation and assessing of prevention and mitigation strategies. The proposed methods improve control and provide decision-making support during the disaster situations. The developed instruments allow to decrease the necessary time, finance and human resources for recovery after the effect of a social disaster, including situations with incompleteness, fuzziness, unreliability, contradictoriness of relevant information.

Using the situation-analytical center that implements the corresponding methods, we create the capacity to monitor data, receive timely notifications about potential social unrest, prepare necessary actions for mitigation of disasters.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

Авторське свідоцтво № 71750 України Комп’ютерна програма “SAS Similar Trajectories” / Щука Р.В., Іванов С.С., Терентьєв О.М., Бідюк П. І., Макуха М.П. – № 72358; заявл. 07.03.2017; опуб. 05.05.2017.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Робота відповідає світовому рівню, а розроблена інформаційно-аналітична система передбачення, а також створене математичне і методологічне забезпечення розв’язання задач моделювання і пом’якшення наслідків соціальних лих у поєднанні з методами текстової аналітики великих об’ємів неструктурованих даних не мають аналогів у світовій практиці інформаційних технологій.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Запропонована методологія передбачення соціальних лих для виявлення, пом’якшення і відновлення після таких ситуацій може бути ефективно застосована як для попереднього прогнозу потенційних соціальних лих, так і для моделювання, підготовки і оцінювання заходів запобігання соціальним лихами. Запропоновані методи також поліпшують управління і контроль під час лих, надають підтримку прийняття рішень для ситуацій, пов’язаних із соціальними лихами. Інструменти, що розробляються, дозволяють зменшити необхідні часові, фінансові і людські ресурси для відновлення після дії соціального лиха, навіть за умов неточності, неповноти, нечіткості, несвоєчасності і протирічності інформації.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Інструментарій у вигляді інформаційно-аналітичної системи передбачення соціальних лих може застосовуватись для розв'язання задач щодо попередження та пом’якшення наслідків,відповідно, потенційними користувачами запропонованої інформаційно-аналітичної системи можуть бути Міністерство внутрішніх справ України, Міністерство з надзвичайних ситуацій України, Служба безпеки України, Рада з національної безпеки та оборони України, інші організації і відомства, пов’язані з моніторингом і прийняттям рішень щодо соціальних лих.

8. Стан готовності розробки.

Методологічно-методичний інструментарій у вигляді інформаційно-аналітичної системи передбачення для опрацювання неструктурованої інформації може бути застосований до впровадження. Основні інструменти імплементовані на базі тестового ситуаційно-аналітичного центру в ІПСА.

9. Існуючі результати впровадження.

Розроблений інструментарій був використаний у ряді проектів, зокрема у таких:

1. Грант НАТО Science for Peace and Security № G4877 на тему «Modeling and Mitigation of Social Disasters, Caused by Catastrophes and Terrorism» (2015–2017 рр.)
2. «Розробка інструментарію моделювання стратегії пом’якшення соціальних лих, викликаних катастрофами і тероризмом», спільний проект з Республікою Молдова; 2017 р.

Результати роботи впроваджено у навчальний процес: запроваджено нові спецкурси «Управління ризиками з використанням технології SAS», «Аналіз статистики в SAS», «Аналіз категоріальних даних у прийнятті рішень», підготовлено лекції до оновлених курсів «Системний аналіз», «Системи і методи підтримки прийняття рішень», створено цикл лабораторних робіт з курсу «Аналіз категоріальних даних у прийнятті рішень». Захищено одну кандидатську дисертацію. Опубліковано 15 статей, зроблено 17 доповідей на міжнародних конференціях, опубліковано 1 навчальний посібник, отримано 1 авторське свідоцтво. Із опублікованих робіт 8 індексуються у наукометричних базах даних Web of Science, SCOPUS.

10. Назва організації, телефон, E-mail

Інститут прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Інститут прикладного системного аналізу, 406-84-47, natalidmp@gmail.com

