



Институт информатики и математического моделирования
Федерального исследовательского центра
“Кольский научный центр Российской академии наук”

Восьмая Всероссийская научная конференция «Теория и практика системной динамики»

Материалы докладов

Апатиты 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральный исследовательский центр
«Кольский научный центр Российской академии наук»
Институт информатики и математического моделирования –
обособленное подразделение Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук» (ИИММ КНЦ РАН)

**VIII Всероссийская конференция
(с международным участием)**

Теория и практика системной динамики
Апатиты, 1-5 апреля 2019 года

Материалы конференции

СООРГАНИЗАТОРЫ:

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской
Академии Наук (ФИЦ ИУ РАН)

Автономная некоммерческая организация высшего и дополнительного
профессионального образования
Кольский академический университет (АНО ВДПО «КАУ»)

*Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований, проект № 19-07-20122*

Апатиты 2019

DOI: 10.25702/KSC.978.5.91137.390.0

VIII–я Всероссийская научная конференция "Теория и практика системной динамики" (Апатиты, 1-5 апреля 2019 г.).

Материалы конференции. – Апатиты, КНЦ РАН, 2019. – 184 с.

ISBN 978-5-91137-390-0

Метод системной динамики был предложен Дж. Форрестером на рубеже 1950-1960-х годов как подход к моделированию систем, сложность динамики которых во многом определяется наличием множества нелинейных обратных связей между их компонентами. Широкое распространение системная динамика получила с 1980-х годов в связи с реализацией поддерживающих технологию программных средств имитационного моделирования, предоставляющих удобные в использовании графические интерфейсы. В настоящее время системно-динамическое моделирование является мощным инструментом, широко применяемым для оценки, анализа и прогнозирования сложных процессов различной природы для поддержки принятия управленческих решений в условиях высокой неопределенности и повышенной сложности, обусловленной нелинейными обратными связями. Современные инструментальные среды моделирования обеспечивают возможность комбинированного использования системно-динамического моделирования с другими типами моделей различного уровня. Поэтому логичным стало рассмотрение в рамках конференции «Теория и практика системной динамики» системно-динамического моделирования в сочетании с другими подходами к исследованию и моделированию динамик сложных систем. Не является исключением и VIII конференция. В материалах докладов представлен широкий спектр исследований систем различной природы – природных, технических, социально-экономических, а также работы теоретического характера, развивающие методологию моделирования.

Конференция поддержана РФФИ: грант № 19-07-20122 – «Научные мероприятия»

Ответственный редактор: д.т.н. Олейник А.Г.

ISBN 978-5-91137-390-0

© Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук», 2019

© Институт информатики и математического моделирования – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИИММ КНЦ РАН), 2019

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation
Federal Research Centre
«Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences» (KSC RAS)

Institute for Informatics and Mathematical Modeling – Subdivision of the Federal Research Centre
“Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences” (IIMM KSC RAS)

The VIII – th All-Russian Scientific Conference
(with international participation)

Theory and Practice of System Dynamics

Apatity, 1-5 April 2019

Conference proceedings

CO-ORGANIZATORS:

Federal Research Center "Computer Science and Control" of Russian Academy of Sciences
(FRC CSC RAS)

Autonomous non-profit organization of higher and additional professional education
Kola Academic University (ANO HAPE "KAU")

*The Conference is supported by Russian Foundation for Basic Research
Grant № 19-07-20122*

Apatity 2019

DOI: 10.25702/KSC.978.5.91137.390.0

The VIII – th All-Russian Scientific Conference "Theory and Practice of System Dynamics" (Apatity, April 1-5, 2019).
Conference papers. - Apatity, KSC RAS, 2019. - 184 p.

ISBN 978-5-91137-390-0

J. Forrester had proposed the method of System Dynamics at the turn of the 1950-1960s as an approach to modeling systems, which complexity of the dynamics was largely determined by multiple non-linear feedbacks between their components. The System Dynamics has become widespread since the 1980s due to the implementation of software tools that provide easy-to-use graphical interfaces. Currently, system-dynamic modeling is a powerful tool widely used for evaluating, analyzing and forecasting complex processes of various nature in order to support decision-making under conditions of high uncertainty and increased complexity due to non-linear feedbacks. Modern instrumental modeling environments provide an opportunity for combined use of system-dynamic modeling with other types of models of various levels. Therefore, it became logical to considering the System-Dynamic modeling in combination with other approaches to the study and modeling the of complex systems dynamics in the framework of the conference "Theory and practice of the System Dynamics". The VIII conference is no exception. The papers presented a wide range of studies of various systems — natural, technical, socio-economic, as well as theoretical works that develop a modeling methodology.

Editor-in-Chief: A.G. Oleynik, Dr.Sc.

ISBN 978-5-91137-390-0

© Federal Research Centre "Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences", 2019

© Institute for Informatics and Mathematical Modeling – Subdivision of the Federal Research Centre "Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences" (IIMM KSC RAS), 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Андронов Н.Г., Белош В.В. Интегрированная система освещения в современных офисных помещениях	11
Арзина И.Ю., Белош В.В. Автоматизированная система контроля состояния водителей	13
Байрамов О.Б., Ерешко Ф.И., Сытов А.Н. Имитационные расчёты динамики ипотечных коалиций	16
Белош В.В., Панин О.А. Моделирование электромагнитной совместимости нанообъектов	22
Бритков В. Б., Ройзензон Г.В. Анализ риска в социально-экономических системах	26
Быстров В.В., Малыгина С.Н., Халиуллина Д.Н. Исследование кадровой безопасности горно-химического кластера региона	34
Вицентий А.В., Шишаев М.Г., Гогоберидзе Г.Г., Ломов П.А. Разработка модели когнитивного интерфейса мультипредметной информационной системы поддержки пространственного управления	39
Горелов М.А., Ерешко Ф.И. Иерархические игры в системе управления	44
Датьев И.О., Федоров А.М., Шишаев М.Г. Об этических и правовых вопросах мониторинга социальных сетей	50
Даувальтер В.А. Установление факторов, влияющих на динамику распределения концентраций химических элементов в донных отложениях оз. Имандра за последнее столетие	55
Диковицкий В.В. Автоматизированное извлечение знаний на основе многоуровневого анализа текста на естественном языке	60
Ерешко Ф.И., Промахина И.М. Модели управляемых коалиций в цифровой экономике	63
Ефимов А.С., Белош В.В. Система контроля и управления доступом для современной гостиницы	69
Заборовский В.С., Лукашин А.А. Суперкомпьютерный центр «Политехнический»: опыт эксплуатации и организации высокопроизводительных систем	72
Заика Ю. В., Бахмет О. Н. Моделирование переноса углекислого газа в лесных почвах карелии	75
Заика Ю.В., Денисов Е.А., Родченкова Н.И. Модель водородопроницаемости с учетом фазовых переходов	79
Закирова Г.Ф., Ефимова Ю.В. Автоматизированная система учета клиентов в компании связи	84

Зуенко А.А. Методы локального поиска в задачах удовлетворения нечисловых ограничений	88
Малоземова М. Л, Ломов П. А. Опыт применения дистрибутивного подхода к анализу естественно языковых текстов для автоматизации пополнения тематического тезауруса	93
Маслобоев А.В., Путилов В.А. К вопросу о создании центра перспективных исследований и обеспечения безопасности арктики на территории Мурманской области	94
Манов М. В., Белош В.В. Автоматизированная система анализа флюорограмм	101
Меденников В.И. Цифровая платформа трансфера научных знаний в экономику	103
Мингалев И.В., Ахметов О.И., Суворова З.В., Мингалев О.В. Моделирование низкочастотных сигналов в ближней зоне передатчика. влияние состояния ионосферы и разломов в литосфере ...	109
Мирсайязнова С.А., Евсеева Е.С. Применение учебных ситуаций при изучении химии	110
Мирсайязнова С.А., Легасова Г.К. Исследование состава мяса и мясных продуктов для формирования моделей продовольственной безопасности	112
Николаева С.М., Ефимова Ю.В. Обучающий программный комплекс по составлению деловой корреспонденции	114
Олейник А.Г., Путилов В.А. Метод системной динамики в задачах информационно-аналитической поддержки развития компонентов макросистемы АЗРФ	117
Олейник Ю.А., Зуенко А.А. Реализация алгоритмов удовлетворения нечисловых ограничений средствами библиотек программирования в ограничениях	123
Панин О.А., Гилязова Г.Н. Методы защиты электронного письма ..	127
Панин О.А., Слимова В.О. Автоматизированные системы в приборостроении	129
Разгуляев О.А., Белош В.В. Технологии лазерного обнаружения и радиочастотной идентификации в современных системах безопасности и контроля доступа	131
Рубинович Е.Я. О позиционных стратегиях перехвата преследователя ложной целью	134
Сабитов Р.А., Белош В.В. Программное обеспечение адаптивного блока расширения	135

Скороходов В.Ф., Китаева А.С., Бирюков В.В., Никитин Р.М., Артемьев А.В. Компьютерное моделирование процессов очистки промышленных сточных вод для выбора их оптимальных параметров	137
Смирнов А.В., Кашевник А.М. Организация информационного взаимодействия мобильных роботов в динамически формируемых коалициях	139
Степанова Д.В., Маенпяя Кари, Сукуваара Тимо. Развитие инфраструктуры интеллектуальных транспортных сетей	143
Степанова Д.В., Сукуваара Тимо. Разработка алгоритма распознавания дорожных знаков	147
Степанова Д.В., Карсисто Вирве, Сукуваара Тимо. Разработка мобильных приложений для обеспечения информационной поддержки водителей	150
Улыбин П.В., Белош В.В. Гиростабилизированная платформа для беспилотного летательного аппарата	154
Федоров А.М., Датьев И.О. Виртуальное население как мера цифровизации регионов	159
Фомин А.В., Хохуля М.С., Львов В.В. Изучение закономерностей течения жидкой фазы в гидроциклоне на основе результатов численного моделирования	164
Фридман А.Я. Ситуационная осведомленность при моделировании промышленно-природных комплексов	169
Шарафутдинова А.Ф., Белош В.В. Автоматизированная система дистанционных медосмотров	173
Шишаев М.Г., Датьев И.О., Федоров А.М. Проблематика и технологии мониторинга динамики идентичности сообществ на основе данных социальных медиа	176
Яковлев С.Ю. Информационная технология управления безопасностью полярных регионов в условиях неопределённости	179

CONTENTS

Andronov N.G., Belosh V.V. Integrated lighting system in modern office premises	11
Arzina I.Yu., Belosh V.V. Automated drivers control system	13
Bayramov O.B., Ereshko F.I., Sytov A.N. Imitation calculations of mortgage coalitions dynamics	16
Belosh V.V., Panin O.A. Modeling of electromagnetic compatibility of nano-objects	22
Britkov V.B., Roizenzon G.V. Risk analysis in socio-economic systems	26
Bystrov V.V., Malygina S.N., Khaliullina D.N. Study of personnel safety of mining and chemical cluster of the region	34
Vicentiy A.V., Shishaev M.G., Gogoberidze G.G., Lomov P.A. Development of a cognitive interface model of a multisubject information system for supporting spatial control	39
Gorelov M.A., Ereshko F.I. Hierarchical games in the management system	44
Datyev I.O., Fedorov A.M., Shishaev M.G. On ethical and legal monitoring issues of social networks	50
Dauvalter V.A. Establishing factors influencing the dynamics of the chemical elements concentration in bottom sediments of imandra lake for the last century	55
Dikovitsky V.V. Automated knowledge extract based on multilevel text analysis in the natural language	60
Ereshko F.I., Promakhina I.M. Models of managed coalitions in a digital economy	63
Efimov A.S., Belosh V.V. Control and access management system for a modern hotel	69
Zaborovsky V.S., Lukashin A.A. Supercomputer center "Polytechnical": experience of operation and organization of high-performance systems	72
Zaika Yu. V., Bakhmet O. N. Modeling of carbon-gas carbon transfer in forest soils of karelia	75
Zaika Yu.V., Denisov E.A., Rodchenkova N.I. Model of hydrogen permittivity taking into account phase transitions	79
Zakirova G.F., Efimova Yu.V. Automated customer accounting system in a communication company	84
Zuenko A.A. Local search methods for non-numerical constraint satisfaction problems	88

Malozemova M. L., Lomov P. A. Distributive approach in native-language texts analysis for automating thematical thesaurus adjunction	93
Masloboev A. V., Putilov V.A. To the question of creating a center for perspective research and ensuring security of the Arctic on the territory of the Murmansk region	94
Manov M.V., Belosh V.V. Automated photofluorogram analysis system	101
Medennikov V.I. Digital platform for transferring scientific knowledge into the economy	103
Mingalev I.V., Akhmetov O.I., Suvorova Z.V., Mingalev O.V. Low-frequency signals simulation in the close transmitter area. Influence of the ionosphere condition and faults in the lithosphere	109
Mirsayzyanova S.A., Evseeva E.S. Application of educational situations in the study of chemistry	110
Mirsayzyanova S.A., Legasova G.K. Study of meat and meat products composition for the formation of food security models	112
Nikolaeva S.M., Efimova Yu.V. Training software for teaching business correspondence compilation	114
Oleynik A.G., Putilov V.A. The method of the system dynamics for the tasks of information and analytical support of the AZRF macrosystem development	117
Oleynik Yu.A., Zuenko A.A. Implementation of the non-numerical constraints satisfaction algorithms by constraint programming software libraries	123
Panin O.A., Gilyazova G.N. Methods of electronic letter protection	127
Panin O.A., Slimova V.O. Automated systems in instrumentation	129
Razgulyaev OA, Belosh V.V. Technologies of laser detection and radio-frequency identification in modern security systems and access control	131
Rubinovich E.Ya. About positional strategies of intercepting an pursuer with a false target	134
Sabitov R.A., Belosh V.V. The software of adaptive extension block	135
Skorokhodov V.F., Kitaeva A.S., Biryukov V.V., Nikitin R.M., Artemyev A.V. Computer simulation of industrial wastewater purification for the selection of their optimal parameters	137
Smirnov A.V., Kashevnik A.M. Organization of information interaction of mobile robots in dynamically formed coalitions	139
Daria Stepanova, Kari Maenpää, Timo Sukuvaara ITS infrastructure development in Arctic conditions	143
Daria Stepanova, Timo Sukuvaara The algorithm of traffic signs image recognition	147

Daria Stepanova, Virve Karsisto, Timo Sukuvaara Vehicle-oriented road weather services development	150
Ulybin P.V., Belosh V.V. Gyro-stabilized platform for a unlimited aircraft	154
Fedorov A.M., Datyev I.O. Virtual population as a measure of digitalization in the regions	159
Fomin A.V., Khokhulya M.S., Lvov V.V. Studying the regularities of the liquid phase flow in a hydrocyclone based on the results of numerical simulation	164
Fridman A.Ya. Situational awareness in modeling industrial and natural complexes	169
Sharafutdinova A.F., Belosh V.V. Automated remote medical inspection system	173
Shishaev M.G., Datyev I.O., Fedorov A.M. Problematic and technologies for monitoring dynamics of communities identity based on social media data	176
Yakovlev S.Yu. Information technology of safety management of polar regions under uncertainty conditions	179

УДК 004.9, 681.518

Андронов Н.Г., Белosh В.В.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе рассматривается интегрированная система освещения в современных офисных помещениях, обеспечивающая заданный уровень освещённости, соответствующий определённому сценарию для конкретного рабочего места и помещения.

Ключевые слова: *Автоматизированное управление, системы освещения, датчики, инфракрасное излучение*

Andronov N.G., Belosh V.V.

INTEGRATED LIGHTING SYSTEM IN MODERN OFFICE PREMISES

Abstract. The paper discusses the integrated lighting system in modern office premises, providing a given level of illumination, corresponding to a specific scenario for a particular workplace and room.

Keywords: *Automated control, lighting systems, sensors, infrared rays*

Наиболее перспективным устройством для автоматического управления одиночными и групповыми осветительными приборами является специализированный контроллер. Он должен обеспечить заданный уровень освещённости, соответствующий определённому сценарию для конкретного рабочего места и помещения.

На фасаде здания расположены датчики освещённости, которые включают, выключают или регулируют необходимый уровень света в зависимости от уровня освещённости окружающего пространства. Принцип работы датчика основан на отслеживании уровня светового излучения в поле зрения фотодатчика, и показан на рис. 1.

В помещениях без естественного освещения освещение будет активироваться датчиками присутствия, реагирующими на движение.



Рис. 1. Принцип работы датчика освещённости

Принцип работы датчика присутствия основан на отслеживании уровня инфракрасного излучения в поле зрения датчика, которые при обнаружении перемещения объектов в поле зрения датчика будут активировать освещение, и показан на рис. 2.

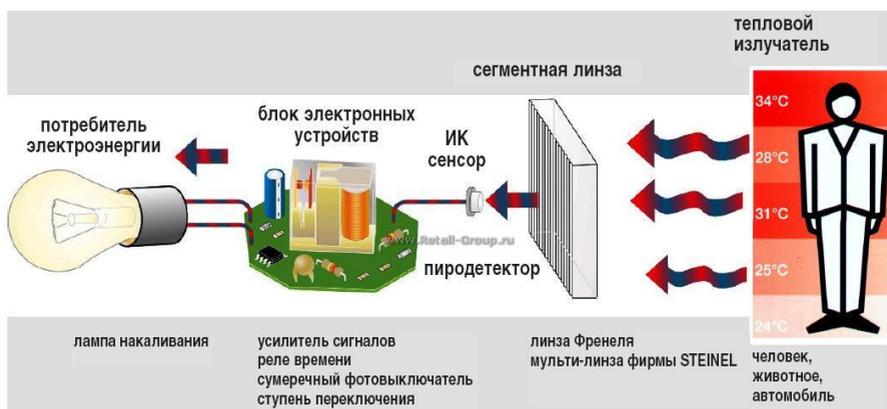


Рис. 2. Принцип работы датчика присутствия

Сигналы с датчиков поступают в настенный контроллер, который на основе полученных данных и занесённых в память световых сценариев автоматически выстраивает световой ансамбль в помещении.

Также имеется возможность настройки конфигурации системы освещения в соответствии с индивидуальными требованиями пользователя. Данная функция осуществляется посредством технологии RFID.

При попадании RFID-транспондера в поле зрения считывателя, начинается активный опрос метки считывателем, в ходе которого световые сценарии, сохранённые в бесконтактной карте (рис. 3), отправляются на контроллер в виде цифрового сигнала.

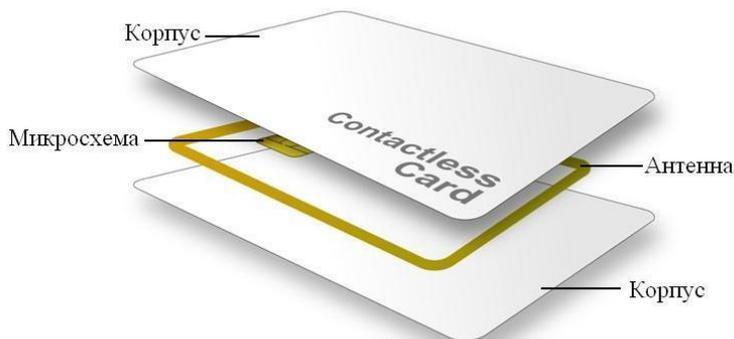


Рис. 3. Схема бесконтактной карты

Литература

1. Белош В.В., Богатиков В.Н., Фильчакова Т.А. Построение систем диагностики и управления технологической безопасностью в нейросетевом базисе // Труды Кольского центра РАН. Информационные технологии. Апатиты, изд-во КНЦ РАН. 2012. №4, Т. 3.
2. Белош В.В., Козлов А.В., Осинцов В.В., Путилов В.А. Интеллектуальный конвейер проектирования систем безопасности производства нетканых материалов // Технологии техносферной безопасности. № 6 (58), 2014. С. 33.

УДК 004.9, 681.518

Арзина И.Ю., Белош В.В.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе рассматривается автоматизированная система, предназначенная для контроля изменения состояния водителя во время длительных рейсов для обеспечения безопасности дорожного движения и охраны здоровья водителя и пассажиров.

Ключевые слова: Автоматизированное управление, системы контроля, транспорт, структурные схемы, базы данных

Arzina I.Yu., Belosh V.V.

AUTOMATED DRIVERS CONTROL SYSTEM

Abstract. The paper discusses an automated system designed to monitor changes in the state of a driver during long driving periods to ensure road safety and protect health of a driver and passengers.

Keywords: Automated control, control systems, transport, block diagrams, databases

Из общего количества произошедших ДТП более 10 000 аварий происходят вследствие того, что водитель отправляется в путь в состоянии алкогольного опьянения.

В настоящее время одной из достаточно востребованных профессий является профессия дальнбойщика. Она набирает популярность из-за того, что все больше и больше грузов различного предназначения приходится перевозить. Дальнбойщики проводят огромное время за рулем (от нескольких часов до нескольких недель). Следовательно, для контроля их состояния проведение только лишь предрейсового медицинского осмотра не является достаточной мерой.

Рассматриваемая автоматизированная система предназначена для контроля изменения состояния водителя во время длительных рейсов для обеспечения безопасности дорожного движения и охраны здоровья водителя и пассажиров [1].

Автоматизированная система контроля состояния водителя выполняет следующие функции:

- контроль состояния водителей во время длительных рейсов;
- проверка трезвости каждый час пребывания в пути;
- контроль личности водителей.

Автоматизированная система контроля состояния водителей работает следующим образом. С момента начала движения транспортного средства начинается отсчет времени. Когда проходит определенный промежуток времени (от 20 минут до нескольких часов – задается руководителями предприятий), система подает звуковой сигнал и выводит сообщение о том, что водителю нужно произвести измерение паров алкоголя в выдыхаемом воздухе. В случае, если концентрация алкоголя является допустимой, то водитель получит сообщение о том, что он может продолжить рейс, иначе – ему необходимо будет оставить ТС и завершить рейс.

Данное измерение водитель выполняет самостоятельно, используя специальное устройство. Видеокамера записывает процесс измерения. Это необходимо для того, чтобы при возникновении какой-либо конфликтной ситуации была возможность ее решения путём поднятия архивных данных. После завершения измерений полученные результаты и видеофайл передаются на сервер [2].

На основании принципа работы системы разработана структурная схема системы контроля состояния водителя, которая состоит из трех модулей:

- модуль включенного двигателя;
- модуль идентификации водителя;
- модуль измерения паров алкоголя.

Модуль включенного двигателя предназначен для того, чтобы определить время начала и продолжительность движения, а также время остановки. Это нужно для определения времени произведения измерений.

Модуль идентификации водителя предназначен для определения водителя, совершающего рейс, а также для того, чтобы исключить возможность прохождения измерений другим человеком. Для этого необходимо:

1. идентифицировать водителя с использованием его водительского удостоверения;
2. записать весь процесс измерения на видеокамеру для возможности его удаленного просмотра.

Модуль измерения паров алкоголя предназначен непосредственно для произведения измерений концентрации паров алкоголя в выдыхаемом водителем воздухе.

Структурная схема автоматизированной системы контроля состояния водителя представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Структурная схема системы

Система контроля начинает работу с модуля включенного двигателя. В момент, когда водитель включил двигатель и отправился в рейс, осуществляется идентификация водителя и начинается отсчет времени. Идентификация водителя может осуществляться с помощью водительского удостоверения или же с помощью личной карточки водителя. Отсчет времени необходим для того, чтобы знать через какое время водителю будет необходимо произвести измерение паров алкоголя. Время периода измерений может быть стандартным (20 мин.), либо же заданным руководителем предприятия. Когда это время прошло, система с помощью светового и звукового оповещения подаст сигнал водителю о том, что необходимо начать измерение паров алкоголя. В этот момент начинается видеозапись процесса измерений.

Затем, все данные (фото-, видеофайлы и результаты измерений) передаются на сервер. После этого начинается новый отсчет времени, при условии, что двигатель все еще включен и ТС находится в движении.

Таким образом, данная система позволит сократить количество ДТП, произошедших по вине водителей в состоянии алкогольного опьянения.

Литература

1. Белош В.В., Богатиков В.Н., Фильчакова Т.А. Построение систем диагностики и управления технологической безопасностью в нейросетевом базисе // Труды Кольского центра РАН. Информационные технологии. Апатиты, изд-во КНЦ РАН, 2012. №4, Т. 3.
2. Арзина И.Ю. Способ калибровки датчиков по одной точке, (научный руководитель доцент, к.т.н. Белош В.В.) // Электронное научно-практическое периодическое издание «Вестник современных исследований». – 2018 – №7-1(июль). – С. 263

УДК 303.094.7

Байрамов О.Б., Ерешко Ф.И., Сытов А.Н.

ИМИТАЦИОННЫЕ РАСЧЁТЫ ДИНАМИКИ ИПОТЕЧНЫХ КОАЛИЦИЙ

Москва, Вычислительный центр им. А.А. Дородницына, ФИЦ ИУ РАН

Аннотация. Рассматривается формирование коалиций в динамике в проектах ипотечного кредитования, исследуется влияние неопределённых факторов на функционирование и эффективность организации коалиции заёмщиков, приводятся результаты вычислительных экспериментов.

Ключевые слова: *Имитационное моделирование, ипотечное кредитование, анализ рисков, экспериментальные исследования*

Bayramov O.B., Ereshko F.I., Sytov A.N.
IMITATION CALCULATIONS OF MORTGAGE COALITIONS DYNAMICS

Abstract. The paper explores the dynamics of coalition formation in projects of mortgage lending and the influence of uncertain factors on the functioning and efficiency of the organization of the coalition of borrowers. The results of computational experiments are presented.

Keywords: *Simulation modeling, mortgage lending, risk analysis, experimental studies*

Введение. Рассматриваются теоретико-игровые модели объединения экономических агентов в динамической ситуации, когда их устремления по обладанию некоторого актива совпадают, и они объединяют свои финансовые возможности. Выступая как отдельные самостоятельные экономические единицы, они организуют коалицию в качестве также самостоятельного лица со своими финансовыми возможностями. В качестве исследуемого объекта рассматривается процесс ипотечного кредитования.

Далее описаны несколько типичных проблем и предложены соответствующие им динамические математические модели. На основе этих моделей были проведены разнообразные имитационные эксперименты, выводы из которых имеют реальный характер, позволяя на числовом материале продемонстрировать качественные эффекты.

Прежде всего, отметим, что предоставление ипотечных ссуд является рискованным типом бизнеса. Информация обо всех видах риска позволяет определить приемлемые методы управления ими, а также оценить возможность кредитования [1].

Риски, связанные с ипотечными кредитами, можно разделить на две группы в зависимости от источников их возникновения: риски изменения условий внешней среды и риски участников операций кредитования. Также существенно, что поток заёмщиков неоднороден по составу, имеются различия в возможностях и целях.

Самофинансирование коалиции заемщиков при неопределённости. Настоящая работа продолжает исследования работ [3,4]. Излагается постановка задачи, примеры возможных стратегий и результаты вычислительных экспериментов.

Функционирование коалиций заёмщиков (ссудно-сберегательных касс) сопряжено с рисками, обусловленными неопределенностью факторов (процентных ставок на депозиты и кредиты, цен на жильё, динамики прихода новых членов и нештатных выбытий ранее пришедших членов коалиций заёмщиков). В предыдущих работах оценка влияния изменения

неопределённых факторов (процентных ставок на депозиты и кредиты, цен на жильё) проводилась методами статистических испытаний при задании сценариев реализации неопределённых факторов и последующей обработкой результатов расчётов.

В работах [3,4] были получены теоретические результаты, которые устанавливали условия, при которых проявляется феномен самофинансирования коалиций заёмщиков (ссудно-сберегательных касс) в форме очереди равнозначных договоров. Чтобы оценить риски, была проведена серия вычислительных экспериментов, имитирующих функционирование очереди в условиях реального рынка. Все эксперименты продемонстрировали явное присутствие эффекта самофинансирования очереди.

Имитационное моделирование процесса функционирования коалиции в условиях кредитных рисков. Предоставление ипотечных ссуд является рискованным типом бизнеса. Информация обо всех видах риска позволяет определить приемлемые методы управления ими, а также оценить возможность кредитования [2-4]. Количественному анализу рисков изменения условий внешней среды в одной из небанковских систем жилищного кредитования посвящена работа [2].

Основной вид риска во второй группе – кредитный риск, или риск неплатежеспособности заемщика, который выражается в ненадлежащем исполнении заемщиком обязательств по обслуживанию кредита. Источником возникновения этого риска может быть как изменение благосостояния заемщика, так и изменение его готовности обслуживать кредит, что может быть обусловлено как экономическими, так и социальными факторами.

Для кредитора принципиально важно введение превентивных механизмов, которые позволили бы снизить вероятность и степень проявления этого риска. В качестве таких механизмов применяются как введение штрафных санкций, так и наличие обеспечения кредита. Помимо этого, кредитору важен и тот факт, что в случае падения стоимости имущества он сможет его реализовывать и полностью компенсировать потери, связанные с непогашением кредита, поскольку имеет право требовать всю стоимость объекта залога. Индивидуальные риски могут быть устранены на уровне кредитного института путем диверсификации, применения механизмов отбора добросовестных заёмщиков, а также использования системы страхования и инструментов риск-менеджмента. Таким образом, одной из непосредственных задач кредитора становится комплексное управление рисками, которые возникают при осуществлении операций жилищного кредитования.

Имитационная модель. Рассматривается один из способов организации коалиции, создаваемой с целью приобретения жилья ее участниками, в форме ссудно-сберегательной кассы (ССК). Общее описание процесса приводится в [3].

Предполагается, что ССК строит отношения с клиентами на основе договоров следующего типа. Согласно договору, клиент в течение определенного периода времени делает равные периодические вклады под оговоренный процент на счета ССК. По окончании этого периода ССК покупает для клиента жилье, соответствующее параметрам, указанным в договоре. Клиент получает в пользование жилье, которое до окончания действия договора остается в залоге у ССК. С момента приобретения жилья до окончания действия договора клиент равными долями выплачивает проценты по кредиту и его основную сумму, равную разнице между стоимостью жилья и вкладами клиента вместе с начисленными на них процентами.

В такой системе ипотечного кредитования будем рассматривать следующие критичные риски. Клиент ССК может отказаться от участия в процессе, расторгнув договор либо в период накопления, либо в период кредитования. В первом случае ему возвращается сумма денежных средств, которая, как мы будем считать, находится в некотором соответствии с размером его накоплений и включает штрафные санкции за досрочное расторжение договора. Во втором случае ССК реализует механизм залога: продает жилье клиента на рынке и, если вырученных денежных средств достаточно для ликвидации задолженности клиента, возвращает ему некоторую сумму денежных средств. Меняя сценарии возникновения и развития кризисных ситуаций, на основе описанной модели проводится оценка значимости рисков, в соответствии с подходами статистических испытаний. Один из подходов предполагает определить базовую точку допустимого риска в виде заданных значений параметров и расчетного «допустимого» уровня собственного капитала и затем определять в результате расчётов величины отклонений собственного капитала от базисных значений.

Декомпозиция в задаче организации коалиции. Разнообразие заёмщиков. Общая модель протекания финансовых процессов в коалиции заёмщиков описана в работах [3-6], где при некоторых упрощающих предположениях аналитически показано, что при ставках внутренних депозитов на уровне рыночных, коалиция может назначать ставки внутренних кредитов строго меньше, чем внешние кредитные ставки, и при этом собственный капитал коалиции не уменьшится (самофинансирование). При этом была установлена большая чувствительность результатов к динамике входов участников и их уровню финансовой обеспеченности. Таким образом, для проведения конкретных расчетов требуется определиться с динамикой вступления в коалицию новых участников. Если их число велико, для того, чтобы упростить расчеты, целесообразно произвести декомпозицию

представленной в этих работах модели. Суть реализованной в данной работе процедуры декомпозиции состоит в следующем [5,6]. Из общего потока участников выделяются участники с примерно одинаковыми финансовыми возможностями и уровнем качества приобретаемого жилья.

Обозначим через t_ρ^0 момент вступления в коалицию первого участника очереди типа ρ , а через l_ρ «длину» очереди. Участники очереди вступают в коалицию в последовательные моменты времени $t_\rho^0, \dots, t_\rho^0 + l_\rho$, так что в каждый момент времени на этом интервале к очереди добавляется ровно один участник. Для фиксированного типа очереди ρ участник с номером k вступает в коалицию в момент времени $t_{\rho,k} = t_\rho^0 + k - 1$, $k = 1, \dots, l_\rho + 1$. Каждый участник k очереди ρ характеризуется размером накопительных вкладов $U_{\rho,k}^D$, выплат по кредиту $U_{\rho,k}^C$, моментом приобретения жилья $t_{\rho,k}^1$ и моментом погашения кредита (выхода из коалиции) $t_{\rho,k}^2$. Обозначим через d_ρ – долю от текущей стоимости жилья $C_{\rho,t}$, при накоплении которой участник очереди получает кредит и приобретает жилье (порог накопления). Пусть $u_{\rho,t}^D, u_{\rho,t}^C$ – внутренние процентные ставки по вкладам и кредитам участников очереди ρ . Процентные ставки по внешним депозитам и кредитам обозначаются как λ_t^D и λ_t^C .

Далее выписываются основные соотношения, которые определяют динамику функционирования отдельной очереди и коалиции в целом (поток накопительных платежей и динамика накоплений участника k очереди ρ , моменты приобретения жилья и количество вкладов участника и т.д.) Объем внешних вложений $H_{\rho,t}^D, H_t^D$; внешних заимствований $H_{\rho,t}^C, H_t^C$ очереди и коалиции определяются следующий вид:

$$\begin{aligned} H_{\rho,t}^D &= \max(0, H_{\rho,t}), \quad H_t^D = \max(0, -H_t), \quad H_{\rho,t}^C = \max(0, -H_{\rho,t}), \quad H_t^C = \max(0, -H_t), \\ H_{\rho,t} &= 0, \quad t < t_\rho^0, \quad t > T_\rho; \quad H_{\rho,t+1} = (1 + \lambda_t)H_{\rho,t} + P_{\rho,t+1} - R_{\rho,t+1}, \quad H_\rho(t_\rho^0) = P_\rho(t_\rho^0) - R_\rho(t_\rho^0), \\ H_t &= 0, \quad t < t^0, \quad t > T; \quad H_{t+1} = (1 + \lambda_t)H_t + P_{t+1} - R_{t+1}, \quad H(t^0) = P(t^0) - R(t^0), \\ P_{\rho,t} &= P_{\rho,t}^D + P_{\rho,t}^C, \quad R_{\rho,t} = R_{\rho,t}^D + R_{\rho,t}^C, \quad P_t = P_t^D + P_t^C, \quad R_t = R_t^D + R_t^C, \end{aligned}$$

где $\lambda_{\rho,t} = \lambda_t^D$, если $H_{\rho,t} \geq 0$; $\lambda_t = \lambda_t^C$, если $H_t < 0$ и $\lambda_t = \lambda_t^D$, если $H_t \geq 0$; $\lambda_t = \lambda_t^C$, если $H_t < 0$. Здесь t^0 обозначает момент открытия коалиции, а T_ρ и T моменты – закрытия очереди ρ и всей коалиции. Коалиция открывается с моментом вступления первого участника $t^0 = \min_{\rho} t_{\rho}^0$. Очередь и коалиция закрываются, когда заканчивает погашать кредит последний участник, соответственно в очереди и коалиции, т.е. $T_\rho = \max_k t_{\rho,k}^2$, $T = \max_{\rho,k} t_{\rho,k}^2$. Процентные платежи по внешним депозитам и кредитам очереди и коалиции: $h_{\rho,t}^D = \lambda_{t-1}^D \cdot H_{\rho,t}^D$, $h_{\rho,t}^C = \lambda_{t-1}^C \cdot H_{\rho,t}^C$, $h_t^D = \lambda_{t-1}^D \cdot H_t^D$, $h_t^C = \lambda_{t-1}^C \cdot H_t^C$.

Динамика активов, обязательств и собственного капитала аналогична [5].

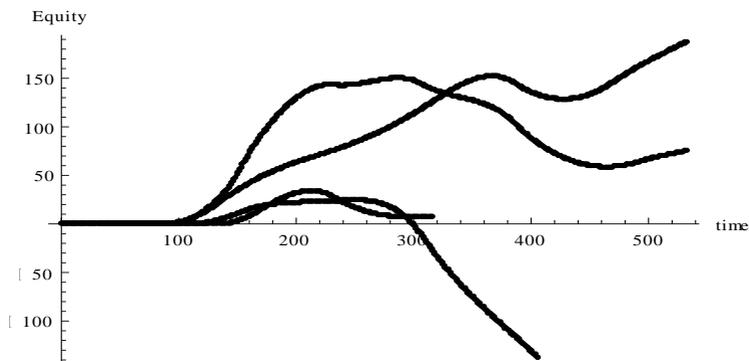


Рис. 1. Собственный капитал отдельных очередей и коалиции в целом

Проведение вычислительных экспериментов. Рассматривалось несколько автономных очередей. Для каждой очереди фиксировались момент ее открытия и длина, порог накопления, а также размеры вкладов и кредитных выплат участников. Задавались сценарии изменения процентных ставок и цен на жилье. Рассчитывались количество накопительных вкладов и выплат по кредиту участников, а также основные финансовые показатели очереди.

Закключение. При анализе рисков имитационные расчёты демонстрируют высокий уровень устойчивости коалиции заёмщиков в смысле самофинансирования при варьировании неопределённости относительно динамики входов.

При соотнесении эффективности отдельных очередей и коалиции в целом получено, что в отдельных примерах автономное функционирование отдельной очереди может быть убыточным, хотя функционирование всей коалиции таковым не является.

Литература

1. Гасанов И.И. Организация ссудно-сберегательной кассы по принципу очереди. М.: ВЦ РАН, 2006 г., 79 С.
2. Гасанов И.И., Ерешко Ф.И. Моделирование ипотечных механизмов с самофинансированием. М.: ВЦ РАН, 2007 г., 62 С.
3. Сытов А.Н., Имитационные эксперименты с общей финансовой моделью жилищной коалиции // Вторая международная конференция "Управление развитием крупномасштабных систем". MLSD'2008. Доклады. ИПУ РАН, 1-3 октября 2008г., т.2, С. 136-138
4. Байрамов О.Б., Сытов А.Н. Имитационное моделирование процесса функционирования ссудно-сберегательной кассы в условиях кредитных рисков // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2009): Материалы Третьей международной конференции (5-7 октября 2009 г., Москва, Россия). М.: Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2009, С. 236-238.
5. Ерешко А.Ф., Сытов А.Н. Стохастическая финансовая задача коалиции заемщиков в динамике // Труды Института системного анализа Российской Академии Наук. «Динамика линейных и нелинейных систем», том 31.1. М.: КомКнига, 2007.
6. Ерешко Ф.И. Финансовые модели и вычислительный инструментарий в задачах анализа инвестиций // Управление развитием крупномасштабных систем (Современные проблемы. Вып. 2) под ред. Цвиркун А.Д. С. 413-453, М.: Физматлит, 2015, 473 С.
7. Ерешко Ф.И. Модель финансовой Коалиции в динамике // Автоматика и Телемеханика. – 2018 – № 10. – С. 76-94.

УДК 004.414.23

Белош В.В., Панин О.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ НАНООБЪЕКТОВ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе проведен анализ моделирования нанообъектов. Дана характеристика электромагнитной совместимости. Рассмотрены особенности моделирования нанообъектов.

Ключевые слова: Электромагнитная совместимость, межсоединения, нанообъекты, экспериментальное моделирование, проблематика анализа

Abstract. The paper analyzes the modeling of nano-objects. The characteristic of electromagnetic compatibility is given. The features of modeling nano-objects are considered.

Keywords: *Electromagnetic compatibility, interconnections, nano-objects, experimental modeling, analysis issues*

Под электромагнитной совместимостью (ЭМС) понимают нормальное функционирование передатчиков и приемников электромагнитной энергии. Электрические устройства могут одновременно действовать и как приемники, и как передатчики. Поэтому электрическое устройство считается совместимым, если оно в качестве передатчика является источником помех не выше допустимых, а в качестве приемника обладает допустимой чувствительностью.

Задача обеспечения ЭМС средств вычислительной техники (СВТ) является наиболее сложной, если применяются наномодули с высоким быстродействием. В этом случае время переключения элементов схем (от единиц наносекунд) соизмеримо со временем распространения сигнала в межсоединениях и длительностью помех, возникающих в них. Особенно остро возникает проблема ЭМС межсоединений СВТ и помехоустойчивости элементов при проектировании межсоединений наномодулей. Задержки сигналов и искажения их формы при распространении по межсоединениям обусловлены конечной скоростью распространения сигнала и нерегулярностью нанопроводников.

Важным этапом совершенствования межсоединений, позволяющим получить высокие характеристики с наименьшими затратами, является моделирование различных процессов, связанных со всем жизненным циклом межсоединений, от их производства до утилизации, например технологических, а также происходящих при работе межсоединений химических, механических и тепловых процессов. Однако в первую очередь важно моделировать электромагнитные процессы, связанные с распространением электрических сигналов в межсоединениях, поскольку именно это определяет основное функциональное назначение межсоединений [1].

Различают экспериментальное и теоретическое моделирование. Экспериментальное моделирование возникло сравнительно давно и при отсутствии развитых математических методов и средств вычислительной техники часто было единственно возможным, вполне доступным и удовлетворительным для несложных межсоединений видом моделирования. Однако с ростом плотности, быстродействия и уменьшения размеров межсоединений появилась необходимость моделирования всё более сложных и тонких процессов. Это привело к усложнению и удорожанию изготовления экспериментальных макетов, необходимости более точного и дорогого

измерительного оборудования, росту требований к квалификации исследователя-экспериментатора. Поэтому возросло значение теоретического моделирования межсоединений. Широкое распространение и резкий рост производительности вычислительной техники, а также возможность быстрого получения вычисленных характеристик для любых параметров межсоединений, изменяющихся в самых широких диапазонах, сделали теоретическое моделирование несравнимо эффективнее экспериментального. Кроме того, открылась возможность решения не только задачи анализа, но и синтеза, и оптимизации межсоединений.

Однако это требует решения ряда сложных задач по созданию основ теории и моделей, адекватно отражающих реальные процессы, происходящие при передаче сигналов в межсоединениях. На основе построенных моделей необходимо разработать алгоритмы и реализовать их в виде программ, позволяющих получать результаты моделирования.

Распространение электрических сигналов в межсоединениях в самом общем случае описывается уравнениями Максвелла. Поэтому строгое решение задачи вычислительного моделирования межсоединений требует их численного решения для граничных условий, определяемых конфигурацией межсоединений, при начальных значениях, задаваемых электрическими сигналами в межсоединениях. Однако необходимые для этого вычислительные затраты весьма высоки даже для относительно простых конфигураций. Поэтому такой анализ, называемый электродинамическим, или полноволновым (поскольку он учитывает все типы волн, возникающих в межсоединениях), используется, как правило, только на частотах в десятки и сотни ГГц. При статическом подходе делается упрощающее предположение, что в межсоединениях отсутствуют потери, дисперсия и высшие типы волн и может распространяться только основная, поперечная волна. Это сводит уравнения Максвелла к телеграфным уравнениям, решение которых гораздо проще, но весьма точно для многих практических межсоединений. При допущении распространения только поперечной волны получаются довольно точные результаты даже при наличии небольших потерь в межсоединениях. Этот подход называют квазистатическим. В силу своих достоинств он широко используется исследователями для анализа.

Экспериментальное моделирование межсоединений предполагает решение следующих задач:

- макетирование межсоединений;
- экспериментальное определение электрических параметров межсоединений;
- экспериментальное определение отклика межсоединений.

Отметим, что экспериментальное моделирование межсоединений часто начинается с эвристического поиска (как правило, основанного на анализе известных прототипов) геометрической конфигурации проводников и диэлектриков, которая бы

отвечала совокупности предъявляемых к ней основных требований. Если удаётся обеспечить (хотя бы по предварительным оценкам) выполнение определённой совокупности основных конструктивных, технологических, стоимостных и электрических требований, то принимается решение о дальнейшем исследовании конкретной конфигурации. Значимость этапа поиска новых конфигураций межсоединений заключается в том, что при успешном выборе новой конфигурации от неё можно ожидать и новых возможностей.