11. Слайди з презентацій за тематикою проекту

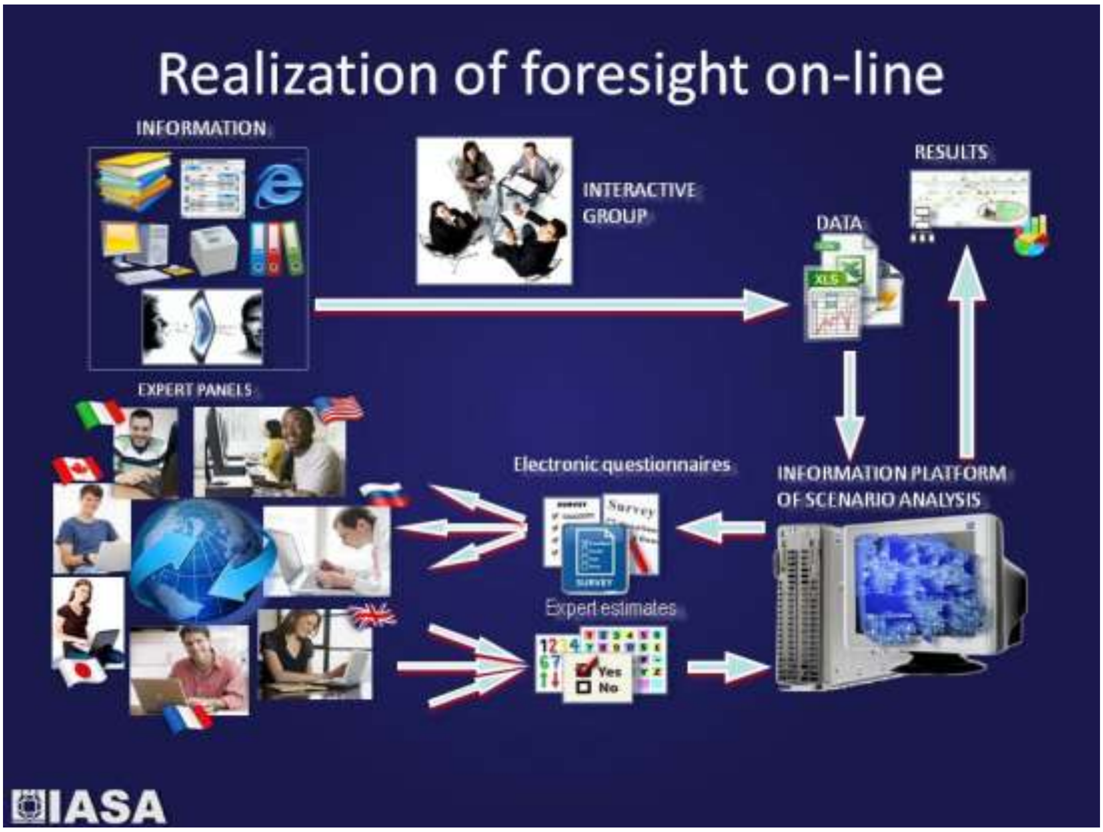
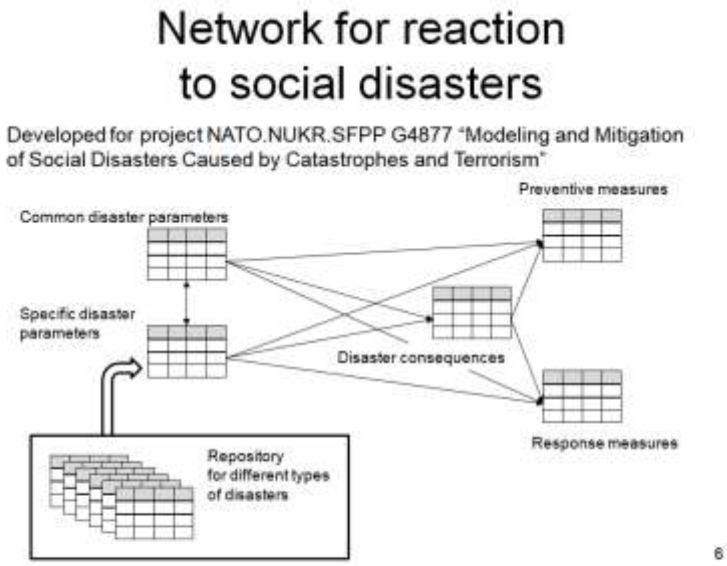


Схема реалізації процесу передбачення в режимі on-line



Мережа морфологічних таблиць для оцінювання засобів запобігання і пом'якшення соціальних лих

12. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки
Навчальний посібник

Панкратова Н.Д., Малафеєва Л.Ю. Метод Делфі. Теорія та застосування. Навчальний посібник. – К., Наукова думка, 2017. – 248 с.