Макетирование межсоединений является той стадией, которой не удаётся избежать при экспериментальном моделировании межсоединений. Она необходима для экспериментального определения как параметров, так и отклика межсоединений. Макетирование новых конструкций межсоединений требует проработки технологических вопросов изготовления межсоединений в производственных условиях. Выбор конструкции макетов должен быть тщательно продуман с учётом особенностей проведения измерений, а выбор диапазона параметров конструкции – с учётом ожидаемых результатов. От этих факторов зависит количество макетов с различными параметрами, а значит, и затраты на их изготовление, которые могут увеличиться при ошибочном выборе.

Проблема анализа задержек электрических сигналов в межсоединениях универсальна, поскольку возникает практически на всех структурных уровнях: в микросхемах (межкристальные соединения в многокристальных чипах, корпус сверхбольших интегральных схем с большим числом выводов); в субблоках (печатные платы, платы с тонкопроволочным монтажом и прочие монтажные платы); в блоках (многоконтактные соединители и объединительные панели); в шкафах (многопроводные жгуты и кабели); в системах (структурированные кабельные сети, линии электропередачи). Одним из следствий этого является то, что один и тот же результат теоретического моделирования (например, разработанная модель или обнаруженная закономерность поведения характеристики) может быть применим на самых разных структурных уровнях и успешно использоваться в различных отраслях техники [2]. С другой стороны, появление новых конструкций конкретных межсоединений может ставить новые задачи для их адекватного теоретического моделирования, а также давать новые возможности уменьшения искажений электрических сигналов в межсоединениях.

Таким образом, совокупность результатов теоретического и экспериментального моделирования становится мощным инструментом для дальнейшего совершенствования межсоединений. Графики зависимостей характеристик межсоединений от параметров конфигурации позволяют судить о потенциальной возможности получения требуемых характеристик и сравнивать характеристики исследуемых межсоединений с характеристиками известных. В результате открываются дополнительные возможности уменьшения искажений электрических сигналов в межсоединениях.

Однако необходимо отметить, что экспериментальное моделирование межсоединений наномодулей является трудоемким, требующим использования дорогого оборудования и не всегда осуществимым в виду недостаточного на данный момент технического развития. Таким образом, теоретическая модель межсоединения является на данный момент наиболее применимым решением моделирования нанообъектов [3].

Литература

1. Бобринецкий И.И., Неволин В.К., Снисаренко Э.А. Новости нанотехнологии // Микросистемная техника. – 2001 – № 7. – С. 44-54.
2. Панин О.А., Иванов Н.М., Гаврилов А.Г. Моделирование задержек сигналов в межсоединении на основе углеродных нанотрубок // Инженерный вестник Дона. 2016. №3.
3. Белош В.В., Козлов А.В., Осинцов В.В., Путилов В.А. Интеллектуальный конвейер проектирования систем безопасности производства нетканых материалов // Технологии техносферной безопасности. 2014 № 6(58). С. 33.

УДК 332.012.2, 52-17

Бритков В. Б.^{1,2}, Ройзензон Г.В.^{1,2,3}

АНАЛИЗ РИСКА В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

¹ - Москва, Институт системного анализа ФИЦ «Информатика и управление» РАН

² - Москва, МФТИ

³ - Москва, МЭИ

Аннотация. В работе проанализированы современные междисциплинарные проблемы оценки риска. Рассмотрены различные подходы к измерению риска. Проведен критический анализ различных подходов к измерению риска. Представлены примеры решения практических социально-экономических задач.

Ключевые слова: *Социально-экономические системы, большие данные, теоретическое моделирование, анализ рисков*

Britkov V.B., Roizenzon G.V.

RISK ANALYSIS IN SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

Abstract. The paper analyzes current interdisciplinary problems of risk assessment. Different approaches to risk measurement are considered. A critical analysis of various approaches to risk measurement is suggested. Examples of solving practical socio-economic problems are presented.

Keywords: *Socio-economic systems, big data, theoretical modeling, risk analysis*

В ключевых отраслях экономики России наблюдается значительный износ оборудования. В этой связи крайне востребованы различные методы поиска аналогов и заменителей научно-технических решений и технологий, эффективная реализация которых в РФ связана с определенными трудностями. В условиях введения различных санкций по отношению к РФ со стороны технологически развитых зарубежных стран важность данного аспекта существенно возрастает. Таким образом, обозначенная проблема технологического отставания увеличивает вероятность крупных аварий и техногенных катастроф. В связи с этим актуальна разработка различных новых подходов к анализу риска в рамках самых разных предметных областей, в частности: крупномасштабные технологии (например, атомная энергетика [1, 2, 10], строительство и эксплуатация магистральных газо- и нефтепроводов [3, 4], транспорт [5]); финансовая сфера (например, анализ кредитного риска [12]); анализ политических рисков [6] и ряд других. В частности, при построении различных индикаторов устойчивого развития [8] учет политических рисков представляется крайне важным и востребованным. Широка различных прикладных областей применения методов анализа риска лишняя раз подчеркивает их междисциплинарный характер, что во многом определяет эффективность применения такого подхода в рамках социально-экономических систем (далее, СЭС).

Под СЭС будем понимать любой уровень и любой элемент социально-экономической организации общества от государства в целом до отдельной социально-экономической единицы, например, отдельного предприятия (или его части) [13].

Совершенно новые типы рисков связаны с внедрением в повседневную жизнь технологий, использующих искусственный интеллект (интеллектуальные биржевые роботы, системы оценки кредитного риска [12], беспилотные автомобили и летательные аппараты [7] и т.п.). К концу следующего десятилетия можно ожидать лавинообразный рост (несколько десятков миллиардов единиц) числа разнообразных интеллектуальных устройств (ИУ) разного масштаба (интеллектуальных роботов (ИР), умных машин, умных предприятий, умных городов и т.п.) [7]. Соответственно, подобное развитие событий приведет к необходимости обработки огромных массивов информации, поступающих от ИУ. В этой связи исследователи столкнутся с проблемой обработки больших данных (big data) совершенно другого масштаба даже по сравнению с текущим моментом. Под большими данными понимаются данные, объем которых превосходит текущие возможности оперирования ими в обозримый период. Важным направлением исследований является использование больших данных в рамках интерактивных компьютерных систем [4]. Таким образом, можно предложить альтернативное определение больших данных, формулируемое следующим образом: под большими данными понимаются массивы разнородной

(структурируемой, слабо структурируемой и неструктурируемой) информации, которые не могут быть непосредственно использованы в человеко-машинных процедурах многокритериального принятия решений. С учетом вышеизложенного, рост числа ИУ требует разработки совершенно новых подходов к оценке технологических рисков [10], в которых будут гармонично сочетаться возможности интеллектуальных устройств самостоятельно предотвращать какие-либо нежелательные последствия (аварии) и возможности человека вмешиваться в такие процессы. Очевидно, что роль человеческого фактора при оценке технологических рисков (например, статистические и экспертные подходы) будет постепенно сокращаться (человек просто физически не успеет среагировать на различные опасные ситуации, которые могут возникать при использовании ИУ). Соответственно при таких обстоятельствах более общую трактовку получает проблема этики в области систем искусственного интеллекта [15]. Использование технологий искусственного интеллекта требует проектирования ситуационных центров (далее СЦ) нового поколения для отслеживания состояния огромного числа ИУ для возможности оперативного вмешательства в их работу [9]. Таким образом, ускорение темпа развития информационных технологий ставит новые задачи и предоставляет новые возможности использования СЦ для решения самого широкого круга вопросов мониторинга различных сфер деятельности с точки зрения оценки и прогнозирования самых разных типов рисков.

В общем случае под измерением риска понимают определение опасности от того или иного источника (вида деятельности) для индивидуума или группы [3]. Отметим основные четыре подхода, которые используются для измерения риска.

Первый подход хорошо известен как инженерный. В рамках данного подхода основные усилия направлены на сбор статистических данных о поломках, авариях, связанных с утечкой вредных веществ в окружающую среду [10]. Инженерный подход ориентирован на количественный расчет вероятности поломок, отказов и других нежелательных событий. Тем не менее, пример с аварией на японской АЭС Фукусима говорит о том, что почти невозможное, казалось бы, сочетание нескольких маловероятных событий (землетрясение, цунами и наводнение) имело место и привело к совершенно катастрофическим последствиям. Кроме того, достаточно распространены случаи, когда прецедентная информация отсутствует (например, при решении совершенно новой задачи уникального выбора – места строительства экспериментального термоядерного реактора).

Второй подход принято называть модельным. Данный подход предполагает моделирование процессов, которые могут спровоцировать различные нежелательные последствия (аварии и т.п.) [10]. В рамках данного подхода проблема состоит в том, что построение модели сложной системы может

потребовать достаточно много времени. К моменту завершения построения модели сама сложная система может значительно трансформироваться, и процесс моделирования фактически придется начинать заново [10]. В этом случае перспективным представляется применение концепции, которая предполагает разработку и использование одновременно сразу нескольких моделей и возможность сопоставлять результаты моделирования. Указанная концепция была использована при создании человеко-машинной системы моделирования под систему моделей глобального развития, которая реализовывалась во ВНИИСИ (в данный момент ИСА ФИЦ ИУ РАН), начиная с 1979 года [16]. Подход с использованием системы моделирования позволил управлять процессами создания моделей и их использования для решения задач демографии, оценки экономических потенциалов и ряда др. В последнее время активно развивается математическая теория риска и безопасности [11], весьма перспективная, в том числе и для модельного подхода.

Третий подход к измерению риска известен как экспертный. Как уже было отмечено, при применении инженерного и модельного подходов достаточно часто возникают ситуации, когда наблюдается дефицит статистических данных (или есть сомнения в их достоверности). Кроме того, при построении моделей в ряде случаев затруднительно выявить различные зависимости (так называемые слабоструктурированные задачи [4]). В такой ситуации фактически единственным источником сведений являются эксперты [3, 4, 12]. В рамках данного подхода сложности состоят в субъективности суждений экспертов, а также в механизмах обработки как количественных, так и качественных экспертных оценок.

В качестве примера приложения экспертного подхода можно привести опыт ИСА ФИЦ ИУ РАН в финансовой сфере (анализ кредитного риска [12]). Получение достаточно надежных оценок заемщика кредитов является сложной задачей, так как нет единого индикатора вероятности невозврата средств. Существует множество индикаторов (факторов, критериев), которые необходимо принимать во внимание. Каждый такой фактор вносит определенный вклад в общую оценку. Классификация кредитов для внутренних нужд банка может и должна учитывать самые различные параметры кредитного проекта (например, если в качестве заемщика выступает юридическое лицо (организация, фирма, корпорация и т.п.)). При этом необходимо учитывать так называемые данные нефинансового характера. Общее качество кредита является достаточно сложной функцией отдельных его составляющих. Эта функция не может быть определена путем объективных расчетов. Обстановка, в которой работает банк, непрерывно изменяется из-за изменения общей экономической ситуации. Следовательно, правила оценки качества кредитов могут базироваться на политике руководства банка, на интуиции и опыте его руководителей.

Классификация банковских кредитов по группам риска может осуществляться либо на основе экспертной оценки опытного кредитного работника, либо с помощью регулярной процедуры агрегирования оценок отдельных параметров кредита, полученных от профильных специалистов банка или привлеченных экспертов. При грамотной постановке процесса кредитования параллельно используются оба метода. Известны автоматизированные системы классификации, построенные на основе статистических методов, нейронных сетей и методах анализа больших данных. Однако такие процедуры требуют «хороших» статистических рядов, которые в ряде случаев недоступны в современной российской банковской практике. Такие системы не всегда позволяют проследить «логику» классификации и, следовательно, избежать ошибок. Кроме того, большинство параметров, описывающих кредитный проект, имеют качественный характер, и формальная оцифровка оценок при использовании статистических процедур создает лишь видимость точности. Представляется логичным использовать опыт руководящих лиц банка – членов кредитного комитета – для определения существенных (в данных экономических условиях) параметров кредитного проекта и построения правил классификации кредитов в полученном пространстве всевозможных сочетаний этих параметров. Для решения данной слабоструктурированной задачи использован метод порядковой классификации многокритериальных альтернатив ЦИКЛ с сокращением размерности признакового пространства [4, 12, 17]. Этот метод позволяет поэтапно строить классификацию, проверять информацию на непротиворечивость, получать общее решающее правило.

После ряда итераций были выделены классы качества банковских кредитов и построена иерархическая система критериев. Далее была проведена классификация возможных кредитов в многомерном пространстве шкал критериев. При этом проверялось качество полученных результатов. Первоначально были построены классификации кредитов на нижнем уровне, внутри описанных групп критериев. В качестве классов качества для каждой группы выступали общие оценки на шкалах критериев первого уровня иерархии. После классификации эти общие оценки наполнялись конкретным содержанием. В итоге были получены решающие правила определения качества произвольного кредита. Практика внедрения системы показала, что вроде бы ясно понимаемая всеми участниками кредитного комитета кредитная политика банка, «воплощалась» в довольно сильно различающиеся классификации. Процесс сведения их в результирующую классификацию потребовал кропотливой работы и затрат рабочего времени высших управленцев банка.

Рассмотрим еще один пример применения экспертного подхода для анализа риска. Как уже было отмечено выше, для отечественной экономики весьма актуальна

разработка новых методов поиска аналогов и заменителей научно-технических решений и технологий, эффективная реализация которых в РФ связана с определенными трудностями. В частности, при строительстве и эксплуатации магистральных газо- и нефтепроводов очень ценным является опыт создания и развития производства, обеспечивающего увеличение долговечности и эксплуатационной надежности труб нефтяного сортамента [14]. К настоящему моменту разработано несколько технологий защиты подобных труб от коррозионно-эрозийного воздействия агрессивных сред путем нанесения специальных покрытий (например, гальваническое, горячее цинкование и диффузионное цинкование). Указанные технологии цинкования можно описать с помощью следующей системы критериев: (1) срок действия коррозионной защиты; (2) износостойкость; (3) повторение профиля; (4) возможность применения для высокопрочного крепежа; (5) производительность (распространенность); (6) декоративность; (7) воздействие на экологию; (8) цена.

Соответственно применение экспертного подхода для выбора предпочтительной технологии цинкования труб позволяет оценивать различные технологические риски. Например, технология гальванического цинкования достаточно дешева (по сравнению с двумя другими технологиями), позволяет наносить покрытие на трубы сложной конфигурации (повторение профиля) и высокопроизводительна, но при этом срок действия коррозионной защиты недостаточно продолжительный (1-2 года), и технология наносит существенный ущерб окружающей среде (проблема очистки и утилизации воды, которая используется в гальванических ваннах). В тоже время технология диффузионного цинкования дороже, чем гальваническая, но зато не наносит никакого экологического ущерба («зеленая» технология), срок действия коррозионной защиты на порядок превосходит гальваническую (более 15 лет) и обладает большой износостойкостью. Таким образом, использование современных человеко-машинных многокритериальных методов позволяет достаточно эффективно решать задачу поиска аналогов и заменителей научно-технических решений и технологий.

И последний, четвертый подход к анализу риска известен как социологический [2, 3]. В рамках данного подхода предполагается измерить восприятие населением и его отдельными группами того или иного риска. При оценке политических рисков учет подобной социологической информации представляется очень важным (пример кризиса на Украине (2014-2019 гг.), где вопрос отношения населения к евроинтеграции был одним из определяющих). Рассмотрим несколько примеров [15]. По причине перераспределения рабочей силы на постсоветском пространстве после распада СССР в Москве сосредоточено несколько сотен тысяч водителей автотранспорта (таксисты, водители маршруток, троллейбусов, автобусов и т.п.). Соответственно, если использование беспилотных автомобилей будет набирать современные темпы,

то буквально через несколько лет значительная часть водителей – выходцев из стран ближнего зарубежья, останется без работы. Большинство этих людей другими профессиями быстро овладеть не сможет. Можно предположить, что для такого мегаполиса как Москва (как, впрочем, и для любого другого) такое развитие ситуации может легко привести к социальному взрыву, если предварительно не проделать глубокий анализ всех возможных последствий от внедрения тех или иных технологий ИИ. Рассмотрим еще пример с моногородом (а это город, как хорошо известно, который сформировался и развился вокруг какого-то крупного промышленного предприятия). Предположим, на этом предприятии работает 20 000 человек. При этом используется технология, которая связана с достаточно низкой (по современным меркам) производительностью труда, относительно высоким процентом брака готовой продукции и наносит достаточно существенный экологический ущерб. Есть новая технология, использующая ИИ, которая сразу решает большинство перечисленных проблем (рост производительности труда, уменьшение экологического ущерба и т.п.) и внедрение которой может снова сделать этот промышленный гигант конкурентным на мировом рынке. Но внедрение этой новой технологии предполагает увольнение с предприятия 18 000 человек, что также грозит моногороду социальными потрясениями, т.к. других предприятий, в которые можно было бы устроить работников по специальности, в городе попросту нет. Что делать в этой ситуации? Если, вообще ничего не менять, то предприятие разорится, т.к. станет совершенно не конкурентоспособным и вообще все 20 000 людей останутся без работы. Если внедрить самую передовую технологию, использующую ИИ, то тоже значительную часть сотрудников нужно будет уволить, но предприятие сохранится и в городе можно будет, например, улучшить экологию, а на вырученные от поступления в бюджет региона налоговые средства организовать новую программу по переподготовке кадров и т.п.

Таким образом, в представленной работе проанализированы современные междисциплинарные проблемы оценки риска. Рассмотрены различные подходы к измерению риска. Проведен критический анализ различных подходов к измерению риска, который позволяет заключить, что при оценке рисков достаточно важно самое пристальное внимание уделить способам их измерений. Представлены примеры решения практических задач.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проекты 16-29-12901, 16-29-12878, 19-07-00522).

Литература

1. Башлыков А.А., Еремеев А.П. Основы конструирования интеллектуальных систем поддержки принятия решений в атомной энергетике. М.: ИНФРА-М, 2017. 351 с.
2. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. М.: Прогресс-Традиция, 2000. 384 с.
3. Ларичев О.И. Проблемы принятия решений с учетом факторов риска и безопасности // Вестник АН СССР. 1987. Т. 57, № 11. С. 38-45.
4. Ларичев О.И. Вербальный анализ решений. М.: Наука, 2006. 181 с.
5. Цыгичко В.Н., Черешкин Д.С. Безопасность критически важных объектов транспортного комплекса. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2014. 224 с.
6. Брамс С.Дж., Тейлор А.Д. Делим по справедливости, или гарантия выигрыша каждому. М.: Синтег, 2002. 196 с.
7. Анализ больших данных в интеллектуальной робототехнике / Ройзензон Г.В., Карпов В.Э., Павловский В.Е., Бритков В.Б. // 10-я Всероссийская Мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2017). Материалы докладов / Под ред. Каляева И.А. Т. 2. Робототехника и мехатроника (РиМ-2017). Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. С. 107-112.
8. Построение индикаторов устойчивого развития с использованием методов многокритериального принятия решений / Бритков В.Б., Зайцев Р.Д., Перелет Р.А., Ройзензон Г.В. // XII Всероссийская конференция «Методологические проблемы управления макросистемами». Материалы докладов. Апатиты: ФИЦ КНЦ РАН, 2018. С. 3-8.
9. Бритков В.Б., Ройзензон Г.В., Фридман А.Я. Многокритериальный подход к оценке ситуационных центров // Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. XV Всероссийская конференция. Сборник материалов. М.: ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России, 2016. С. 2-28.
10. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды / Геловани В.А., Башлыков А.А., Бритков В.Б., Вязилов Е.Д. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 304 с.
11. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика / Под ред. Владимирова В.А., Воробьева Ю.Л., Малинецкого Г.Г., Салова С.С. М.: Наука, 2000. 432 с.
12. Метод многокритериальной классификации ЦИКЛ и его применение для анализа кредитного риска / Асанов А.А., Ларичев О.И., Ройзензон Г.В. и др. // Экономика и математические методы. 2001. Т. 37, № 2. С. 14-21.

13. Цыгичко В.Н., Черешкин Д.С., Смолян Г.Л. Безопасность критических инфраструктур. М.: URSS, 2019. 200 с.
14. Геловани В.А., Сонк А.Н. Многофакторная защита металла: Опыт развивающегося производства. М.: URSS, 2017. 144 с.
15. Ройзензон Г.В. Современные подходы формализации понятия этики в искусственном интеллекте // XV международная конференция по компьютерной и когнитивной лингвистике (TEL-2018). Сборник трудов: в 2-х томах. Т. 1. Казань: Издательство АН РТ, 2018. С. 306-331.
16. Геловани В.А., Бритков В.Б., Дубовский С.В. СССР и Россия в глобальной системе (1985-2030): Результаты глобального моделирования. М.: URSS, 2018. 320 с.
17. Ройзензон Г.В. Способы снижения размерности признакового пространства для описания сложных систем в задачах принятия решений // Новости искусственного интеллекта. 2005. № 1. С. 18-28.

УДК 004.94, 331.5

Быстров В.В.¹, Малыгина С.Н.^{1,2}, Халиуллина Д.Н.¹

ИССЛЕДОВАНИЕ КАДРОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНО-ХИМИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА РЕГИОНА*

¹- Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

²- Апатиты, Филиал ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет» в г. Апатиты

Аннотация. Рассматривается задача информационной поддержки управления кадровой логистикой кластера региональной экономики на основе прогнозного моделирования. В частности, описываются теоретические и прикладные аспекты создания методов и средств информационной поддержки кадрового обеспечения горно-химического кластера Мурманской области.

Ключевые слова: *Региональное управление, кластерный подход, социально-экономические системы, прогнозное моделирование, системы информационной поддержки, горнодобывающие производства, Мурманская область*

* Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта №19-07-01193 А «Методы и средства информационной поддержки управления кадровой безопасностью регионального горно-химического кластера».

Bystrov V.V., Malygina S.N., Khaliullina D.N.

STUDY OF PERSONNEL SAFETY OF MINING AND CHEMICAL CLUSTER OF THE REGION

Abstract. The task of information support for the management of personnel logistics of the regional economy cluster on the basis of predictive modeling is considered. In particular, the theoretical and applied aspects of creating methods and means of information support for staffing the mining and chemical cluster of the Murmansk region are described.

Keywords: *Regional management, cluster approach, socio-economic systems, predictive modeling, information support systems, mining operations, Murmansk region*

В последнее время в сфере регионального управления активно применяется кластерный подход к формированию социально-экономической системы региона. В рамках данного подхода выделяются отдельные хозяйствующие субъекты, занимающие лидирующее положение в определенном секторе региональной экономики и определяющие основные тенденции развития этой сферы экономики. Кластерный подход позволяет органам региональной власти при планировании и управлении социально-экономическим развитием субъекта РФ использовать перспективные технологические и организационные формы. Такие формы управления ориентированы на более полное использование сильных сторон территориально-распределенных экономических кластеров, а также на преодоление их слабых сторон и нейтрализацию разнообразных угроз их развития.

Доклад носит постановочный характер и посвящен исследованию кадровой безопасности регионального экономического кластера, и, в частности, созданию средств информационной поддержки управления его кадровой безопасности. Предлагается сосредоточить внимание на процессах формирования кадровой потребности кластера, распределения трудовых ресурсов внутри кластера, а также удовлетворения этих потребностей за счет региональной системы подготовки кадров, динамики рынка труда и трудовой миграции.

Выбор в работе горно-химического кластера региональной экономики не случаен, так как несмотря на все предпринимаемые попытки Правительства РФ по диверсификации экономики страны, она все еще носит ресурсно-сырьевой характер. Особенно это сильно проявляется в некоторых субъектах РФ, на территориях которых в основном сосредоточены горнодобывающие, перерабатывающие и металлургические производства. Так в настоящее время для Мурманской области этот сектор экономики является ключевым, с модернизацией которого региональные власти связывают социально-экономическое развитие всего региона. В то же время, по заявлениям

крупнейших работодателей горнодобывающей и перерабатывающей промышленности разных регионов РФ существует проблема дефицита квалифицированных кадров. Это можно воспринимать как одну из угроз кадровой безопасности горно-химического кластера, и, соответственно, проблему для социально-экономического развития региона. Одним из эффективных способов решения подобного рода проблем может служить разработка специальных программных средств информационной поддержки процессов управления социально-экономическими системами.

В целом, проводимое исследование продолжает цикл научно-исследовательских работ, направленных на совершенствование механизмов прогнозирования кадровых потребностей социально-экономических систем в масштабе отдельного региона. Данная работа рассматривает кадровое обеспечение экономического кластера с точки зрения системного подхода, выделяя объекты макро- и микроуровней, характеризующиеся своими собственными механизмами формирования поведения и алгоритмами принятия решений.

Несмотря на большое обилие научно-исследовательских работ, связанных с управлением региональным кадровым потенциалом, эта задача все ещё остается актуальной, т.к. грамотная кадровая политика является важнейшим фактором развития социально-экономической сферы региона. Некоторые вопросы в данной области до сих пор остаются открытыми, в частности, проблема прогнозирования кадровых потребностей. Данная задача характеризуется частичной неопределенностью, вызванной такими факторами как наличие в регионе миграционных процессов, изменение социально-экономической привлекательности, климатических условий, экологической ситуации и др.

Существующие отечественные и зарубежные модели прогнозирования спроса на рабочую силу имеют ряд общих характеристик [1-8]. Большинство этих методов применяются на региональном уровне и используют эконометрический подход, основанный на понятии "требуемые трудовые ресурсы". Также в качестве входных параметров для моделей используются результаты макроэкономического прогноза производства товаров и услуг по отраслям экономики.

Недостатком существующих методик является отсутствие учета следующих параметров: процессов естественной миграции населения, уровня востребованности специалистов, существующей образовательной структуры и др. Стоит отметить, что каждая из моделей обладает как положительными сторонами, так и недостатками. Это вызвано тем, что исследователи обычно уделяют больше внимания определенному аспекту кадрового обеспечения региона, опуская из рассмотрения на их взгляд менее важные или плохо изученные факторы. В частности, методики, основанные только на

статистических данных, недостаточно точны для прогнозирования будущих показателей, поскольку не учитывают стратегию развития предприятий и региона в целом. В литературе принято считать, что экспертные методы более точны, но более трудоемки, а также весьма субъективны. Экспертные методы и методики, основанные только на статистических данных, позволяют совместно оценить соответствие рынка труда и системы подготовки кадров.

В рамках исследования предлагается использовать комплекс существующих методов и подходов, применяемых для исследования сложных динамических систем и разработки средств информационно-аналитической поддержки управления разными объектами:

1. Концептуальное моделирование – для формального описания всех объектов и субъектов процессов подготовки, распределения и потребления трудовых ресурсов социально-экономическими системами региона.

2. Методы и средства прогнозного моделирования – для формирования прогнозов об изменениях в компонентах региональных социально-экономических систем, в частности, экономической подсистеме горно-химического кластера, инфраструктурной подсистеме кластера; региональной системе подготовки кадров, региональном рынке труда и региональной системе трудовой миграции.

3. Технология концептуального синтеза динамических моделей планируется применять для частичной автоматизации процесса построения имитационных моделей кадровой безопасности горно-химического кластера за счет перевода формализованной концептуальной модели кадровой безопасности в модельные конструкции в терминах системной динамики и агентного моделирования.

4. Методика среднесрочного и долгосрочного прогнозирования потребностей в кадрах региональных социально-экономических систем.

5. Методы интеллектуальной обработки информации – для анализа неофициальных и неформальных источников информации с целью выявления положительных и негативных тенденций в динамике регионального рынка труда и потенциальных угроз социального характера для кадрового обеспечения кластера экономики.

6. Методы координации децентрализованного управления в многоуровневых распределенных системах – для организации архитектуры распределенной информационной системы поддержки управления кадровой безопасностью и разработки механизмов взаимодействия компонентов данной программной платформы между собой и с другими сторонними программными продуктами.

В качестве результатов проекта планируется получить следующее:

- систему индикаторов для оценивания текущего и прогнозного состояния хозяйствующих субъектов регионального горно-химического кластера за счет модификации и дополнения существующих систем социально-экономических показателей разных государственных ведомств и общественных организаций, а также органов официальной статистики;
- рекомендации по совершенствованию механизмов сбора и предварительной обработки информации о кадровых потребностях горно-химического кластера и возможностях региональных структур по их удовлетворению с целью повышения ее адекватности и объективности;
- методику среднесрочного и долгосрочного прогнозирования потребностей в кадрах горно-химического кластера региональной экономики за счет интеграции существующих подходов и методик в данной области знаний и прогнозного моделирования;
- описание сервис-ориентированной архитектуры программной системы информационной поддержки управления кадровой безопасностью регионального экономического кластера на основе применения технологий и средств разработки распределенных многоагентных систем;
- полимодельный комплекс кадровой безопасности горно-химического кластера, позволяющего получать среднесрочные и долгосрочные прогнозы показателей о состоянии самого кластера, регионального рынка труда и системы подготовки и привлечения кадров;
- прототип программной системы информационной поддержки управления кадровой безопасностью горно-химического кластера, позволяющий осуществлять мониторинг за состоянием кадровой безопасности кластера, выявлять негативные тенденции и потенциальные угрозы для его кадрового обеспечения и при необходимости предлагать рекомендаций для управления кадровой политикой на основе результатов компьютерного моделирования.

Литература

1. Ильина Л.А., Просвирина Д.А. Из истории создания методик прогнозирования потребности региона в кадрах // Вестник самарского государственного экономического университета – Самара:СГЭУ. – 2015 – №12 (134). – С. 57-62 (<http://vestnik.sseu.ru/index.php?cnt=1&idv=275>)
2. Коровкин А.Г., Королев И.Б. Макроэкономический анализ взаимосвязи динамики отраслевых рынков труда и системы образования // Проблемы прогнозирования. – 2005 – №4. – С. 28-50
3. Марков Д.В. Методика прогнозирования потребности региона в кадрах // Известия Иркутской государственной экономической академии. Иркутск: ИГЭА. – 2009 – №4. – С. 116-120

4. Описание модели INFORGE, режим доступа: <https://www.gws-os.com/de/index.php/economic-and-social-affairs/models/m
odel-details/inforge.html>
5. Публикации Центра бюджетного мониторинга ПетрГУ, режим доступа: <http://openbudgetrf.ru/publications>
6. Сангадиев З.Г., Скотников С.Н., Жирнов А.Ю. Методика прогнозирования потребности экономики региона в специалистах // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф.Решетнева, Красноярск. – 2006 – №5. – С. 216-220
7. Семёнов А.А. Анализ влияния межрегиональной образовательной миграции выпускников школ на социально-экономическое развитие регионов // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России: Сб. докладов по материалам Двенадцатой Всероссийской научно-практической Интернет-конференции (28-29 октября 2015 г.). Петрозаводск: ПетрГУ, Кн. II, 2015. – С. 150-155.
8. Татьянакин В.М. Разработка и исследование математической модели и алгоритмов обеспечения региональной экономики профессиональными кадрами // Автореферат кандидатской диссертации. Тюмень: Тюменский ГУ, 2015. 19 С. (https://diss.utmn.ru/upload/iblock/fa6/Tatyankin_2015.pdf)

УДК 004.5, 004.9

Вицентий А.В.¹, Шишаев М.Г.¹, Гогоберидзе Г.Г.², Ломов П.А.¹

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КОГНИТИВНОГО ИНТЕРФЕЙСА МУЛЬТИПРЕДМЕТНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ¹

¹ - Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

² - Мурманск, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»

Аннотация. В работе рассматривается модель когнитивного интерфейса мультимедийной информационной системы поддержки регионального управления на основе динамической визуализации пространственных данных. Интерфейс позволяет лицу, принимающему решения, совместно использовать геоданные и семантическое представление предметной области, позволяя автоматизировать выявление потенциальных конфликтов природопользования.

Ключевые слова: Региональное управление, моделирование, информационные системы поддержки, визуализация данных, Арктическая зона Российской Федерации

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства образования и науки Мурманской области в рамках научных проектов № 17-47-510298 p_a и 17-45-510097 p_a.

Vicentiy A.V., Shishaev M.G., Gogoberidze G.G., Lomov P.A.
**DEVELOPMENT OF A COGNITIVE INTERFACE MODEL OF A MULTISUBJECT
INFORMATION SYSTEM FOR SUPPORTING SPATIAL CONTROL**

Abstract. The paper considers the model of the cognitive interface for the multisubject information system of regional management support based on the dynamic visualization of spatial data. The interface allows the decision maker to share geodata and a semantic representation of the subject area, allowing the automatic identification of potential conflicts in the nature management.

Keywords: *Regional management, modeling, information support systems, data visualization, Arctic zone of the Russian Federation*

Данное исследование является продолжением работ, проводимых авторами в области разработки методов и средств динамической визуализации пространственных данных для построения когнитивных интерфейсов мультимедийных информационных систем поддержки регионального управления [1-3], а также разработки научно-методических основ управления пространственным планированием развития морехозяйственных комплексов европейской части Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) на основе интеллектуальных информационных технологий [4-6].

В общем случае, под пространственным (территориальным) управлением понимается совокупность мероприятий, связанных с анализом данных и подготовкой решений по пространственно-временному распределению разных видов деятельности, объектов, специальных территорий, и населения на территориях различного масштаба – от поселений и их частей, до групп стран или регионов. В нашей работе мы рассматриваем пространственное управление регионального масштаба. В частности, планирование морского пространства и взаимодействия между основными стейкхолдерами на основе системного и экологического подходов (на примере морехозяйственного кластера Мурманской области).

Стратегия социально-экономического развития Мурманской области до 2020 года и на период до 2025 года в качестве приоритетных направлений развития региона указывает развитие рыбопромышленного и аквакультурного кластеров, технологического кластера обеспечения шельфовой добычи в Арктике, технологического и материального обеспечения морской деятельности, туристического кластера и развитие морского круизного туризма [7]. Модель экономики Мурманской области в значительной степени ориентирована на развитие морехозяйственной деятельности и эксплуатации системообразующей роли Северного морского пути (СМП). Эти особенности обуславливают специализацию формируемых акваториальных морехозяйственных комплексов (кластеров) и значительно отличают ее от внутриконтинентальных районов Севера и

циркумпольных территорий. Кроме того, переход к кластерному (узловому) развитию Мурманской области связан с очаговым освоением территории, высокой дисперсностью расселения, низкой плотностью населения и удаленностью от крупнейших промышленных центров страны.

В таких условиях социально-экономического развития региона, возникновение конфликтов, связанных с конкуренцией различных природопользователей за ресурсы и право приоритетного пространственно-временного использования территорий является естественным процессом при осуществлении хозяйственной деятельности на полиресурсных территориях, к которым относится и морехозяйственный кластер Мурманской области. Анализ предметной области показал, что одним из наиболее характерных типов конфликтов в регионе являются конфликты между биоресурсными и минеральноресурсными видами деятельности. Наиболее остро они проявляются на примере промышленного рыболовства и освоения шельфовых запасов нефти и газа. Почти всегда это конфликтные виды природопользования, но в зависимости от конкретных зон, возможность их совмещения колеблется от нежелательной до ограниченно допустимой. Выявление таких конфликтов существенно осложняется тем, что часто они существуют неявно и не могут быть обнаружены с использованием только лишь стандартных средств геоинформационных технологий [6].

В связи с этим, для помощи лицам, принимающим решения (ЛПР) в выявлении и идентификации потенциальных неявных конфликтов природопользования в рамках регионального пространственного управления, необходимо обеспечить простой и удобный доступ к инструментам поддержки принятия решений. В рамках данной работы в качестве такого инструмента предлагается использовать разработанные авторами онтологию предметной области для формального логического вывода и визуализации в системах информационной поддержки задач пространственного планирования и модель когнитивного интерфейса мультимедийной информационной системы поддержки пространственного управления, позволяющие объединять визуальное и формальное представление конфликтной ситуации.

Для реализации автоматизированного логического вывода в онтологии предметной области были введены специальные классы: Situation() – ситуация; ConflictSituation() – конфликтная ситуация; Territory() – территория; Agent() – агент (некоторая активная сущность); NaturalPhenomenon() – природное явление; Activity() – активность (некоторое действие). Также были заданы следующие отношения: hasActivity(X,Y) – бинарное отношение «ситуация имеет активность»; hasTerritory(X,Y) – бинарное отношение «ситуация имеет территорию»; hasNegativeEffectOn(Y,Y) – бинарное отношение «имеется негативный эффект при данном сочетании активности и территории»; hasParticipant(X,Y) – бинарное отношение «ситуация имеет агента». Кроме того,

были заданы дополнительные аксиомы, позволяющие применять логический вывод для решения аналитических задач. В качестве примера рассмотрим аксиому, используемую для обнаружения потенциального конфликта. Она позволяет относить к классу конфликтной ситуации некоторые экземпляры класса ситуация, имеющих некоторый набор связей (отношений) с экземплярами других классов. В разработанной онтологии данная аксиома представляется в виде выражения дескрипционной логики, которое в манчестерском синтаксисе языка OWL будет иметь следующий вид:

ConflictSituation EquivalentTo
 Situation and hasActivity some
 (Activity and hasNegativeEffectOn some
 (Territory and inverse hasTerritory some Situation)).

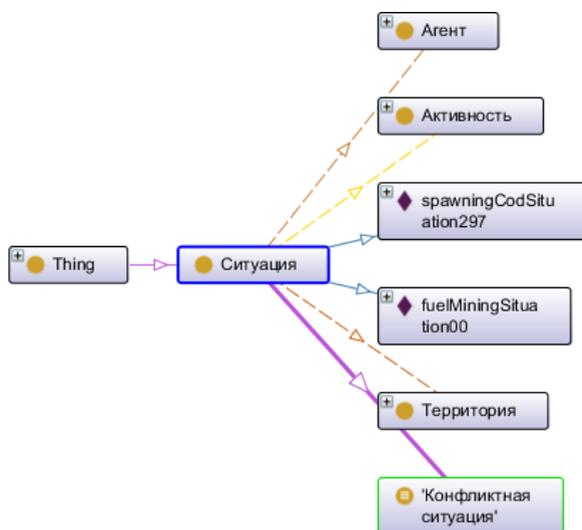


Рис. 1. Визуальное представление фрагмента онтологии, описывающего конфликтную ситуацию

Таким образом, в онтологии в виде экземпляров класса «Активность» могут быть заданы различные виды деятельности, а факты ее ведения какой-либо организацией на некоторой территории – соответствующим экземпляром ситуации, включающей экземпляр территории и агента (сущности ведущей деятельность). Далее, определяются отношения *hasNegativeEffectOn* между экземплярами видов

активности и территориями, исходя из данных природного мониторинга. Теперь можно также в виде ситуаций задавать природные явления, происходящие на некоторой территории. Проведение классификации машиной вывода в этом случае позволяет автоматически выявлять конфликтные ситуации на основе рассмотренной выше аксиомы, заданной в рамках определения класса «Конфликтная ситуация». Визуальное представление конфликтной ситуации, полученной с помощью формального логического вывода на разработанной онтологии предметной области, представлено на рисунке 4.

Литература

1. Vicentiy A.V., Shishaev M.G., Vicentiy I.V. The Development of Dynamic Cognitive Interfaces for Multisubject Information Systems (on the Example of Geosocial Service). // *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 575, pp. 449-459. Springer, Cham.
2. Вицентий А.В. Визуализация пространственных данных как подход к построению когнитивных интерфейсов мультипредметных информационных систем поддержки регионального управления // Интернет-журнал «Науковедение». – 2017. – Т. 9. – №5 (42).
3. Vicentiy A.V., Shishaev M.G., Oleynik A.G. Dynamic Cognitive Geovisualization for Information Support of Decision-Making in the Regional System of Radiological Monitoring, Control and Forecasting. // *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 466, pp. 483-495. Springer, Cham.
4. Вицентий, А.В. Шишаев, М.Г., Ершова А.А., Гогоберидзе Г.Г. Концептуальная модель морехозяйственной деятельности в регионе как основа систем информационной поддержки морского пространственного планирования // *Труды Кольского научного центра РАН. Информационные технологии*. – 2017. – Вып. 8. – С. 77-88.
5. Вицентий А.В. Разработка технической платформы средств динамического картографирования и визуального анализа на примере системы информационной поддержки мониторинга радиологической обстановки // *Фундаментальные проблемы системной безопасности*. 2014. С. 324-329.
6. Ершова А.А., Вицентий А.В., Гогоберидзе Г.Г., Шишаев М.Г., Ломов П.А. Морское пространственное планирование: возможности для приморских территорий и прилегающих акваторий Мурманской области. // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2018. – Т. 14. – № 2 (359). – С. 269-287.
7. Стратегия социально-экономического развития Мурманской области до 2020 года и на период до 2025 года, утвержденной постановлением Правительства Мурманской области от 25 декабря 2013 г. N 768-ПП/20

УДК 519.711.3

Горелов М.А., Ерешко Ф.И.

ИЕРАРХИЧЕСКИЕ ИГРЫ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

Москва, Вычислительный центр им. А.А.Дородницына ФИЦ ИУ РАН

Аннотация. Приводится обзорное описание развития идей и практик управления, и авторское представление об их трансформациях в современных условиях нарождающейся цифровой экономики. Излагаются исходные посылки и отдельные формальные результаты.

Ключевые слова: Системы управления, цифровая экономика, централизация, децентрализация, математическое моделирование

Gorelov M.A., Ereshko F.I.

HIERARCHICAL GAMES IN THE MANAGEMENT SYSTEM

Abstract. An overview of the development of ideas and management practices, and the author's understanding of their transformations in the modern conditions of the emerging digital economy, is given. Outlines the original premises and some formal results.

Keywords: Control systems, digital economy, centralization, decentralization, mathematical modeling

Введение. В настоящее время общество переживает период активного проникновения информационных технологий во все сферы жизнедеятельности, бурно развиваются информационное общество и цифровая экономика (digital economy). Цифровая экономика базируется на цифровых компьютерных технологиях, её продукты находят применение в разнообразных отраслях реального производства товаров и услуг.

Многие мыслители предвосхищали наступление новой эпохи, один из ярких футурологов – Э.Торфлер. Его книга [1], в английском издании «The Third Wave: The Classic Study of Tomorrow», 1980 г. в изложении Н.Н. Моисеева на семинарах оставила свой след в нашем сознании, но имела в то время характер далёкого и абстрактного образа будущего мира. Тем ярче выглядит прочтение этих мыслей сейчас.

«С наступлением второй индустриальной волны СМИ заняли ключевое место в стандартизации поведения, необходимой для индустриального производства. С 1970-х годов число микро-СМИ увеличилось лавинообразно. Всё это приводит к грандиозному скачку в объемах информации, которой мы все обмениваемся. Главным противоречием современности будет противоборство между защитниками отжившей свое индустриальной цивилизации и сторонниками идущего ей на смену информационного общества (1970-2025 гг.)». В книге-манифесте [2] Клауса Шваба, лидера Давоса,

отмечается: «Новые технологии и социальные группировки и взаимодействия, которые ими обеспечиваются, позволяют практически кому угодно оказывать влияние на ситуацию и при этом такими способами, о которых невозможно было бы подумать еще несколько лет назад...». Например, это возможно на основе процессов самоорганизации при совместном принятии государственных решений.

Отечественный опыт. В отечественных работах, которые велись в разных научных школах, во многих академических институтах по теории управления и поддержки принятия решений, были получены значимые результаты в системном анализе, теории оптимизации, исследовании операций, теории игр, моделировании экономических процессов, теории управления. В книге [7], в которой были суммированы идеи управления экономическими системами, накопленные к тому времени, был принципиально поставлен вопрос о новом значении информации в жизни общества и описана трехуровневая в территориальном аспекте система ЭВМ, которая, накапливая и обрабатывая информацию, генерировала бы проекты государственных планов и реализовывала бы функции принятия решений. Система получила название (ОГАС). В художественной форме эти идеи сейчас описываются в американской литературе [8,9]. «Идея Глушкова заключалась в том, чтобы перейти к эпохе электронного социализма. Он назвал свой невероятно амбициозный проект Общегосударственной автоматизированной системой (ОГАС). Она предназначалась для оптимизации и технологической модернизации всей плановой экономики. Глушков хотел, чтобы решения принимались оперативнее и с умом, и даже задумывался об электронных деньгах. Ему был нужен кошелек Политбюро».

Вот ещё пример – книга «Как НЕ опутать сетью страну: Непростая история советского Интернета». Ее автор, профессор коммуникационных технологий Университета Тусла Бенжамин Петерс довольно подробно и с большим уважением рассказал о работе выдающихся советских ученых-кибернетиков Виктора Глушкова и Анатолия Китова, которые занимались разработкой передовых электронно-вычислительных технологий. Американское сообщество исследователей информационно-коммуникационных технологий встретило книгу Петерса с большим интересом. «Она заполнила пробел в истории Интернета, подчеркнув, насколько важны преемственность и открытость для сетевых разработок», – заявил профессор Джонатан Зиттрейн из Гарвардского университета. Автор книги, по мнению Зиттрейна, проделал колоссальную работу, представив широкой публике факты, о которых на Западе даже не догадывались. «К примеру, в книге не раз подчеркивается, что и советские, и американские ученые практически одновременно делали важные шаги на пути развития компьютерных технологий. Причем СССР

нередко обгонял США. Так, в конце 1969 года в Америке была запущена компьютерная сеть ARPANET (прародитель Интернета). В Советском Союзе идею связать ЭВМ единой сетью впервые озвучил Анатолий Китов еще в 1959 году, предложив создать единую автоматизированную систему управления для вооруженных сил. А первые наработки в гражданской сфере появились в 1962 году, когда Виктор Глушков представил проект ОГАС, которая предназначалась для автоматизированного управления всей экономикой СССР».

Однако этот проект по тем временам был, во-первых, слишком затратным, во-вторых, вызвал сильное противодействие системы управления, и в результате не получил поддержки. Но если в СССР это не получилось, то что же сейчас? Сейчас не нужно тратить деньги на вычислительную сеть, – уже есть Система распределённых ситуационных центров (СПСЦ), а общество уже частным образом насыщено смартфонами.

Централизация vs Децентрализация. Проблемы информированности и децентрализации являются одними из главных в теории принятия решений и привлекали внимание мыслителей всех эпох [10]. Опыт показывает, что на практике управление достаточно сложными организационными системами осуществляется по иерархическому принципу. Отсюда можно сделать вывод о том, что децентрализованное управление является более эффективным. Однако объяснить причину эффективности децентрализации управления затруднительно. Объяснение было предложено в начале 70-х годов прошлого века Ю.Б. Гермейером и Н.Н. Моисеевым: если лицо, принимающее решения, передаст часть своих полномочий по выбору решений каким-то агентам, то совместными усилиями можно будет своевременно обработать большие объемы информации и за счет этого сделать управление более эффективным. В настоящее время тенденции к централизации управления сложными системами явно не наблюдаются. Вероятно, это связано с тем, что параллельно идет процесс усложнения связей как между отдельными элементами внутри управляемой системы, так и GDPRсвязей системы с внешним миром. Поэтому и объемы необходимой для эффективного управления информации тоже растут. Построить формальные математические модели, позволяющие описать этот эффект, долгое время не удавалось. Решение получено в работе [1]. Рассмотрим простейшую модель принятия решений в условиях неопределенности. Управление рассматриваемой системой осуществляется путем выбора Центром управления W из множества W . Кроме того, на результат управления влияет значение неопределенного фактора α , выбор которого не контролируется Центром. Параметр α может принимать любое значение из множества A . Целью управления является максимизация значения $g(w, \alpha)$ функции $g: W \times A \rightarrow \mathbb{R}$ (как обычно \mathbb{R} – множество действительных чисел). Далее рассматриваем случай, когда множество

W может быть представлено, как декартово произведение $W = U \times V^1 \times V^2 \times \dots \times V^n$.

Таким образом, управление $w \in W$ может быть записано в виде $w = (u, v^1, v^2, \dots, v^n)$, где $u \in U, v^i \in V^i, i = 1, 2, \dots, n$. Будем считать, что выбор управления $w \in W$ осуществляет одно лицо, принимающее решения (Центр). При этом Центр может получать достоверную информацию о реализовавшемся значении неопределенного фактора α , но объем информации, которую он способен получить и своевременно обработать ограничен. Предположим, Центр способен переработать l бит информации. Сделанные предположения могут быть формализованы следующим образом.

Введем обозначение. Здесь и далее $\Phi(X, Y)$ будет обозначать семейство всех функций, отображающих множество X в множество Y .

Поскольку Центру доступны l бит информации, эта информация может быть закодирована словами $s = (s_1, s_2, \dots, s_l)$, где каждый символ $s_i, i = 1, 2, \dots, l$ принадлежит множеству $\{0, 1\}$. Таким образом, все сообщения о значении неопределенного фактора, которые Центр может получить, принадлежат множеству $S = \{0, 1\}^l$ (декартовой степени множества $\{0, 1\}$).

Условие: содержание информации, закодированной словом s (семантику сообщения s), выбирает Центр. Это значит, что для каждого сообщения s центр может указать некоторое множество $\Pi(s) \subset A$ так, что получив сообщение s , центр может быть уверен, что реализовавшееся значение α принадлежит множеству $\Pi(s)$. Удобнее пользоваться другим, эквивалентным способом формализации. Будем считать, что для каждого значения $\alpha \in A$ центр вправе выбрать сообщение $P(\alpha) \in S$, которое соответствует реализации значения параметра α . Таким образом, Центр фактически выбирает функцию $P \in \Phi(A, S)$.

Кроме того, для каждого сообщения $s \in S$ Центр вправе выбрать свое управление $w \in W$. То есть, по сути, Центр выбирает функцию $w_* \in \Phi(S, W)$.

Подводя итоги, скажем, что стратегиями Центра являются пары (w_*, P) из множества $\Phi(S, W) \times \Phi(A, S)$. Если центр выберет такую стратегию (w_*, P) и реализуется значение неопределенного фактора α , то выигрыш Центра составит $g(w_*(P(\alpha)), \alpha)$.

Если значение неопределенного фактора α Центру заранее неизвестно, то его максимальный гарантированный результат составит

$$R_0 = \sup_{w_* \in \Phi(S, W)} \sup_{P \in \Phi(A, S)} \inf_{\alpha \in A} g(w_*(P(\alpha)), \alpha)$$

Децентрализованное управление той же системой. Предположим, что Центр передоверяет выбор управления $v^i \in V^i$ агенту i ($i = 1, 2, \dots, n$). Согласно одному из предположений информационной теории иерархических систем у такого агента при этом появятся собственные интересы. Будем считать, что интересы агента i описываются стремлением к максимизации функции $h^i(u, v^i, \alpha)$ (т.е. не зависят от выборов других агентов).

Право выбора управления $u \in U$ Центр оставляет за собой. При этом, как и в предыдущей модели, до окончательного выбора своего управления он может рассчитывать на получение l бит информации о неопределенном факторе, и содержание этой информации вправе выбрать он сам.

Таким образом, стратегиями Центра будут пары (u_*, P) функций $u_* \in \Phi(S, U)$ и $P \in \Phi(A, S)$. При этом выигрыши Центра и агентов будут определяться выражениями $g(u_*(P(\alpha)), v^1, v^2, \dots, v^n, \alpha)$ и $h^i(u_*(P(\alpha)), v^i, \alpha)$, ($i = 1, 2, \dots, n$) соответственно.

Будем считать, что Центр обладает правом первого хода, т.е. он первым выбирает и сообщает агентам свою стратегию $(u_*, P) \in \Phi(S, U) \times \Phi(A, S)$.

В таком случае, агенту i в момент принятия решения известно значение неопределенного фактора α и стратегия (u_*, P) , а значит, и значение $u_*(P(\alpha))$, т.е. «физическое» управление, которое должен будет выбрать Центр. Таким образом, для этого агента задача принятия решений превращается в задачу

оптимизации. Считая его рациональным, можно предположить, что он выберет свое управление из множества

$$BR^i(u_*, P, \alpha) = \left\{ v^i \in V^i : h^i(u_*(P(\alpha)), v^i, \alpha) = \max_{v^i \in V^i} h^i(u_*(P(\alpha)), v^i, \alpha) \right\}.$$

Тогда один из основных принципов теории исследования операций предписывает Центру ориентироваться на максимальный гарантированный результат, определяемый следующим образом:

$$R_1 = \sup_{(u_*, P) \in \Phi(S, U) \times \Phi(A, S)} \min_{\alpha \in A} \min_{v^1 \in BR^1(u_*, P, \alpha)} \min_{v^2 \in BR^2(u_*, P, \alpha)} \dots \min_{v^n \in BR^n(u_*, P, \alpha)} g(u_*(P(\alpha)), v^1, \dots, v^n, \alpha).$$

Чтобы подчеркнуть зависимость выигрыша Центра от объема перерабатываемой информации, будем обозначать максимальные гарантированные результаты Центра при централизованном и децентрализованном способах управления через $R_0(l)$ и $R_1(l)$ соответственно.

Установлено, что, ответ существенным образом зависит от того, насколько хорошо интересы агентов согласованы с интересами Центра.

Когда интересы Центра и агентов «совпадают», а именно

$g(u, v^1, v^2, \dots, v^n, \alpha) = \sum_{i=1}^n h^i(u, v^i, \alpha)$, максимальный гарантированный результат Центра при децентрализованном способе управления равен

$$R_1 = \max_{(u_0, u_1, \dots, u_{m-1}) \in U^m} \min_{\alpha \in A} \max_{s=0, 1, \dots, m-1} \max_{(v^1, v^2, \dots, v^n) \in V^1 \times V^2 \times \dots \times V^n} g(u_s, v^1, v^2, \dots, v^n, \alpha).$$

Когда интересы агентов и Центра «противоположны», т.е.

$g(u, v^1, v^2, \dots, v^n, \alpha) = -\sum_{i=1}^n h^i(u, v^i, \alpha)$ ситуация обратная. В этом случае

$$R_1 = \max_{(u_0, u_1, \dots, u_{m-1}) \in U^m} \min_{\alpha \in A} \max_{s=0, 1, \dots, m-1} \min_{(v^1, v^2, \dots, v^n) \in V^1 \times V^2 \times \dots \times V^n} g(u_s, v^1, v^2, \dots, v^n, \alpha).$$

Теорема. Если интересы агентов «плохо согласованы» с интересами Центра, то всегда выгоднее централизованное управление. Если же интересы Центра и агентов «хорошо согласованы», то при больших значениях l выгоднее

централизация управления $R_0(l) > R_1(l)$, а при малых значениях l

предпочтительнее децентрализованное управление $R_0(l) < R_1(l)$

Заключение. В целом, полученные выводы соответствуют содержательным представлениям. Следует особо подчеркнуть, что результат справедлив и при интервальной и при стохастической неопределённости.

Литература

1. Горелов М.А., Ерешко Ф.И. О моделях централизации и децентрализации управления в цифровом обществе // *Контурсы цифровой реальности: Гуманитарно-технологическая революция и выбор будущего* / Под ред. В.В.Иванова, Г.Г. Малинецкого, С.Н. Сиренко. М.: Ленанд, 2018. С. 187–202
2. Шваб К. Четвертая промышленная революция / Пер. с англ. Предисловие Греф Г.О. – М.: «Эксмо», 2016 – С.138.
3. Гермейер Ю.Б. Игры с противоположными интересами. М.: Наука, 1976. – 328 С.
4. Ватель И.А., Ерешко Ф.И. Математика конфликта и сотрудничества. М., Знание, 1973. – 60 С.
5. Ватель И.А., Ерешко Ф.И. Игры с иерархической структурой. М., Математическая энциклопедия, Т.2, 1979. – 478-482 С.
6. Ерешко Ф. И. Теория иерархических игр в приложении к законотворчеству в цифровом обществе. Бизнес в законе. // *Computational nanotechnology*. – 2017. – №2. – С. 52–58.
7. Глушков В.М. Макроэкономические модели и принципы построения ОГАС. М.: Статистика, 1975. – 160 с.
8. <https://rg.ru/2016/11/01/v-ssha-vyshla-kniga-o-dostizheniih-sovetskih-kibernetikov.html>
9. <http://inosmi.ru/science/20161023/238054065.html>
10. <https://en.wikipedia.org/wiki/Decentralization>

УДК 304.2, 004.622

Датьев И.О., Федоров А.М., Шишаев М.Г.

ОБ ЭТИЧЕСКИХ И ПРАВОВЫХ ВОПРОСАХ МОНИТОРИНГА СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

Аннотация. В работе рассматривается взаимосвязь этических и правовых вопросов, возникающих в процессе использования социальных сетей. Развитие в них удобных и полезных функций организации взаимодействия наталкивается на противоречия, определяемые законодательством и морально-этическими нормами. Делается вывод об ужесточении правил работы с информацией в социальных сетях и необходимости четко юридически такую работу обосновывать.

Ключевые слова: Социальные сети, Вконтакте, Facebook, API, персональные данные, сбор информации, законодательство, GDPR

Abstract. The paper examines the relationship of ethical and legal issues arising in the process of using social networks. The development of convenient and useful interaction functionality encounters contradictions determined by legislation and moral and ethical norms. The conclusion is made about toughening the rules for working with information in social networks and the need to legally justify such work.

Keywords: *Social networks, Vkontakte, Facebook, API, personal data, information gathering, legislation, GDPR*

Решение задач исследования и мониторинга социальных сетей неизбежно затрагивает техническую проблему безопасности сбора, хранения и обработки персональных данных пользователей и сопутствующие этому морально-этические аспекты.

На бытовательском уровне эти проблемы могут показаться мало значимыми или совсем не существующими. Такая точка зрения основывается на том, что социальная сеть является открытым средством коммуникации. По своей сути основная цель использования социальной сети заключается во взаимодействии между ее пользователями посредством обмена сообщениями и размещения мультимедийных данных о себе, своих интересах, предпочтениях и пр. Возможности соцсетевых ресурсов (Вконтакте, Facebook и др.) предоставляют пользователю широкий набор функциональных настроек, с помощью которых можно разделить публикуемые материалы по нескольким категориям доступности (скрытые, общедоступные, доступные друзьям или членам групп и т.п.). Таким образом, выстраивая свои коммуникации внутри социальной сети, пользователь сам определяет какую свою информацию кому предоставить, и несет персональную ответственность за это. Следовательно, весь массив открытой пользователями для публичного доступа информации потенциально может быть просмотрен любым другим пользователем штатными средствами социальной сети, в т.ч. средствами программной автоматизации через интерфейс API (application programming interface). В итоге, потенциально возникающие морально-этические проблемы нарушения конфиденциальности материалов в соцсети могут быть решены её официальными техническими инструментами управления доступом.

Более формальный подход к вопросу доступа к персональным данным требует рассмотрения официальных документов, регламентирующих использование социальной сети. Как и в случае с обычным программным продуктом, у социальной сети имеется ряд правовых субъектов, для которых определяются основания их деятельности. К ним относятся: владельцы, администраторы, пользователи и др.

Права и обязанности этих субъектов закрепляются соответствующими соглашениями и правилами. С необходимостью выполнения правил, разработанных владельцами социальной сети, должны согласиться все её пользователи на этапе регистрации. В рамках правил основными целями использования соцсети являются её формирование посредством создания и редактирования аккаунта и персональной страницы и осуществления тем самым коммуникаций с другими пользователями. Там также четко прописывается ответственность пользователей за материалы, размещаемые в сети, и требования по соблюдению как этих правил, так и других законодательных документов. Правильной считается работа с социальной сетью официальными, штатными средствами, предусмотренными её владельцем. К таким средствам относятся и веб-интерфейс, и мобильные приложения, и другие приложения, разработанные на основе официально предлагаемых сторонним разработчикам возможностей интерфейса прикладного программирования API. В целом, формальное описание предназначения соцсети и инструментов, предусмотренных для её использования, даёт пользователю однозначное представление о специфике работы с самой сетью и хранящимися там данными.

В Правилах использования соцсети «ВКонтакте» также явно указаны недопустимые действия пользователей. Помимо классического запрета на рассылку спама, пользователям запрещается осуществлять незаконные сбор и обработку персональных данных других лиц. Пользовательским соглашением устанавливается, что пользователем соцсети является физическое лицо, прошедшее соответствующую регистрацию на сайте. При этом пользователь должен предоставить достоверную и актуальную информацию, на основе которой формируются персональные аккаунт и страница пользователя. К такой информации относятся фамилия, имя, уникальные логин и пароль. Таким образом, администрацией соцсети предполагается, что любая информация об аккаунте непосредственно относится к персональным данным. Такую информацию разрешается собирать и обрабатывать, но только соответствующими законом способами [1].

В соответствии с законодательством РФ персональными данными называется любая информация, относящаяся к прямо или косвенно определенному или определяемому физическому лицу (субъекту персональных данных) [2].

Закон определяет сбор персональных данных как разновидность обработки персональных данных, под которой понимается любое действие (операция) или совокупность действий (операций), совершаемых с использованием средств автоматизации или без использования таких средств с персональными данными.

Также законом предусматривается ряд случаев, допускающих сбор и обработку персональных данных. В общем случае необходимо получать согласие от субъекта, чьи данные планируется собирать и обрабатывать. Однако такого согласия не требуется, если данные используются для профессиональных исследовательских и статистических целей, при условии, что не нарушаются права и законные интересы

субъекта персональных данных. Законной признается обработка персональных данных, которые сделаны общедоступными самим субъектом персональных данных [3]. Цель, задачи и способы использования социальных сетей предполагают осуществление коммуникации между их участниками именно посредством размещения общедоступной информации о себе и своих действиях. Таким образом, любую общедоступную информацию в соцсети можно вполне законно собирать и обрабатывать.

Помимо этого, в соцсетях и на мобильных устройствах широко распространен более естественный способ законного получения и обработки персональных данных. Устанавливаемые пользователем сторонние приложения предлагают ему согласиться с правилами и условиями их использования. Ряд пунктов таких правил может оговаривать возможность получения и обработки устанавливаемым приложением различных данных пользователя, хранящихся на его странице или в его аккаунте. Не желая предоставлять свои персональные данные, пользователь может отказаться от установки такого приложения. В случае установки приложения оно вправе действовать так, как указано в одобренном пользователем соглашении.

С мая 2018 года в европейское законодательство введен новый нормативный документ (GDPR, General Data Protection Regulation), регламентирующий действия по сбору и обработке персональных данных, принадлежащих гражданам Европы, где бы они территориально ни находились. Этот документ вводит более строгие правила и устанавливает ответственность за нарушения, связанные с обработкой персональных данных. Теперь в обязательном порядке предусматривается получение предварительного согласия от субъекта, персональные данные которого необходимо хранить и обрабатывать. Также к персональным относятся и данные мониторинга поведения субъектов данных. Для обеспечения работы с данными выделяется организация-контролер (data controller), которая определяет цель, задачи и необходимые для их достижения формы и объемы используемых данных. Непосредственные манипуляции с данными осуществляет организация-процессор (data processor) по заданию контролера [4].

С введением в действие нового Регламента ориентированные на европейского пользователя социальные сети внесли корректировки в свои лицензионные пользовательские соглашения. Например, социальная сеть Facebook внесла изменения, которые прежде всего коснулись разработчиков программных продуктов (приложений и сервисов), использующих эту соцсетевую платформу. Появилось требование об обязательном предупреждении пользователей о возможностях устанавливаемого приложения по сбору, обработке и передаче информации третьим сторонам. Обычно такая информация используется самим Facebook и приложениями

для сбора статистики и таргетинга рекламы. Вместе с тем приложения должны предоставлять пользователю явную возможность запретить эти действия [5].

Показательным примером взаимосвязи этических и правовых вопросов является использование в социальных сетях интеллектуальных алгоритмов автоматизированной обработки фото- и видеоконтента. Сервис распознавания лиц на фотографии очень востребован среди пользователей соцсетей. С помощью него пользователи обмениваются с друзьями общими фотографиями и ищут новых друзей. Эта функция напрямую влияет на формирование и поддержание социальных отношений посредством социальной сети.

Разработчики Facebook уже в 2011 году включили функцию автоматического распознавания лиц на фотографиях, загружаемых пользователями на свои странички. Кроме ранее перечисленных задач, данная функция позволяет решать проблему несогласованного использования чужих фотографий.

Технически для реализации данной функции разработчики применили нейронные сети, которые автоматически анализируют загружаемые пользователями фотографии и формируют базу данных специальных описательных тегов.

В целом, сбор и хранение такой информации относятся к обработке биометрических данных. Такая деятельность по-разному регулируется законодательством различных стран.

Судебные тяжбы, начатые против Facebook [6], привели к тому, что опцию «распознавания лиц» теперь нужно включать отдельно, а ранее распознанные фотографии можно навсегда очистить от идентификационных тегов.

Однако весь потенциал применяемых Facebook алгоритмов остался и вполне может быть использован неявно, например, как часть алгоритма подбора и рекомендации друзей.

Решение о корректировке применения алгоритмов обработки фотографий разработчики Facebook приняли лишь под давлением судебных исков. Однако каждый подобный правовой случай (прецедент) вносит свой вклад в сферу формирования круга этических вопросов применения современных информационных технологий.

Введение европейского регламента GDPR сильно ужесточило требования к программным продуктам, работающим с персональными данными пользователей. Российское законодательство на фоне этого лишь отчасти выглядит немного более мягким. Однако для проведения научных исследований социума через призму соцсетевых процессов имеется достаточное количество возможностей, не противоречащих ни закону, ни морально-этическим принципам.

Литература

1. Лицензионное и Пользовательское соглашение сети «ВКонтакте» Режим доступа: <https://vk.com/licence>, <https://vk.com/terms> (дата обращения 12.03.2019)
2. Федеральный закон "О персональных данных" №152-ФЗ. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=286959&dst=1000000001&date=12.03.2019> (дата обращения 12.03.2019)
3. Федеральный закон N 261-ФЗ от 25.07.2011 пп 8,9,10 ч.1 статьи 6. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=286959&dst=100259&date=12.03.2019> (дата обращения 12.03.2019)
4. Регламент ЕС 2016/679 от 27 апреля 2016 г., GDPR, Режим доступа: https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection_en (дата обращения 12.03.2019)
5. Политика платформы Фейсбук Режим доступа: <https://developers.facebook.com/policy> (дата обращения 12.03.2019)
6. Face Recognition on Facebook: What Is it? Why Bother? Режим доступа: <https://lawless.tech/face-recognition-on-facebook-what-is-it-why-bother/> (дата обращения 12.03.2019)

УДК 550.4

Даувальтер В.А.

УСТАНОВЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДИНАМИКУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗ. ИМАНДРА ЗА ПОСЛЕДНЕЕ СТОЛЕТИЕ

Апатиты, Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН

Аннотация. Методами математической статистики (корреляционным, факторным и кластерным анализами) выявлены определяющие факторы, влияющие на динамику химического состава донных отложений оз. Имандра в последнее столетие. Этими факторами, помимо природных геохимических условий, является влияние промышленных предприятий и коммунально-бытовых стоков населенных пунктов, расположенных на территории водосбора озера.

Ключевые слова: *Экологический мониторинг, озеро Имандра, математический анализ, химический состав донных отложений, промышленное загрязнение*

Dauvalter V.A.

ESTABLISHING FACTORS INFLUENCING THE DYNAMICS OF THE CHEMICAL ELEMENTS CONCENTRATION IN BOTTOM SEDIMENTS OF IMANDRA LAKE FOR THE LAST CENTURY

Abstract. Methods of mathematical analysis (correlation, factor and cluster) revealed the determining factors influencing the dynamics of the chemical composition of bottom sediments of the lake Imandra in the last century. These factors, in addition to natural geochemical conditions, are the influence of industrial enterprises and municipal wastewaters of settlements located in the coastal area of the lake.

Keywords: *Ecological monitoring, Imandra lake, mathematical analysis, chemical composition of bottom sediments, industrial pollution*

Исследование химического состава толщи донных отложений (ДО) позволяет восстановить динамику качества воды и ДО для отдельных озер, базируясь на определении фоновых значений содержания различных элементов в ДО и изменений их поступления в течение длительного периода времени. Эти исследования весьма актуальны для территорий с высокоразвитой горнопромышленной индустрией, где существует аномальное распределение элементов вследствие геохимических особенностей водосбора и антропогенного влияния [9]. Спокойные ненарушенные места аккумуляции ДО могут содержать исторические записи прошлых климатических и геохимических условий, существующих на водосборе водоема.

Озеро Иmandра более 80 лет загрязняется промышленными стоками предприятий и коммунально-бытовыми водами населенных пунктов, что выразилось в значительных преобразованиях химического состава ДО. Сотрудниками ИППЭС КНЦ РАН за четверть века на оз. Иmandра было отобрано более 60 колонок ДО. Из всего этого многообразия было выбрано 8 колонок, отобранных в последние 5 лет, для описания динамики аккумуляции исследуемых элементов в ДО озера. Выбранные станции располагаются вблизи основных источников загрязнения, расположенные на берегах Большой Иmandры (губы Монче, Куреньга, Белая), – комбинаты «Североникель», «Олкон» и АО «Апатит», в транзитной зоне распространения потоков загрязнения со стоковыми течениями (центр Йокостровской Иmandры, биостанция, Зашеечная губа), в месте поступления подогретых вод Кольской АЭС (Молочная губа) и в наименее загрязненной акватории (губа Уполокша).

Самые значительные преобразования химического состава в последние 60-80 лет произошли в толще ДО северного плеса Большая Иmandра. В поверхностных слоях ДО губы Монче происходит лавинное увеличение концентраций всех исследуемых тяжелых металлов (ТМ) по сравнению с

глубокими фоновыми слоями. Концентрации Ni увеличились на три порядка – с 50 до 30000 мг/г (или с 0.005 до 3%), т.е. в поверхностном слое ДО губы Монче содержание Ni превышает кондиционную норму для никелевой руды. Концентрации Cu здесь возросли на два порядка (с 50 до 6000 мкг/г, или с 0.005 до 0.6%, что сопоставимо с содержанием в кондиционной руде). Увеличение содержания более чем на порядок зафиксировано и для остальных ТМ – Co, Zn, Cd, Pb, As, Hg, Cr, которые являются сопутствующими металлами в медно-никелевой руде. Максимальные концентрации ТМ (кроме As и Hg) отмечаются в самом верхнем 1-см слое ДО, что говорит о том, что антропогенная нагрузка на эту часть акватории озера все увеличивается. Наибольшее содержание As и Hg отмечено в приповерхностном слое 1-2 см ДО, причем концентрация Hg в верхнем слое снизилась в 3 раза. Заметное увеличение содержания большинства ТМ происходит на глубине 7 см ДО и, вероятно, это связано с резким увеличением количества перерабатываемого сырья и выпуска продукции комбината «Североникель» почти в 3 раза в 1960 г. после реконструкции комбината и начала переработки норильской руды.

Увеличение содержания Fe и Mn в ДО связано не только с деятельностью Оленегорского ГОКа, но и комбината «Североникель», т.к. для получения Ni и Cu используются сульфидные медно-никелевые руды, в которых главными минералами являются такие как пентландит $(\text{Fe},\text{Ni})_9\text{S}_8$, халькопирит CuFeS_2 , кобальтин $(\text{Co},\text{Ni})\text{AsS}$, никелин NiAs , галенит PbS , сфалерит ZnS , хромит FeCr_2O_4 и другие [10], т.е. в их составе, помимо других ТМ, присутствует Fe. Поведение и содержание Fe и Mn зависит также и от геохимических условий в воде и поровых водах ДО, главным образом от кислотно-щелочных (pH) и окислительно-восстановительных (Eh) условий. Для обоих элементов более высокая степень окисления характерна для нерастворимых форм, в то время как меньшая степень окисления – для растворимых и относительно более свободных от комплексообразования. Например, растворимость гидроокиси Fe(II) на четыре порядка выше растворимости гидроокиси Fe(III). Растворимость гидроокисей Fe зависит также от концентрации ионов водорода, например, растворимость гидроокиси Fe(III) при уменьшении pH с 8 до 6 увеличивается также на четыре порядка [1]. На границе между кислородными и бескислородными условиями (т.е. окислительной и восстановительной обстановки) образуется окислительно-восстановительный геохимический барьер [7], происходит изменение степени окисления Fe и Mn и осаждение их окислов и гидроокислов в виде железомарганцевых конкреций (ЖМК). Первые находки ЖМК в ДО оз. Имандра описаны в одной из наиболее ранних работ, посвященных изучению озера [8]. Находки ЖМК в начале 2000-х гг. были отмечены сотрудниками ИППЭС в средней части губы Монче на глубине 15 м [4]. Процессы эвтрофирования могут усиливать миграцию соединений Mn и Fe

в течение года. Зимой во время дефицита O_2 происходит миграция Mn и Fe из ДО в водную толщу, и наоборот, летом, когда наблюдается нормальное насыщение воды O_2 , металлы переходят в окисные формы, выпадают в осадок и осаждаются на дно [5]. В результате редокс-цикла Mn и Fe еще долгое время могут находиться в повышенных концентрациях в верхних слоях ДО [2-6].

По направлению к поверхности ДО Монче губы происходит также увеличение содержания петрогенных элементов, входящих в состав главных породообразующих алюмосиликатных минералов, – Al и щелочных и щелочноземельных металлов Na, K, Mg (а также Sr). Исключением является Ca, максимальные значения которого отмечены на глубине 5 см (также как и Na и Sr), но в отличие от других щелочных и щелочноземельных металлов, содержание Ca в поверхностном 1-см слое меньше фонового значения.

Распределение элементов в колонках ДО оз. Имандра имеет общие закономерности формирования химического состава. Для определения факторов, имеющих наибольшее влияние на формирование химического состава ДО, проведен факторный (табл.) анализ с использованием пакета Statistica (Version 6.1). При проведении факторного анализа учитывались результаты по 8 колонкам ДО ($n=150$). Выявлены определяющие факторы, влияющие на формирование химического состава ДО (табл.). Этими факторами, главным образом, является влияние промышленных предприятий и коммунально-бытовых стоков на территории водосбора озера. По всем исследуемым ТМ (Cu, Ni, Zn, Co, Cd, Pb, As, Hg) отмечаются высокие отрицательные значения коэффициента в первом факторе (табл.), и вес этого фактора имеет подавляющее преимущество (36%).

Первый фактор проявляется также и в положительном коэффициенте «глубины слоя ДО» (т.е. с увеличением глубины ДО происходит уменьшение концентраций элементов). Первый фактор подтверждает предположение, что сточные воды и атмосферные выбросы горно-металлургических предприятий, главным образом, комбината «Североникель», является одним из главных факторов распределения ТМ в толще ДО оз. Имандра в современных условиях.

Второй фактор (с весом 26%) объединяет щелочные и щелочноземельные металлы (за исключением Mg), Al и P – элементы, поступающие в озеро в составе сточных вод, главным образом, апатитонефелинового производства. Тем самым, второй фактор подтверждает вывод, что влияние деятельности ОАО «Апатит» сказывается в формировании распределения щелочных и щелочноземельных металлов (за исключением Mg), Al и P, т.е. элементов, входящих в состав минералов апатит и нефелин. Третьим фактором, имеющим сравнительно небольшой вес (11%), являются, вероятно, геохимические (физико-химические) условия, контролирующие процессы формирования химического состава ДО. В пользу этого предположения говорят высокие

коэффициенты «глубины слоя ДО» и влажности ДО, а также Mn и Fe – металлов, чутко реагирующих на изменения физико-химических условий в толще воды и ДО, в первую очередь, окислительно-восстановительной обстановки. Вероятно, на распределение Mn и Fe в толще ДО оз. Имандра сказалась деятельность АО «Олкон», особенно на начальном этапе деятельности предприятия до середины 70-х гг. прошлого столетия, когда было введено 100%-ное оборотное водоснабжение.

Таблица. Факторная модель химического состава толщи ДО оз. Имандра

Параметры	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
Глубина слоя ДО	0.481	0.223	-0.634
Влажность	-0.353	-0.042	0.720
Органический материал	-0.461	0.096	0.317
Cu	-0.884	0.155	-0.149
Ni	-0.950	0.175	-0.134
Zn	-0.793	0.058	0.118
Co	-0.925	0.203	-0.117
Cd	-0.956	0.188	0.050
Pb	-0.927	0.173	0.023
Mn	-0.143	0.076	0.569
Fe	0.032	0.231	0.534
Sr	-0.165	-0.921	0.046
Cr	-0.507	0.581	-0.454
Al	-0.098	-0.904	-0.165
As	-0.862	0.187	0.094
Hg	-0.712	-0.270	-0.192
P	-0.143	-0.937	0.102
K	-0.241	-0.862	-0.170
Na	-0.367	-0.813	-0.053
Ca	-0.201	-0.927	-0.020
Mg	-0.487	0.000	-0.456
Вес фактора, %	36.0	26.4	10.6

Литература

1. Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1976. 248 с.

2. Даувальтер В.А., Моисеенко Т.И., Родюшкин И.В. Геохимия редкоземельных элементов в озере Имандра, Мурманская область // Геохимия. 1999. № 4. С. 376-383.
3. Даувальтер В.А., Моисеенко Т.И., Родюшкин И.В., Кудрявцева Л.П., Шаров А.Н. Миграция и круговорот серы в субарктическом озере Имандра, загрязняющимся стоками горно-металлургического производства // Геохимия. 1999. № 6. С. 626-636.
4. Даувальтер В.А., Ильяшук Б.П. Условия образования железо-марганцевых конкреций в донных отложениях озер в пределах Балтийского кристаллического щита // Геохимия. 2007. № 6. С. 680-684.
5. Моисеенко Т.И., Даувальтер В.А., Родюшкин И.В. Геохимическая миграция элементов в субарктическом водоеме (на примере озера Имандра). Апатиты: Изд-во КНЦ, 1997. 127 с.
6. Моисеенко Т.И., Даувальтер В.А., Родюшкин И.В. Механизмы круговорота природных и антропогенных металлов в поверхностных водах Субарктики // Водные ресурсы. 1998. Т. 25, № 2. С. 231-243.
7. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М.: Высш. шк., 1983. 342 с.
8. Рихтер Г.Д. Физико-географический очерк озера Имандра и его бассейна. Л.: Гостехиздат, 1934. 144 с.
9. Förstner U., Wittmann G.T.W. Metal Pollution in the Aquatic Environment. N.Y.: Springer-Verlag, 2nd revised edition, 1981. 486 p.
10. Gregurek D., Melcher F., Pavlov V.A., Reimann C., Stumpf E.F. Mineralogy and mineral chemistry of snow filter residues in the vicinity of the nickel-copper processing industry, Kola Peninsula, NW Russia // Miner. Petrol. 1999. V. 65. pp. 87-111.

УДК 004.912

Диковицкий В.В.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОУРОВНЕГО АНАЛИЗА ТЕКСТА НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

Аннотация. Работа посвящена проблеме автоматического извлечения знаний из неструктурированного текста на естественном языке с целью их дальнейшего использования в задачах выделения фактов, пополнения тезауруса, анализа согласованности документов, визуализации. Для извлечения и структурирования знаний используются методы статистического и лингвистического анализа.

Ключевые слова: Распознавание текста, лингвистический анализ, семантический анализ, нейросети, Text mining, Word2Vec

Dikovitsky V.V.

AUTOMATED KNOWLEDGE EXTRACT BASED ON MULTILEVEL TEXT ANALYSIS IN THE NATURAL LANGUAGE

Abstract. The work is devoted to the problem of automatic extraction of knowledge from unstructured text in natural language with the aim of their further use in the tasks of identifying facts, replenishing the thesaurus, analyzing the consistency of documents, visualization. For the extraction and structuring of knowledge, methods of statistical and linguistic analysis are used.

Keywords: *Text recognition, linguistic analysis, semantic analysis, neural networks, Text mining, Word2Vec*

С ростом объемов текстовых данных, подлежащих обработке в рамках различных прикладных проблем, становится все более актуальной задача автоматического извлечения и обработки формализованных знаний. Перспективным подходом к решению данной задачи представляется метод многоуровневого анализа текстовой информации, включающий статистические и лингвистические методы. Полученная в результате структура в виде взвешенной семантической сети, имеющей вид ориентированного мультиграфа, хранит результаты выполнения отдельных этапов анализа. Функциональная совместимость инструментов качественного и количественного анализа и интеграция структурированных и неструктурированных данных в единый набор данных позволяет исследовать связи между числовыми или категориальными данными. Это позволяет, например, определить параметры процесса с течением времени, исследовать различия в использовании слов между социальными группами, определять географические местоположения.

В настоящее время существует множество методов и подходов к автоматизированному анализу текста. Семейство технологий глубинного анализа текстов их смысла и представления его в базах знаний объединено общим названием Text Mining [1]. Разрабатываемые на основе статистического и лингвистического анализа, методов искусственного интеллекта, эти технологии предназначены для проведения смыслового анализа. [2] Методами обработки текстов на естественном языке, в основе которых лежит формирование и использование ассоциативно-онтологического представления данных [3], успешно решаются задачи выделения признаков текста для построения поисковых индексов, автоматического реферирования научных и технических документов, отнесения текста к предметной области, поиска в коллекции документов.

Интегральный подход к анализу структуры предложения с точки зрения функционально-коммуникативной грамматики предложен Г. А. Золотовой [4] и

реализован в работе [5]. В работе [6] представлен семантический анализ предложений с использованием надежных грамматик и семантических валентностей. При этом семантика предложения задается через связи главного слова (глагола) с его семантическими актантами. Моделирование синтаксиса и семантики на основе нейросетевого подхода получило широкое распространение в связи с ростом вычислительной мощности, развитием моделей и методов параллельной обработки данных (Mapreduce, Hadoop), и методов машинного обучения (Keras, Tensorflow, CatBoost). В проекте SyntaxNet представлен опыт использования рекуррентных нейронных сетей для морфологического и синтаксического анализа предложений без использования словарей и грамматик. Одной из главнейших проблем в данной области до недавнего времени являлась размерность данных и семантическая разреженность текстовой информации. Данная проблема решается алгоритмами из набора библиотек Word2Vec [7], в них реализованы подходы дистрибутивной семантики, позволяющие отразить слова естественного языка в многомерном векторном пространстве. Подобное отражение позволяет производить оценку близости слов и контекста их употребления.

Многоуровневый анализ текста использован для поиска высказываний деонтической логики в работе [8]. Многоуровневый анализ текста предполагает совместное использование результатов синтаксического, ассоциативного, дистрибутивного анализа текста для построения семантической сети в форме взвешенного мультиграфа. Это позволяет решать задачи выделения фактов, пополнения тезауруса, анализа согласованности документов.

Литература

1. Berry M.W. Survey of Text Mining. Clustering, Classification, and Retrieval. – Berlin: Springer-Verlag, 2004. 244 p.
2. Капитонов О.А., Тютюнник В.М. ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЕМАНТИЧЕСКОЙ РАЗМЕТКИ ВЕБ-СТРАНИЦ // Фундаментальные исследования. 2013. № 1-3. С. 714-717
3. Кулешов С.В., Зайцева А.А., Марков В.С. Ассоциативно-онтологический подход к обработке текстов на естественном языке // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2015. №4.
4. Золотова, Г.А.; Онипенко, Н.К. Сидорова, М.Ю. Коммуникативная грамматика русского языка. Институт русского языка им. В.В. Виноградова РАН. 544 с., 2004. ISBN: 5-88744-050-3
5. Осипов, Г.С. Методы искусственного интеллекта. ISBN: 978-5-9221-1323-6 2011г.
6. Барышникова Надежда Юрьевна Обработка запросов на естественном языке на основе семантических сетей и шаблонов // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2016. №4.

7. Ronan Collobert, Jason Weston, Léon Bottou, Michael Karlen, Koray Kavukcuoglu, and Pavel Kuksa. 2011. Natural Language Processing (Almost) from Scratch. J. Mach. Learn. Res. 12 (November 2011), 2493-2537. WordToVec [<https://arxiv.org/pdf/1103.0398.pdf>]
8. V. V. Dikovitsky, M. G. Shishaev. Automated Extraction of Deontological Statements Through a Multilevel Analysis of Legal Acts. Computational and Statistical Methods in Intelligent Systems, 102-110 pp.
9. Библиотека программного обеспечения с открытым исходным кодом для Machine Intelligence TensorFlow: <https://www.tensorflow.org/>
10. Фреймворк для кросс-лингвистически последовательной грамматической аннотации на 60 языках. Режим доступа - <http://universaldependencies.org>

УДК 519.711.3

Ерешко Ф.И., Промакина И.М.

МОДЕЛИ УПРАВЛЯЕМЫХ КОАЛИЦИЙ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Москва, Вычислительный центр им. А.А. Дородницына, ФИЦ ИУ РАН

Аннотация. Приводится представление авторов о процессах трансформации принятия коллективных решений в современных условиях нарождающейся цифровой экономики. Излагаются исходные посылки и отдельные формальные результаты.

Ключевые слова: *Цифровая экономика, блокчейн, теоретико-игровые модели, теория управления, государственно-частное партнерство*

Ereshko F.I., Promakhina I.M.

MODELS OF MANAGED COALITIONS IN A DIGITAL ECONOMY

Abstract. The authors present their ideas on the transformation processes of collective decision-making in the modern conditions of the emerging digital economy. Some initial premises and formal results are presented.

Keywords: *Digital economy, blockchain, game-theoretic models, control theory, public-private partnership*

Введение. В настоящее время, когда в стране возник интерес к цифровой экономике и принята государственная Программа по этому направлению, управленческие структуры в стране должны были бы проявлять особый интерес к моделированию.

Однако сейчас в административных кругах распространено определение цифровой экономики как *экономики данных*. Но памятуя, что сами по себе

данные не генерируют полезность, имеет смысл говорить о цифровой экономике как об *экономике алгоритмов и данных*. Вслед за этим, мы обращаемся к понятию *математического моделирования*, поскольку построение алгоритма чрезвычайно осложняется в отсутствии моделей. Более того, современные достижения цивилизации напрямую связаны с использованием понятия модели, что нашло своё отражение во всех разделах естествознания и, более широко, культуры. Цифровая экономика в широком смысле этого слова – это вся экономика, насыщаемая цифровыми продуктами. В результате широкого распространения электричества и внедрения конвейера, начавшегося в конце XIX и продлившегося до начала XX века, возникло новое массовое производство, и можно было говорить об электрической экономике. Точно так же можно было говорить о нефтяной экономике.

Цифровая экономика в узком смысле слова – это экономика, основанная на цифровых компьютерных технологиях, выпускающая цифровые продукты. Примеры цифровых продуктов – это продукты умственного и с минимальным количеством физического труда, произведенные с использованием интеллектуальных технологий и вычислительных средств: это числа π и e , физические и химические константы, алгоритм Евклида, пси-функция Шредингера, эффект ядерной зимы, результаты вычислительных экспериментов. В ряду этих продуктов находятся теперь и цифровые валюты.

Технологической базой цифровой экономики являются вычислительные комплексы, оснащённые специальным программным обеспечением на основе математических моделей, вычислительные платформы.

И совсем неспроста появились высказывания, кто овладеет искусственным интеллектом, тот овладеет будущим. Это по поводу алгоритмов.

Это агрессивно и по-имперски прозвучало, например, в Указе президента США: [6]. Далее в разделе инфраструктурная технология в статье «Почему США нужна стратегия для ИИ?» повторяются слова из указа Трампа, очень важные для организации исследований.

«В результате нашего долгосрочного акцента на фундаментальные исследования и разработки, Америка была лидером в ИИ с момента его создания. Американская инициатива ИИ будет опираться на этот успех, используя нашу R&D (НИОКР) экосистему промышленности, научных кругов и правительства и приоритезируя федеральные инвестиции передовых идей, которые могут принести непосредственную пользу американскому народу. *Неотъемлемой частью инициативы станут федеральные агентства, разрабатывающие бюджеты НИОКР в области ИИ для поддержки их основных задач.* Но для воплощения этих идей в реальность нам нужна инфраструктура. Для ИИ это означает данные, модели и вычислительные ресурсы. В соответствии с американской инициативой ИИ федеральные

агентства увеличат доступ к своим ресурсам для проведения исследований ИИ путем выявления приоритетных федеральных данных и моделей».

Если ставить проблему использования технологий ИИ в задачах управления, прогнозирования, в финансах, то необходимо иметь модели предметных областей, адаптированные к применению алгоритмов на основе схем ИИ. Именно через разработку моделей мы и можем войти в этот тренд.

Отметим принципиальное положение, высказанное в книге-манифесте [1] Клауса Шваба, «...Дизруптивные изменения, которые несет четвертая промышленная революция, переопределяют деятельность государственных учреждений и организаций... Новые технологии и социальные группировки и взаимодействия, которые ими обеспечиваются, позволяют практически кому угодно оказывать влияние на ситуацию и при этом такими способами, о которых невозможно было бы подумать еще несколько лет назад...».

Например, это возможно на основе процессов самоорганизации при совместном принятии государственных решений. Одной из технологий, обеспечивающих этот процесс, является *технология блокчейн* (специальная технология ведения распределённых реестров с использованием криптографических алгоритмов и алгоритмического достижения консенсуса). В связи с этим возникает проблема разработки архитектуры цифровых платформ, объединяющих группы экономических агентов, как правило, стремящихся к совместной деятельности для наилучшего использования общих ресурсов. Для этих целей удобным инструментом исследования и проектирования выступают теоретико-игровые модели объединения экономических агентов в динамической ситуации, когда их устремления по обладанию некоторого актива совпадают, и они объединяют свои финансовые возможности. Выступая как отдельные самостоятельные экономические единицы, они организуют коалицию в качестве также самостоятельного лица со своими финансовыми возможностями.