Статті

1. N.D. Pankratova, N.I. Nedashkovskaya Estimation of Consistency of Fuzzy Pairwise Comparison Matrices using a Defuzzification Method // Advances in Dynamical Systems and Control. – Volume 69 of the series Studies in Systems, Decision and Control. – Pp. 375-386. DOI 10.1007/978-3-319-40673-2_20
2. Savchenko, I.O. Estimating the Solution Sensitivity in Application of the Modified Morphological Analysis Method // Cybernetics and Systems Analysis. - September 2016, Volume 52, Issue 5, pp 782–790. doi:10.1007/s10559-016-9879-1
3. Natalya D. Pankratova, Gennadiy I. Gayko, Victor G. Kravets, Ilya A. Savchenko Problems of Megapolises Underground Space System Planning // Journal of Automation and Information Sciences. – Volume 48, 2016 Issue 4. – Pp. 32–38. DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v48.i4.40
4. Pankratova, N., Kondratova, L. System evaluation of engineering objects' operating taking into account the margin of permissible risk // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies 3 (4-81), 2016 – pp. 13-19
5. Pankratova N., Nedashkovskaya N. Estimation of decision alternatives on the basis of interval pairwise comparison matrices //Intelligent Control and Automation Vol.7 No.2. – 2016.- P.39-54 Paper ID7900451
6. Nataliya D. Pankratova, Nadezhda I. Nedashkovskaya Sensitivity analysis of a decision-making problem using the analytic hierarchy process // International Journal “Information Theories and Applications”, Vol. 23, Number 3, © 2016. – P. 232-251.
7. Savchenko I. Estimation of Morphological Tables Using Text Analysis Results // Computer Science Journal of Moldova, vol.24, no.2(71), 2016. – P. 148–156.
8. Недашківська Н.І. Оцінювання стійкості локальних ваг альтернатив рішень на основі методу парних порівнянь // Системні дослідження та інформаційні технології. - 2016. - №4.
9. Савченко И.А. Оценивание чувствительности решения при использовании модифицированного метода морфологического анализа // Кибернетика и системный анализ. – Вып. 5, 2016. – С. 139–148.
10. Prosyankina-Zharova T.I., Terentiev O.M., Bidyuk P.I. and Makukha M.P. Features of SAS Enterprise Guide for probabilistic modeling system, macroeconomic analysis and forecasting // Journal of Mathematics and System Science. – NY: David Publishing Company, USA, 2016. – 112-122 p. – ISSN 2159-5291, USA. – doi: 10.17265/2159-5291/2016.03.003
11. О.М. Терентьєв, В.Е. Кириченко, П.І. Бідюк, Н.О. Связінська. Прогнозування фінансових ризиків з використанням наївного і доповненого деревом класифікаторів на основі байєсівських мереж // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – №2. – К.: НТУУ “КПІ” ВПІ ВПК “Політехніка”, 2016. – 60-68 с. – http://dx.doi.org/10.20535/1810-0546.2016.2.63882
12. О.М. Терентьєв, Т. І. Просянкіна-Жарова, В. В. Савастьянов Використання засобів текстової аналітики як інструменту оптимізації підтримки прийняття рішень у задачах розробки планів соціально-економічного розвитку України // Реєстрація зберігання та обробка даних. – Т. 18. – № 3. – К.: ТОВ “Інфодрук”, 2016. – 75-86 с. – ISSN 1560-9189.
13. О. М. Терентьєв, Т. І. Просянкіна-Жарова, В. В. Савастьянов Застосування когнітивного та ймовірнісного моделювання в задачах формування сценаріїв розвитку соціально-економічних систем // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – №5. – К.: НТУУ “КПІ” ВПІ ВПК “Політехніка”, 2016. – 37-47 с.
14. П. І. Бідюк, О. М. Терентьєв, Т. І. Просянкіна-Жарова, В. В. Ефендієв. Прогнозне моделювання нелінійних нестаціонарних процесів у рослинництві з використанням інструментів SAS Enterprise Miner // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – №1. – К.: НТУУ “КПІ” ВПІ ВПК “Політехніка”, 2017. – 24-36 с.

Дисертації

Панкратов В.А., к.т.н., назва роботи: «Стратегія розвитку соціально–економічних систем на основі методологій передбачення та когнітивного моделювання». (спец. 01.05.04 – системи та засоби штучного інтелекту); – керівник: д.т.н., акад. Згуровський М.З.; – Дата захисту: 26.05.2017 р.

13. **Ключові слова:** сценарний аналіз, соціальні лиха, метод аналізу ієрархій, метод морфологічного аналізу, текстова аналітика, слабко структуровані дані, прогнозування, мережі Байєса, база знань.