Точно так же, как при определении цифровой экономики, в узком смысле технологии ИИ – это технологии, основанные на нейросетевых моделях, генетических алгоритмах и т.д. В широком смысле понимания, технологии ИИ – это технологии использования всевозможных достижений в вычислительных и информационных науках, базирующихся на математическом моделировании, и на понимании необходимости сочетания человеческого и машинного потенциалов.

Диверсификация и ГЧП. В цифровой экономике более, чем в традиционной экономике, должен существовать запрос на разработку теоретических, методических проблем организации хозяйственного партнёрства государства и бизнеса, не рассматриваемых ранее, средствами и

методами теории принятия решений, теории управления и исследования операций. Особую актуальность данные исследования приобретают в условиях, когда возникают массово виртуальные вычислительные платформы, и потребность в их координации возрастает многократно. Государственно-частное партнерство (Public-Private Partnership, PPP, ГЧП) – это соглашения между публичной и частной сторонами по поводу производства и оказания инфраструктурных услуг, заключаемые с целью привлечения дополнительных инвестиций и, что еще более важно, как средство повышения эффективности бюджетного финансирования.

Со вступлением в силу в 2015 г. федеральных законов №488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» и №224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» в стране создана правовая основа для масштабного развития крупных промышленно-инфраструктурных систем на основе партнерства государства и бизнеса. [5]. Выражения «государственно-частное партнерство» или «частно-государственное партнерство» (ЧГП) определяют разные системы отношений, складывающиеся между государством и бизнесом. Все зависит от предмета этих отношений и прав собственности. Для анализа этих и подобных проблем приложим аппарат иерархических игр (с правом первого хода), который позволяет оценить эффективность операций слияния, объединения, захвата, там, где нарушатся симметричность поведения, хотя сохраняется равноправие участников, в смысле достижения ими собственных интересов [5]. Возможны также случаи, когда предприятия разной формы собственности принимают на себя разные роли во взаимных отношениях, точно так же, как на рынке во взаимоотношениях между производителем и потребителем, могут возникнуть неравноправные отношения, кто-то из них проявляет диктат и получает право первого хода (модели Курно, Штакельберга, Гермейера).

Наконец, возможны ситуации, когда и государственные предприятия, и частные предприятия функционируют в среде законов и положений, которые устанавливает государство, как власть и законодатель. Тогда на государственные предприятия и частные предприятия могут распространяться различные юридические нормы, например, различные схемы налогообложения. В этих постановках наряду с предприятиями разной формы собственности необходимо рассматривать и участие координатора и использовать для краткости описания его деятельности термин Центр. Предметом его регулирования выступают общественные отношения, возникающие между органами государственной власти и субъектами промышленного сектора экономики при осуществлении различных инструментов государственного воздействия на деятельность компаний. В качестве инструментов

государственного воздействия на субъекты промышленной деятельности могут быть как меры экономического стимулирования, так и меры государственного регулирования (императивные предписания и запреты).

Для анализа и синтеза указанных проблем идеально применима отечественная теория иерархических игр, развитая в работах школы Гермейера [2-4].

Иллюстративный пример операции в линейном случае. Приведём описание исходной позиций предприятий перед принятием решения об организации ГЧП на примере *линейных* моделей. (примеры: межотраслевые балансовые модели Леонтьева, линейные производственные процессы Канторовича-Купманса).

Исходная модель ГП,

Производство 1 имеет свои цели $(c_1, x_1) \rightarrow \max$, свои технологические возможности $A_1 x_1 \leq b_1$, и решает задачу максимизации функции цели : $f_1^{opt} = \max_{x_1 \in X_1} (c_1, x_1)$.

Набор технологий у Производства ГП мы принимаем в виде матрицы A_1 .

Рассмотрим проект ГЧП, который ставит перед собой задачу повышения эффективности производства. В принятой записи это намерение выражается в трансформации технологических способов, а значит, в общем случае в изменении набора технологий. Положим, что в системе имеется ещё один набор технологий в виде матрицы A_2 в другом Производстве ЧП.

Производство 2 ЧП (бизнес) имеет свои интересы, свои технологические возможности и свои стратегии

$$(c_2, x_2) \rightarrow \max, X_2 = \{x_2 \in E_{n_2}^+ \mid A_2 x_2 \leq b_2\}, f_2^{opt} = \max_{x_2 \in X_2} (c_2, x_2),$$

Далее будем считать, что системы ограничений совместны, т.е. существуют такие векторы $x_{2,0} \geq 0$, для которого $A_2 x_{2,0} < b_2$, и множество

$X_2 = \{x_2 \in E_{n_2}^+ \mid A_2 x_2 \leq b_2\}$ ограничено. При этом можно рассмотреть различные формы трансформации набора технологий: присоединение, приобретение, поглощение, объединение. Соответственно будут сформированы различные задачи, отвечающие каждой схеме организации.

Модель приобретения ресурсов, игра с правом первого хода, ЧГП.

Положим, что игрок ЧП принимает решение: обратиться к игроку ГП с предложением о продаже ему части ресурсов. Эта ситуация описывается теоретико-игровой моделью с правом первого хода [2-4].

Первый шаг осуществляет первый игрок ЧП. Он предлагает цену p на приобретаемый ресурс объёма y . Игрок ГП решает оптимизационную задачу о выборе стратегии в предлагаемых условиях

$$[(c_2, x_2) + py] \rightarrow \max, \quad A_2 x_2 \leq b_2 - y,$$

$$f_2^{opt}(D) = \max_{\substack{x_2 \in X_2 \\ b_2 \geq y \geq 0}} [(c_2, x_2) + py], \quad X_2 = \{x_2 \in E_{n_2}^+ \mid A_2 x_2 \leq b_2 - y\}, \text{ где}$$

символ D характеризует изменённую модель.

В результате игрок ГП формирует оптимальный отклик $y_2^{opt}(p)$.

Игрок ЧП решает задачу о выборе своей стратегии x_1, p с учётом

оптимального ответа игрока ГП: $[(c_1, x_1) - py_2^{opt}(p)] \rightarrow \max, \quad A_1 x_1 \leq b_1 +$

$$y_2^{opt}(p), \quad f_1^{opt}(D) = \max_{x_1 \in X_1(p)} [(c_1, x_1) - py_2^{opt}(p)],$$

здесь технологическое множество $X_1(p) = \{x_1 \in E_{n_1}^+ \mid A_1 x_1 \leq b_1 + y_2^{opt}(p)\}$.

Эффективность операции определится из условия превышения полученных выигрышей игроков с символом D над выигрышами до операции об

организации ГЧП: $f_1^{opt}(D) > f_1^{opt}, f_2^{opt}(D) > f_2^{opt}$

Роль «грубых» моделей. Модели указанного типа находят своё применение при разработке сценариев вычислительных экспериментов для имитационных систем на базе цифровых платформ при большой размерности модельных комплексов. Но есть и другая сторона. Нобелевская премия 2016 года по экономике была присуждена Оливеру Харту (Гарвардский университет, США) и Бенгту Хольстрёму (Массачусетский технологический институт, США) за их вклад в теорию контрактов, которая базируется на моделях взаимодействия иерархического характера (модели Штакельберга): выделенный игрок (principal) предлагает ведомому игроку (agent) заключить контракт из некоторого набора возможных, эта ситуация описана здесь в формальных примерах. В пресс-релизе по случаю награждения отмечается: «В современной экономике содержится необозримое число контрактов, новые теоретические инструменты, созданные Харт и Хольстрём, ценны для понимания реальных контрактов и институтов, а также для учёта возможных подводных камней в разработке контрактов. Их анализ оптимальных контрактов закладывает интеллектуальный фундамент для разработки стратегий и институтов во многих областях, от законодательства о банкротстве до политических конституций».

Заключение. Общая теория управления в настоящее время располагает мощным формальными средствами: модельным инструментарием, математическим аппаратом, вычислительными средствами, собственной методологией, составляющими которой выступают теория принятия решений, исследования операций, управления динамическими системами, теория игр, системный анализ. Однако эта методология не востребована. Причина состоит в том, что отсутствует адекватное содержательное представление о существе управления и власти, т.е. модельное описание. Никакими организационными решениями невозможно построить адекватную модель трансформации системы власти, соответствующая конструкция вызреет постепенно, и главный критерий, это решение общества.

Литература

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция / Пер. с англ., предисловие Греф Г.О. М.: «Эксмо», 2016. С. 138.
2. Ватель И.А., Ерешко Ф.И. Математика конфликта и сотрудничества. М., Знание, 1973. 60 С.
3. Ватель И.А., Ерешко Ф.И. Игры с иерархической структурой. М., Математическая энциклопедия, т.2, 1979. С. 478-482
4. Ерешко Ф. И. Теория иерархических игр в приложении к законотворчеству в цифровом обществе. Бизнес в законе // Computational nanotechnology. 2017. №2. С. 52-58.
5. Турко Н.И., Цвиркун А.Д., Чурсин А.А., Ерешко Ф.И. Синтез организационных структур в крупномасштабных проектах цифровой экономики // Автоматика и Телемеханика. 2018. №103. С. 121-142. DOI: 10.31857/S000523100001875-6.
6. Указ о сохранении американского лидерства в области искусственного интеллекта, опубликовано: 11 февраля 2019. <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/executive-order-maintaining-american-leadership-artificial-intelligence/>

УДК 004.9, 681.518

Ефимов А.С., Белов В.В.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ ДЛЯ СОВРЕМЕННОЙ ГОСТИНИЦЫ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе проанализированы системы безопасности, системы автоматического пожаротушения, системы видеонаблюдения, системы пожарной сигнализации, определены сильные и слабые стороны этих систем.

***Ключевые слова:** Автоматизированное управление, системы контроля и управления доступом, программное обеспечение, гостиничный бизнес*

Efimov A.S., Belosh V.V.

CONTROL AND ACCESS MANAGEMENT SYSTEM FOR A MODERN HOTEL

Abstract. The work analyzed security systems, automatic fire extinguishing systems, video surveillance systems, fire alarm systems, and identified the strengths and weaknesses of these systems.

***Keywords:** Automated management, access control systems, software, hotel business*

Система контроля и управления доступом (СКУД) для гостиниц – совокупность программно-аппаратных технических средств безопасности, имеющих целью ограничение и регистрацию входа-выхода объектов (людей, транспорта) на заданной территории через «точки прохода»: двери, ворота, КПП, а также обеспечение безопасности клиентов и персонала гостиницы и самого здания.

Гостиничные СКУД должны иметь простой интерфейс и приятный дизайн, так как такие системы устанавливают в дорогих гостиницах, и немаловажным является внешний вид системы.

Важной функцией системы управления работой гостиницы является упрощение денежных расчётов и обслуживание клиентов.

К финансовым расчётам относятся задачи оплаты услуг в гостиницы, для оплаты в гостиницах чаще всего используют автоматические системы управления (АСУ) «Libro». АСУ «Libro» – это специализированный пакет программ, обеспечивающий работу гостиничного персонала на своих рабочих местах и оперативное принятие решений на всех этапах технологического цикла, от резервирования мест до получения отчета по деятельности гостиницы.

К безопасности относят задачи защиты от возгораний, наблюдения за территорией и контроля доступа за клиентами и сотрудниками гостиницы.

Для предотвращения пожаров используют автоматические системы пожаротушения (АСП) и системы пожарной сигнализации (ПС). Системы АСП разделяют на следующие категории: газовые, порошковые, пенные и спринклерные. Каждая система имеет свои преимущества и недостатки.

Системы пожарной сигнализации (ПС) разделяют на несколько категорий: пороговая, адресно-опросная и адресно-аналоговая.

Для наблюдения за территорией гостиницы используются системы видеонаблюдения, которые бывают следующего вида: аналоговые, комбинированные, гибридные и беспроводные.

Каждая система имеет свои преимущества и недостатки, наиболее современные системы строятся на основе беспроводного IP-видеонаблюдения, так как в этом

случае имеются хорошее качество изображения и возможность передачи информации с помощью Wi-Fi технологии без прокладки кабельной системы.

Для того, чтобы контролировать вход/выход клиентов и персонал гостиницы, используют системы идентификации. Идентификация клиентов и работников гостиницы – одна из важнейших функций. В системах контроля и управления доступом за функцию идентификации отвечают специальные устройства, которые называются идентификаторами.

Устройства идентификации устанавливаются на входе в гостиницу, на дверях номеров и других помещений.

Устройства идентификации разделяются на несколько категорий: кнопочные клавиатуры, считыватели бесконтактных карт, считыватели контактных карт, считыватели контактных ключей и биометрические считыватели (рис. 1.).

Данные категории имеют свои положительные и отрицательные стороны, также они отличаются по уровню сложности взлома.

Наиболее сложной системой идентификации являются биометрические считыватели, использующие в качестве идентификатора уникальные физиологические особенности человека (отпечаток пальца, отпечаток ладони, сетчатка глаза), они устанавливаются на объекты повышенной защиты.



Рис. 1. Биометрический считыватель отпечатка ладони

Для управления параметрами климата в помещениях используются системы диспетчеризации, которые отвечают за температуру воздуха или освещённость в помещении.

Данная работа позволила структурировать системы контроля и управления доступом для гостиничного бизнеса. Выявить преимущества и недостатки различных систем автоматического пожаротушения, пожарных сигнализаций, систем видеонаблюдения, систем идентификации и автоматических систем управления (АСУ «Libro»).

Литература

1. Белош В.В., Богатиков В.Н., Фильчакова Т.А. Построение систем диагностики и управления технологической безопасностью в нейросетевом базисе // Труды Кольского центра РАН. Информационные технологии. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2012. №4, том 3.
2. Белош В.В., Козлов А.В., Осинцов В.В., Путилов В.А. Интеллектуальный конвейер проектирования систем безопасности производства нетканых материалов // Технологии техносферной безопасности. 2014. №6(58), С. 33.

УДК 681.324

Заборовский В.С., Лукашин А.А.

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ ЦЕНТР «ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ»: ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Санкт-Петербург, Институт прикладной математики и механики ФГАОУ ВО СПбПУ

Аннотация. Суперкомпьютерные технологии как часть компьютерных наук являются необходимым звеном, связывающим прикладные разработки и фундаментальные исследования. В докладе рассматривается опыт эксплуатации суперкомпьютерного центра (СКЦ) «Политехнический» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, решаемые суперкомпьютерные задачи, а также актуальные вопросы организации суперкомпьютерных систем.

Ключевые слова: *Суперкомпьютеры, имитационное моделирование, инженерный анализ, вычислительная механика*

Zaborovsky V.S., Lukashin A.A.

SUPERCOMPUTER CENTER "POLYTECHNICAL": EXPERIENCE OF OPERATION AND ORGANIZATION OF HIGH-PERFORMANCE SYSTEMS

Abstract. Supercomputer technologies as part of computer science are a necessary link between applied development and basic research. The report examines the operating experience of the supercomputer center (SCC) "Polytechnic" of St. Petersburg Polytechnic University, solvable supercomputer problems, as well as issues related to the organization of supercomputer systems.

Keywords: *Supercomputers, simulation modeling, engineering analysis, computational mechanics*

Суперкомпьютерный центр «Политехнический»

В Санкт-Петербургском политехническом университете (СПбПУ) в 2016 году введен в эксплуатацию гетерогенный суперкомпьютерный центр нового поколения с интегральной производительностью 1,23 Пфлопс, показателем энергоинформационной эффективности вычислений 1.4 ГФлопс/Вт и PUE не более 1.2. Проектной целью создания СКЦ является внедрение методов предсказательного математического и имитационного моделирования в практику инженерного анализа и проектирования сложных технических систем, а также решения прикладных задач, находящихся «за гранью интуиции главного инженера-конструктора», использования технологий «вычислительного интеллекта» и обработки больших объемов данных.

Согласно программе развития СПбПУ, СКЦ «Политехнический» играет ключевую роль в реорганизации учебно-научной деятельности вуза в рамках новой парадигмы политехнического образования и научных исследований в промышленности, основанной на интеграции фундаментальных знаний и инженерных компетенций с помощью информационно-вычислительных технологий. Выбранный подход требует непрерывного роста вычислительных ресурсов, используемых для решения возникающих междисциплинарных инженерных задач.

СКЦ «Политехнический» включает в себя следующие вычислительные системы:

1. Гетерогенная кластерная вычислительная система (668 двухпроцессорных вычислительных узлов, включая 56 узлов с ускорителями NVIDIA Tesla K40);

2. Система с глобально-адресуемой памятью (64 вычислительных узла, содержащих 192 16-ти ядерных процессора AMD Opteron 6380, 12ТБ оперативной памяти и сеть NumaConnect);

3. Система с ультравысокой многопоточностью (36 модулей RSC Petastream, содержащих 288 сопроцессоров Intel Xeon Phi 5120D);

4. Оборудование облачной инфраструктуры (44 двухпроцессорных вычислительных узлов, из них 8 узлов дополнительно оснащены графическими адаптерами NVIDIA Grid K1 и 8 узлов – NVIDIA Grid K2, средства хранения данных емкостью 576ТБ).

5. Система хранения данных (Xyratex ClusterStor 6000 с доступным дисковым пространством 1ПБ);

6. Сетевое оборудование (общую вычислительную сеть Infiniband; служебные и сервисные сети Ethernet).

Оценки характеристик пиковой производительности: кластерной вычислительной системы 1015 Тфлоп/с; системы с ультравысокой многопоточностью 291 Тфлоп/с; системы с глобально-адресуемой памятью 31 Тфлоп/с (согласно рейтингу top50.supercomputers.ru).

Вычислительные системы СКЦ объединены в единую платформу для синхронизации процессов моделирования с помощью общего для всех этих систем хранилища данных. Такая технология объединения суперкомпьютерных ресурсов с использованием разделяемого хранилища данных и полученных расчетных моделей позволяет проводить согласованные расчеты различных характеристик создаваемых инженерных систем и в кратчайшее сроки «вычислять» оптимальные решения, которые могут находиться за гранью профессионального опыта.

Загрузка вычислительных систем и решаемые прикладные задачи

Промышленная эксплуатация подсистем СКЦ была запущена в 2016 году. К началу 2017 года загрузка ресурсов СКЦ составляла уже 78%, а в 2019 году приблизилась к 100%. На сегодняшний день СКЦ обслуживает более 50 научных групп, 250 пользователей и более 10 прямых и 30 косвенных внешних организаций-потребителей. Среди наших партнеров необходимо отметить Геоскан, Газпромнефть, Электроприбор, СТЦ.

Суперкомпьютерные системы решают задачи в области вычислительной механики, оптимизации, гидро- и газодинамики, молекулярной динамики, наук о жизни, искусственного интеллекта, обработки больших данных, имитационного моделирования, радиофизики, и многих других [1]. Сотрудники и студенты СПбПУ имеют возможность использовать ресурсы СКЦ бесплатно, а внешним организациям доступ предоставляется за деньги.

За три года эксплуатации сотрудниками СКЦ были подготовлены конфигурации и сборки системного и прикладного программного обеспечения, которые включают в себя всевозможные версии компиляторов (icc, gcc), библиотек mpi и openmp, библиотек для машинного обучения (tensorflow, theano, torch), математического программного обеспечения (Matlab), прикладных инженерных вычислительных пакетов (abaqus, ansys, openfoam), и другого ПО. Благодаря этому, СКЦ может удовлетворить потребности практически любого пользователя.

Литература

1. Л. Ю. Лабошин, А. А. Лукашин, В. С. Заборовский, “Применение технологии MapReduce для контроля доступа к информационным ресурсам в корпоративных сетях”, Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление, 2015, № 2-3(217-222), 34–40

УДК 52-17

Заика Ю. В., Бахмет О. Н.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ КАРЕЛИИ

Петрозаводск, ФИЦ «Карельский научный центр РАН» (КарНЦ РАН)

Аннотация. В работе представлена математическая модель продуцирования и переноса углекислого газа в суточном диапазоне времени в лесных почвах, характерных для Восточной Фенноскандии, ориентированная на сравнительный количественный анализ диффузионной и конвективной составляющих с целью оценки динамики дыхания почвы и изменений направлений стока (в атмосферу и глубинные горизонты).

Ключевые слова: Математическое моделирование, лесная почва, Карелия, газовыделение, концентрация CO_2

Zaika Yu. V., Bakhmet O. N.

MODELING OF CARBON-GAS CARBON TRANSFER IN FOREST SOILS OF KARELIA

Abstract. The paper presents a mathematical model of production and transfer of carbon dioxide in the daily time range in forest soils characteristic of East Fennoscandia, focused on a comparative quantitative analysis of diffusion and convection components in order to assess the dynamics of soil respiration and changes in flow directions (into the atmosphere and depth horizons).

Keywords: Mathematical modeling, forest soil, Karelia, gas emission, CO_2 concentration

Основные предположения

В контексте проблемы влияния антропогенных факторов на изменения глобальных биосферных процессов анализ круговорота углерода в масштабе «атмосфера-почва» вызывает все возрастающий интерес. Вместе с тем, специалисты-почвоведы отмечают необходимость более пристального внимания к математическому описанию газовой фазы почв на «локальном уровне», учитывая многообразие почв и условий их «жизненного цикла». В частности, именно на основе локальных данных делаются выводы о доминирующей эмиссии или стоке углерода на тех или иных территориях, о влиянии мелиорации почв, таяния вечной мерзлоты. Рассматриваем суточный диапазон времени в летний период, ориентировочно в конце июля. Погодные условия установившиеся. В предшествующие несколько суток осадки отсутствуют, «гидродинамическое» стекание почвенной влаги уже несущественно. Лесная почва, типичная для сосняков Карелии, характеризуется верхним относительно тонким (примерно 10 см) слоем лесной подстилки, далее корнеобитаемый слой (условно 30 см), переходящий в практически однородный

песчаный «монолит» до рассматриваемой глубины (1-2 метра). За начало отсчета времени $t_0 = 0$ принимаем начало светового дня (6 часов утра).

Температура

Лесная подстилка обладает высокой «демпфирующей» способностью, так что температуры в корнеобитаемом слое колеблются в пределах нескольких градусов. Сложная модель теплопереноса представляется избыточной. Вместе с тем, явное выделение температурной зависимости необходимо из соображений целостности модели и в силу того, что малые колебания могут приводить к заметным (хотя и не определяющим) резонансным явлениям. Кроме того, модель нацелена на анализ «трудноуловимой» газовой фазы, а температурные зависимости можно использовать по результатам прямых достаточно точных измерений.

Для рассматриваемых малых колебаний и небольших глубин ограничимся моделью тепловых волн с экспоненциально затухающей с глубиной z амплитудой и сдвигом фазы:

$$T_d(t, z) = T_J(z) - \Delta T_d \exp\{-\alpha_d z\} \cos\{\omega_d t - \alpha_d z\}, \quad \alpha_d \equiv \sqrt{\omega_d [2\chi_d]^{-1}},$$

$$T_J(z) = T_\infty + \Delta T_y \exp\{-\alpha_y z\} \cos\{-\alpha_y z\}, \quad \alpha_y \equiv \sqrt{\omega_y [2\chi_y]^{-1}}.$$

Здесь « $d = day$, $J = July$, $y = year$ », T_∞ – постоянная температура на глубине 1-2 метра, $\Delta T_{d,y}$ – амплитуды суточных и годовых колебаний. Теплофизические параметры $\alpha_{d,y}$, вообще говоря, различны (дневной в значительной степени относится к околопоровому пространству на малой глубине, а годовой – к минеральной основе почвы). Воспринимаем их как аппроксимационные варьируемые параметры при обработке измерений. Но аппроксимация носит не абстрактный характер, а имеет прозрачный физический смысл.

Порозность аэрации и объемная влажность

Обозначим: $\varepsilon(t, z)$ – порозность аэрации (объемная доля газа в почве), $\theta(t, z)$ – объемная доля влаги. Тогда $1 - (\varepsilon + \theta) \equiv \zeta(t, z)$ – объемная доля твердого вещества почвы. Начиная с относительно небольшой глубины в пределах метра величина ζ (а значит и доля порового пространства $\varepsilon + \theta$) стабилизируется. нас будет интересовать основная подвижная часть углекислого газа с общей концентрацией

$$C_m(t, z) = C_g(t, z)\varepsilon(t, z) + C_w(t, z)\theta(t, z) = C(t, z)[\varepsilon + \gamma(T)\theta] \quad (C \equiv C_g).$$

Это массовое количество CO_2 в газовой фазе и фазе раствора в почвенной влаге (суммарно в поровом пространстве), отнесенное к единице объема почвы. Здесь C_g – массовая концентрация CO_2 в газовой фазе, $C_w = \gamma(T)C_g$ – в растворе, $T \equiv T_d(t, z)$. Углекислый газ, адсорбированный твердой фазой, считаем практически неподвижным «фоном». При поступлении влаги он растворяется и косвенно учитывается концентрацией C_w .

Целесообразно экспериментально определять θ и ζ , а уже затем вычислять ε . Если воспринимать обобщенно влагу как питательный ресурс для микроорганизмов и корневой системы, учесть медленный процесс испарения-конденсации и отсутствие заметного гравитационного стока, то достаточно ограничиться простейшей зависимостью $\theta = \theta_{\max}z/[z + h]$. Это кривая насыщения, параметр h имеет смысл глубины, на которой функция достигает половины «асимптотического» максимума.

В динамике днем $\theta(t, z) = \theta_{\max}z/[z + h(t)]$ с монотонно растущей функцией $h(t)$, например, $h(t) = h_0 + v_h t$. Достижение половины максимума будет во времени сдвигаться вглубь почвы, что соответствует процессу «оседания» уровня влаги. В ночной период $v_h = v_{h,n} < 0$ и происходит частичное восстановление уровня объемной влажности.

Плотность потока CO_2

Примем следующее обобщенное выражение для потока, интегрально учитывая многочисленные процессы по признаку механизма переноса («реакция» на градиенты концентрации и температуры, конвекция):

$$J(t, z) = f_\varepsilon(\varepsilon)[-D(\bar{p}, T) \partial_z C + V(\bar{p}, T, \partial_z T) C(t, z)],$$

$$f_\varepsilon(\varepsilon) \equiv \exp\left\{-\frac{a}{\sigma}\right\}, \quad \sigma(\varepsilon) \equiv \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\theta + \zeta},$$

$$D(\bar{p}, T) \equiv D_0 \frac{p_0}{\bar{p}} \cdot \left[\frac{T}{T_0}\right]^2, \quad v(\bar{p}, T) \equiv v_0 \frac{p_0}{\bar{p}} \cdot \frac{T}{T_0},$$

$$V(\bar{p}, T, \partial_z T) \equiv v(\bar{p}, T) - DT^{-1} \partial_z T, \quad T \equiv T_d(t, z).$$

Фактор порозности аэрации f_ε (включая влияние извилистости поровых каналов) имеет аррениусовский вид с «энергией активации» a и температурным аналогом $\sigma(\varepsilon)$. Индекс 0 соответствует нормальным условиям (давление-температура), $[T] = K$, $\bar{p} = p_{air}$, величины D_0 и «усредненную конвективную скорость среды» v_0 считаем варьируемыми в физически оправданных пределах параметрами. В первом приближении полагаем $v_0 = \bar{v} = const$ для светового дня и ночи, причем знак \bar{v} не уточняем ($\bar{v} = \bar{v}_{d,n}$).

Продуктивность CO_2 и уравнение материального баланса

В уравнении материального баланса выделим две составляющие – транспортное слагаемое и продуктивность верхнего корнеобитаемого слоя почвы:

$$\begin{aligned}\frac{\partial C_m}{\partial t} &= \mathcal{F}_{tr} + \mathcal{F}_{pr}, \quad \mathcal{F}_{tr} = -\frac{\partial J}{\partial z}, \quad C_m \equiv C_g \varepsilon + C_w \theta \quad (C_g \equiv C), \\ f_\theta(\theta) &= \left[\frac{\theta - \theta_{\min}^0}{\hat{\theta} - \theta_{\min}^0} \right]^\alpha \cdot \left[\frac{\theta_{\max}^0 - \theta}{\theta_{\max}^0 - \hat{\theta}} \right]^\beta \quad (\alpha > 1, \beta > 0), \quad f_{\max} = f_\theta(\hat{\theta}) = 1, \\ f_T(T) &= \dots, \quad (f_L(t) = \dots), \quad \mathcal{F}_{pr} = f_\theta(\theta) f_T(T) \frac{A}{z^k} \exp\left\{-\frac{b}{z}\right\}.\end{aligned}$$

Факторы f_θ , f_T носят характер штрафных функций за отклонение от оптимального режима продуктивности CO_2 : $\theta = \hat{\theta}$, $T = \hat{T}$. Показатели степени не являются независимыми: в частности, β определяется заданием α и экспериментального значения $\hat{\theta}$. При необходимости дополнительно следует учесть и фактор светового дня $f_L(t)$ (если участок леса открытый, и травянистая растительность достаточно развита), конструируемый аналогичным образом. Особенности корнеобитаемого слоя определяются параметрами A, b, k по экспериментальным данным. Продуктивность \mathcal{F}_{pr} носит характер всплеска в пределах приповерхностного слоя с последующим степенным затуханием по глубине.

Начальные и граничные условия

Начало отсчета времени соответствует началу светового дня. Начальные условия $C_0(z) = C(0, z)$ генерируются с помощью тех же функций насыщения по экспериментальным данным. За ночь происходит «разгрузка» профиля концентрации. Граничные условия для краевой задачи принимаем первого рода: задаются концентрации CO_2 на глубине 1-2 метра (стабильное значение) и у поверхности (атмосферный уровень углекислого газа).

Измеряются показатели температуры, объемной влажности и поток CO_2 с поверхности почвы в атмосферу. По этим данным требуется настроить (идентифицировать) параметры модели. Цель: сопоставить диффузионную и конвективную составляющие потока и оценить, какая часть продуцирования углекислого газа относится к стоку в атмосферу, а какая достигает грунтовых вод и способна к длительному депонированию.

По порозности аэрации на «контрольной глубине» (плоское горизонтальное сечение поделится на части в соответствии с объемными показателями ε , θ и ζ) можно оценить газовую составляющую потока CO_2 вглубь, а показания лизиметров дадут представление о потоке растворенного углекислого газа в почвенной влаге после интенсивных осадков.

При разработке модели за основу были приняты следующие первоисточники.

Литература

1. Richter J. The Soil as a Reactor: Modelling Processes in the Soil. Catena Verlag, 1987.
2. Смагин А. В. Газовая фаза почв. М.: МГУ, 2005.
3. Шеин Е. В. Курс физики почв. М.: МГУ, 2005.
4. Смагин А. В. Спорные вопросы количественной оценки газовых потоков между почвой и атмосферой // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2014. Т. 5, № 2 (10). С. 10-25.
5. Лыков А. В. Явления переноса в капиллярно-пористых телах. М.: ГИТТЛ, 1954.
6. Лыков А. В. Тепломассообмен. М.: Энергия, 1978.
7. Чудновский А. Ф. Теплофизика почв. М.: Наука, 1976.

УДК 52-17

Заика Ю.В.¹, Денисов Е.А.³, Родченкова Н.И.²

МОДЕЛЬ ВОДОРОДОПРОНИЦАЕМОСТИ С УЧЕТОМ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

¹- Петрозаводск, ФИЦ «Карельский научный центр РАН» (КарНЦ РАН),

²- Петрозаводск, Институт прикладных математических исследований КарНЦ РАН,

³- Санкт-Петербургский государственный университет, Физический факультет

Аннотация. Проблема прогнозирования поведения конструкционных материалов в водородосодержащих средах (в том числе и в экстремальных условиях эксплуатации) особенно остра для гидридообразующих материалов, к которым относятся широко применяемые титановые сплавы. В работе представлена математическая модель водородопроницаемости с учетом возможного образования гидридных фаз.

Ключевые слова: *Модельное прогнозирование, водородосодержащие среды, титановые сплавы*

Zaika Yu.V., Denisov E.A., Rodchenkova N.I.

MODEL OF HYDROGEN PERMITTIVITY TAKING INTO ACCOUNT PHASE TRANSITIONS

Abstract. The problem of predicting the behavior of structural materials in hydrogen-containing environments (including under extreme operating conditions) is particularly acute for hydride-forming materials, which include widely used titanium alloys. The paper presents a mathematical model of hydrogen permeability, taking into account the possible formation of hydride phases.

Keywords: *Model prediction, hydrogen-containing environments, titanium alloys*

Эксперимент

Эксперимент проводится при постоянной температуре образца $T = 450^\circ\text{C}$. В начальный момент времени осуществляется скачкообразный напуск порции газообразного водорода в изолированную емкость с одной из сторон мембраны. С выходной стороны объем постоянно откачивается вакуумной системой и с помощью масс-спектрометра измеряется парциальное давление водорода, которое затем пересчитывается в проникающий поток. За время проведения эксперимента давление H_2 на входной стороне падает с начального значения 8.45 Торр до уровня 6.25 Торр. Согласно фазовой диаграмме, на начальном этапе титан с растворенным атомарным водородом при такой температуре образует альфа фазу. Согласно описанному эксперименту проницаемость водорода достаточно медленная. Следовательно, можно ориентироваться на соответствующий горизонтальный участок равновесной фазовой диаграммы при 450°C (рис. 1, $\gamma \equiv \delta$).

Концентрационная волна проходит сквозь мембрану «слева-направо». *Основное предположение:* в таком «плавно» эксперименте общая концентрация $c(t, x)$ атомов H однозначно определяет фазовый состав. В каждый момент времени t в точке $x \in [0, \ell]$ по толщине мембраны будет сосуществовать максимум две фазы.

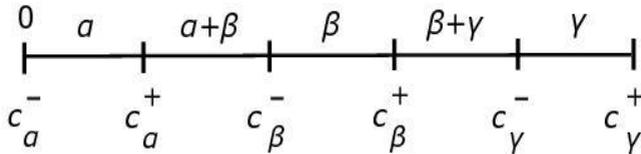


Рис. 1. Последовательность гидридных фаз

Эффективный коэффициент диффузии

Обозначим: $c(t, x)$ – общая концентрация атомов H ; $r_{\alpha, \beta, \gamma}$ – доли фаз:

$$\begin{aligned} r_{\alpha, \beta, \gamma} &\geq 0, \quad r_\alpha + r_\beta + r_\gamma = 1 \Rightarrow \\ &\Rightarrow r_\alpha c = c_\alpha, \quad r_\beta c = c_\beta, \quad r_\gamma c = c_\gamma. \end{aligned}$$

Будем ориентироваться на понятие эффективного коэффициента диффузии в двухфазной среде [1, стр. 196]. Для удобства обозначим соответствующие коэффициенты диффузии как $D_{1,2}$. В нашем случае пара индексов (1,2) может принимать лишь значения (α, β) или (β, γ) . При этом для единообразия (см. ниже) в фазах без примесей полагаем:

$$\begin{aligned} \alpha: D_{1,2} &= D_{\alpha,\beta}, r_1 = r_\alpha = 1, r_2 = r_\beta = 0; \\ \beta: D_{1,2} &= D_{\alpha,\beta}, r_1 = r_\alpha = 0, r_2 = r_\beta = 1; \\ \gamma: D_{1,2} &= D_{\beta,\gamma}, r_1 = r_\beta = 0, r_2 = r_\gamma = 1. \end{aligned}$$

Отметим также следующее обстоятельство. Рассматриваемые фазы (α, β, γ) – это преимущественно растворы в металле атомарного диффузионно подвижного водорода (существенные различия фаз определяются структурой решетки). Для других материалов и(или) в иных условиях возможна качественно другая ситуация: образуется гидрид с химически связанным водородом (формально новый материал), в котором может растворяться и диффундировать «дополнительный» атомарный водород. Коэффициенты диффузии относятся к подвижному водороду.

Модель независимых потоков. В [1, стр. 198] рассматриваются модели параллельных и последовательных потоков для определения эффективного коэффициента диффузии:

$$D_{\text{eff}} \equiv D_{*1} = r_1 D_1 + r_2 D_2, \quad \frac{1}{D_{\text{eff}}} \equiv \frac{1}{D_{*2}} = \frac{r_1}{D_1} + \frac{r_2}{D_2}.$$

При этом проводится аналогия переноса вещества (диффузия) и заряда (электрический ток). Коэффициент диффузии есть аналог электропроводности: при параллельном соединении проводников электропроводности складываются, а при последовательном соединении складываются сопротивления. В силу неоднородности зарождения и роста фаз можно принять для эффективного коэффициента диффузии значение, равное выпуклой комбинации D_{*i} :

$$D_{\text{eff}} \equiv D_* = \xi D_{*1} + (1 - \xi) D_{*2}, \quad \xi \in [0,1].$$

Модель зависимых потоков. Если принять для плотности суммарного диффузионного потока соотношение $J = r_1 J_1 + r_2 J_2$, то приемлемым является «среднегеометрическое» приближение $D_{*1} = D_1^{r_1} D_2^{r_2}$. Наконец, апеллируя к упомянутой аналогии с электропроводностью, приведем аналог соотношения Максвелла [1, стр. 199]:

$$\frac{D_{*2} - D_1}{D_{*2} + 2D_1} = r_2 \frac{D_2 - D_1}{D_2 + 2D_1}$$

В рамках модели примем для эффективного коэффициента диффузии соотношение D_{eff} с варьируемым параметром ξ и соответствующими выражениями для D_{*i} .

Диффузионное уравнение

Примем стандартное уравнение диффузии

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[D_*(c) \frac{\partial c}{\partial x} \right], \quad D_* \equiv D_{\text{eff}}.$$

Все рассуждения проводим в рамках «эффективного» приближения. В рамках эффективной теории нацелимся на адекватную реакцию D_* на текущий фазовый состав: $D_* = D_*(c) = D_*(r_\alpha, r_\beta, r_\gamma)$. Это касается любых $t > 0$ и $x \in [0, \ell]$. Даже если одна из фаз, например γ , реализуется с преимущественно химическими (сильными) связями, то такой эффективный коэффициент диффузии будет определяться как материалом, так и уровнем свободного диффундирующего водорода. При этом общий градиент $\partial_x c$ будет численно равен градиенту диффундирующей составляющей концентрации.

Составим таблицу зависимостей $r_{\alpha, \beta, \gamma}(c)$: $\leftarrow c(t, x) \rightarrow$

	α	$\alpha + \beta$	β	$\beta + \gamma$	γ
r_α	1	$\frac{c_\beta^- - c}{c_\beta^- - c_\alpha^+}$	0	0	0
r_β	0	$\frac{c - c_\alpha^+}{c_\beta^- - c_\alpha^+}$	1	$\frac{c_\gamma^- - c}{c_\gamma^- - c_\beta^+}$	0
r_γ	0	0	0	$\frac{c - c_\beta^+}{c_\gamma^- - c_\beta^+}$	1

Изложим кратко схему вычисления коэффициента D_* , который задан неявно, алгоритмически (по мере подсчета общей концентрации $c(t, x)$). Фиксируем текущий n -й слой по времени t . По результатам вычислений в узлах сетки $C_k^n \approx c(t_n, x_k)$. При каждом $x = x_k$ по значению C_k^n определяем, в каком столбце таблицы мы находимся. По этой информации вычисляем доли $r_{\alpha, \beta, \gamma}$ и (в рамках моделей с зависимыми или независимыми потоками) значение $D_*(C_k^n) = D_*(r_{\alpha, \beta, \gamma})|_{c=C_k^n}$. В принципе, можно брать и выпуклую линейную комбинацию всех четырех D_{*i} . Необходимы оценки коэффициентов $D_{\alpha, \beta, \gamma}$ в чистых фазах (без примеси других).

Граничные условия

Не будем в рамках текущей модели явно выделять поверхность. При описании десорбции *с выходной стороны* в вакуумируемый объем оперируем эффективным коэффициентом рекомбинации, непосредственно связанным с приповерхностной объемной концентрацией $c(t, \ell)$. Граничное условие при $x = \ell$:

$$\begin{aligned} -D_* \frac{\partial c}{\partial x} \Big|_{\ell} &= J_{\text{des}} = r_1 b_1 [\overset{c_1}{\widetilde{r}_1 c}]^2 + r_2 b_2 [\overset{c_2}{\widetilde{r}_2 c}]^2 = \\ &= \underbrace{[r_{\alpha}^3 b_{\alpha} + r_{\beta}^3 b_{\beta} + r_{\gamma}^3 b_{\gamma}]}_{b_{\text{eff}} = b_*(c) = b_*(r_{\alpha, \beta, \gamma})} c^2(t, \ell). \end{aligned}$$

Относительно коэффициентов объемной десорбции принимаем аналогичные обозначения, как и для коэффициентов диффузии выше: $b_{1,2} = b_{\alpha, \beta}$ или $b_{1,2} = b_{\beta, \gamma}$ в зависимости от значения концентрации $c(t, \ell)$. Содержательно окончание первой строки читается следующим образом. Если $c(t, \ell)$ соответствует одной из фаз, например β , то плотность десорбции равна $b_{\beta} c_{\beta}^2$. Но может оказаться смесь двух фаз. Тогда суммарная десорбция сквозь квадратный сантиметр поверхности равна сумме десорбций из долей («окон»), соответствующих объемным долям фаз. Обратим внимание на то обстоятельство, что эффективный коэффициент десорбции $b_{\text{eff}} = b_*(r_{\alpha, \beta, \gamma})$ оказался зависящим от концентрации $c = c(t, \ell)$. Тем самым, десорбция не является, в общем случае, квадратичной в классическом смысле.

Перейдем к граничным условиям *с входной стороны*. Воспользуемся уравнением идеального газа во входном объеме (в системе СИ):

$$p(t)V = N(t)kT \Rightarrow \dot{N} = \frac{pV}{kT} \Rightarrow -D_* \frac{\partial c}{\partial x} \Big|_0 = f(t) \equiv 2 \frac{\dot{N}}{S}.$$

Здесь S – площадь стороны мембраны (возвращаемся к cm , $[S] = cm^2$), а множитель 2 означает, что для единообразия потоки водорода подсчитываем в атомах N . *Альтернативный вариант*: считаем, что давление $p(t)$ во входном объеме достаточно велико, чтобы принять условие квазиравновесной растворимости $c(t, 0) = \Gamma \sqrt{p(t)}$, где Γ – константа Сиверта.

Литература

1. Бокштейн Б. С. Диффузия в металлах. М.: Металлургия, 1978. 248 С.

УДК 004.9, 681.518

Закирова Г.Ф., Ефимова Ю.В.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА КЛИЕНТОВ В КОМПАНИИ СВЯЗИ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе дано описание процесса создания системы, обрабатывающей данные клиентов компании связи. Обоснован выбор составляющих элементов БД, клиент-серверной СУБД. Показана структура и состав программного обеспечения.

Ключевые слова: *Автоматизированное управление, базы данных, программное обеспечение, организация бизнес-процессов*

Zakirova G.F., Efimova Yu.V.

AUTOMATED CUSTOMER ACCOUNTING SYSTEM IN A COMMUNICATION COMPANY

Abstract. The paper describes the process of creating a system that processes the data of a communication company's customers. The choice of the constituent elements of the database, client-server database management system is justified. The structure and composition of the software is shown.

Keywords: *Automated management, databases, software, organization of business processes*

Процесс создания информационной системы автоматизированного учета клиентов включает в себя как разработку программного обеспечения в соответствии с заданными параметрами и требованиями, так и непосредственно сам процесс его внедрения на предприятии связи, включающий обучение персонала выполнению служебных обязанностей с использованием разработанного нововведения.

В условиях гибкого рынка предоставления цифровых услуг автоматизация операций по учету реализованных услуг и выполненных работ, накопление актуальной базы данных клиентов позволяет предприятию связи существенно увеличить эффективность труда сотрудников и снизить трудозатраты по обработке заявок клиентов на подключение различных услуг; снизить временные затраты и увеличить скорость выполнения задач различного рода; уменьшить количество ошибок, связанных с человеческим фактором; создать благоприятную среду для организации эффективных бизнес-процессов и документооборота.

Традиционно процесс проектирования и развертывания современной информационной автоматизированной системы включает в себя этапы планирования, предложения решений и анализа требований к системе, проектирования технического задания и спецификации, а также этапы разработки системы и ее внедрения на предприятие связи. Любую информационную систему

автоматизации обработки информации можно рассматривать как совокупность взаимосвязанных компонентов, предназначенных для сбора, обработки и хранения информации, предназначенных для дальнейшего использования ее при принятии решений и контроля в компании [1].

В данном случае при разработке программного обеспечения автоматизированного учета клиентов предприятия связи ввод информации подразумевает ввод оператором данных о заявке по подключению услуг связи, блок вывода информации представляет экранные и печатные формы, например, карточку клиента, блок хранения информации будет представлен базой данных, а блок обработки информации представляет программное решение по преобразованию введенных оператором данных о клиенте в форму, удобную для хранения в БД.

Программное обеспечение для автоматизации учета клиентов предприятия связи разработано как локальное клиентское приложение, общая структурная схема которого представлена на рисунке 1. Предполагается использование биометрической системы аутентификации для разделения полномочий пользователей [2].

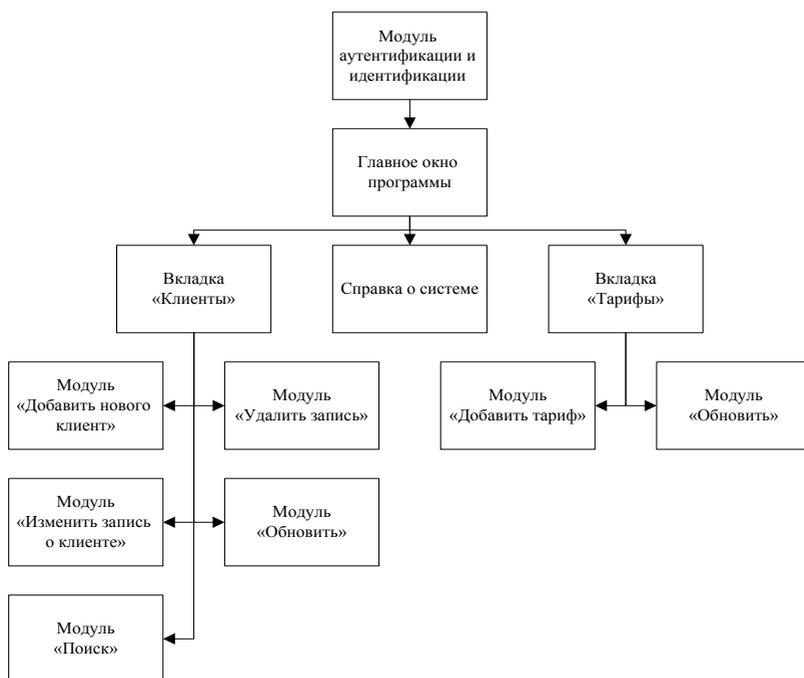


Рис. 1. Общая схема взаимосвязи модулей ПО

Этап проектирования базы данных является одним из важнейших при проектировании любых систем на основе обработки больших массивов данных, так как именно он определяет насколько удобной с точки зрения пользователя и масштабируемой относительно ресурсов вычислительной системы будет в последствие база данных. Для последовательного выполнения всех этапов проектирования разработчику необходимо определить параметры базы данных, такие как: количество полей таблицы; типа данных для каждого поля; схематические связи данных.

Для определения необходимых полей, используемых в таблице, проводится анализ предметной области и перечисляются данные, которые понадобятся оператору при составлении заявки клиента.

Выделим основные данные, получаемые от клиента при оформлении заявки:

1. Фамилия, имя и отчество клиента;
2. Паспортные данные;
3. Номер телефона;
4. Адрес проживания;
5. Тип подключения;
6. Тариф в зависимости от типа подключения.

Исходя из этого, можно понять, что для реализации базы данных необходимо создание шести таблиц:

1. Клиенты;
2. Город;
3. Адрес;
4. Интернет тарифы;
5. Телевизионные тарифы;
6. Тарифы на телефонию.

На заключительном этапе проектирования БД необходимо определить род связей между каждой из таблиц. Общая диаграмма связей показана на рисунке 2.

Так как рассматриваемое предприятие связи имеет филиалы, территориально удаленные друг от друга, необходимо предусмотреть многопользовательский режим и обеспечить возможность доступа к БД со всех рабочих станций предприятия. Наиболее распространенной и эффективной СУБД является Microsoft SQL Server. В качестве языка программирования для создания приложения клиентской части выбран C#, а система программирования Visual Studio позволяет разрабатывать программные приложения, характеризующиеся высокой надежностью и быстротой работы с СУБД Microsoft SQL Server.

Для управления спроектированной базой данных разработана программная часть, которая обеспечивает подключение к серверу из различных филиалов организации.

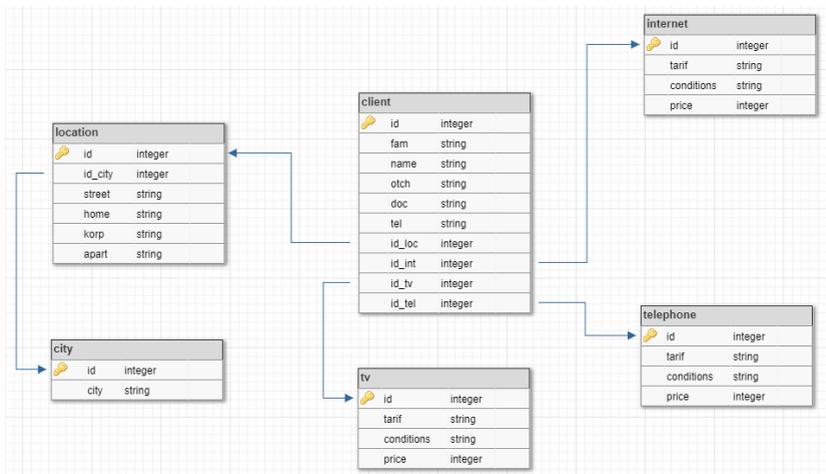


Рис. 2 Диаграмма связей таблиц БД

Для эффективной работы автоматизированной системы учета клиентов реализованы следующие программные модули:

1. Функция «Добавить клиента». Обеспечивает проверку правильности введенных данных, отсутствие пропусков данных и запись информации о новых клиентах в БД;

2. Функция «Изменить запись о клиенте». Данная функция необходима для изменения существующих записей о клиентах предприятия связи, так как достаточно часто возникают ситуации, когда изменения в данных пользователей не являются полными, а касаются только каких-либо отдельных полей, например, адреса проживания.

3. Функция «Поиск клиента по исходным данным». Данная функция обеспечивает поиск существующих клиентов по заранее заданным параметрам, таким как: фамилия, паспортные данные, город проживания. Необходимость указанного поиска обоснована мнением заказчика.

4. Функция «Удаление записи о клиенте». Данная функция используется для удаления записи о клиенте в том случае, если он расторгнул договор с предприятием о предоставлении услуг связи.

5. Функция «Добавить тариф». Обеспечивает проверку правильности введенных данных, отсутствие пропусков данных и запись информации о новых тарифах в БД.

6. Функция «Поиск тарифа по исходным данным» предполагает вывод на форму данных о тарифах по заданному типу подключения.

Для ускорения процесса создания и редактирования учетных данных о новом клиенте используется форма с расположенными на ней управляющими элементами: текстовыми полями, выпадающими списками и кнопками, обладающая интуитивно понятным пользовательским интерфейсом.

Литература

1. Белош В.В., Богатиков В.Н., Фильчакова Т.А. Построение систем диагностики и управления технологической безопасностью в нейросетевом базисе // Труды Кольского центра РАН. Информационные технологии. Апатиты, изд-во КНЦ РАН, 2012. №4, Т. 3.
2. Ефимова Ю.В. Биометрическая идентификация пользователей в сложных технических системах // Фундаментальные основы, теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики: материалы 18-ой Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 28-30 августа 2017г. / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. Новочеркасск: Лик, 2017. С.389-390

УДК 004.832

Зуенко А.А.

МЕТОДЫ ЛОКАЛЬНОГО ПОИСКА В ЗАДАЧАХ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ НЕЧИСЛОВЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

Аннотация. Предложен подход к организации процедур локального поиска в задачах удовлетворения ограничений, основанный на «сжатом» представлении качественных ограничений в виде специализированных матрицеподобных структур. Сформулированы теоремы, позволяющие на основе анализа одного конкретного решения и внутренней структуры нечисловых матриц ограничений выявлять подпространства в пространствах допустимых и/или недопустимых присваиваний, что способствует ускорению вычислительных процедур.

Ключевые слова: нечисловые ограничения, методы локального поиска, матрицеподобные структуры

Zuenko A.A.

LOCAL SEARCH METHODS FOR NON-NUMERICAL CONSTRAINT SATISFACTION PROBLEMS

Abstract. An approach to the organization of local search procedures in problems of satisfying constraints is proposed, based on a “compressed” representation of qualitative constraints in the form of specialized matrix-like structures. Theorems are formulated that allow, based on the analysis of one specific solution and the internal structure of non-numerical constraint matrices, to

identify subspaces in the spaces of admissible and/or unacceptable assignments, which contributes to the acceleration of computational procedures.

Keywords: *non-numerical constraints, local search methods, matrix-like structures*

Данный доклад продолжает цикл работ, посвященных созданию эффективных методов удовлетворения нечисловых ограничений [1]. К нечисловым ограничениям относятся: множественные отношения, логические формулы, продукционные правила и т.п.

Далее нас будут интересовать только задачи удовлетворения ограничений с конечными областями определения переменных.

В практических приложениях, предполагающих обработку большого объема информации, методы решения задач CSP, опирающиеся только лишь на исследование дерева поиска, оказываются недостаточно эффективными, а на передний план выходят методы локального поиска, а также гибридные методы, сочетающие преимущества локального и систематического поиска. Алгоритмы локального поиска являются эффективными средствами решения задач CSP [2]. Алгоритмы локального поиска могут успешно использоваться для оперативной корректировки в случае изменения условий задачи, что особенно важно в задачах планирования.

К методам локального поиска относят: поиск с восхождением к вершине, имитация отжига (simulated annealing), поиск с запретами, роевой интеллект, генетические алгоритмы и т.д. (см., например, [3]). Данные методы отличаются друг от друга способами преодоления «ловушек» локальных оптимумов.

Эффективность подобных методов сильно зависит от используемых в процессе поиска программных структур, с помощью которых представляются ограничения предметной области. Для представления качественных ограничений (зависимостей предметной области) предложено использовать специализированные матрицеподобные структуры (*C*- и *D*-системы) [1]. Ранее исследований по применению методов локального поиска к задачам CSP, представленным в виде совокупности *C*- и *D*-систем, не проводилось.

На рис. 1 слева показано отношение, записанное в виде обычной таблицы, а справа – «сжатая» форма записи множественного отношения в виде *C*-системы.

Здесь области определения переменных: $X = \{a, b, c, d\}$, $Y = \{1, 2, 3, 4, 5\}$.

Фактически при матричной записи на рис. 1(b) между компонентами одной строки опускается знак операции \times (декартово произведение), а между строками явно не записывается знак операции \cup (объединение множеств).

X	Y
c	1
c	2
c	4
c	5
b	2
b	4
d	1
d	5

(a)

X	Y
{c}	{1,2,4,5}
{b}	{2,4}
{d}	{1,5}

(b)

Рис.1. Табличное представление ограничения (a); представление ограничения в виде специализированной матрицы (b)

Распишем C -систему, представленную на рис.1(b) в явном виде, то есть в форме алгебраического выражения над множествами:

$$T[XY] = \begin{bmatrix} \{c\} & \{1, 2, 4, 5\} \\ \{b\} & \{2, 4\} \\ \{d\} & \{1, 5\} \end{bmatrix} = \{c\} \times \{1, 2, 4, 5\} \cup \{b\} \times \{2, 4\} \cup \{d\} \times \{1, 5\}.$$

Ниже приводится D -система $P[XY]$, которая эквивалентна рассмотренной ранее C -системе $T[XY]$, поскольку обе эти структуры описывают одну и ту же таблицу, представленную на рис. 1(a):

$$P[XY] = \begin{bmatrix} \{c, d\} & \{2, 4\} \\ \{b, c\} & \{1, 5\} \\ \emptyset & \{1, 2, 4, 5\} \end{bmatrix} = (\{c, d\} \times \{1, 2, 3, 4, 5\} \cup \{a, b, c, d\} \times \{2, 4\}) \cap (\{b, c\} \times \{1, 2, 3, 4, 5\} \cup \{a, b, c, d\} \times \{1, 5\}) \cap (\{a, b, c, d\} \times \{1, 2, 4, 5\}).$$

Пустая компонента « \emptyset » – это фиктивная компонента, не содержащая значений. Другой фиктивной компонентой является полная компонента «*» – сокращенное обозначение всего диапазона возможных значений (домена) атрибута.

Далее опишем две теоремы, используемые в предлагаемых методах локального поиска.

В D -системе со схемой S и множеством номеров кортежей $\{n_m\}$ выберем некоторый атрибут X (X входит в схему S) с доменом $D_X = \{a_k\}$. Для значений из D_X введем отношение частичного порядка “ \leq ” следующим образом: $a_i \leq a_j$, тогда и только тогда, когда $\{n_i\} \subseteq \{n_j\}$, где: $a_i, a_j \in D_X$; а $\{n_i\} \subseteq \{n_m\}$ и $\{n_j\} \subseteq \{n_m\}$ есть множества номеров строк (кортежей) D -системы, компоненты которых в атрибуте X содержат значения a_i и a_j , соответственно.

Теорема 1. Если некоторое значение a_j атрибута X входит в недопустимое присваивание, то при замене этого значения на другое значение a_i атрибута X , такое что $a_i \leq a_j$, также получится недопустимое присваивание.

Теорема 2. Если некоторое значение a_i атрибута X входит в допустимое присваивание, то при замене этого значения на другое значение a_j атрибута X , такое что $a_i \leq a_j$, также получится допустимое присваивание.

Если получено некоторое решение задачи CSP, то на основе теоремы 2, проанализировав одно конкретное решение, иногда удастся выделить подпространство в пространстве допустимых присваиваний.

В методах локального поиска в начальном состоянии присваивается значение каждой переменной. Если не достигнут локальный оптимум, то из текущего состояния, описываемого заданными значениями всех переменных, можно попасть только в состояние, непосредственное соседнее с текущим. Способ определения соседнего состояния зависит от специфики решаемой задачи. Среди всех соседних состояний на основе эвристик выбираются наиболее предпочтительные варианты.

Наиболее популярной эвристикой, которая применяется при выборе соседнего состояния (следующего рассматриваемого присваивания) является эвристика с минимальными конфликтами: выбирается то присваивание (вектор присваиваний), которое противоречит минимальному числу ограничений задачи CSP. Интерпретация понятия «конфликт» в терминах нечисловых матриц следующая. Каждая строка D -системы сравнивается с вектором присваиваний. Если хотя бы одна компонента проверяемой строки D -системы содержит соответствующую компоненту вектора присваиваний, то в строке конфликт не обнаружен. В противном случае в данной строке обнаружен конфликт.

Приведем общую схему методов локального поиска, основанных на представлении задачи CSP в виде D -системы:

1. Сформировать начальный вектор присваиваний. Для каждой переменной в соответствующем столбце выбрать одно из доминирующих значений. Для каждого конкретного метода локального поиска указывается своя процедура (обычно стохастическая) формирования начального присваивания. Сохранить начальный вектор присваиваний в качестве текущего вектора присваиваний.

2. Для текущего вектора выполнить подсчет количества конфликтов. Если количество конфликтов равно 0, то получено решение, перейти к п. 4. Если

количество конфликтов больше 0, то на основе текущего вектора присваиваний и Теоремы 1 получить соответствующее подпространство недопустимых присваиваний и перейти к шагу. 3, исключив из рассмотрения на шаге 3 полученные недопустимые присваивания.

3. Проанализировать соседние векторы присваиваний:

а) Если среди них имеются векторы, содержащие меньшее количество конфликтов, то принять один из них в качестве текущего и перейти к п. 2. Способ выбора конкретного вектора присваиваний зависит от специфики используемого метода локального поиска.

б) Если количество конфликтов для всех соседних векторов присваиваний строго больше, чем для текущего вектора, то получен локальный оптимум. В общем случае, для каждого конкретного метода локального поиска указывается своя процедура преодоления ловушек локального оптимума.

с) Если имеется соседний вектор, для которого количество конфликтов совпадает с количеством конфликтов для текущего вектора присваиваний, то обнаружено плато. Решение о продвижении по плато принимается в зависимости от конкретного метода.

В любом случае, при рассмотрении вариантов б) и с) либо формируется некоторый текущий вектор присваиваний и осуществляется переход к п. 2., либо принимается решение об окончании процесса поиска (например, превышен допустимый предел числа шагов процесса поиска) и происходит переход к п. 5.

4. На основе Теоремы 2 и анализа отношений доминирования на значениях переменных, расширить (если это возможно) конкретное решение, полученное на шаге 2, до соответствующего подпространства допустимых присваиваний. Переход к п. 5.

5. Конец.

Благодарности. Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проекты №№ 18-07-00615-а, 19-07-00359-а).

Литература

1. Зуенко А.А. Вывод на ограничениях с применением матричного представления конечных предикатов // Искусственный интеллект и принятие решений. 2014. №3. С. 21-31.
2. Russel S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3rd edition. Prentice Hall. 2010. 1132 p.
3. Курейчик, В.В. Архитектура гибридного поиска при проектировании // Известия Южного федерального университета. Технические науки. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ. 2012. №7(132). С. 247-252.

УДК 004.912

Малоземова М. Л, Ломов П. А.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТРИБУТИВНОГО ПОДХОДА К АНАЛИЗУ ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫХ ТЕКСТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОПОЛНЕНИЯ ТЕМАТИЧЕСКОГО ТЕЗАУРУСА

Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

Аннотация. В данной работе рассматривается применение дистрибутивного подхода к анализу набора естественно-языковых текстов с целью в нем выявления лексических единиц для пополнения существующего тезауруса.

Ключевые слова: *Специализированные тезаурусы, латентно-семантический анализ, базы данных, Python-библиотека spaCy*

Malozemova M. L, Lomov P. A.

DISTRIBUTIVE APPROACH IN NATIVE-LANGUAGE TEXTS ANALYSIS FOR AUTOMATING THEMATIC TESAUROS ADJUNCTION

Abstract. This paper discusses the use of a distributive approach to the analysis of a set of natural language texts in order to identify lexical units in it to supplement the existing thesaurus.

Keywords: *Specialized thesauruses, Latent semantic analysis, databases, spaCy Python library*

Применение специализированных тезаурусов является распространенной практикой в работе коллективов и рабочих групп специалистов, работающих над решением определенного круга задач. Тезаурус позволяет «зафиксировать» единый набор используемых терминов, а также их взаимосвязи и смысловое значение для дальнейшего использования в различного рода коммуникациях. В связи с этим актуальной видится задача автоматизации расширения исходного тезауруса с учетом представленной в нем понятийной системы и набора специализированных текстов, потенциально содержащих новые понятия, относящиеся к рассматриваемой тематике.

В работе рассматривается опыт применения дистрибутивного подхода к моделированию семантики слов – латентно-семантического анализа (latent semantic analysis, LSA) и его модификаций для обнаружения в наборе тематических текстов лексем для пополнения существующего тезауруса. В качестве последнего используется тезаурус, представленный в проекте национального стандарта «Исследования в полярных регионах. Основные термины и определения».

В работе предлагается использовать результаты разложения исходной матрицы (термины-документы) для обнаружения «близких» лексем к понятиям тезауруса. Исходная матрица формируется на основе анализа тематического набора текстов,

путем извлечения из документов отдельных лексем и подсчета частоты их употребления. Ввиду того, что в тезаурусе присутствуют термины, заданные в виде словосочетаний, дополнительно осуществляется извлечение коллокаций. Выявление последних осуществляется на основе анализа синтаксических деревьев предложений исходных текстов, полученных в результате применения Python библиотеки -spaCy [1] с синтаксической языковой моделью, обученной на размеченном корпусе русскоязычных текстов [2].

В результате пользователю на выходе предоставляется набор возможных кандидатов для пополнения тезауруса – лексем и их сочетаний, встречающихся в наборе тематических текстов и близких к исходным понятиям.

Литература

1. SpaCy библиотека для обработки естественного языка spaCy. Режим доступа – <https://spacy.io/>
2. Размеченный в нотации Universal Dependencies русский корпус текстов. Режим доступа – https://github.com/UniversalDependencies/UD_Russian-GSD

УДК 338.24, 519.711

Маслобоев А.В., Путилов В.А.

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ ЦЕНТРА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АРКТИКИ НА ТЕРРИТОРИИ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

Аннотация. Дано обоснование необходимости создания Центра перспективных исследований и обеспечения безопасности Арктики на территории Мурманской области. Предложены концепция и структура Центра, основанные на применении системного подхода, когнитивных информационных технологий и инструментов имитационно-экспертного моделирования. Обсуждаются сетцентрическая модель функционирования Центра и варианты его интеграции в систему распределенных ситуационных центров Мурманской области.

Ключевые слова: *Региональное управление, социально-экономические системы, региональная безопасность, поддержка принятия решений, Арктическая зона Российской Федерации*

Masloboev A.V., Putilov V.A.

TO THE QUESTION OF CREATING A CENTER FOR PERSPECTIVE RESEARCH AND ENSURING SECURITY OF THE ARCTIC ON THE TERRITORY OF THE MURMANSK REGION

Abstract. The rationale for the creation of a Center for Advanced Studies and Security of the Arctic on the territory of the Murmansk region is given. The concept and structure of the Center, based on the application of a systematic approach, cognitive information technologies and tools for simulation and expert modeling, are proposed. The network-centric model of the functioning of the Center and its integration into the system of distributed situational centers of the Murmansk region are discussed.

Keywords: *Regional management, socio-economic systems, regional security, decision support, Arctic zone of the Russian Federation*

В стране существует несколько крупных научно-исследовательских центров, занимающихся проблемами Арктики и, прежде всего, к ним относятся: Коми научный центр РАН, Кольский научный центр РАН, Карельский научный центр РАН, Институт системного анализа ФИЦ «Информатика и управление» РАН, центры Сибирского и Дальневосточного отделений РАН. При этом на поле арктических исследований они взаимодополняют друг друга, поскольку проблемы безопасности и устойчивого развития Арктики настолько велики, что решить их в одиночку не под силу ни одному научному центру в отдельности.

По экспертным оценкам в Мурманской области за почти столетие промышленного освоения минерально-сырьевых и биологических ресурсов накоплен наибольший опыт по комплексному подходу к управлению арктическими территориями. Поэтому Кольский научный центр РАН, расположенный в этом регионе, позиционируется форпостом науки в российской Арктике. Вместе с тем, в сотрудничестве и в интеграции с перечисленными выше крупными научными центрами в единый «коллективный мозг» Кольский научный центр обеспечивает научное и научно-техническое сопровождение ведущих государственных программ и проектов, направленных на освоение Арктики и ее уникальных минеральных богатств, решение военно-стратегических задач, создание условий для инновационного и рискоустойчивого функционирования социально-экономических систем Арктической зоны РФ (АЗ РФ), решение проблем, связанных с региональной безопасностью северных территорий.

Информационная поддержка реализации стратегии развития АЗ РФ осуществляется с использованием системы распределенных ситуационных центров. Успешно реализованные и развиваемые отечественные и зарубежные проекты по созданию ситуационных центров мониторинга обстановки в Арктике (российские: *НЦУКС МЧС России, ЕНДС в Арктике, ЕСИМО, BarentsNet* и др.; зарубежные: американский *DARPA Assured Situational Awareness Centre*, норвежские *BarentsWatch* и *Polaria*, *Лапландский арктический центр*, немецкие ситуационные центры *GMLZ* и *HGDF*, и др.) ориентированы в основном на решение задач в условиях чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, не затрагивают исследования тенденций и кризисных явлений в социально-экономической сфере и не предусматривают

совместное программно-целевое управление комплексными междисциплинарными исследованиями в целях устойчивого развития Арктики и информационно-аналитическую поддержку оперативной и стратегической управленческой деятельности в этом регионе, основанную на результатах и рекомендациях этих исследований.

В настоящее время в системе распределенных ситуационных центров отсутствует целостная экспертно-аналитическо-координационная структура управления, которая бы осуществляла анализ и оптимизацию межотраслевых связей, обеспечивая реальное взаимодействие власти, бизнеса и науки (образования) в АЗ РФ, и определяла прогноз устойчивого развития этого мегарегиона. Поэтому подходом к решению этой стратегической задачи, адекватном текущей ситуации в АЗ РФ, могло бы стать создание Центра перспективных исследований и обеспечения безопасности Арктики (далее Центр), нацеленного на выявление и комплексное изучение признаков, характеризующих современное и ожидаемое состояние окружающей среды и социально-экономических систем АЗ РФ, меняющихся под влиянием интенсивной хозяйственной деятельности в этом регионе, а также информационно-аналитическую поддержку и координацию принятия решений на всех уровнях управления региональным развитием АЗ РФ. Функционально Центр призван обеспечить не только организацию комплексных междисциплинарных исследований Арктики и информационное сопровождение системы регионального управления, но и предупреждение появления неблагоприятных событий в социально-экономической и природно-промышленной сферах на основе коллективных экспертных знаний о влиянии развивающихся угроз на состояние региональных систем АЗ РФ. Это важно для формирования стратегических решений, оперативного планирования и ситуационного управления в динамически меняющихся условиях обстановки. Стоит отметить, что отработанные и хорошо зарекомендовавшие себя принципы программно-целевого управления междисциплинарными исследованиями могут быть успешно использованы для организации эффективной работы системы регионального управления в части оптимизации временных, финансовых и кадровых затрат на реализацию, планирование и контроль качества исполнения на территории региона социально значимых проектов государственно-частного партнерства, основанных на результатах комплексных междисциплинарных исследований Центра. При этом возможный конфликт интересов может быть разрешен путем выявления источников конфликтов, согласования и регулирования социальных и экономических показателей развития региона, оптимизируемых различными элементами многоуровневой системы бесконфликтного регионального управления. Диагностику критически важных объектов и инфраструктур АЗ РФ, предполагающую сценарный анализ последствий и оценку рисков региональных кризисных ситуаций, следует рассматривать как один из обязательных аспектов будущих принимаемых решений наравне с экономическим, нормативно-правовым,

техническим и другими, поскольку это определяет их обоснованность и эффективность.

Таким образом, основной миссией Центра является обоснование и организация комплексных научных междисциплинарных исследований, научно-технологическое и информационно-аналитическое обеспечение выполнения задач по достижению стратегических целей и приоритетов устойчивого развития и безопасности АЗ РФ, сформулированных в рамках государственного целеполагания, что позволит сформировать рекомендации и расширить спектр условно оптимальных решений по управлению рискоустойчивым развитием АЗ РФ.

Необходимость создания Центра непосредственно на территории Мурманской области, а не в других регионах, входящих в состав АЗ РФ, обусловлена тем, что именно в этом регионе представлено наиболее широкое сочетание критических инфраструктур государственного и регионального управления (горнодобывающая и металлургическая промышленность, транспортный узел, оборонный комплекс, энергетика и т.д.), которые в совокупности являются источниками потенциальных угроз и опасностей для устойчивого регионального развития, что повышает риски возникновения разнотипных чрезвычайных и кризисных ситуаций природного, техногенного и социально-экономического характера. Такого разнообразия объектов риска нет ни в одном регионе, либо они представлены частично, либо вовсе отсутствуют. Центр призван объединить усилия арктических научных центров России на пути комплексного исследования и взаимоувязывания разноплановых аспектов государственного и регионального управления развитием арктических территорий для обеспечения их риск-устойчивого развития.

Интегрирующим ядром Центра может выступить Кольский научный центр РАН, являющийся драйвером науки и образования в Кольской опорной зоне и крупнейшим в России региональным научным центром, расположенным в АЗ РФ. В Кольский научный центр РАН в настоящее время входят 10 научных структурных обособленных подразделений и три аффилированных института РАН. Кольский научный центр РАН обладает уникальным историческим опытом арктической деятельности в течении последних 90 лет, признанными научными и практическими разработками мирового уровня, развитой инфраструктурой в городах Апатиты и Мурманск, исследовательской базой на архипелаге Шпицберген, сетью обсерваторий, а также кадровым потенциалом (1700 сотрудников, из них более 100 докторов и 170 кандидатов наук). Это обеспечит в составе Центра эффективную информационную поддержку процессов выработки и реализации управленческих решений по обеспечению инновационного и безопасного развития социально-экономических объектов и критических инфраструктур АЗ РФ на различных уровнях регионального и государственного управления, а также научное сопровождение процессов планирования и подготовки организационных антикризисных мер по

противодействию различным угрозам дестабилизации ситуации в российской Арктике.

Целями создания Центра, которые согласуются с основными положениями стратегии развития АЗ РФ [1], могли бы стать:

1. комплексное изучение опасных природных и социально-экономических явлений в Арктике, оценка их воздействия на жизнедеятельность в условиях современного климата и прогнозируемых его изменений;

2. обеспечение региональной безопасности и устойчивого функционирования систем жизнеобеспечения и производственной деятельности в АЗ РФ;

3. обеспечение экологической и транспортной безопасности на трассах Северного морского пути, ликвидация экологических последствий хозяйственной деятельности в условиях возрастающей экономической активности, сохранение природной среды Арктики;

4. создание межрегиональных и межведомственных информационных систем для сопровождения хозяйственной деятельности в Арктике и обеспечения перехода на модель цифровой экономики в арктическом регионе;

5. создание и трансфер передовых технологий и опытно-конструкторских разработок, практическое применение новых технологий освоения ресурсной базы Арктики;

6. обеспечение кадровой безопасности экономики АЗ РФ и формирование системы профессионального образования для работы в арктических условиях;

7. обеспечение режима взаимовыгодного многостороннего сотрудничества России с приарктическими государствами, укрепление позиции страны в Арктике.

Можно выделить следующие научно-технические и организационные задачи Центра:

1) создание системы комплексной безопасности для защиты территорий, населения и экосистемы АЗ РФ от угроз чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

2) структурная перестройка экономики в АЗ РФ, создание кластеров (в том числе международных) высокотехнологичных предприятий для реализации проектов на шельфе;

3) поддержка инновационной деятельности и содействие разработке и внедрению новых технологий для освоения морских месторождений полезных ископаемых и водных биологических ресурсов в арктических условиях;

4) содействие развитию арктических транспортных магистралей, включая Северный морской путь, формирование системы контроля за обеспечением безопасности судоходства;

5) формирование кадрового потенциала АЗ РФ: развитие системы профессионального образования, подготовка и переподготовка специалистов к работе в арктических условиях;

6) участие в реализации государственных целевых программ междисциплинарных полярных научных исследований, системный проблемный мониторинг ситуации в АЗ РФ;

7) формирование единого информационного пространства АЗ РФ и создание информационно-аналитических систем обеспечения хозяйственной, военной, экологической и научно-исследовательской деятельности в регионе.

Центр для выполнения перечисленных выше задач должен строиться по сетевому принципу и состоять из трех основных блоков: научно-исследовательский; блок обеспечения безопасности; инновационный, направленный на модернизацию экономики Арктики. Такая комплексная сетевая экспертно-аналитическо-координационная структура управления может быть реализована как надстройка над системой распределенных ситуационных центров, создаваемых в Арктике, либо как ее отдельная часть – «роевой интеллект» [2].

Работа Центра может быть организована на принципах ситуационного центра и проектного офиса, в рамках которых осуществляется формирование сетевых экспертных рабочих групп и координационных комиссий из числа ведущих российских ученых, занимающихся арктической проблематикой, представителей региональной власти, силовых структур, бизнес-сообщества и зарубежных партнеров, для решения поставленных перед Центром задач в пределах его компетенций, в частности, задач управления полярными научными проектами междисциплинарного характера и их перспективного планирования.

Ключевое преимущество реализации Центра как комплексного ситуационного центра и отличие от традиционных автоматизированных систем научных исследований и систем управления безопасностью заключается в том, что сценарный анализ последствий управленческих решений и прогнозирование динамики показателей безопасности региона осуществляются на основе информации, поступающей в режиме максимально приближенном к реальному времени, а интегральная оценка рисков устойчивому развитию АЗ РФ и рекомендации по принятию решений в кризисных ситуациях опираются на результаты и выводы междисциплинарных научных исследований.

Еще одно преимущество Центра по сравнению с подобными центрами в России и за рубежом, в части разработки и информационно-аналитическом сопровождении арктических программ и междисциплинарных исследований в этой области и их «стыковке» с задачами государственного управления на арктическом региональном направлении, заключается в организации работы Центра на комбинированных принципах комплексного ситуационного центра, проектного офиса и сетцентрического управления [3], что в совокупности обеспечивает более

эффективное использование и распределение ресурсов в процессе управления в условиях децентрализованного принятия решений, а также взаимодействие и интеграцию с другими ситуационными центрами, отражение и учет разнородных направлений деятельности в Арктике в единой информационно-аналитической системе. Это сможет также способствовать сокращению временных и финансовых затрат на организацию работы экспертных групп и территориальных координационных комиссий, формируемых в каждой области региональной безопасности АЗ РФ, а также при планировании и реализации рекомендаций антикризисного управления в регионе.

Потенциально возможными эффектами от создания Центра являются следующие:

- повышение экономической эффективности арктических проектов на основе принятия оптимальных решений с учетом всего комплекса экономико-эколого-социальных последствий развития Арктики;

- оптимизация временных, финансовых и кадровых затрат на реализацию сложных междисциплинарных проектов в целях обеспечения устойчивого развития Арктики за счет эффективного планирования и контроля качества исполнения проектов и использования полученных результатов для прогнозирования социально-экономического развития АЗ РФ в системе государственного и регионального управления арктическими территориями;

- повышение уровня инновационно-технологической безопасности экономики АЗ РФ за счет планирования и выполнения перспективных научных проектов, в том числе оборонных исследований, для силовых структур, управляемых Советом Безопасности РФ.

Таким образом, в работе предлагается концептуальная модель структурно-функциональной организации Центра перспективных исследований и обеспечения безопасности Арктики и подход к интеграции этого Центра в систему региональных ситуационных центров, расположенных на территории Мурманской области.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (тема НИР № 0235-2014-0008) и РФФИ (проекты 18-07-00167-а, 18-29-03022-мк).

Литература

1. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. URL: <http://government.ru/news/432>.
2. Маслобоев А.В., Путилов В.А. Информационное измерение региональной безопасности в Арктике. Апатиты: КНЦ РАН, 2016. 222 С.
3. Игнатъев М.Б. Просто кибернетика. СПб.: Страта, 2016. 248 С.

УДК 004.9, 681.518

Манов М. В., Белosh В.В.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ФЛЮОРОГРАММ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе рассматривается автоматизированная система анализа флюорограмм, позволяющая сократить затраты времени и исключить человеческий фактор в процессе их обработки.

Ключевые слова: Автоматизация управления, медицинские учреждения, нейронные сети, анализ флюорограмм

Manov M.V., Belosh V.V.

AUTOMATED PHOTOFLUOROGRAPH ANALYSIS SYSTEM

Abstract. The paper describes an automated system for analyzing *photofluorograms*, which makes it possible to save time and eliminate the human factor in the process of their processing.

Keywords: *Automated management, medical institutions, neural networks, photofluorogram analysis*

Для определения отклонений от нормы состояния легких у пациентов врачам приходится ставить диагнозы примерно по 75 млн. флюорограммам в год. Это означает, что для их обработки и определения, на каких флюорограммах лёгкие здоровы, а на каких есть патология различного рода, требуется огромное количество квалифицированных специалистов и большой объём времени. Для сокращения временных затрат на сортировку и анализ флюорографических снимков, а также определения отклонений от нормы предназначена система автоматизированного анализа флюорографических снимков.

Структурная схема системы приведена на Рис. 1. Персональные компьютеры, установленные в профилактическом лечебном заведении, принимают изображения флюорограмм, конвертируют эти изображения в заданный формат и распознают, позитивное это изображение или негативное. Затем из лечебного учреждения файл данных флюорограммы отправляется на сервер через маршрутизатор.

Сервер принимает переданное изображение и далее при помощи свёрточных нейронных сетей обрабатывает это изображение на предмет обнаружения участков изображения с отклонениями от нормы. В результате изображение с отмеченными подозрительными областями и соответствующий предварительный диагноз отправляются обратно в лечебное заведение [1].

Данная система сокращает затраты времени и исключает человеческий фактор при обработке флюорограмм.

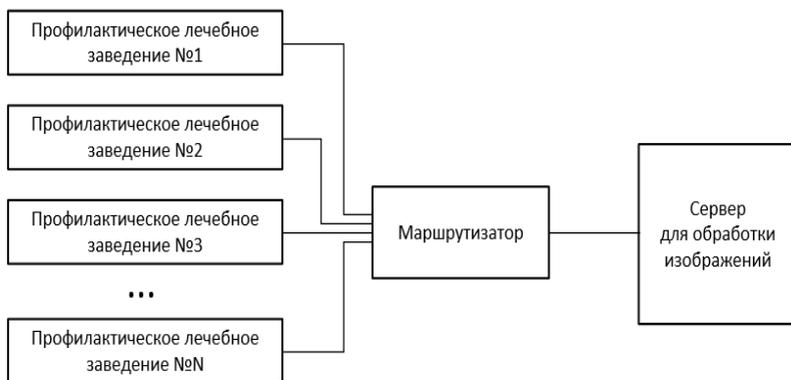


Рис. 1 Структурная схема системы

Структурная схема программного обеспечения системы приведена на Рис. 2.

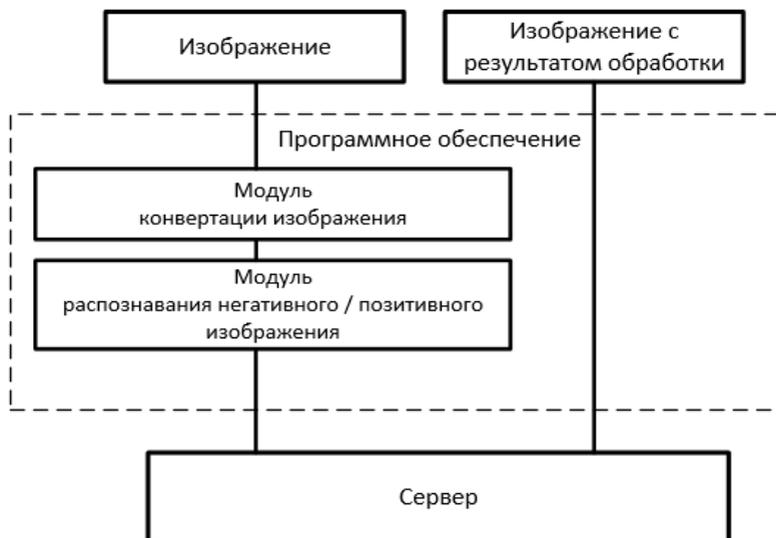


Рис. 2. Структурная схема программного обеспечения

Модуль конвертации изображений предназначен для преобразования полученных флюорографических снимков из специализированного формата

медицинских изображений (.dicom) в единый формат (.png). Медицинский формат (.dicom) может хранить не только содержание самого снимка, но и информацию о пациенте, исследовании, оборудовании, учреждении и т.д.

Модуль распознавания позитивных и негативных снимков необходим для того, чтобы при последующей обработке изображения свёрточными нейронными сетями было неизвестно позитивное или негативное изображение будет обрабатываться [2]. Данный модуль после определения типа изображения помечает его специальным символом в названии изображения.

Литература

1. Белош В.В., Козлов А.В., Осинцов В.В., Путилов В.А. Интеллектуальный конвейер проектирования систем безопасности производства нетканых материалов // Технологии технологической безопасности. 2014. №6(58), С. 33.
2. Манов М.В. Свёрточные нейронные сети // «Вестник современных исследований». 2018. № 7-1(22). С. 309.

УДК 339.9

Меденников В.И.

ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ТРАНСФЕРА НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ В ЭКОНОМИКУ

Москва, Вычислительный центр им. А.А. Дородницына, ФИЦ ИУ РАН

Аннотация. В работе рассматриваются проблемы и подходы к формированию информационного Интернет-пространства научно-образовательных ресурсов, необходимость которого связана с экспоненциальным ростом объемов информации в образовании и науке, появившейся возможностью создания новых информационных технологий, обеспечивающих эффективность извлечения необходимых знаний.

Ключевые слова: *Цифровизация общества, информационные технологии, интеграция баз данных, формирование единой сети научно-образовательных ресурсов*

Medennikov V.I.

DIGITAL PLATFORM FOR TRANSFERING SCIENTIFIC KNOWLEDGE INTO THE ECONOMY

Abstract. The paper discusses the problems and approaches to the formation of the Internet information space of scientific and educational resources, the need for which is connected with the exponential growth of information in education and science, the opportunity to create new information technologies that ensure the efficiency of extracting the necessary knowledge.

Keywords: *Society digitalization, information technologies, database integration, formation of a unified network of scientific and educational resources*

В связи с экспоненциальным ростом объемов информации в конкретных областях деятельности, появились проблемы создания новых информационных технологий, обеспечивающих возможность извлечения необходимых знаний. Особую значимость эти проблемы приобрели в сфере накопления информации в науке. Экспоненциальное приращение объема научных ИР привело к тому, что за последние 70 лет наука выработала 90% всех знаний человечества. В целом обновление знаний происходит каждые 5 лет на 50%. Введение ИКТ как в сам процесс научного исследования, так и в хранение, переработку и выдачу его результатов стало инструментом разрешения противоречия между получаемым объемом научного знания и возможностью его эффективного использования. Более того, именно ИКТ стали главным фактором ускорения приобретения и практического использования полученных наукой знаний.

Поскольку информатика зародилась в недрах самой науки, именно наука испытала наибольшее начальное её влияние. Информатизация науки положила основы цифровизации общества. В связи с этим рассмотрим роль информатики в цифровой экономике (ЦЭ).

Информационные технологии, прежде всего, на основе Интернет, дали науке качественно новые возможности для широкого обмена идеями между учеными и информационными научными ресурсами и их цифрового взаимодействия. Наука – коллективная деятельность, требующая непрерывного обмена информацией между учеными.

Информационные технологии способны выполнить функции стимулирования научно-технического прогресса лишь при условии определенного уровня интеллектуального потенциала общества, в формировании которого ключевую роль играет система образования. В процессе трансформации научных знаний в образовательные, опять же, большую роль играют ИКТ.

Информатизация (цифровизация) общества невозможна без науки: разработка научных концепций ЦЭ, её цифровых платформ (ЦП), научное сопровождение, мониторинг процесса цифровизации страны, отраслей, предприятий, территориальных образований, общества.

Рассмотрим состояние этих трех направлений на переходном этапе страны к ЦЭ.

С развитием программно-технических средств появилась потребность в интеграции разнородных информационных ресурсов (ИР) и информационных систем (ИС) как в науке, так и в других отраслях экономики.

На западе наиболее интересным в области интеграции информационных научных ресурсов представляется проект RePec (Research Papers in Economics), характеризующийся системным подходом, дающим возможность свободного доступа в мировой сети к информационным ресурсам научных работ по экономике, публикуемых в мире. Центром проекта является децентрализованная библиографическая БД научных трудов, отчетов,

документов, журнальных статей, книг, глав книг и программных продуктов, выходящих по всему миру. RePec можно назвать единым информационным пространством по экономическим исследованиям в мировом масштабе [1].

В настоящее время RePec является самой большой в мире онлайн-коллекцией рабочих документов, журнальных статей и программных продуктов по экономике.

В нашей стране государство, диктующее условия и правила становления ЦЭ, не смогло создать единую систему сбора, хранения и предоставления широкому кругу пользователей научных знаний, произведенных научным сообществом. В настоящее время эти знания размыты в различных базах данных, никак не связанных между собой. Например, государство тратит значительные ресурсы на разработку и сопровождение баз данных «Единая государственная информационная система учета результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения (ЕГИСУ НИОКТР)» и E-library.ru, имеющих довольно узкое целевое назначение, соответственно, специфическую аудиторию. Цель первой БД очевидна из названия. Цель второй – создание национального индекса цитирования (РИНЦ) с перспективой применения, наряду с зарубежными базами данных, для оценки результатов научной работы какого-либо ученого, либо коллектива. Однако, именно эта направленность на оценку результатов научной работы делает базу данных РИНЦ невостребованной для широкого круга, особенно товаропроизводителей, желающих иметь удобную систему получения знаний.

Вследствие отстранения государством РАН от научного обеспечения информатизации страны, а теперь и процесса цифровизации экономики и общества, и в результате проведенных реформ в экономике в настоящее время товаропроизводителю трудно найти разработки, публикации, прочую информацию по проблемам экономики, поскольку старая система распространения инноваций на бумажных носителях была разрушена, а новая на электронных не создана. Поэтому в производственных ИС научно-образовательные информационные ресурсы почти отсутствуют. Данную особенность выразил Жорес Алферов так: «Главная проблема российской науки – её невостребованность экономикой и обществом».

В то же время в интересах широкого круга потребителей научных знаний в российских ИС, в наибольшей степени ориентированных на поддержку инновационной деятельности, можно найти информацию из следующих источников: eLibrary, БД ФИПС, БД «ЕГИСУ НИОКТР», сайты НИУ, федеральный портал по научной и инновационной деятельности (www.sci-innov.ru), ИС Российского фонда фундаментальных исследований (www.rfbr.ru/rffi/ru), ИС ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы» (www.fcntp.ru), ИС Фонда содействия развитию малых и средних предприятий в научно-технической сфере (<http://fasi.ru>),

ИС Центра информационных технологий и систем органов исполнительной власти (www.citis.ru). Все эти источники, как и следовало ожидать, имеют гетерогенные структуры.

К сожалению, ценная и актуальная информация этих баз данных и ИС практически недоступна для использования в инновационной сфере. Основная причина – неразвитость коммуникативной функции, т.е. отсутствие свободного доступа к их содержимому из сети Интернет, отсутствие их интеграции.

С другой стороны, товаропроизводителю необходим значительно больший «ассортимент» научной продукции. Анализ сайтов НИУ, ВУЗов, информационно-консультационных служб АПК позволил выделить семь видов научных информационных ресурсов, присутствующих в том или ином виде на этих сайтах: разработки, публикации, консультационная деятельность, нормативно-правовая информация, дистанционное обучение, пакеты прикладных программ (ППП), БД. Именно данные виды представления научных знаний наиболее востребованы в экономике АПК [2].

При этом совершенствование Интернет-технологий позволяет осуществить интеграцию их, опять же на основе онтологического моделирования, в единое информационное Интернет-пространство научно-образовательных ресурсов с единых научно-методологических позиций с простой, понятной любому пользователю системой навигации с размещением ИР в облаке под управлением мощной СУБД на основе единых классификаторов, таких, как Государственный рубрикатор научно-технической информации (ГРНТИ) и Общероссийский классификатор продукции (ОКП) [3, 4].

Например, товаропроизводитель, выбрав разработку в виде средства борьбы с какой-либо болезнью, может получить тут же все публикации, всех консультантов, нормативно-правовую информацию, дистанционное обучение на эту тему. Потом в соответствующей БД найти нужного поставщика препарата.

Возможность создания единого информационного Интернет-пространства научно-образовательных ресурсов проверена на основе математического моделирования, а также практической реализацией при разработке портала Российской академии сельскохозяйственных наук в 2007-2008 гг. Было заведено: 12321 публикация, 2541 разработка, 444 консультанта для проведения консультационной деятельности по тематике. В тот период в БД Elibrary было значительно меньше публикаций, а остальных видов научно-образовательных ресурсов не было и в данный момент нет [3]. Отсутствие финансовых средств и реформа науки вынудили остановить данные работы.

Вычислительные эксперименты по формированию единого информационного Интернет-пространства научно-образовательных ресурсов показали, что технические и программные возможности провайдеров,

предоставляющих услуги для разработки сайтов на наиболее распространенном средстве 1С-Битрикс, в настоящее время позволяют перенести, по крайней мере, всю информацию, все аграрные знания, накопленные за последние 5 лет, к одному из них в рамках выделенной пропускной способности провайдера. Экономия только на разработке и сопровождении сайтов превысит 1 млрд. рублей в год за счет интеграции и типизации системы разработки сайтов.

Требования, предъявляемые к сайтам ВУЗов Министерством образования и науки, Рособрнадзором России, отраслевыми министерствами для оценки деятельности образовательных учреждений, вынуждают эти сайты становиться все более похожими друг на друга. Недалек тот день, когда ВУЗы должны перейти на типовые сайты. А это уже первый шаг к созданию единого информационного Интернет-пространства научно-образовательных ресурсов. При внедрении типовых сайтов в ВУЗах и НИУ и их интеграции с данным пространством научные ресурсы автоматически попадали бы туда.

Если требования федеральных органов власти подталкивают, хотя и бессистемно, ВУЗы к переходу на типовые сайты, ничего подобного для НИУ не наблюдается в принципе. Более того, исследования показали, что проходящая в настоящее время реструктуризация научно-исследовательских организаций в некоторых случаях оказывает отрицательное воздействие на состояние сайтов НИУ. Объединяющие под своим научным руководством ФИЦ и ФНЦ, в лучшем случае, поддерживают свои прежние сайты, на которых лишь располагают краткую информацию о присоединившихся НИУ (руководство, структура, контакты). Сайты присоединившихся НИУ чаще всего не поддерживаются или вообще ликвидируются, а находящаяся на них информация о публикациях, научных разработках и т. д. не переносится на сайты головных организаций. В результате ценная информация о научно-исследовательской деятельности НИУ не доходит до потребителя.

На сайтах ведущих сельскохозяйственных ВУЗов и НИУ де-факто утвердился стандарт CMS для управления сайтом – это 1С-Bitrix. Данная CMS интегрирована с рядом мощных СУБД. Однако, исследования показали, что ни один ВУЗ, ни одно НИУ, за исключением ВИАПИ, не используют СУБД при создании сайтов, что, наряду с отсутствием неких стандартов на ПО для разработки сайтов, большим разнообразием его, лишает возможности автоматически получать информацию с сайта для использования в других ИС, в том числе в ИС Минобрнауки России, и отдалает перспективу создания единого информационного Интернет-пространства научно-образовательных ресурсов [5, 6].

Исследования сайтов ВУЗов также показали, что в целом полнота сайтов еще очень далека от оптимальной – в среднем на сайтах присутствует чуть более половины (55,4 %) всей необходимой информации. Полнота показателей,

отражающих научно-исследовательскую деятельность, составляет всего 18,3%, что подтверждает предположение, что в требованиях, предъявляемых к сайтам вузов Министерством образования и науки РФ, Рособринадзором существует недооценка научной деятельности ВУЗов. Исследования сайтов сельскохозяйственных НИУ показали, что состояние сайтов НИУ более плачевно по сравнению с сайтами ВУЗов. По данным, размещенным еще на сайте ФАНО, к началу 2018г. в сфере сельского хозяйства функционировало 191 научно-исследовательское учреждение. Согласно проведенному исследованию из них только 185 НИУ имели и поддерживали сайты. По результатам проведенного общего анализа можно сделать следующие выводы. В целом полнота сайтов очень низкая и ещё очень далека от оптимальной, в среднем на сайтах присутствует чуть более пятой части (21,4%) всей необходимой информации. У четырех сайтов, составляющих группу лидеров, полнота чуть больше 30%. Полнота показателей, отражающих научно-исследовательскую деятельность, составляет всего 14,8%. При этом у 40 НИУ отсутствуют показатели, отражающие эту основную для них деятельность.

Из этого видно, что переход на платформу единого информационного Интернет-пространства научно-образовательных ресурсов страны является одной из актуальных задач в рамках перехода к цифровой экономике и позволит существенно (в десятки-сотни раз) сократить затраты на разработку, внедрение и сопровождение ИС в науке и образовании.

Предлагаемая платформа явится мощным инструментом доведения научных знаний в экономику, позволит при занесении публикаций, разработок и других видов представления знаний на сайтах НИУ и ВУЗов автоматически размещать их в других базах данных. Эта работа была бы значительно упрощена при переходе всех этих организаций на типовую форму сайта.

Литература

1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://repec.inecon.org/> (дата обращения: 10.10.2018).
2. Меденников В.И., Муратова Л.Г., Сальников С.Г. Модели и методы формирования единого информационного интернет-пространства аграрных знаний. Москва. Издательство ГУЗ. 2014.
3. Ерешко Ф.И., Меденников В.И., Сальников С.Г. Проектирование единого информационного Интернет-пространства страны. Бизнес в законе. Экономико-юридический журнал. Выпуск №6 2016 г., С. 184-187.
4. Зацаринный А.А. Цифровая платформа для научных исследований. Материалы Международной научной конференции Математическое моделирование и информационные технологии в инженерных и бизнес-приложениях”. Воронеж, 3-6 сентября 2018. С. 104-113.

5. Меденников, В.И., Сальников С.Г. Анализ влияния научно-образовательных ресурсов на социально-экономическое положение регионов. Информатизация образования и науки. 2018, № 1(37), С. 154-171.
6. Меденников, В.И., Сальников С.Г. Методика оценки эффективности использования информационных научно-образовательных ресурсов. Информатика и образование. 2017, № 10, стр. 45-53.

УДК 52-17

**Мингалев И.В., Ахметов О.И., Суворова З.В., Мингалев О.В.
МОДЕЛИРОВАНИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫХ СИГНАЛОВ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ
ПЕРЕДАТЧИКА. ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ИОНОСФЕРЫ И РАЗЛОМОВ В
ЛИТОСФЕРЕ**

Апатиты, Полярный геофизический институт КНЦ РАН

Аннотация. В данной работе представлены результаты численного моделирования поля электромагнитного сигнала от искусственного передатчика с частотами 1-100 Гц в волноводе Земля-ионосфера.

Ключевые слова: Математическое моделирование, электромагнитные сигналы, ионосфера Земли

**Mingalev I.V., Akhmetov O.I., Suvorova Z.V., Mingalev O.V.
LOW-FREQUENCY SIGNALS SIMULATION IN THE CLOSE TRANSMITTER AREA.
INFLUENCE OF THE IONOSPHERE CONDITION AND FAULTS IN THE LITHOSPHERE**

Abstract. This paper presents the results of numerical simulation of the electromagnetic signal field from an artificial transmitter with frequencies of 1-100 Hz in the Earth-ionosphere waveguide.

Keywords: Mathematical modeling, electromagnetic signals, Earth's ionosphere

В данной работе представлены результаты численного моделирования поля электромагнитного сигнала от искусственного передатчика с частотами 1-100 Гц в волноводе Земля-ионосфера. Длина передатчика около 100 км. Рассматриваются несколько вариантов распределения концентрации электронов в ионосфере, а также несколько вариантов распределения проводимости в литосфере, в том числе наличие разломов в ближней зоне передатчика. Обсуждается влияние концентрации электронов в ионосфере и распределения проводимости в литосфере на зависимость амплитуды сигнала в ближней зоне передатчика от частоты [1].

Для моделирования использовалась численная модель распространения низкочастотного электромагнитного сигнала в волноводе Земля-ионосфера. Модель

основана на численном интегрировании системы уравнений Максвелла в проводящей среде. В литосфере ток определяется по закону Ома, а в ионосфере ток определяется из линеаризованного уравнения потока импульса для электронов с учетом внешнего геомагнитного поля. Для численного интегрирования применяется явная схема, в которой электрическое и магнитное поля вычисляются в одни и те же моменты времени в одинаковых узлах пространственной сетки, а также используется расщепление по пространственным направлениям и физическим процессам.

Кроме того, используется противотоковая аппроксимация пространственных производных (метод Годунова с коррекцией потоков). Схема является консервативной, монотонной, имеет 2-й порядок точности по времени и 3-й по пространственным переменным.

Литература

1. Ахметов О.И., Мингалев И.В., Мингалев О.В., Суворова З.В., Черняков С.М., Белаховский В.Б. Влияние D-области ионосферы высоких широт на распространение электромагнитных сигналов с частотой 82 Гц во время солнечной вспышки 15.03.2013 // Труды Кольского научного центра РАН. 2018. №5-4 (9)

УДК 37.02

Мирсайязнова С.А., Евсеева Е.С.

ПРИМЕНЕНИЕ УЧЕБНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе обсуждается проблема применения знаний учащимися, неспособность к рассуждению. Предлагается использование учебных ситуаций, которые проектируются на занятиях, для повышения качества обучения.

Ключевые слова: *Естественнонаучная грамотность, нестандартные учебные ситуации, проектирование учебного процесса*

Mirsayzyanova S.A., Evseeva E.S.

APPLICATION OF EDUCATIONAL SITUATIONS IN THE STUDY OF CHEMISTRY

Abstract. The paper discusses the problem of applying received knowledge by students, the inability to reason. Classroom training situations, designed to improve the quality of training, are proposed.

Keywords: *Natural science literacy, non-standard learning situations, design of the educational process*

Результаты международных исследований PISA и TIMSS по естественнонаучной грамотности выявили, что российские ученики обладают большим запасом знаний, но испытывают сложности в применении, плохо умеют рассуждать. И в этом заключается парадокс компетентности, который проявляется за пределами учебных знаний – в задачах, не похожих на те, где эти знания, умения, способы приобретались, в творческих задачах.

Процесс управления качеством не может быть интуитивным – этот процесс должен быть управляемым. Поэтому были поставлены следующие задачи:

- развивать умения;
- применять знания в реальных жизненных ситуациях;
- анализировать незнакомые действия и ситуации;
- объяснять и сравнивать явления, представленные в незнакомом контексте;
- уметь работать с информацией из разных источников;
- общеучебные и коммуникативные умения.

Между обучением и развитием ребенка всегда стоит деятельность в различных её видах. Учебные ситуации, которые проектируются на занятиях, являются замкнутым циклом деятельности.

Постановка задачи перед учащимися найти необычное применение знакомых объектов провоцирует детское действие (например, как и почему можно использовать Кока-колу в быту?).

Необычная или живая ситуация, когда перед учениками стоит задача проанализировать химический состав напитков, какие добавки там используются, и потом оказывается, что бензоат натрия – E211 – применяется в пиротехнике для создания визга ракеты при взлёте, а в медицине как охаркивающее средство.

Демонстрация непонятных явлений: на примере почернения серебряных изделий можно разобрать химические свойства металла.

Конструирование противоречий: многие абсолютно уверены в том, что сахар – это белая смерть, другие считают, что без него нельзя прожить. А попробуем разобраться...

Ситуационная оценка. Например, нитраты. Сами по себе нитраты – соли не опасные и не токсичные, физиологи и биохимики прекрасно знают, что в сочетании с желудочным соком нитраты образуют важное для организма вещество – окись азота. За открытие её роли в работе человеческого организма была присуждена Нобелевская премия! Однако в организме или самих растениях в результате процессов метаболизма из них получаются нитрозосоединения, нитриты, которые, обладают мутагенным и канцерогенным эффектами.

В соответствии с требованиями ФГОС мы должны формировать не только предметные умения, но и личностные результаты, активную гражданскую позицию.

Учебных ситуаций можно проектировать довольно много и использовать их и на других уроках, на математике, литературе... Проектирование данных учебных ситуаций учит гимназистов:

- давать объяснения и аргументацию на основе критического анализа проблемы;
- обосновывать решения, принимаемые в незнакомых конкретных научных и технических ситуациях;
- связывать решения с отдельными аспектами жизненных ситуаций.

Литература

1. Крутецкий В.А. Психология: Учебник для учащихся пед. училищ. 2-изд., перераб. и доп. М.: Просвещение, 1986.
2. Кудрявцева В.Т. Проблемное обучение. М.: Просвещение, 1991.

УДК 338.439

Мирсайязнова С.А., Легасова Г.К.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе рассматривается способ изучения состава мяса и мясных продуктов в лабораторных условиях с целью формализации их структуры для использования при разработке системно-динамических моделей для задач анализа продовольственной безопасности населения Арктической зоны РФ.

Ключевые слова: *Экспериментальные исследования, биохимический состав мяса и мясных продуктов, моделирование энергетической ценности продуктов, Арктическая зона Российской Федерации*

Mirsayyanova S.A., Legasova G.K.

STUDY OF MEAT AND MEAT PRODUCTS COMPOSITION FOR THE FORMATION OF FOOD SECURITY MODELS

Abstract. The paper considers a method for studying the composition of meat and meat products in the laboratory with the goal of formalizing their structure for use in developing System Dynamics models for analyzing the food security of the population of the Arctic zone of the Russian Federation.

Keywords: *Experimental studies, biochemical composition of meat and meat products, modeling of the energy value of products, Arctic zone of the Russian Federation*

Мясо – высокоценный пищевой продукт, богатый источник полноценных животных белков, содержащих все незаменимые аминокислоты в значительных количествах и в наиболее благоприятных соотношениях. Мясо и мясные продукты являются важными компонентами обеспечения продовольственной безопасности регионов, характеризующихся «жесткими» климатическими и геофизическими условиями.

Цель данной работы – выявить и формализовать особенности биохимического состава мяса и мясных продуктов с целью последующей оценки их энергетической ценности и роли в рационе различных категорий населения. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: обнаружить в мясе и мясных продуктах белок, мочевины и карнозин; определить содержание аммиака и сероводорода в исследуемых образцах; обработать, систематизировать собранный материал. На основе полученных результатов лабораторных исследований предложить формализованную модель учета состава мяса и мясных продуктов при решении задач оценки продовольственной безопасности.

Исследования проводились в химической лаборатории филиала «Восток» КНИТУ им. А. Н. Туполева в январе 2017 года. Для объективности полученных данных все опыты проводились несколько раз. Данные, представленные в работе, являются усредненными значениями.

Доказательство присутствия белка в исследуемых образцах представлено кантопротеиновой реакцией: жёлтое окрашивание свидетельствует о присутствии во всех продуктах белка. Мочевину удалось обнаружить только в мясе, следовательно, в остальных продуктах содержание мяса или мясного фарша очень мало. Содержание карнозина удалось обнаружить практически во всех образцах, кроме ветчины и варёной колбасы. Ярко оранжевое окрашивание, свидетельствующее о наличии карнозина, появилось у исследуемых образцов в разное время. Это свидетельствует о различном содержании карнозина в исследуемых образцах. Аммиак и сероводород не были обнаружены ни в одном из исследуемых образцов, следовательно, продукты и исходные компоненты мясных продуктов были не испорчены.

В результате лабораторных исследований установлено, что, в отличие от мяса, содержание мочевины и карнозина в мясных продуктах очень мало, что обусловлено включением в колбасный фарш кроме мясного фарша большого числа добавок. Полученные количественные данные о составе исследованных продуктов могут использоваться для разработки моделей оценки энергетической ценности продуктов, являющихся, в свою очередь, компонентами комплексных моделей анализа рациональных пищевых рационов для различных категорий населения.

Литература

1. Руководство к практическим занятиям по методам санитарно-гигиенических исследований. Под ред. Подуновой Л.Г., М.: Медицина, 1990.

УДК 004.9

Николаева С.М., Ефимова Ю.В.

ОБУЧАЮЩИЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПО СОСТАВЛЕНИЮ ДЕЛОВОЙ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе дается описание программного комплекса для обучения составлению деловой корреспонденции. Описывается структура и состав программного комплекса, принципы работы основным учебных модулей.

Ключевые слова: *Электронное обучение, деловая корреспонденция, структурирование программного обеспечения*

Nikolaeva S.M., Efimova Yu.V.

TRAINING SOFTWARE FOR TEACHING BUSINESS CORRESPONDENCE COMPILATION

Abstract. The paper describes the software package for teaching business writing. It describes the structure and composition of the software package, the principles of the basic training modules.

Keywords: *E-learning, business correspondence, software structuring*

Любое современное предприятие использует различные средства коммуникации, в том числе необходимо вести деловую переписку с контрагентами, поставщиками и деловыми партнерами. Это могут быть договоры о поставках произведённой продукции, об аренде помещений или производственной техники, уведомления различного рода, предложения и т. д.

Для поддержки высокого статуса предприятия необходимо соблюдать общепринятые правила деловой переписки. Грамотно составленное письмо создаёт благоприятное впечатление о его авторе и, соответственно, об организации в целом. С целью обучения ведению деловой корреспонденции разработан программный комплекс. Кроме того, область применения разработанного программного комплекса не ограничивается обучением сотрудников предприятия, непосредственно выполняющим данные обязанности, но и обеспечивает возможность использовать разработку в широком спектре обучающих курсов для студентов различных специальностей в рамках учебных аудиторных занятий и самоподготовки.

Процесс обучения с использованием программного комплекса включает в себя несколько взаимосвязанных этапов, каждый из которых позволяет не только получить новые теоретические знания, но и закрепить их на практике, а интерактивные задания позволяют сделать процесс обучения увлекательным и эффективным.

Первый этап обучения содержит блок ответов на теоретические вопросы и выполнение практических заданий (непосредственно написание письма, а также расстановка реквизитов). За ответы на вопросы выставляются баллы (один балл за один правильный ответ). Правильность выполнения заданий оценивается преподавателем. Если же программный комплекс используется в целях самообучения, то оценка выставляется самим обучающимся по заранее заданным критериям. Кроме того, возможно усовершенствование программы путём добавления искусственного интеллекта, который выставлял бы наиболее беспристрастную оценку, а также существенно экономил время, которое уходит на анализ работы. При удаленной работе пользователя возможно использование методов искусственного интеллекта для определения подмены обучающегося при дистанционной оценке знаний[1].

Программа реализована на языке программирования C#. Такой выбор обусловлен в первую очередь тем, что обучение будет проводиться на компьютерах с ОС Windows. Среда для разработки ПО Visual Studio позволяет создавать приложения Windows Forms, что упрощает доступ к интерфейсу данной ОС. Кроме того, язык программирования C# позволяет создавать программные модули с различным наполнением, начиная от графических сцен и заканчивая сложными логическими структурами.

Программный комплекс состоит из четырёх основных модулей – это главный модуль, модуль постановки задачи, модуль реализации и модуль оценки, показано на рисунке 1.

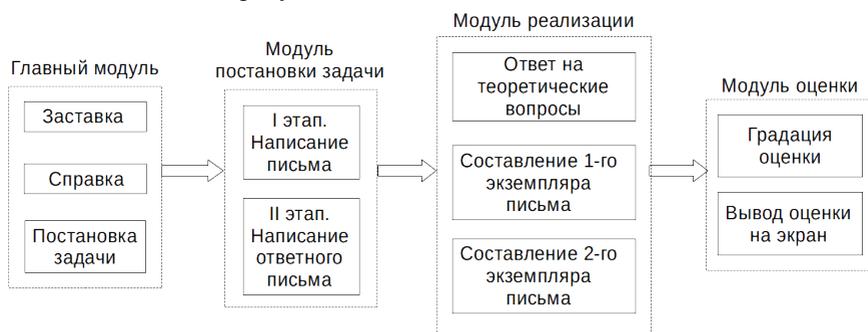


Рис. 1 Структурная схема программного комплекса

В главном модуле обучающемуся кратко ставится задача обучения и вводятся основные роли. В данном модуле находится блок для получения справочной информации, необходимой для корректного составления письма. В дальнейшем доступ к ней можно получить нажатием пиктограммы со знаком вопроса на верхней панели программы.

В модуле постановки задачи более подробно описывается, что надо сделать для достижения основной цели обучения. Работа в данном модуле делится на два этапа. На первом этапе пользователю необходимо написать деловое письмо от фирмы А фирме В (данный этап обозначен как I этап на рис. 1), затем составить ответ от фирмы В фирме А (II этап). Структура работы на обоих этапах одинакова, подробнее о ней рассказано в описании следующего модуля.

В модуле реализации находится основная логика обучения программного комплекса. В данном блоке обучающемуся задаются вопросы, позволяющие изучить новые теоретические положения и закрепить их на практике, в рамках данного задания пользователь составляет письма и составляет их реквизиты. О том, верен ли ответ, сообщается сразу при выполнении задания. До тех пор, пока не будет дан правильный ответ, к следующему шагу перейти нельзя. Это позволяет преподавателю быть уверенным в том, что обучающийся усвоил весь предложенный материал.

Процесс написания письма состоит из отдельных элементов: первоочередно составляется заголовок, потом тема письма, текст и так далее. После подготовки каждого элемента в течение нескольких секунд отображается его правильный вариант, затем даётся возможность исправить свой вариант, если это необходимо.

При расстановке реквизитов на экране отображается бланк письма с полями для каждого из них и список реквизитов, среди которых есть лишние элементы. Реквизиты пользователю предлагается перенести на предназначенные для них поля. Если реквизит не на своём месте или вообще не нужен в данном письме, он автоматически возвращается на место, после чего отображается подсказка. За правильно заполненные поля письма обучающемуся начисляются баллы: один балл за один корректно проставленный реквизит. Когда работа с бланком закончена, оставшиеся реквизиты занимают свои поля сами, если это требуется. В деловой переписке создаются два экземпляра письма: один отправляется получателю, а второй подшивается в дело. Реквизиты на обоих экземплярах различаются, в программе предусмотрено составление данных экземпляров письма по отдельности [2].

В модуле оценки отображается количество баллов, набранных обучающимся в процессе изучения материала, а также соответствующая данным баллам оценка. Баллы делятся по тематике вопросов, для облегчения анализа показана результирующая сумма. Кроме того, при выставлении баллов, рядом с количеством баллов, полученных пользователем, отображается их максимально возможное число.

Программный комплекс предназначен в первую очередь для вузов, в рамках изучения дисциплин, связанных с делопроизводством и созданием рабочей документации. При этом длительность обучения с использованием программного комплекса составляет около двух академических часов. Также возможно применение программы для повышения квалификации сотрудников на предприятии, различных обучающих курсов и в рамках самообразования.

Литература

1. Ефимова Ю.В. Система анализа образа пользователя на основе динамики клавиатурного почерка // Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации. Международная научно-техническая конференция. 2014. С. 93-96.
2. Белош В.В., Богатиков В.Н., Фильчакова Т.А. Построение систем диагностики и управления технологической безопасностью в нейросетевом базисе // Труды Кольского центра РАН. Информационные технологии. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2012. №4, Т. 3

УДК 004.9

Олейник А.Г., Путилов В.А.

МЕТОД СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ В ЗАДАЧАХ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ РАЗВИТИЯ КОМПОНЕНТОВ МАКРОСИСТЕМЫ АЗРФ

Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

Аннотация. В работе представлен обзор результатов развития в ИИММ КНЦ РАН технологии системно-динамического моделирования, а также опыт создания системно-динамических моделей сложных систем и использования этих моделей в качестве средств информационно-аналитической поддержки управления компонентами региональных социально-экономических систем.

Ключевые слова: Сложная система, обратная связь, системная динамика, интеграция технологий моделирования

Oleynik A.G., Putilov V.A.

THE METHOD OF THE SYSTEM DYNAMICS FOR THE TASKS OF INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT OF THE AZRF MACROSYSTEM DEVELOPMENT

Abstract. An overview of the development of system-dynamic modeling technology at IIMM KSC RAS is presented in the paper. The experience of creating system-dynamic models for complex systems and using these models as tools for information and analytical support for managing components of regional socio-economic systems are considered.

Keywords: Complex system, feedback, system-dynamic, integration of simulation technologies

С момента основания в 1989 году Института информатики и математического моделирования Кольского научного центра РАН (ИИММ КНЦ РАН) его научно-исследовательская деятельность направлена на разработку и развитие методов моделирования и информационных технологий поддержки междисциплинарных фундаментальных и прикладных научных исследований, а также задач прогнозирования и управления развитием систем различной природы, играющих значимую роль в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ).

В качестве одного из основных инструментов моделирования систем, сложность динамики которых во многом определяется наличием множества нелинейных обратных связей между их компонентами, в Институте стала использоваться технология системной динамики (СД). Метод системной динамики, был предложен Дж. Форрестером на рубеже 1950-1960-х годов и изначально развиваемый под его руководством в Слоановской школе бизнеса Массачусетского технологического института. Широкое распространение СД получила с 1980-х годов с реализацией поддерживающих технологию программных средств имитационного моделирования, предоставляющих удобные в использовании графические интерфейсы (таких, как STELLA, Powersim, Vensim, iThink, а также, несколько позднее, AnyLogic). К настоящему времени, как отмечает автор [1], системная динамика представляет собой один из самых эффективных и универсальных методов системного анализа окружающего мира для поддержки принятия управленческих решений в условиях высокой неопределенности и повышенной сложности, обусловленной нелинейными обратными связями.

Современные инструментальные средства СД-моделирования предоставляют пользователям графический интерфейс для построения как качественных моделей – диаграмм причинно-следственных связей (causal-loops diagrams), определяющих динамику исследуемой системы, так и формирования «количественных» моделей, имитирующих «поведение» системы (simulation) и осуществляющих расчет изменения количественных значений ее параметров во времени. Несмотря на это остается нерешенной проблема формализации «качественной» модели, позволяющей автоматизировать переход к модели «количественной». Варианты решения данной проблемы были разработаны в ИИММ КНЦ РАН на основе развиваемой в Институте технологии концептуального моделирования [2,3].

Предпосылками послужили два базовых принципа технологии концептуального моделирования: 1) максимальная возможность использования при формировании формального описания знакомых и понятных экспертам терминов и понятий предметной области; 2) обеспечение возможности

автоматизированного перехода от формализованных концептуальных представлений о предметной области к математическим моделям различных типов.

В рамках предложенного решения цепочка создания структуры имитационной модели имеет следующий вид: «ментальная модель – концептуальная модель – формальная модель – имитационная модель». Разработана технология концептуального синтеза СД-моделей сложных систем с использованием наборов типовых системно-динамических шаблонов [4], а также технология и программно-инструментальные средства использования «мобильных» СД-шаблонов для формирования прикладных СД-моделей без обращения к интегрированной среде системно-динамического моделирования [5]. Принципы отображения элементов концептуального описания на структурные элементы СД-модели, представленные в [2,3] применены и в технологии автоматизированного синтеза структуры СД-моделей непосредственно на основе когнитивных карт объекта исследования в рамках программного комплекса поддержки стратегического планирования развития малых инновационных предприятий [6]. Также была предложена процедура интерактивного формирования СД-шаблонов на основе анализа онтологии предметной области.

Для исследования средствами СД-моделирования сложных динамических систем, параметры которых существенно зависят от их пространственного расположения, предложена технология интеграции СД-моделей с геоинформационными системами (ГИС) [7]. Интеграция методов концептуального, системно-динамического и мультиагентного моделирования обеспечила возможность создания качественно новых средств комплексной информационно-аналитической поддержки управления региональными социально-экономическими системами. В результате появилась возможность формировать и исследовать сценарии развития сложных территориально распределенных систем с имитацией динамических процессов и взаимодействий между субъектами хозяйственной деятельности [8].

Результаты, полученные ИИММ КНЦ РАН в области развития технологии СД-моделирования и интеграции данной технологии с другими технологиями моделирования сложных систем, использовались для создания моделей анализа и прогнозирования функционирования и развития компонентов региональных социально-экономической системы [4-6,9-17] на примере Мурманской области. Основное внимание уделялось созданию моделей динамики развития «ключевых» компонентов, к которым в Мурманской области относятся: трудовые ресурсы и миграционные процессы; добыча и переработка полезных ископаемых; рыбопромышленный и топливно-энергетический комплексы; города и урбанизированные территории. Создание моделей функционирования

и развития промышленных предприятий и комплексов осуществлялось на основе информации из открытых источников (данных государственной статистики, пресс-релизов предприятий и официальных отчетов о состоянии региональной экономики), а также использования опросов сторонних экспертов [4,9,10]. Поэтому эти СД-модели носили скорее «демонстрационный», чем прикладной характер. Доступ к более детальной информации позволил создать пригодные для реального прогнозирования СД-модели систем меньшего масштаба – малых городов и предприятий [4,6,9], локализованных в АЗРФ.

Наиболее проработанные СД-модели были получены в тех случаях, когда в их создании проявляли заинтересованность эксперты моделируемых предметных областей. Примером может служить СД-модель инвалидизации региона (Мурманской области) [11], позволившая выработать рекомендации по мерам региональной социальной политики в отношении инвалидов, а также прогнозировать результаты вариантов реализации этих мер. В модели учтен набор интегрированных взаимосвязанных факторов, региональные особенности процесса инвалидизации, характер региональной системы социальной защиты Мурманской области и укрупненно представлены процессы, влияющие на инвалидизацию населения региона. Сравнение результатов моделирования и данных официального портала государственной статистики (www.gks.ru) подтвердило хорошие «прогностические возможности» созданной модели.

Еще одной областью, где сами разработчики СД-моделей смогли выступать в качестве экспертов, стало кадровое обеспечение региональной социально-экономической системы. Именно при создании средств СД-моделирования в данной области был разработан целый ряд оригинальных решений, которые в последствии были адаптированы для имитационного моделирования других предметных областей. Так технология применения СД-шаблонов для формирования имитационных моделей образовательных процессов [5] была развита и использована для создания инструментария решения задач информационной поддержки принятия решений в сфере управления инновационной безопасностью региональной экономики [12].

Для использования административным аппаратом органов исполнительной власти региона и сотрудниками отделов по управлению кадрами отдельных предприятий предложен полимодельный комплекс [13], позволяющий оценивать и прогнозировать кадровую потребность различных отраслей региональной экономики и сбалансированность отдельных категорий работников, а также уровень безработицы в масштабах региона. Методика создания полимодельных комплексов затем применялась при разработке средств моделирования для моделирования процессов миграции евразийского континента [14] и кадровой логистики региона [15], включающей в себя потоки трудовых ресурсов, вызванные разными процессами внутри регионального рынка труда.

Полимоделный комплекс социально-экономической безопасности, для создания которого применялись агентные технологии, метод системной динамики и дискретно-событийное моделирование, является составной частью реализации технологии информационной поддержки жизненного цикла управления мероприятиями по противодействию угрозам социально-экономической безопасности региона [16]. В работе [17] описан имеющаяся на настоящий момент полимоделный комплекс поддержки управления кадровым обеспечением социально-экономических систем в АЗРФ. Комплекс позволяет прогнозировать формирование в регионе спроса на рабочую силу и анализировать возможности региональной системы профессионального образования удовлетворять прогнозируемые потребности.

В рамках комплекса совместно используются технологии системно-динамического и агентного моделирования. При моделировании имеется возможность оперативно варьировать не только количественные характеристики моделируемых систем, но и структуру взаимодействия между ними. Это позволяет, в частности, анализировать возможное влияние на региональный рынок труда инвестиционных проектов, которые планируется реализовать в регионе. С использованием данного комплекса в 2016 и 2017 году по заказу Правительства Мурманской области сотрудниками ИИММ КНЦ РАН проводилась актуализация прогнозов кадровых потребностей региона на период до 2025 года.

Опыт ИИММ КНЦ РАН в области развития технологии системно-динамического моделирования и ее интеграции с другими методами моделирования позволил получить эффективные решения для исследования средствами имитационного моделирования сложных процессов и систем различного уровня и природы. Разработанные решения могут быть использованы в качестве компонентов «цифровой экономики» АЗРФ как в области государственного управления, так и в сфере управления бизнес-процессами.

Литература

1. Каталевский, Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп. / Д.Ю. Каталевский. М.:Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. 496 с.
2. Емельянов С.В. Информационные технологии регионального управления / С.В. Емельянов, А.Г. Олейник, Ю.С. Попков, В.А. Путилов - М: Едиториал УРСС, 2004. 400 с.
3. Putilov V. The Conceptual Synthesis Methods of the Dynamics Models for Complex System / V. Putilov, A. Oleynik, A. Gorokhov // The International Industrial Simulation Conference "ISC'2003", June 9-12, 2003, Valencia, Spain. pp. 136-140.

4. Путилов В.А. Синтез имитационных моделей сложных систем на основе экспертных знаний / В.А. Путилов, А. В. Горохов, В.В. Быстров // Информационные технологии и вычислительные системы. 2008. № 2. С. 27-35.
5. Олейник А.Г. Инструментальные средства интерактивного формирования имитационных моделей деятельности региональной системы профессионального образования/ А.Г. Олейник, А.Н. Лексиков // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2008. Т. 39. С. 267-276.
6. Халиуллина, Д.Н. Проблемно-ориентированный программный комплекс поддержки стратегического планирования развития малых инновационных предприятий / Д.Н. Халиуллина // Труды СПИИРАН, 2016. №3(46). С. 190-211.
7. Федоров А.М. Совместное использование геоинформационных и системнодинамических моделей для задач прогнозирования аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях / Федоров А.М., Шемякин А.С. // Управление безопасностью природно-промышленных систем. в.В: Апатиты, изд-во КНЦ РАН. 2004. С. 74-78.
8. Горохов А.В. Технология формирования спецификаций среды имитационного моделирования задач управления/ А.В. Горохов, А.В. Маслобоев, А. Г. Олейник // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2013. №3(19). С. 55-70.
9. Путилов В.А. Системная динамика регионального развития / В.А.Путилов, А.В. Горохов. Мурманск: НИЦ «Пазори», 2002. 306 с.
10. Олейник А.Г. Информационная поддержка управленческих решений в области производства минеральных удобрений / А.Г. Олейник, А.А. Олейник, С.А. Пронин // Информационные технологии в региональном развитии. Вып.3. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2003. С. 11-17.
11. Каспарьян Ж.Э. Задачи информационной поддержки региональной социальной политики в отношении инвалидов / Ж.Э. Каспарьян, А.Г. Олейник // Труды Института системного анализа Российской академии наук. Прикладные проблемы управления макросистемами / Под ред. Ю. С. Попкова, В. А. Путилова. Т. 39. М: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2008. С.184-194.
12. Маслобоев А.В. Информационная технология дистанционного формирования и управления моделями системной динамики / А.В. Маслобоев, А.Г. Олейник, М.Г. Шишаев // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2015. Т. 15. № 4. С. 748-755.
13. Быстров В.В. Разработка полимодельного комплекса прогнозирования кадровых потребностей региональной экономики / В.В.Быстров, С.Н.Малыгина, А.Г. Олейник // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России: сборник докладов по материалам Одиннадцатой Всероссийской научно-практической интернет-

- конференции (29-30 октября 2014 г.). Кн. III. Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2014. С. 55-69.
14. Халиуллина Д.Н. Разработка прототипа полимодельного комплекса для моделирования процессов миграции евразийского континента / Д.Н. Халиуллина, В.В. Быстров, С.Н. Малыгина // Труды Кольского научного центра РАН. Информационные технологии. 2017. Вып. 8, № 3. С. 69-76.
 15. Малыгина С.Н. Логистика кадрового обеспечения региона: формализация и структура полимодельного комплекса / С.Н. Малыгина, В.В. Быстров, Д.Н. Халиуллина // Труды Кольского научного центра РАН. Информационные технологии. 2018. Вып. 9, № 10. С. 36-47.
 16. Быстров В.В. Технология информационной поддержки жизненного цикла управления мероприятиями по противодействию угрозам социально-экономической безопасности / В.В. Быстров, А.В. Маслобоев // Надежность и качество сложных систем. 2018. № 4(24). С. 150-164.
 17. Solution for information and analytical support of staffing management in the Arctic zone of the Russian Federation / A. G. Oleynik, V. V. Bystrov, D. N. Khaliullina // Czech Polar Reports, 2017. Vol.7, №2. pp. 195-205.

УДК 004.832

Олейник Ю.А., Зуенко А.А.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ НЕЧИСЛОВЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ СРЕДСТВАМИ БИБЛИОТЕК ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ОГРАНИЧЕНИЯХ

Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

Аннотация. В работе представлены практические аспекты реализации собственных типов ограничений и соответствующих алгоритмов-распространителей средствами специализированных библиотек программирования в ограничениях на примере библиотеки Choco. Выполнена оценка производительности этих алгоритмов, наглядно демонстрирующая преимущества представления и обработки качественных ограничений предметной области с помощью матрицеподобных структур.

Ключевые слова: Программирование в ограничениях, матрицеподобные структуры, библиотека Choco

Oleynik Yu.A., Zuenko A.A.

IMPLEMENTATION OF THE NON-NUMERICAL CONSTRAINTS SATISFACTION ALGORITHMS BY CONSTRAINT PROGRAMMING SOFTWARE LIBRARIES

Abstract. The paper represents practical aspects of implementing own types of constraints and the corresponding distribution algorithms by specialized constraint programming software libraries using the example of the Choco library. The performance of these

algorithms has been assessed, clearly demonstrating the advantages of representing and processing the qualitative constraints of the subject area using matrix-like structures.

Keywords: Constraint programming, matrix-like structures, Choco library

Основные методы решения задач удовлетворения ограничений (CSP – Constraint Satisfaction Problem) могут быть разбиты на три класса [1]. Первый класс содержит различные варианты алгоритмов поиска в глубину с возвратами, которые строят решение путем расширения частичного присваивания шаг за шагом, используя различные эвристики и применяя разумные стратегии возврата из тупиковых вершин дерева поиска. Ко второму классу относятся алгоритмы распространения ограничений, которые исключают из пространства поиска некоторые элементы, не входящие в решение, обеспечивая снижение размерности задачи. Эти алгоритмы не строят сами по себе решение, поскольку исключают не все элементы, не входящие в решение. Они применяются или для препроцессинга задачи до использования алгоритмов другого типа, или перемежаются с шагами алгоритма другого типа (например, поиска с возвратами) для повышения производительности последнего. Наконец, структурные алгоритмы используют информацию о структуре первичного или двойственного графа ограничений задачи. Алгоритмы этого класса производят декомпозицию исходной задачи CSP на слабо связанные подзадачи, которые могут быть решены с помощью методов предыдущих двух классов.

Среды программирования в ограничениях позволяют использовать готовые типы ограничений и алгоритмы их удовлетворения, а также предоставляют возможность разрабатывать собственные типы ограничений, методы их распространения, создавать оригинальные стратегии поиска.

Наиболее распространены следующие библиотеки для программирования в ограничениях: Choco и JaCoP для языка Java, а также GeCode и Z3 для C++.

Для реализации авторских алгоритмов вывода на ограничениях, представленных в виде специализированных матрицеподобных структур – D-систем [2], была выбрана библиотека Choco, которая является бесплатным программным обеспечением с открытым кодом, созданным для описания и решения задач удовлетворения ограничений [3].

На основе библиотеки Choco был разработан свой набор классов, расширяющий функционал основной библиотеки для представления и решения задач CSP в виде набора D-систем. В отличие от типовых ограничений библиотеки Choco и их распространителей, работающих с присваиваниями переменных, распространитель для D-систем работает с компонентами системы, которые могут содержать по несколько значений. В процессе вывода D-система упрощается, с каждой итерацией уменьшается объем обрабатываемой информации.

Для проверки эффективности разработанных алгоритмов, была выбрана задача расстановки ферзей на шахматной доске (задача N-Queens) заданной размерности в виду простоты ее масштабирования.

Целью рассмотрения данного примера не является получение решений задачи N-Queens (одного или всех) за кратчайшее время. Более того, авторы отдадут себе отчет в том, что с помощью стандартных числовых ограничений можно более имплицитно описать данную задачу, а использование симметрии шахматной доски и техник распространения ограничений, основанных на интервальном анализе, позволяет быстрее получать решения, чем в предлагаемой работе. Цель проводимого анализа – продемонстрировать, что обработка качественных зависимостей средствами современных сред программирования в ограничениях, в частности библиотеки Choco, осуществляется менее эффективно, чем при использовании предлагаемого матричного представления.

Поэтому задача N-Queens описана в виде набора качественных ограничений, а также произведено сравнение производительности алгоритмов распространения для двух случаев. В первом случае задача формулируется в виде логических выражений на языке Choco и используются стандартные алгоритмы-распространители. Во втором случае ограничения формализуются в виде совокупности предлагаемых матрицеподобных структур, при этом для распространения применяются оригинальные авторские алгоритмы, на основе которых созданы собственные классы-распространители, расширяющие базовый функционал библиотеки Choco. Таким образом, сравниваемые алгоритмы отличаются представлением качественных ограничений и используемыми распространителями. Когда же распространение достигает неподвижной точки, применяется типовая для Choco стратегия ветвления дерева поиска.

Ниже представлены сравнительные графики времени решения задач расстановки ферзей для обоих указанных представлений. Единицами измерения вертикальной шкалы графиков являются миллисекунды – время на решение задачи, причем отведенное время на решение было ограничено 2 минутами (120000 мс). Графики на рис. 1 показывают, за какое время было найдено первое решение задачи N-Queens. Они обрываются, когда у тестирующей машины заканчивалась память в процессе решения. Графики на рис. 2 отображают время нахождения всех решений задачи N-Queens соответствующей размерности. Они обрываются в тех точках, в которых программа не смогла найти все решения за отведенное время.

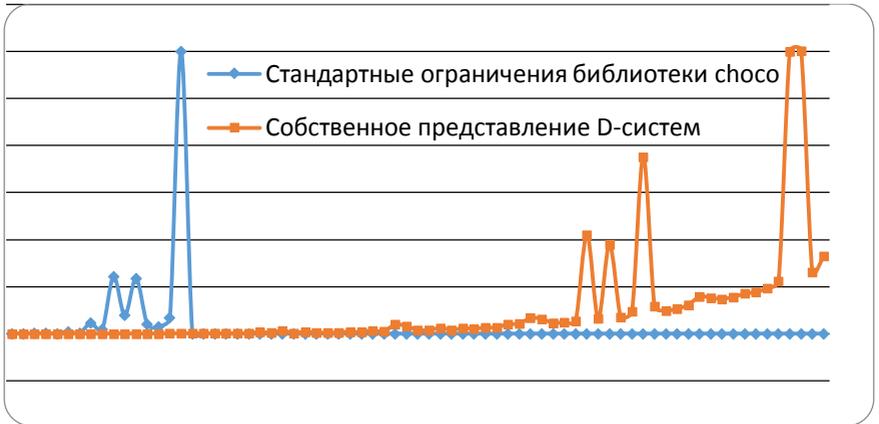


Рис 1. Нахождение первого решения задачи N-Queens (мс/N)



Рис 2. Нахождение всех решений задачи N-Queens (мс/N)

Проведенные исследования продемонстрировали, что предложенная матричная форма представления ограничений, а также оригинальные методы их распространения, вполне пригодны для практического применения. Более того, в случае моделирования качественных ограничений применение предложенного подхода дает существенный выигрыш времени по сравнению со встроенными в библиотеку Choco алгоритмами распространения качественных ограничений. В частности, при решении задачи N-Queens, когда требовалось найти все ее решения с лимитом по времени в две минуты, предложенный подход успел обработать пространство поиска размерности 1212. При этом,

использование стандартных средств Choco не дало возможности исследовать пространство поиска более 99. В случае, когда ставилась задача, найти хотя бы одно решение за те же две минуты, то стандартные средства Choco переставали укладываться в отведенное время уже при размерности пространства поиска, оцениваемого числом 1919. Предлагаемые же авторами методы справились с пространством поиска размерности 7676.

Благодарности. Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проекты №№ 18-07-00615-а, 19-07-00359-а).

Литература

1. Ruttkey, Zs. 1998. Constraint satisfaction a survey // CWI Quarterly. V. 11. pp. 163-214.
2. Зуенко А.А. Вывод на ограничениях с применением матричного представления конечных предикатов. // Искусственный интеллект и принятие решений. 2014. Вып. 3. С. 21-31.
3. Prud'homme, Ch., Fages, J-G, Lorca, X.: Choco Solver Documentation Release 4.0.0. (2016)

УДК 004.056.5

Панин О.А., Гилязова Г.Н.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОННОГО ПИСЬМА

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе рассматривается шифрование электронного письма с помощью различных алгоритмов и протоколов, обсуждается проблематика применения ключей шифрования.

Ключевые слова: Электронные письма, алгоритмы шифрования

Panin O.A., Gilyazova G.N.

METHODS OF ELECTRONIC LETTER PROTECTION

Abstract. The paper reviews the encryption of email using various algorithms and protocols, discusses the issue of using encryption keys.

Keywords: Emails, encryption algorithms

Электронной почтой пользуются сотни тысяч людей, и большинство из них полагают, что Интернет сохранит их переписку конфиденциальной.

Между тем, стандартные протоколы передачи данных, такие как SMTP, POP3, IMAP4 не поддерживают алгоритмы защиты данных и не обеспечивают проверку письма на целостность, поэтому обычное электронное письмо больше похоже на открытку, – его можно перехватить, прочитать или изменить на любом участке пути от отправителя до получателя.

При использовании традиционных почтовых служб сети Интернет никто не может гарантировать, что письмо дошло до получателя невредимым: его содержание может быть изменено злоумышленником, имя отправителя сфальсифицировано, а сам текст письма скопирован в архивы.

Самым эффективным способом защиты писем электронной почты от перехвата специалисты по безопасности компьютерных сетей признают их кодирование на основе «сильных» криптографических алгоритмов. Такое кодирование и формирование электронной подписи делают невозможным изменение письма и позволяют легко обнаруживать поддельные письма. Криптография также помогает от IP-спуфинга, если используется при аутентификации.

Существует большое число алгоритмов и протоколов шифрования. Среди алгоритмов симметричной криптографии, которых великое множество, можно упомянуть RC4, RC5, CAST, DES, AES и т.д. Оптимальная длина ключей шифрования для этих алгоритмов – 128 разрядов. Что касается асимметричного шифрования, то тут в основном используются алгоритмы RSA, Diffie-Hellman и El-Gamal, при этом длина ключей шифрования обычно составляет 2048 разрядов. Наиболее широко для криптографической защиты передаваемых по каналам связи данных, включая письма электронной почты, применяется протокол SSL, в котором для шифрования данных используются ключи RSA. Однако SSL защищает письма только при передаче; если не используются другие средства криптозащиты, то письма при хранении в почтовых ящиках и на промежуточных серверах находятся в открытом виде.

В последние годы разработано несколько специальных почтовых систем со средствами криптозащиты. В них предполагается, что, во-первых, все участники данной системы электронной почты могут писать друг другу, а во-вторых, процедура генерация секретного ключа происходит на основе пароля пользователя. Эти допущения позволили полностью автоматизировать всю работу с открытыми и секретными ключами. Пользователи в явном виде не работают с ключами, а выполняют только типичные операции обработки писем.

Литература

1. Панин О.А., Стародубцев Д.В. Использование Internet-технологий в преподавательской деятельности // Научный поиск в современном мире. Сборник материалов X Международной НПК, г. Махачкала, 27 сентября 2015 г.

УДК 681.3

Панин О.А., Слимова В.О.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе рассматривается автоматизация новых систем машин, при которых без содействия человека, но под его контролем, выполняются функции обработки, транспортирования обрабатываемых заготовок или инструментов, контроля качества, регулирования и управления производственным процессом.

Ключевые слова: Автоматизация производства, приборостроение

Panin O.A., Slimova V.O.

AUTOMATED SYSTEMS IN INSTRUMENTATION

Abstract. The paper deals with the automation of new machine systems, under which, without human assistance, but under his control, the functions of processing, transporting the processed workpieces or tools, quality control, regulation and control of the production process are performed.

Keywords: Production automatization, instrumentation

Технический прогресс в разных сферах промышленности характеризуется не только улучшением конструкций изделий, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. В настоящее время важно качественно, при минимальных затратах и в заданные сроки, изготовить изделие, применив современное высокопроизводительное оборудование, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации производственных процессов. От принятой технологии производства во многом зависят долговечность и надежность выпускаемых изделий, а также затраты при их эксплуатации.

На современном этапе развития машиностроения решающими средствами существенного повышения эффективности производства является автоматизация производственного процесса, которая освобождает человека от ряда функций управления и одновременно повышает его роль как организатора и руководителя производства.

Автоматизация означает применение качественно новых систем машин, при которых без содействия человека, но под его контролем, выполняются функции обработки, транспортирования обрабатываемых заготовок или инструментов, контроля качества, регулирования и управления производственным процессом. Необходимость автоматизации обусловлена, прежде всего, участием в современном производстве большого количества механизмов, протеканием производственных процессов с большой скоростью и трудностью их регулирования человеком, ввиду

его ограниченных физиологических возможностей. Кроме того, жёсткие требования к качеству продукции обуславливают повышение точностных параметров технологических процессов, которые невозможно обеспечить без использования средств автоматизации.

В машиностроении автоматизация уже много лет является реальностью для крупносерийного и массового производства, где широко используются полуавтоматы, автоматы, специальные и агрегатные станки, автоматические и роторные линии, а также другие средства жёсткой автоматизации производственных процессов. Однако увеличение номенклатуры выпускаемых изделий, смещение производства в сторону мелко- и среднесерийного, частые перестройки действующего производства, связанные с переходом от одного вида продукции к другому, не могут быть обеспечены традиционными средствами автоматизации.

Решение этой проблемы возможно через широкое внедрение в производство гибких автоматизированных систем, представляющих качественно новый этап в комплексной автоматизации производственного процесса, вследствие их создания на основе широкого применения программно управляемого технологического оборудования, микропроцессорных устройств, средств автоматизации проектно-конструкторских, технологических и производственных работ. Основу автоматизации гибких автоматизированных производственных систем составляют программируемое технологическое оборудование, управляющие вычислительные комплексы и методы групповой технологии, что позволяет обеспечить переход на безлюдную или малолюдную технологию в условиях многономенклатурного производства.

Литература

1. Панин О.А., Иванов Н.М. Электронный учебно-методический комплекс. Теоретические и практические проблемы развития современной науки. Сборник материалов XIV международной научно-практической конференции. 2017. С. 38-39.
2. Мирсайязнова С.А., Панин О.А. Компьютерное моделирование на уроках химии. Актуальные проблемы развития науки и образования. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 7 частях. ООО «АР-Консалт». 2014. С. 57-58.

УДК 004.9, 681.518

Разгуляев О.А., Белosh В.В.

ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ И РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ И КОНТРОЛЯ ДОСТУПА

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе рассматривается применение технологии RFID совместно с технологией лазерного обнаружения для обеспечения безопасности и контроля доступа.

Ключевые слова: Системы безопасности, контроль доступа, лазерное обнаружение, радиочастотная идентификация

Razgulyaev OA, Belosh V.V.

TECHNOLOGIES OF LASER DETECTION AND RADIO-FREQUENCY IDENTIFICATION IN MODERN SECURITY SYSTEMS AND ACCESS CONTROL

Abstract. This paper discusses the use of RFID technology in conjunction with laser detection technology for security and access control.

Keywords: Security systems, access control, laser detection, radio frequency identification

Рассмотрим систему охраны периметра и контроля доступа персонала к лётной технике в закрытых авиационных ангарах.

Охрану периметра предлагается организовать с применением активных инфракрасных излучателей (ИК излучатели) и системы беспроводной передачи сигнала тревоги на рабочее место оператора/охранника [1].

ИК излучатели размещаются на башнях, 2 излучателя по высоте на каждой стороне башни (на одной баше могут быть либо 4 передатчика, либо 4 приемника, либо 2 передатчика и 2 приемника). Изображение башни с излучателями приведено на рис. 1.

В ИК приемниках устанавливаются беспроводные радиопередатчики, которые при прерывании лучей, передают сигнал на пульт охраны.

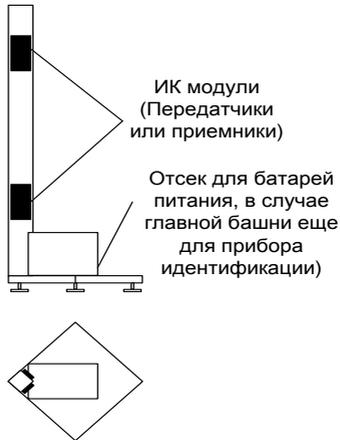


Рис. 1. Башня с излучателями

Для организации охранного периметра, башни располагаются вокруг охраняемого объекта согласно рис. 2.

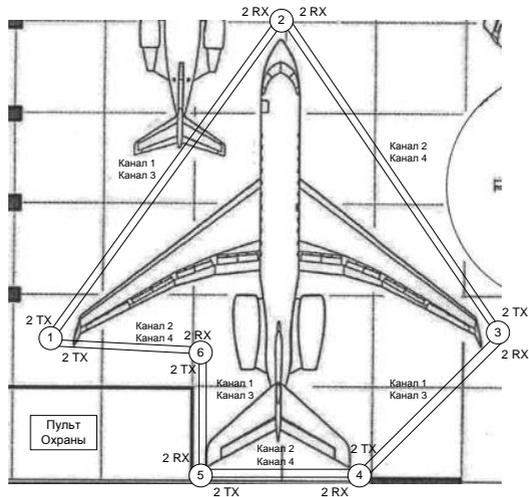


Рис. 2. Схема расположения башен

При первой установке ИК излучатели на башнях юстируются, и башне присваивается номер согласно рисунку.

Когда охрана объекта снимается, башни убираются на хранение.

Когда в следующий раз объект ставится под охрану, каждая башня ставится на свое место, согласно рисунку.

Для упрощения установки башен и во избежание выполнения процесса точной юстировки на башнях будут предусмотрены лазерные указки, которые имеют меньший угол расхождения лучей чем ИК излучатели и «мишени».

На одной из башен будет предусмотрен механизм отключения одного пролета периметра для прохода авторизованного персонала.

Авторизация персонала будет производиться посредством радиочастотной идентификации, стационарные считыватели Feig устанавливаются на башни отключаемого пролёта. Метки вмонтированы в специальные браслеты, оснащённые системой контроля несанкционированного снятия и вскрытия корпуса (рис. 3). Данная мера предпринимается для повышения защищённости системы, исключая нежелательные манипуляции с идентификатором.

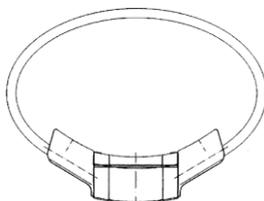


Рис. 3. RFID-браслет с системой контроля несанкционированного снятия и вскрытия корпуса

Система контроля и управления доступом, реализованная на базе RFID-считывателей и RFID-браслетов, подобно системе охраны периметра, связана с сервером при помощи радиопередатчика [2]. При попадании в поле зрения считывателя транспондера RFID-браслета, информация, содержащаяся на транспондере, считывается и отправляется на сервер. На сервере, полученные от RFID-браслета коды доступа сравниваются с имеющимися. В случае совпадения кодов, сервер обращается к системе охраны периметра с командой отключить один пролёт периметра для прохода авторизованного персонала.

Литература

1. Белош В.В., Богатилов В.Н., Фильчакова Т.А. Построение систем диагностики и управления технологической безопасностью в нейросетевом базисе // Труды Кольского центра РАН. Информационные технологии. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2012. №4, Т. 3.
2. Белош В.В., Козлов А.В., Осинцов В.В., Путилов В.А. Интеллектуальный конвейер проектирования систем безопасности производства нетканых материалов // Технологии техносферной безопасности. 2014. № 6(58), с. 33.

УДК 004.9, 681.518

Рубинович Е.Я.

О ПОЗИЦИОННЫХ СТРАТЕГИЯХ ПЕРЕХВАТА ПРЕСЛЕДОВАТЕЛЯ ЛОЖНОЙ ЦЕЛЬЮ

Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

Аннотация. Исследована возможность расширения класса программных управлений игроков до класса позиционных в 2D дифференциальной игре одного преследователя против двух согласованно уклоняющихся целей, одна из которых является ложной. Показано, что такое расширение не улучшает качество управления. Доказывается, что в игре имеет место равновесие по Нэшу.

Ключевые слова: Математическое моделирование, игра преследования-уклонения

Rubinovich E.Ya.

ABOUT POSITIONAL STRATEGIES OF INTERCEPTING AN PURSUER WITH A FALSE TARGET

Abstract. The possibility of expanding the class of software controls of players to the class of positional in a 2D differential game of one pursuer against two consistently evading goals, one of which is false, is explored. It is shown that this extension does not improve the quality of management. It is proved that the game has a Nash equilibrium.

Keywords: Mathematical modeling, Missile-Target-Defender game

Рассматривается двухкритериальная игра преследования-уклонения на плоскости одного преследователя против коалиции из двух игроков: уклоняющейся цели и защитника (MTD игра, от англ. Missile-Target-Defender game). Защитник, роль которого играет мобильная ложная цель, используется для отвлечения преследователя, позволяя истинной цели (в процессе отвлечения) максимизировать минимально возможную дистанцию преследователь-цель. Предполагается, что преследователь снабжен круговой зоной классификации целей радиуса R . Игра состоит в том, что преследователь минимизирует время, необходимое для сближения с одной из целей до расстояния, не превышающего R (R -встреча), а цели, действуя согласованно, максимизируют минимальное расстояние между преследователем и истинной целью. Игра продолжается до момента R -встречи преследователя с защитником. Решение игры в программных стратегиях известно [1]. В работе показано, что расширение класса программных управлений до класса позиционных не улучшает качества управления. Доказывается существование равновесия по Нэшу.

Литература

1. Маслов Е.П., Иванов М.Н. Об одной задаче уклонения // Автоматика и телемеханика. 1984. № 8. С. 56-62.

УДК 004.9, 681.518

Сабитов Р.А., Белosh В.В.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АДАПТИВНОГО БЛОКА РАСШИРЕНИЯ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе рассматривается программное обеспечение адаптивного блока расширения для обеспечения непрерывной передачи данных на максимально возможной скорости между абонентами системы спутниковой связи при помощи динамической маршрутизации трафика между Ka и Ku диапазонами на основании анализа значений сигнал/шум в каждом диапазоне.

Ключевые слова: *Спутниковая связь, программное обеспечение, динамическая маршрутизация трафика*

Sabitov R.A., Belosh V.V.

THE SOFTWARE OF ADAPTIVE EXTENSION BLOCK

Abstract. The paper discusses the software of an adaptive extension unit to ensure continuous data transmission at the highest possible speed between the users of a satellite communication system using dynamic routing of traffic between the Ka and Ku ranges based on the analysis of signal-to-noise values in each range.

Keywords: *Satellite communications, software, dynamic routing traffic*

До определенного момента спутниковой емкости было вполне достаточно для обеспечения нужд рынка спутниковой связи. Но, со временем, в связи с резким (в разы) увеличением спроса на пропускную способность спутниковых каналов, образовался дефицит спутниковой емкости.

Именно это и привело к построению спутников Ka-диапазона с высокой пропускной способностью, которые имеют многолучевую архитектуру и этим принципиально отличаются от традиционных спутников связи Ku- и C-диапазонов. С другой стороны, причиной появления Ka-диапазона стало стремительное развитие проводных и беспроводных технологий, таких как GPoN и LTE (4G), которые наряду с высокой пропускной способностью позволяют существенно снизить стоимость сервиса.

Для сохранения конкурентоспособности решений спутниковой связи потребовалось значительное снижение стоимости спутниковой емкости. Это

стало возможным благодаря новой архитектуре, при которой пропускная способность современных спутников типа HTS достигает 100 Гбит/с и более – против 2-5 Гбит/с на традиционных спутниках. Таким образом, при сравнимых затратах на изготовление, запуск и эксплуатацию стоимость спутниковых услуг связи с использованием нового Ка-диапазона становится сопоставимой с услугами на базе проводного ШПД и LTE.

Применение многолучевой архитектуры позволяет многократно использовать одни и те же полосы частот на основе географического разделения, то есть непересекающиеся лучи могут работать в одинаковых частотных диапазонах. Благодаря малому размеру луча его энергетические параметры (мощность сигнала со спутника) превосходят параметры Ku-диапазона на 5-10 дБ.

Основным недостатком Ка-диапазона является большая зависимость от плохих погодных условий. В Ku диапазоне типичное снижение уровня сигнала при ухудшении погоды составляет 2-3 дБ (до 5 при значительном ухудшении погоды), что компенсируется рассчитанным заранее запасом на плохие погодные условия. В Ка диапазоне падение уровня сигнал/шум может достигать 20 дБ и более, что не компенсируется даже более высокой энергетикой космического аппарата. В результате даже при не самых сильных осадках возможны прерывания связи.

Задача обеспечения непрерывной передачи данных на максимальной возможной скорости может быть решена только при помощи динамической маршрутизации трафика между Ка и Ku диапазонами на основании анализа значений сигнал/шум в каждом диапазоне. В рамках двухдиапазонных спутниковых систем эту задачу и призвано решить программное обеспечение адаптивного блока расширения (ПО АБР) [1].

ПО АБР собирает и хранит в базе данных информацию о текущих и исторических характеристиках работы всей сети и отдельных ее элементов, анализирует состояние сети, а также в простой и наглядной форме представляет операторам сети подробную информацию в графическом и табличном виде. ПО АБР раскрывает и позволяет наиболее полно использовать все возможности VSAT технологий и обеспечивает профессиональный уровень сервиса [2].

ПО АБР обеспечивает управление следующими параметрами маршрутизаторов центральной земной станции и терминалов спутниковой связи:

- режим работы;
- маршрутизация;
- мониторинг сервисов;
- IP-протоколы.

Программа ПО АБР использует следующие методы:

– запросы к модемам – отправка запросов к внешним модемам и получение информации о состоянии сети;

– Shell – запуск внешнего приложения с параметрами командной строки.

Программа ПО АБР в ходе своей работы получает пакеты данных от внешних модемов терминалов спутниковой связи, на основании которых вычисляет уровни соотношения сигнал/шум в диапазонах Ku и Ka. После этого она создает в качестве выходных данных таблицы маршрутизации, на основании которых определяется диапазон, в котором будет работать система с тем или иным внешним абонентом.

Литература

1. Ноздрин В. В. Департамент космических служб МСЭ. Перспективы развития рынка услуг спутниковой связи и вещания // Технологии и средства связи. С. 9-16.
2. Белош В.В., Богатиков В.Н., Фильчакова Т.А. Построение систем диагностики и управления технологической безопасностью в нейросетевом базисе // Труды Кольского центра РАН. Информационные технологии. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2012. №4, Т. 3.
3. Сабитов Р.А. Искусственные нейронные сети / науч. рук. – доцент, к.т.н. Белош В.В. // Вестник современных исследований, 2018. №7-1. С. 358.

УДК 004.942

Скорыходов В.Ф., Китаева А.С., Бирюков В.В., Никитин Р.М., Артемьев А.В.
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ
СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ВЫБОРА ИХ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Апатиты, Горный институт КНЦ РАН

Аннотация. В работе представлен опыт применения компьютерного моделирования коагуляции и агрегирования тонких частиц в технологическом процессе очистки промышленных сточных вод от растворенных примесей.

Ключевые слова: Компьютерное моделирование, очистка промышленных сточных вод, флотационные технологии

Skorokhodov V.F., Kitaeva A.S., Biryukov V.V., Nikitin R.M., Artemyev A.V.
COMPUTER SIMULATION OF INDUSTRIAL WASTEWATER PURIFICATION FOR THE
SELECTION OF THEIR OPTIMAL PARAMETERS

Abstract. The paper presents the experience of using computer simulation of coagulation and aggregation of fine particles in the process of industrial wastewater purification from dissolved impurities.

Keywords: Computer modeling, industrial wastewater treatment, flotation technologies

Очистка сточных вод промышленных предприятий реализуется с помощью механических, химических, биологических и физико-химических методов [1]. Механическая очистка служит для подготовки сточных вод к биологическому, физико-химическому и другим методам более глубокой очистки. В последние годы область применения физико-химических методов очистки расширяется, а доля их среди других методов возрастает. В Горном институте КНЦ РАН разработан комбинированный метод очистки промышленных сточных вод, основанный на синергетическом эффекте при концентрировании загрязнений в многофазной среде со сформированными поверхностными свойствами фаз, апробированный на горнорудных предприятиях Кольского ГКМ (ООО «Ловозерский ГОК» и ОАО «Ковдорский ГОК»), и включающий коагуляцию, сорбцию и флотацию в активированных водных дисперсиях воздуха (АВДВ).

Для успешной реализации различных технологий очистки промышленных сточных вод до уровней ПДК, позволяющих осуществлять их вторичное использование или сброс в близлежащие водоёмы необходимы прогнозные компьютерные модели последовательных физических, физико-химических и химических процессов, содержащих растворенные и взвешенные частицы загрязнений, включает в себя процессы флокуляции с использованием неорганических флокулянтов, сорбции растворенных веществ и процессов разделения компонентов образовавшихся суспензий. Формирование малозатратной технологии возможно только лишь при оптимизации затрат на оборудование и расходы реагентов.

Авторами проведено математическое моделирование коагуляции и агрегирования тонких частиц в технологическом процессе очистки промышленных сточных вод от растворенных примесей, позволившее выявить кинетику процесса сорбции компонентов загрязняющих примесей поверхностью образованных коллоидных частиц гидроксида железа, определяющую крупность и время жизни флокул. В них производится массовый и стехиометрический анализ баланса химических реагентов и компонентов загрязняющих примесей. Модели позволяют произвести расчет процесса сорбции компонентов загрязняющих примесей и выявить зависимость его характеристик от температуры среды, концентраций компонентов примесей и гранулометрического состава, образующегося коллоидного раствора. Для исследования процессов водоподготовки на базе программного комплекса ANSYS Fluent создан виртуальный лабораторный стенд, моделирующий работу радиального сгустителя Outotec диаметром 30 метров. Вычислительные эксперименты на данном стенде позволили разработать практические рекомендации по оптимизации скоростей осаждения минеральных частиц для повышения эффективности их агрегирования и удаления из исполнительного аппарата. Компьютерным моделированием гидродинамики движения многофазных потоков в колонной флотационной машине – аналога флотомашины компании Canadian Process

Technologies Inc. СЕТСО показана принципиальная возможность использования данной флотационной техники, обеспечивающей режимы движения потоков близких к ламинарным для сохранения образованных флокул.

Литература

1. Скороходов В.Ф., Месяц С.П., Бирюков В.В., Остапенко С.П. Технология очистки сточных вод от переработки ниобийсодержащего сырья для различного ионно-дисперсного состава // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2018. № 4. С. 161-170., doi 10.15372/FTPRPI20180418

УДК 004.896

Смирнов А.В., Кашевник А.М.

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ В ДИНАМИЧЕСКИ ФОРМИРУЕМЫХ КОАЛИЦИЯХ

Санкт-Петербург, СПИИРАН

Аннотация. Групповая робототехника в последние годы привлекает все большее и большее внимание исследователей по всему миру. Традиционное управление роботами сменяется на работу роботов в коалициях для совместного выполнения задач. В работе предложен подход к информационному взаимодействию участников коалиций и на его основе описан сценарий автоматизированного преодоления препятствия роботом повышенной проходимости, работающим в коалиции с роботом-измерителем на основе рекомендаций человека-оператора.

Ключевые слова: Групповая робототехника, коалиционное взаимодействие, программное обеспечение

Smirnov A.V., Kashevnik A.M.

ORGANIZATION OF INFORMATION INTERACTION OF MOBILE ROBOTS IN DYNAMICALLY FORMED COALITIONS

Abstract. In recent years, group robotics has attracted more and more attention from researchers around the world. The traditional management of robots is replaced by the work of robots in coalitions for the joint execution of tasks. The paper proposes an approach to informational interaction between coalition participants and, on its basis, describes a scenario for automated overcoming an obstacle by a cross-country robot working in coalition with a metering robot based on the recommendations of a human operator.

Keywords: Group robotics, coalition interaction, software

Исследования в области информационного взаимодействия мобильных роботов становятся в последнее время все более и более актуальными. При

совместном решении задач необходимо обеспечить возможность взаимодействия мобильных роботов и понимания ими друг друга. В данной статье предлагается схема информационного взаимодействия мобильных роботов в динамически формируемых коалициях. Работа развивает подход, предложенный авторами [1].

Растущий рынок мобильных технологий превращает смартфон в универсального помощника для пользователя при взаимодействии с различными физическими устройствами и сервисами в сети Интернет [2]. На основе этого можно сделать вывод, что современные смартфоны, как ничто иное, подходят на роль универсального и многофункционального устройства для взаимодействия с робототехнической системой.

Разработанная схема информационного взаимодействия мобильных роботов в динамически формируемых коалициях (рис. 1) основывается на онтологическом подходе, технологии управления контекстом, а также концепции интеллектуальных пространств. Робототехнические системы описываются в интеллектуальном пространстве с использованием онтологий, которые ориентированы на формализацию информации и знаний о такой системе. Онтология включает в себя формализованное описание возможностей робототехнической системы и ограничений, которые должны быть удовлетворены для реализации данных возможностей.

В рамках технологии управления контекстом в работе предлагается использовать понятия абстрактного и оперативного контекста. Абстрактный контекст представляет собой онтологическую модель задачи, для решения которой создается коалиция мобильных роботов. Оперативный контекст является конкретизацией абстрактного контекста для реальных условий значениями переменных, получаемых от информационных ресурсов.

В рамках задачи предложено строить абстрактный контекст робота, который является срезом онтологии, релевантного текущей задаче, и оперативный контекст, который загружается роботом в интеллектуальное пространство и наполняется текущими параметрами и значениями. Интеллектуальное пространство при этом организовано на основе архитектуры классной доски, позволяющей контроллерам роботов осуществлять не прямое взаимодействие между собой, и используется для организации совместного общего доступа к информации и знаниям. Пользователь описывается профилем, который включает в себя контекст, его предпочтения и историю поведения, а также онтологией пользователя, на основе которой по аналогии с робототехнической системой строятся абстрактный и оперативный контексты. Для взаимодействия с интеллектуальным пространством пользователь использует смартфон, который хранит необходимую информацию и знания.

При регистрации в системе каждый робот загружает свою онтологию в интеллектуальное пространство. Приложение на устройстве пользователя

публикует в информационном хранилище предпочтения пользователя, которые учитываются роботами для персонификации взаимодействия с ним при выполнении поставленной задачи. Таким образом, можно говорить о «понимании» при взаимодействии мобильных роботов через общедоступное информационное хранилище посредством механизма публикации/подписки и сопоставления онтологий [4].

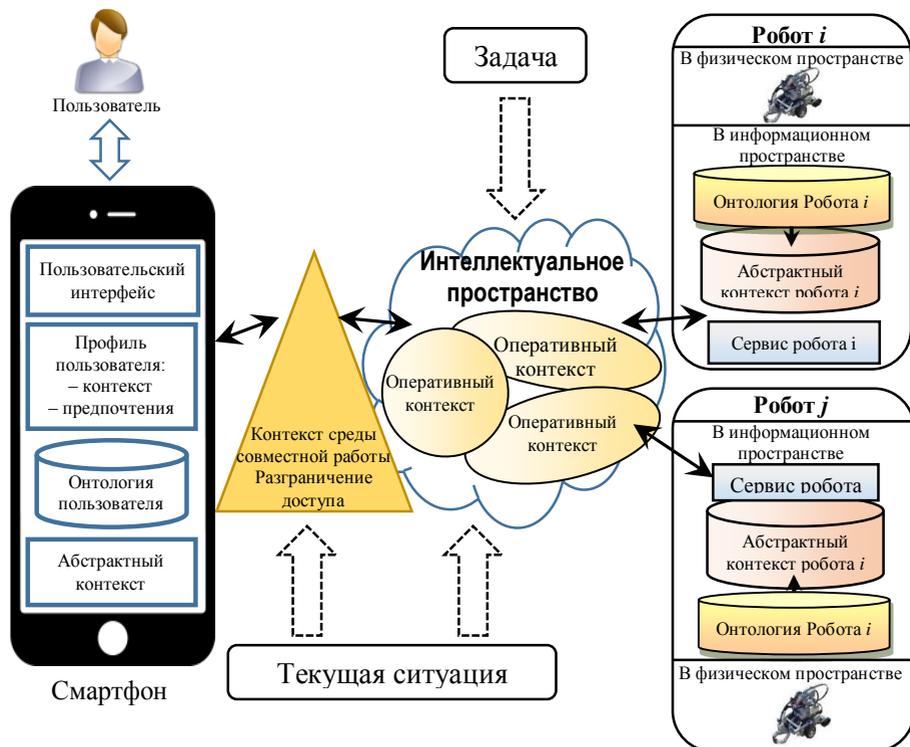


Рис. 1. Схема информационного взаимодействия мобильных роботов в динамически формируемых коалициях

Для описания робота была разработана его онтология, базирующаяся на онтологии SUMO (Suggested Upper Merged Ontology), предложенной в 2015 году в рамках стандарта IEEE, посвященной разработке онтологии для робототехники и автоматизации. Онтология описывает основные компоненты, из которых состоит робот, и их взаимосвязи, а также основные задачи, которые робот может решить, и информацию, которую робот должен получить для

решения этих задач. Онтология представляет собой подробную спецификацию модели проблемной области; она включает в себя словарь, то есть список логических констант и предикатных символов для описания проблемной области, и набор логических высказываний, формулирующих существующие в данной проблемной области ограничения и определяющих интерпретацию словаря. Так, например, робот состоит из сенсоров, батареи и приводных механизмов, обеспечивающих его перемещение в пространстве. Среди задач можно выделить задачи передвижения в пространстве, считывания информации с сенсоров и другие. Необходимую информацию для функционирования робот получает из интеллектуального пространства и таким образом онтология робота является частью онтологии интеллектуального пространства.

Для оценки работоспособности подхода был выбран сценарий исследования местности и преодоления препятствий мобильными роботами. Были выделены следующие типы участников сценария: робот манипулятор, робот-измеритель, сервис базы знаний и человек-эксперт. Робот манипулятор осуществляет движение по пересеченной местности и время от времени встречает на своем пути препятствия, размеры которого больше радиуса его колеса. Робот обладает выдвижными и подъемными шасси, манипулируя которыми осуществляется преодоление этих препятствий, что обеспечивает его повышенную проходимость. В качестве робота измерителя предложено использовать квадрокоптер, который облетает препятствие и выполняет измерение его параметров с разных сторон. Сервис базы знаний представляет собой информационный ресурс, содержащий в себе алгоритмы преодоления препятствий и параметры, при которых эти алгоритмы могут применяться.

Человек-эксперт – это участник сценария, который берет на себя управление роботом-манипулятором в том случае, когда тот не может продолжать движение самостоятельно. В рамках выполнения сценария, после того, как робот-манипулятор обнаружил препятствие, используя встроенные ультразвуковые датчики, он загружает информацию об этом препятствии в интеллектуальное пространство с использованием своей онтологии. Участвующий в сценарии робот-измеритель получает уведомление и производит измерения параметров препятствия, которые после этого загружаются в интеллектуальное пространство. При появлении в интеллектуальном пространстве этих параметров сервис базы знаний производит поиск соответствующего алгоритма преодоления препятствий. При нахождении такого алгоритма, сервис публикует его в интеллектуальном пространстве, и он становится доступным для робота манипулятора. Робот манипулятор получает доступ к алгоритму и производит преодоление препятствия в соответствии с ним.

При этом, если алгоритм не был найден сервисом базы знаний, то человек-эксперт получает уведомление о необходимости осуществить управление роботом манипулятором для преодоления препятствия. Для реализации данного сценария были разработаны прототипы мобильных роботов (робота-измерителя и робота-манипулятора), сервис базы знаний, а также интерфейс управления роботом для человека-эксперта. Прототипы роботов построены на базе робототехнического набора Lego Mindstorm EV3. Этот набор позволяет легко сконструировать робота необходимой функциональности для целей обучения. При этом есть возможность использовать электронные блоки, моторы и датчики и программировать их на языке Java.

Благодарности. Представленные результаты исследований являются частью проектов № 16-29-04349, 19-07-00670 и 17-07-00247, финансируемых Российским фондом фундаментальных исследований.

Литература

1. Смирнов А., Кашевник А. Формирование коалиций мобильных роботов для совместного выполнения задач // Труды конференции «Теория и практика системной динамики», Апатиты, 27-31 марта 2017. С. 74-78.
2. Borgia, E. The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues // Computer Communications. 2014. Vol. 54. pp. 1-31.
3. Смирнов, А.В., Кашевник, А.М., Михайлов, С.А., Миронов, М.Д., Многоуровневая самоорганизация ресурсов киберфизической системы: контекстно-ориентированный подход и реализация // Искусственный интеллект и принятие решений. 2015. №4. С. 95-103.
4. Smirnov, A., Kashevnik, A., Shilov, N., Balandin, S., Oliver, I., Boldyrev, S. On-the-Fly Ontology Matching for Smart M3-based Smart Spaces, Proc. First Intern. Conf. on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies (UBICOMM 2010). Florence, Italy. 25-30 Oct., 2010. pp. 225-230.

УДК 004.89

Степанова Д.В., Маенпяя Кари, Сукуваара Тимо

РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ

Хельсинки, Финский метеорологический институт

Аннотация. В работе обсуждаются проблемы проектирования и эксплуатации зимних испытательных дорожных трасс (треков) и сервисов, информирующих водителей о дорожных условиях. Трек оснащен сетями 5G и Wi-Fi, двумя дорожными метеостанциями и транспортными средствами, оснащенными измерительными приборами. Кроме того, приведены примеры тестирования метеорологических служб на дорогах в контролируемых условиях.

Ключевые слова: мониторинг и прогноз погоды, сбор данных о транспортных средствах, система оповещения водителя, суровые арктические условия

Daria Stepanova, Kari Maenpää, Timo Sukuvaara
ITS INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT IN ARCTIC CONDITIONS
Helsinki, Finnish Meteorological Institute

Abstract. The topic of the presentation is development and exploitation of winter testing track and service informing drivers about local weather observations, weather forecast. Track is equipped with 5G and Wi-Fi networks, two road weather stations and vehicles equipped with measured instruments. The presentation will also include some examples of testing road weather services in controlled conditions for different projects.

Keywords: *Weather monitoring and forecast, vehicle data collection, driver notification system, harsh Arctic conditions*

In this paper, we present an advanced road weather infrastructures in Arctic conditions.

FMI Arctic Space Center is located in the very north part of Finland, where due the long 9-month winter drivers have to cope with low visibility on roads, slipperiness, darkness and so on every day. So what do we need to help drivers on the road?

We have decided to develop an advanced road weather services, which will provide drivers with local weather information, weather forecasts, information about road conditions and last but not least protect and guarantee safety and security of the data. Below we list the main components of our service.

Winter track

Winter track plays a very important role as a testbed area for different projects [1]. The pic.1 below shows the winter track, equipped with:

- 5G-test network in 2.3 GHz band(macrocell BS+mobile devices);
- VANET-test network IEEE 802.11p (2 interactive Road Weather Stations (RWS) + mobile devices);
- road weather observational infrastructure (2 RWS + mobile vehicular measurements with Teconer RCM 411 and Luft MARWIS);
- satellite service development platform, accurate location data with ground reflectors, SAR-satellite images;
- versatile vehicle winter testing track, 1.7 km main track (gravel/concrete) altogether 11 km of tracks;
- instrument pipelines in concrete section, for under-surface sensors.

More information can be found at <http://sod5g.fmi.fi>



Pic 1. Winter track

Intelligent Arctic Trucks

In addition to winter track, to be able to test mobile observational services, FMI has a heavy trucks fleet equipped with special meteorological instrumentation consisting of road surface friction (Teconer RCM411) and surface temperature (Teconer RTS411) measurement devices and vehicle telematics devices providing supporting data. These vehicles act as real-time mobile data collectors, as well as primary users of our services.



Pic 2. Equipped mining trucks

The concept of Arctic trucks contains:

Collecting vehicular observation data (telematics + external sensors) in real-time

- 3G, VANET/Wi-Fi hotspot

Development of advanced services, partially based on vehicle data

- Route weather, local road weather, friction warning, friction forecast
- Big data

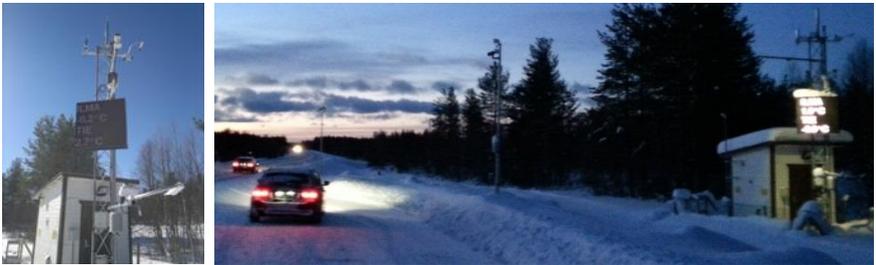
Delivery real-time service to vehicles

- 3G, VANET/Wi-Fi hotspot
- Infrastructure-to-vehicle, Vehicle-to-vehicle
- Location based weather info

More detailed information can be found at <http://arctictrucks.fmi.fi>

Interactive Road Weather Station

Next part of our structure is Road Weather Station (RWS). RWS is an important element of the developing structure, because it can be used not only as weather observation source but also as a service hotspot.



Pic 3. Road Weather Station

RWS equipped with follow measurement instruments:

- General weather measurements
 - Temperature (road/air), wind, pressure
- Advanced measurements
 - Visibility(Vaisala PWD-22), drifting snow (2x PWD-22)
 - Road frost (Stevens Hydra Probe II), 0-300 cm, LIST (0-300cm)
 - Camera with infrared light
 - Optical friction, road temp, condition
 - Traffic count, snow depth in road
- Supporting measurements nearby
 - Distrometer, weather radar, snow depth

From communication point of view, RWS has connection to FMI with 4G/3G/Wi-Fi and to vehicles with 4G/3G/Wi-Fi/ IEEE 802.11p

For more details, please, check <http://sodrws.fmi.fi>

Conclusion

Currently we have a system for testing, developing and analyzing road weather services first in controlled conditions and later in the operative real-life environment. Right now, there are more than five research projects. Some of them focused on research infrastructures while other are building road weather service pilots, exploiting the infrastructures.

References

1. Timo Sukuvaara, “ITS-Enabled advanced road weather services and infrastructures for vehicle winter testing, professional traffic fleets and future automated driving”, in proceedings of ITS World Congress in Copenhagen, September 17.-21. 2018 Copenhagen, Denmark.

УДК 004.93

Степанова Д.В., Сукуваара Тимо

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ

Хельсинки, Финский метеорологический институт

Аннотация. Работа посвящена алгоритму распознавания состояния дорожных знаков и разработке мобильного приложения для анализа состояния дорожных знаков в зимний период на основе библиотеки OpenCV.

Ключевые слова: распознавание дорожных знаков, программирование мобильных приложений

Daria Stepanova, Timo Sukuvaara

THE ALGORITHM OF TRAFFIC SIGNS IMAGE RECOGNITION

Helsinki, Finnish Meteorological Institute

Abstract. The topic of the presentation is the algorithm and development of mobile app to recognizing and analyzing road signs during winter period based on the OpenCV library.

Keywords: *Road sign recognition, mobile app programming*

In this report we describe an algorithm for road signs recognition and analysis of traffic signs condition based on the use of image processing and pattern recognition methods, in addition difficulties in applying the algorithm and possible ways to solve them are view.

Road safety plays one of the most important roles in the development of Intelligent Transport Systems. During long dark winters good visibility of the traffic signs is very important [1]. In the Finnish Meteorological Institute (FMI) we are developing a system to help maintenance services to monitor traffic signs condition.

The idea is that during driving a mobile application is taking a video or image records of the road, then sends data to the server where the images (video) are processed.

Figure 1 shows the result of the snow recognition algorithm.

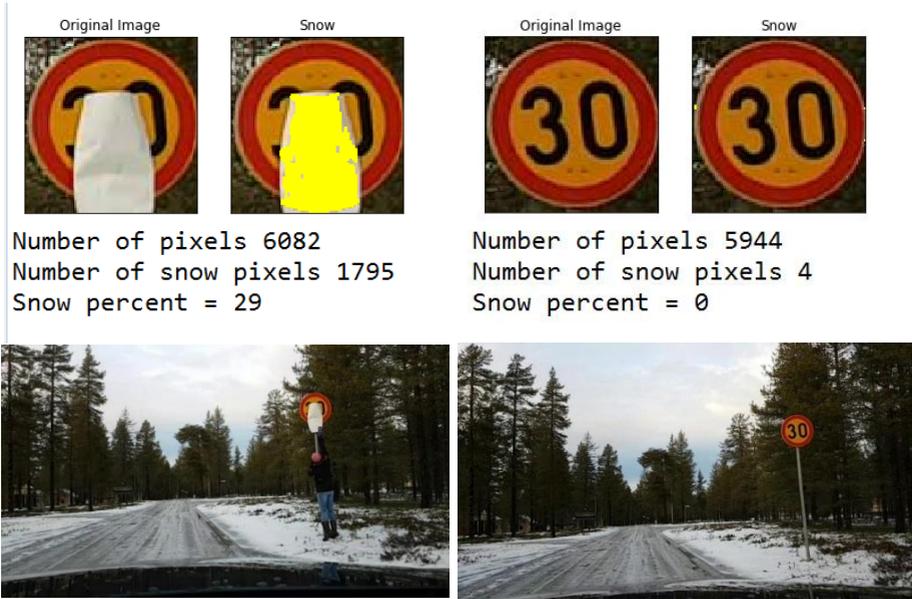


Fig 1. Snow recognition

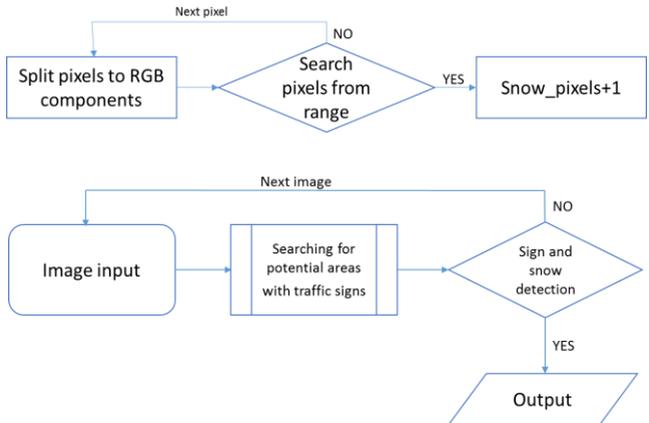


Fig 2. Image analyzing and color pixels search algorithm

To analyze images we are using the OpenCV library [2]. The algorithm of the search presented on the figure 2 and it can be divided into two parts. First is searching for potential areas with traffic signs, second is searching traffic signs and snow on it.

To find a traffic sign areas we analyze color components of each pixels and if colors are in some certain interval we presume that traffic sign can be in this area. Snow searching is similar just color ranges are different.

A flat object search algorithm is used to search road signs. As templates for the search we use images of numbers from road signs (see figure 3):



Fig 3. Patterns for searching images

The essence of the algorithm for finding flat objects is that there are key points on a given image, as well as key points on an image pattern, and then the search for the most accurate matches is performed. If the number of exact matches exceeds the predefined limit, it is assuming that the image found (Fig. 4).

According to the test results, it is obvious that the algorithm works quite well for daytime, but at nights or twilights, number of errors is rather high. Clearly, the search criteria for the range of colors of road signs has to be change to react to the time of day when the picture was taken.

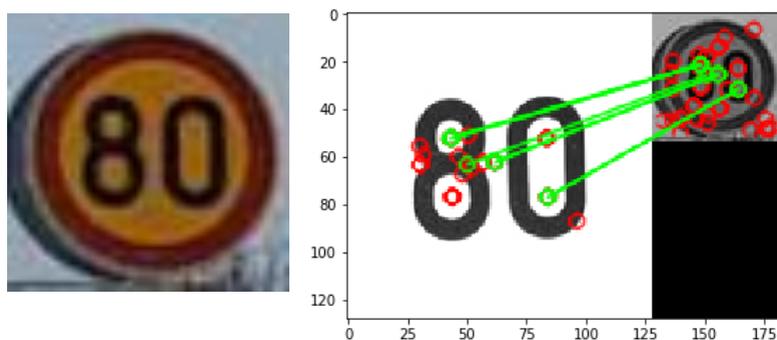


Fig. 4. Flat objects search

The recognition and analysis of road signs plays an important role in proving road safety and the further development of the application is definitely beneficial not only for drivers, but also for road services, as detailed information can help save resources and time.

References

1. Rune Elvik, Speed Limits, Enforcement, and Health Consequences. Department of Safety and Environment, Institute of Transport Economics, NO-0349 Oslo, Norway. DOI: 10.1146/annurev-publhealth-031811-124634
2. OpenCV – Python Tutorial https://docs.opencv.org/3.0-beta/doc/py_tutorials/py_tutorials.html

УДК 004.9

Степанова Д.В., Карсисто Вирве, Сукуваара Тимо
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ВОДИТЕЛЕЙ

Хельсинки, Финский метеорологический институт

Аннотация. В работе представлен опыт разработки и тестирование мобильного приложения (проект CyberWi), предоставляющего водителям информацию о дорожной обстановке и погодных условиях на выбранном маршруте.

Ключевые слова: мониторинг и прогноз погоды, интеллектуальные транспортные системы, безопасность дорожного движения

Daria Stepanova, Virve Karsisto, Timo Sukuvaara
VEHICLE-ORIENTED ROAD WEATHER SERVICES DEVELOPMENT
Helsinki, Finnish Meteorological Institute

Abstract. The subject of the presentation is development and testing of the mobile road weather service (CyberWi project). Service provides drivers with information about road and weather condition on the selected route.

Keywords: *Weather monitoring and forecast, Intelligent Transport Systems, road safety*

Intelligent Transport Systems (ITS) are systems designed to increase the levels of interaction between different road users. One of these levels is improving road safety and security. Information about the condition of the road and weather conditions are one of the interesting and promising directions in the development of ITS applications. Providing accurate weather data can significantly improves traffic safety [1]. One of the main problems in this field is the lack of local observations. Road stations are located mainly along major roads on the long distance from each other and are not able to cover a whole route. In such situation, growing number of mobile observations is an effective solution to provide more accurate data.

The Finnish Meteorological Institute (FMI) is developing different services to provide and display weather information on roads. In this report, we will present the

“ForecastRoad” application for visualizing the weather forecast on a road. The application has been developed as a part of the infrastructure for testing and evaluating meteorological service for roads.



Fig 1. Pilot route (https://roadweather.online/show/RCMG91_20190130_0310)

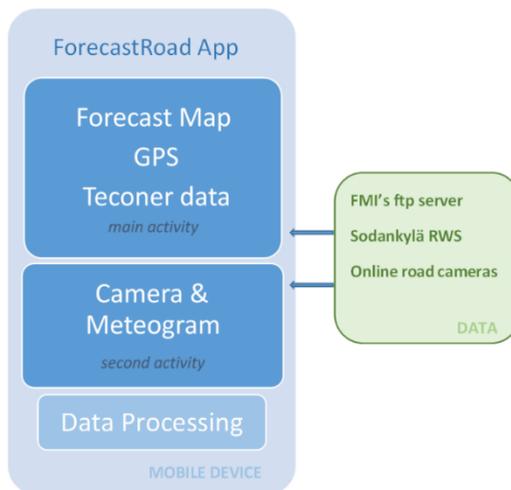


Fig 2. Application architecture

A section of a road between Kevitsa and Kemi (E75), 260km long, has been chosen as a pilot route. Six heavy trucks were equipped with special meteorological instruments to

collect temperature and friction data, vehicle telematics provided some data as well. In our case, vehicles act as mobile data collectors and at the same time as service users.

The service consists of two components. One is a user interface and another is a server, where data is collecting and processing, Fig. 2. User interface is an application for Android OS smartphones [2].

In the first activity of the application, the forecast data (temperature and friction) are displayed on the map. In addition, when GPS data is on, the “Teconer” instrument’s observational data (friction) is showing within 10 km range from the vehicle. In the second activity are presented the forecast data [3] in a graph view and images from online cameras, Fig. 3

Within “Cyber-security in Wireless Industrial use cases-CyberWi” project the application was analyzed for potential security errors. According to the results of the analysis, the application code has been changed so that users are protected from potential threats. For example, the application validate the installation source so it cannot be install from unofficial sources. The application code obfuscated to protect it from modifying or including malicious functionality to it.

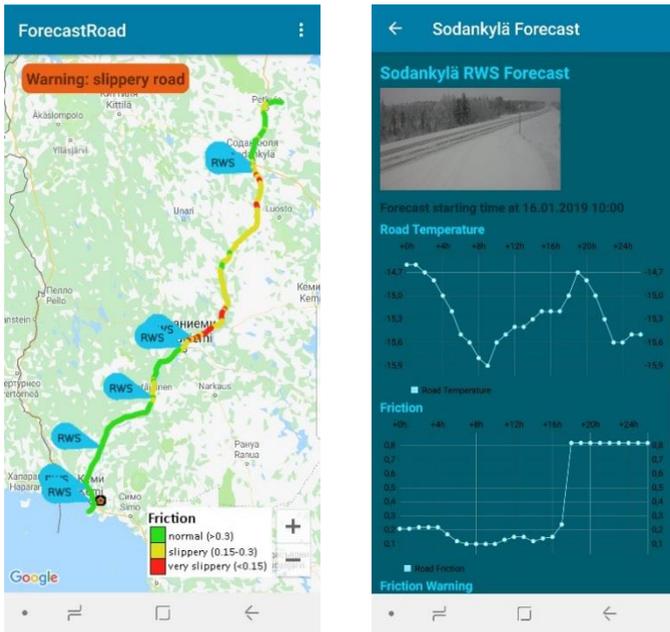


Fig 3. "ForecastRoad" application

In addition, we analyzed the efficiency of the system. To ensure the better accuracy, it is important that the service is able to provide the entire route with continuous mobile data. Providing local data is a very important function if we want to create a reliable service. To find the most optimal configuration, we consider two scenarios.

In the first scenario, the road is equipped only with road weather stations (RWS). The estimated cost of one station equipped with instrumentation, including monitoring friction, is about 50k €, one station is able to provide data for 20 kilometers of route. So we assume that one station covers 7.5% of the route, 2 RWS – 15% of the route and cost 100k €, etc., 12 RWS will cover 92% of the route and cost about 600k €. With only the basic equipment the cost of the road weather station can be reduced to about 10k €, and the cost of the route will then be 120k €. But in terms of reliability, data from light-instrumented station is less reliable.

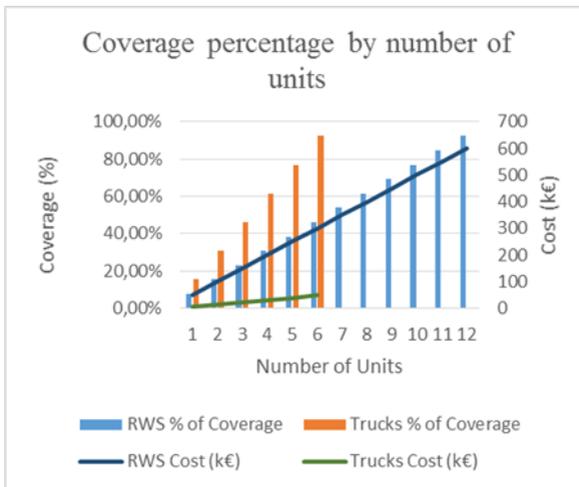


Fig 4. Comparison of coverage for RWS and Trucks

In the second scenario, local observations on the route are collected from mobile vehicle data. One truck equipped with mobile measuring devices costs 8k €. The speed of the truck is about 80 km/h, and the measurements are made at intervals of 1Hz. Assuming that mobile measurements are valid for 30 minutes, we get the following result: within 30 minutes one truck will make 1800 measurements in the interval of 40 km, which is 15% of the route, two trucks will cover 80 km, which is 30% of the route. etc. The results are compared in the diagram in fig. 4, which shows that 6 trucks travel the same distance as 12 RWS, but the cost is significantly different. However, we cannot say that only mobile data is optimal, RWS data is much more reliable, mobile instruments can break, get out of balance or become dirty,

etc. Therefore, our service consists of one RWS and six trucks with measuring instruments able to provide good reliability and cost.

References

1. Malin, F., Norros, I., & Innamaa, S. (2019). Accident risk of road and weather conditions on different road types. *Accident Analysis & Prevention*, 122, 181–188. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.10.014>.
2. Android Studio User's Guide and Integrated Development Environment, <https://developer.android.com/studio/index.html>.
3. Karsisto V., Nurmi P., Kangas M., Hippo M., Fortelius C., Niemelä S. and Järvinen H. (2016), Improving road weather model forecasts by adjusting the radiation input. *Meteor. Appl.*, 23, 503-513, DOI:10.1002/met.1574.

УДК 004.9

Улыбин П.В., Белов В.В.

ГИРОСТАБИЛИЗИРОВАННАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТУ-КАИ

Аннотация. В работе рассматривается гиростабилизированная платформа беспилотного летательного аппарата (БПЛА) для применения в составе облетного измерительного комплекса для исследования диаграммы направленности больших антенн.

Ключевые слова: Радиолокационные станции, электромагнитное излучение, диаграммы направленности, БПЛА, гиростабилизаторы

Ulybin P.V., Belosh V.V.

GYRO-STABILIZED PLATFORM FOR A UNLIMITED AIRCRAFT

Annotation. The paper discusses a gyro-stabilized unmanned aerial vehicle (UAV) platform for use as a part of an overhead measuring system for studying the pattern of large antennas.

Keywords: Radar stations, electromagnetic radiation, radiation patterns, UAVs, gyrostabilizers

Одним из ключевых параметров любой антенны является диаграмма направленности (ДН), характеризующая интенсивность излучения антенны в различных направлениях в пространстве. Она представляет собой графическое изображение коэффициента усиления антенны или коэффициента направленного действия антенны в полярной или декартовой системе координат в зависимости от направления антенны в пространстве. При этом на практике реальная диаграмма направленности может отличаться от расчётной по ряду причин, для устранения которых необходимо в первую очередь измерить фактическую ДН. Перспективным

методом для измерения фактической ДН крупноапертурных антенн и, в частности, радиолокационных станций (РЛС) является облётный метод с применением беспилотного летательного аппарата (БПЛА) коптерного типа [1].

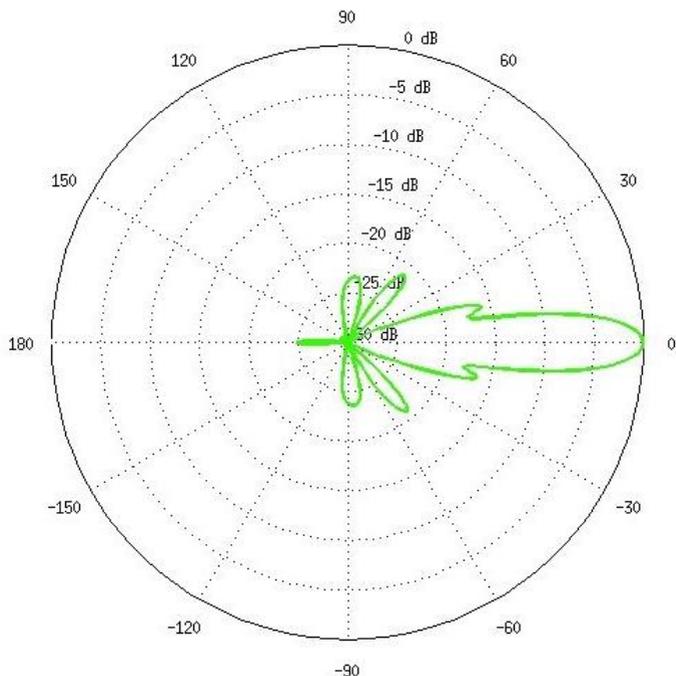


Рис. 1. Пример азимутальной диаграммы направленности

При данном методе используется специальный измерительный комплекс на основе БПЛА с установленной антенной-зондом, который летает в дальней зоне (зоне Фраунгофера) вокруг РЛС и параллельно с этим замеряет параметры излучаемых РЛС электромагнитных волн. Полученные таким образом данные в дальнейшем обрабатываются с помощью компьютера. Одним из важных вопросов, возникающих при реализации данного метода является обеспечение необходимой и достаточной точности наведения бортовой антенны на исследуемый объект, так как без этого не приходится говорить о достаточной точности рассматриваемого метода в целом.

Данная проблема может быть решена с помощью применения гиросtabilизированной платформы. В общем случае она представляет собой некую конструкцию из рамы, на которую крепится стабилизируемый объект, и приводов,

необходимых для приведения рамы в движение. При этом контроль за работой системы осуществляет автоматизированная система управления на основании показаний с датчиков. В качестве основных датчиков в такой системе используются гироскоп и акселерометр, как правило, установленные на раме. Гироскоп представляет собой устройство, реагирующее на изменение углов ориентации контролируемого тела. В классическом представлении это какой-то инерционный предмет, который быстро вращается на подвесах. Как результат, вращающийся предмет всегда будет сохранять свое направление, а по положению подвесов можно определить угол отклонения. Акселерометр – это устройство, которое измеряет проекцию кажущегося ускорения, то есть разницы между истинным ускорением объекта и гравитационным ускорением. Стабилизация может осуществляться по одной, по двум, либо по трём осям, причём последний вариант в большинстве случаев предпочтителен ввиду большей точности.

Подобные системы находят своё применение, например, при фото- и видеосъёмке в движении. Для этих целей существует множество готовых решений различной степени сложности. Например, линейка ручных гиросtabilизированных платформ для видеосъёмки Ronin от компании DJI.



Рис. 2. Стабилизатор 3-х осевой DJI Ronin-MX с установленной камерой

Однако, как выяснилось в процессе проработки комплекса, условия в которых осуществляются измерения облётным методом, а также характер нагрузки диктуют ряд специфических требований, которым не соответствуют имеющиеся на рынке решения. Ввиду этого возникает необходимость в разработке специальной гиросtabilизированной платформы под нужды облётного метода.

Как было сказано выше, измерения производятся в дальней зоне, границы которой можно вычислить по следующей формуле:

$$r \geq 2 \cdot \frac{D^2}{\lambda},$$

где r – расстояние от фазового центра антенны; D – максимальный габаритный размер антенны (размер апертуры); λ – длина волны.

Так, для РЛС с размером апертуры 6м и длиной волны 0,1м (СВЧ-диапазон) значение расстояния от РЛС до границы зоны Фраунгофера будет равно 720м.

При этом плотность потока мощности в зависимости от расстояния от антенны для дальней зоны может быть определена по следующей формуле:

$$S = \frac{P \cdot Ga}{40 \cdot \pi \cdot R^2},$$

где S – плотность потока мощности, $\frac{\text{мВт}}{\text{см}^2}$; P – мощность на входе излучающей антенны, Вт; G_a – усиление антенны в разгах (a не в децибелах) в заданном направлении; R – расстояние от РЛС в метрах.

При мощности на входе антенны $P=70\text{кВт}$ и $G_a=50$ для той же РЛС значение S около $0,054 \frac{\text{мВт}}{\text{см}^2}$.

СВЧ-излучение на таком расстоянии пусть и не выведет электронику из строя, однако может вызвать погрешности в работе системы управления. К тому же помехи могут наводиться не только СВЧ-излучением РЛС, но и компонентами самого измерительного комплекса, такими как работающие электродвигатели, а также компонентами мультикоптера. Отсюда возникает первое специфическое требование к гиростабилизированной платформе: электронные компоненты должны быть экранированы от внешних излучений. В первую очередь это касается контроллера системы управления, датчиков и связующих их проводников.

Из расчётов также становится ясно, что измерения производятся на значительном удалении от РЛС. На таком расстоянии возникает необходимость в наведении антенны с помощью глобальных навигационных систем (GPS или ГЛОНАСС). Для этого целесообразно использовать отдельный микроконтроллер, который будет использоваться для обработки полученных с GPS-модуля координат и корректировки работы основного контроллера. Для обеспечения более точного наведения стоит предусмотреть использование энкодеров, позволяющих контроллеру получать более точные сведения о текущем положении антенны.

При разработке конструкции рамы в первую очередь необходимо учитывать характер нагрузки, в качестве которой выступает антенна. Используемые при этом антенны могут быть разного типа и, соответственно, иметь различные массово-габаритные характеристики. Ввиду этого антенны могут иметь различную парусность, создавать различную нагрузку на двигатели подвеса. При этом в полёте как на антенну, так и на сам подвес могут оказывать влияние не только естественные воздушные потоки, идущие от окружающей среды, но и потоки, идущие от пропеллеров мультикоптера. Причём, вторые создают

больше проблем ввиду того, что во время манёвров БПЛА плотность и направления этих потоков в пространстве могут изменяться настолько резко, что система не будет успевать компенсировать их воздействие на антенну.

Поэтому необходимо выбрать такую конструкцию, при которой влияние воздушных потоков, создаваемых БПЛА, будет минимальным. В этом поможет анализ системы в различных современных САПР. Одновременно необходимо стремиться к сохранению как можно меньшей массы гиросtabilизированной платформы для обеспечения наибольшей возможной длительности полёта БПЛА [2].



Рис. 3. Структурная схема системы стабилизации положения бортовой антенны

Литература

1. В. Классен, И. Просвиркин, Б. Левитан, С. Топчиев. Измерение параметров излучения крупноапертурных антенн с помощью беспилотного летательного аппарата. Measurement of radiation characteristics of large antenna using UAVs // Технологии и средства связи. 2014. №1. С. 60-65.
2. Белош В.В., Богатиков В.Н., Фильчакова Т.А. Построение систем диагностики и управления технологической безопасностью в нейросетевом базисе // Труды Кольского центра РАН. Информационные технологии. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2012. №4, Т. 3.

УДК 004.9

Федоров А.М., Датьев И.О.

ВИРТУАЛЬНОЕ НАСЕЛЕНИЕ КАК МЕРА ЦИФРОВИЗАЦИИ РЕГИОНОВ

Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

Аннотация. В работе рассматривается потенциал применения онлайн-социальных сетей для оценивания уровня цифровизации. С помощью разработанного программного обеспечения анализируется виртуальное население (количество пользователей различных городов и регионов) онлайн-социальной сети «ВКонтакте». Делаются выводы о возможности применения данных анализа онлайн-социальных сетей в качестве компонент индексов при оценивании цифровизации.

Ключевые слова: *Цифровая экономика, индексы цифровизации, социальные сети, ВКонтакте, виртуальное население*

Fedorov A.M., Datyev I.O.

VIRTUAL POPULATION AS A MEASURE OF DIGITALIZATION IN THE REGIONS

Annotation. The paper discusses the potential use of online social networks to assess the level of digitalization. With the help of the developed software, the virtual population (the number of users in different cities and regions) of the VKontakte social network is analyzed. Conclusions are drawn about the possibility of using data analysis of online social networks as a component of indices when evaluating digitalization.

Keywords: *Digital economy, digitalization indices, social networks, Vkontakte, virtual population*

Многие страны стремятся к развитию цифровой (электронной) экономики, термин «цифровизация» отчасти представляет собой меру такого развития. Однако, понятие «цифровизация» – относительное, соответственно, и измерять цифровизацию можно по-разному. Рассмотрим значения этих двух взаимосвязанных терминов.

Принято считать, что концепция электронной экономики была представлена в книге Дона Тапскотта «Электронно-цифровое общество», которая вышла в 1994 году [1]. В 1995 году данная концепция получила распространение во многом благодаря лекциям Николаса Негропonte, использовавшего метафору о переходе от обработки атомов к обработке битов [2], отмечавшего недостатки классических товаров в «физическом» воплощении (вес, сырьё, транспорт) и преимущества новой экономики (отсутствие веса товаров, виртуальность, почти не нужное сырьё, мгновенное глобальное перемещение).

Существует несколько определений термина «цифровая экономика». Пожалуй, самое емкое определение цифровой экономики предложено Всемирным банком: цифровая экономика – это система экономических, социальных и культурных

отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий.

В исследовании [3] автор выделяет технологическую и «аналоговую» составляющие цифровой экономики. В качестве важных элементов первой выделяются мобильные технологии, бизнес-аналитика, облачные вычисления и онлайн-социальные сети. Как и во многих других работах, отмечается важность не только технологических аспектов, но и «аналоговых дополнений», таких как благоприятный деловой климат, весомый человеческий капитал, надлежащее управление, являющихся фундаментом экономического роста.

Цифровизация – это проникновение цифровой экономики в нашу повседневную жизнь. Иногда под термином цифровизация понимают процесс внедрения ИКТ или процесс перехода к цифровой экономике в целом. Т.е. термин цифровизация применяется и как процесс и как явление.

Споры по поводу того, что же первично в цифровой экономике, технологии или человеческий капитал, не утихают до сих пор. Одно можно сказать с уверенностью: уже сегодня, цифровая экономика не ограничивается бизнесом электронной торговли и сервисов, а затрагивает практически каждый аспект жизни: здравоохранение, образование, интернет-банкинг и др.

Основная цель данного исследования заключается в анализе потенциала онлайн-социальных сетей (ОСЦ) для оценивания цифровизации. Актуальность исследования обосновывается следующими причинами:

1. Отставание официальных статистических данных, а на основе анализа ОСЦ можно делать статистические срезы «здесь и сейчас».

2. Росстат получает статистические данные, преимущественно, на основе опросов населения, а с помощью анализа ОСЦ можно формировать статистику на основе анализа открытых данных, которые уже размещены в ОСЦ.

3. Принципиальная возможность сопоставления данных, полученных официальной статистикой (Росстатом) и посредством анализа ОСЦ, для решения задач верификации и поиска закономерностей.

Для оценки роста и внедрения цифровой экономики разрабатываются различные международные индексы: Индекс развития информационных и коммуникационных технологий (IDI), разработанный Международным союзом электросвязи, Индекс сетевой готовности (NRI), созданный Всемирным экономическим форумом, Всемирный рейтинг конкурентоспособности цифровых технологий (WDCR), Индекс цифровой экономики и общества (DESI) и Международный индекс цифровой экономики и общества (I-DESI), разработанные Европейской комиссией, Индекс цифрового общества (DSI), Индекс цифровизации экономики «e-intensity», предложенный Boston Consulting Group (BCG), Индекс развития электронного правительства (EGDI), рассчитанный Департаментом экономического и социального развития ООН

(UNDESA), Индекс электронного участия (EPART), опубликованный ООН, Global Connectivity Index (GCI), опубликованный Huawei, Global Innovation Index – GI, Индекс цифровизации (DiGiX) и другие индексы [4].

Следует выделить отдельную группу индексов для исследования развития цифровой экономики в России. Основными в этой группе являются исследования Московской школы управления «Сколково» (Цифровая жизнь российских мегаполисов, Индекс цифровой России) и Индекс цифровой грамотности, разработанный Региональным общественным центром интернет-технологий (РОЦИТ).

В основе методологии исследования Цифровая жизнь российских мегаполисов лежит идея баланса между спросом и предложением на цифровые услуги (15 городов с населением более 1 млн. человек). Результаты двухлетнего мониторинга (2014-2015 гг.) Позволяют сделать вывод, что в 2015 г. крупные российские города перешли на этап вторичной цифровизации, когда доля населения, регулярно использующего Интернет, превысила 70%, а привычка использования цифровых сервисов в повседневной жизни перешла в разряд «доминантных» [5].

Индекс «Цифровая Россия» рассчитывается на основе открытых источников с учетом достоверности, цитирования и тональности высказываний о событиях [6]. В ходе исследования эксперты оценивали законодательные акты, заметки на сайтах различных департаментов и университетов и другие открытые источники, в которых упоминается развитие цифровой экономики в разных регионах. Самый высокий уровень цифровизации наблюдается в центральной и западной частях России, а самый низкий – в юго-западной части. По итогам первого полугодия 2018 года согласно индексу «Цифровая Россия» лидером является Уральский федеральный округ (УФО), второе и третье место заняли Центральный и Приволжский федеральные округа, а замыкающий – Северо-Кавказский ФО. Уральский федеральный округ занимает лидирующие позиции благодаря учебным центрам по подготовке кадров, научно-производственным базам и так называемым территориям опережающего развития.

Всероссийское исследование «Индекс цифровой грамотности» отслеживает цифровые компетенции россиян и ежегодно обновляется с 2015 года. Для расчета используются индикаторы, характеризующие «первичную» (распространенность фиксированного и мобильного интернета) и «вторичную» цифровизацию – уровень цифровых компетенций в широком смысле (уровень компетенции в проведении финансовых транзакций через Интернет, уровень культуры взаимодействия в ОСЦ и т. д.). Индекс цифровой грамотности основан на 3 субиндексах: цифровое потребление, цифровая компетенция и цифровая безопасность [7].

Следует упомянуть исследование [8], в котором авторы рассчитали индекс e-Intensity (с небольшими изменениями) для российских регионов. В этом исследовании авторы отметили, что степень цифровизации российских регионов все еще неоднородна и делится на 4 основные группы: лидеры (Москва, Санкт-Петербург), развивающиеся регионы (большинство регионов центральной и южной России, регионы Сибири и Дальний Восток), развивающиеся регионы с небольшим населением (северные регионы России и малонаселенные районы Дальнего Востока) и отстающие регионы (некоторые части Северного Кавказа).

Во многих рассмотренных индексах цифровизации учитывается использование населением онлайн-социальных сетей. Эти данные получаются, как правило, на основании опросов населения или даже онлайн-анкетирования пользователей.

Благодаря своей распространенности и популярности онлайн-социальные сети являются перспективным инструментом для проведения социологических (и разных других) исследований. Несмотря на то, что классические методы таких исследований (например, анкетирование или телефонный опрос), во многих случаях позволяют получить более точные статистические сведения, использование средств на базе ОСЦ может обеспечить более широкий охват и больший объем выборки.

Для подтверждения гипотезы о возможности использования информации социальных сетей для оценивания уровня цифровизации регионов была выбрана ОСЦ «ВКонтакте» по причине ее высокой популярности на постсоветском пространстве. По различным оценкам количество пользователей «ВКонтакте» составляет от 81 до 228 миллионов человек.

Проведенные эксперименты заключались в анализе с помощью встроенной API-функции открытых данных всех профилей пользователей «ВКонтакте» на предмет принадлежности к определенному городу или региону. Пользователи, которые не указали в профиле свой город, в результаты не попали и в расчетах не участвовали. Пользователи, которые по разным причинам указали город, не соответствующий фактическому месту пребывания, на общем основании были учтены в статистике по указанному городу. Непосредственного обращения к пользовательским профилям не производилось. В итоге формировалась таблица базы данных, содержащая сведения о количестве пользователей «ВКонтакте», указавших в своем профиле определенный город в качестве места жительства/пребывания. Затем, полученная таблица дополнялась официальной статистикой Росстата о количестве населения соответствующего города. Аналогичным образом была сформирована таблица, содержащая сведения о количестве аккаунтов «ВКонтакте» и численности населения региона.

Для возможности проведения визуального анализа данные полученных таблиц были отображены на карту. Представление результатов анализа ОСЦ на двух различных уровнях, – города и региона, – позволило соотнести полученные результаты с оценками цифровизации других исследователей и

выявить неоднородность и другие особенности распространенности ОСЦ «ВКонтакте». Кроме того, в работе проанализированы возможные причины неоднородности соответствия количества виртуального и реального населения различных городов.

На основе результатов экспериментов прослеживается неоспоримое лидерство Москвы и Санкт-Петербурга. Можно отметить отставание некоторых регионов Северного Кавказа. Такие результаты соотносятся с результатами других работ, например [6], [8].

Анализ онлайн-социальных сетей требует разработки и применения информационных технологий верификации данных, полученных из социальной сети. Более точные значения, а также новые знания могут быть получены при использовании алгоритмов семантического контекстного анализа и машинного обучения. Более глубокий анализ с применением этих методов позволит корректировать данные официальной статистики или претендовать на роль одного из источников этой статистики. Кроме того, для получения более точных сведений необходимо использовать данные нескольких онлайн-социальных сетей. Другим важным с точки зрения научного исследования вопросом является выявление ботов и отсекация информации, полученной на основе анализа неактивных аккаунтов. Значимым аспектом является учет временной составляющей при анализе ОСЦ для обеспечения принципиальной возможности решения задач ретроспективного анализа и прогнозирования направлений эволюции и значений различных показателей виртуального мира. Как видно, существует достаточное количество проблем на пути использования ОСЦ в качестве источника данных. Однако, научным сообществом прорабатываются решения для большинства из перечисленных проблем, что дает основания надеяться на их разрешение уже в ближайшее время.

Таким образом, уже сегодня данные из ОСЦ могут применяться для оценки уровня цифровизации городов, регионов и даже стран, если не в качестве отдельного индекса цифровизации, то, по крайней мере, в качестве субиндекса. Главным преимуществом такого подхода является возможность производить мониторинг и статистические срезы «здесь и сейчас», получая наиболее актуальную информацию на основе анализа открытых данных, которые уже размещены в онлайн-социальной сети.

Литература

1. Tapscott, Don. The Digital Economy Promise and Peril In The Age of Networked Intelligence, 1994. 368 с. Режим доступа: <http://dontapscott.com/books/the-digital-economy/>(дата обращения 02.02.2019).

2. Negroponte, Nicholas. Being Digital. New York: Alfred A. Knopf, 1995. Режим доступа: <http://web.stanford.edu/class/sts175/NewFiles/Negroponte.%20Being%20Digital.pdf> (дата обращения 02.02.2019).
3. Паньшин Борис. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития // Наука и инновации. 2016. №157. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-ekonomika-osobennosti-i-tendentsii-razvitiya> (дата обращения 02.02.2019).
4. Головенчик Г.Г. Рейтинговый анализ уровня цифровой трансформации экономик стран ЕАЭС и ЕС. Цифровая трансформация. 2018;(2):5-18.
5. Цифровая жизнь российских мегаполисов, 2016. Режим доступа: https://iems.skolkovo.ru/downloads/documents/SKOLKOVO_IEMS/Research_Report_s/SKOLKOVO_IEMS_Research_2016-11-30_ru.pdf (Дата обращения 02.02.2019).
6. Индекс «Цифровая Россия». Режим доступа: <https://finance.skolkovo.ru/ru/sfice/research-reports/1779-2018-10-001-ru/> (дата обращения 02.02.2019).
7. Индекс цифровой грамотности, 2017 (РОЦИТ). Режим доступа: http://xn--80aaefw2ahcfbneslds6a8jyb.xn--plai/media/Digital_Literacy_Index_2017.pdf (дата обращения 02.02.2019).
8. Россия онлайн? Догнать нельзя отстать [Электронный ресурс] / Б. Банке, В. Бутенко, И. Котов [и др.]. Режим доступа: http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Russia-Online_tcm27-152058.pdf (дата обращения 21.02.19).

УДК 004.942

Фомин А.В., Хохуля М.С., Львов В.В.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОЙ ФАЗЫ В ГИДРОЦИКЛОНЕ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Апатиты, Горный институт КНЦ РАН

Аннотация. В статье приведены результаты исследования особенностей турбулентного течения водного потока в лабораторном образце гидроциклона. С использованием математического аппарата вычислительной гидродинамики установлены закономерности распределения скоростей и траекторий движения жидкости в различных геометрических зонах моделируемого объекта, а также давления в рабочем объеме аппарата.

Ключевые слова: *Переработка минерального сырья, гидродинамика, компьютерное моделирование, ANSYS*

Fomin A.V., Khokhulya M.S., Lvov V.V.

STUDYING THE REGULARITIES OF THE LIQUID PHASE FLOW IN A HYDROCYCLONE BASED ON THE RESULTS OF NUMERICAL SIMULATION

Abstract. The article presents the results of the study featuring the turbulent water flow in a laboratory sample of a hydrocyclone. Using the mathematical apparatus of computational hydrodynamics, the laws governing the distribution of velocities and fluid motion paths in various geometrical zones of the object have been simulated, as well as the pressure in the working volume of the apparatus.

Keywords: *Mineral processing, hydrodynamics, computer modeling, ANSYS*

В настоящее время при изучении процессов переработки минерального сырья все большее применение находит компьютерное моделирование методами вычислительной гидродинамики (Computational Fluid Dynamics – CFD). В частности, выполнены исследования, посвященные численному моделированию процесса центробежной классификации в гидроциклоне [1-3]. Применение этих методов позволяет установить гидродинамические характеристики процесса разделения, такие как распределение скоростей, давления, траектории движения жидкости и др., которые крайне затруднительно определить, пользуясь стандартными методами исследований.

В настоящей работе приведены результаты численного моделирования течения водного потока в лабораторном гидроциклоне RWS 75 производства австрийской компании AKW. Разработка модели гидроциклона осуществлялась в программном комплексе ANSYS и состояла из следующих этапов: разработка трехмерной геометрии моделируемого объекта, генерация расчетной сетки, задание параметров моделирования и граничных условий, проведение расчетов, анализ результатов моделирования и оценка адекватности разработанной модели.

Трехмерная геометрия гидроциклона была разработана с использованием программы ANSYS Space Claim на основе прилагаемой к аппарату технической документации и измерений его геометрических параметров. Генерация расчетной сетки производилась в программе ANSYS Meshing, которая состояла из ≈ 1000000 элементов гексаэдрической формы размером 1 мм. У выходных отверстий (песковая и сливная насадки) гидроциклона, где требуется большая точность вычислений, размер ячейки был уменьшен до 0,1 мм.

Для моделирования центробежных потоков жидкости в программной среде ANSYS Fluent использовались модели VOF (Volume Of Fluid), описывающая движение многофазной среды вода-воздух в гидроциклоне и RSM (Reynolds Stress Model) модель турбулентности. В качестве граничных условий выбирались входное отверстие гидроциклона с заданным объемным расходом воды (тип mass flow inlet), два выходных отверстия (тип pressure outlet), остальные границы расчетного объема имели тип стенка (wall).

Расчет модели производился с использованием компьютера, оснащенного процессором Intel Core i7-4770 и 16 Гб оперативной памяти под управлением

Windows 10. Время проведения расчетов составило около 2 часов. При использовании более мощного аппаратного обеспечения время расчетов можно сократить до нескольких минут. Сравнение времени, затрачиваемого на проведение вычислительного эксперимента и лабораторного опыта по центробежной классификации, который может занимать несколько дней, указывает на преимущество использования компьютерного моделирования при исследовании процессов разделения минеральных компонентов.

На основании выполненных расчетов модели были определены гидродинамические характеристики рассматриваемого процесса. В качестве примера на рисунке приведены траектории движения жидкости в рабочем объеме аппарата, распределения давления и скоростей в вертикальном сечении гидроциклона при объемном расходе воды $1,8 \text{ м}^3/\text{ч}$, давлении на входе $2,5 \text{ атм}$ и диаметре песковой насадки 6 мм .

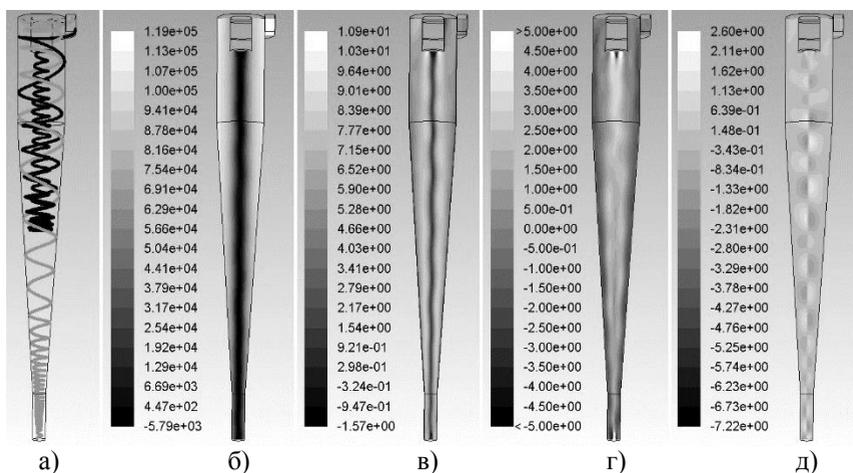


Рисунок. Распределения: а) траекторий движения жидкости; б) статического давления, Па; в) тангенциальной составляющей скорости, м/с; г) осевой составляющей скорости, м/с; д) радиальной составляющей скорости, м/с.

Анализируя полученные распределения, в гидроциклоне образуется два вращающихся вихревых потока, один из них является нисходящим и занимает основную часть аппарата, другой располагается в центральной части гидроциклона и является восходящим (рис. а). Статическое давление в гидроциклоне уменьшается от периферии к центру и вблизи центральной оси аппарата, где образуется воздушный столб, может принимать отрицательное значение (рис. б).

Для тангенциальной составляющей скорости (рис. в) было выявлено, что ее значение увеличивается по мере уменьшения радиуса вращения и во внутреннем потоке может превышать скорость подачи питания. В воздушном столбе значение тангенциальной скорости близко к нулю. Осевые скорости жидкости (рис. г) плавно и быстро возрастают по мере приближения от стенки гидроциклона к центральной части аппарата. Значение скорости изменяется с отрицательного на положительное, переходя через нуль в средней части радиуса гидроциклона. В отношении радиальных скоростей (рис. д) было выявлено, что в гидроциклоне отсутствует постоянство радиальных скоростей в вертикальных коаксиальных сечениях. Одному и тому же радиусу на разных уровнях по его высоте соответствуют различные радиальные скорости.

С целью оценки адекватности моделирования был проведен ряд опытов на рассматриваемом гидроциклоне в лабораторных условиях. В ходе опытов изменялись такие управляющие параметры процесса как расход воды, подаваемой в гидроциклон, давление на входе в аппарат и диаметр песковой насадки. В качестве количественных показателей рассматриваемого процесса выбран расход воды в слив и пески гидроциклона, на основе которых производилось сравнение результатов лабораторного и вычислительного эксперимента (таблица).

Оценка адекватности моделирования производилась на основе расчета абсолютной и относительной погрешности по расходу воды в продукты гидроциклона. На основании полученных данных установлено, что показатели, полученные в результате моделирования, являлись сопоставимыми с результатами лабораторного эксперимента (абсолютная и относительная погрешность не превысили 3% и 12% соответственно), что позволяет утверждать об адекватности моделирования гидродинамического процесса течения жидкой фазы в гидроциклоне при заданных условиях.

Таким образом, компьютерное моделирование с применением методов вычислительной гидродинамики позволило установить закономерности распределения давления, скорости и траектории течения жидкой фазы в различных геометрических областях рабочего пространства гидроциклона. Адекватность моделирования была подтверждена результатами лабораторных опытов. Продолжение исследований в данном направлении будет связано с оценкой влияния дисперсной фазы на результаты классификации в гидроциклоне на базе модели дискретных элементов (Discrete Phase Model – DPM).

Таблица. Результаты вычислительного эксперимента и лабораторного опыта по определению выхода жидкой фазы в продукты гидроциклона

Давление, атм	Продукт	Результаты вычислительного эксперимента				Результаты лабораторного эксперимента			
		Диаметр песковой насадки, мм							
		3		6		3		6	
		Расход, м ³ /ч	Выход, %	Расход, м ³ /ч	Выход, %	Расход, м ³ /ч	Выход, %	Расход, м ³ /ч	Выход, %
2	Слив	1,49	91,81	1,18	72,73	1,47	90,87	1,20	74,09
	Пески	0,13	8,19	0,44	27,27	0,15	9,13	0,42	25,91
	Итого	1,62	100	1,62	100	1,62	100	1,62	100
2,5	Слив	1,67	91,80	1,31	72,73	1,69	92,70	1,34	74,43
	Пески	0,15	8,20	0,49	27,27	0,13	7,30	0,46	25,57
	Итого	1,82	100	1,80	100	1,82	100	1,80	100
3	Слив	1,81	91,80	1,43	72,75	1,81	91,63	1,47	74,71
	Пески	0,16	8,20	0,54	27,25	0,16	8,37	0,50	25,29
	Итого	1,97	100	1,97	100	1,97	100	1,97	100
3,5	Слив	1,92	91,80	1,53	72,74	1,92	91,87	1,59	75,18
	Пески	0,17	8,20	0,57	27,26	0,17	8,13	0,52	24,82
	Итого	2,09	100	2,11	100	2,09	100	2,11	100

Литература

1. S. RaziyeH. CFD simulation of an industrial hydrocyclone with Eulerian–Eulerian approach: A case study / S. RaziyeH, S.G. Ataallah // International Journal of Mining Science and Technology. 2014. Vol. 24.Issue 5. P. 643–648.
2. M. Narashima. A review of CFD modelling for performance predictions of hydrocyclone / M. Narashima, M. Brennan, P.N. Holtham // Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics. 2007. V.1. No. 2. pp.109-125.
3. Фомин А.В., Хохуля М.С., Опалев А.С., Львов В.В. Изучение сепарационных характеристик разделения промпродукта основной магнитной сепарации в гидроциклоне на основе компьютерного моделирования // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № S23. С. 465-473.

УДК 004.942

Фридман А.Я.

СИТУАЦИОННАЯ ОСВЕДОМЛЕННОСТЬ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОМЫШЛЕННО-ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

Аннотация. Концепция ситуационной осведомленности адаптирована и конкретизирована для ранее разработанной ситуационной концептуальной модели промышленно-природного комплекса. Особенности представленного подхода состоят в количественной оценке трёх основных аспектов (этапов) достижения ситуационной осведомленности и учете возможности перехода объекта моделирования из режима нормального функционирования в нештатную или чрезвычайную ситуацию. Анализ ситуационной осведомленности выполняется в дискретизированном пространстве состояний объекта с экспертно синтезируемой метрикой. Разработка позволяет объективизировать измерение уровня ситуационной осведомленности для всех принимающих решения лиц, участвующих в управлении составными частями комплекса.

***Ключевые слова:** Ситуационная осведомленность, модельное прогнозирование, обработка информации, промышленно-природные комплексы*

Fridman A.Ya.

SITUATIONAL AWARENESS IN MODELING INDUSTRIAL AND NATURAL COMPLEXES

Abstract. The concept of situational awareness is adapted and concretized for the previously developed situational conceptual model of an industrial-natural complex. The features of the presented approach consist in the quantitative assessment of the three main aspects (stages) of achieving situational awareness and taking into account the possibility of transferring the object of modeling from the normal operation mode to an abnormal or emergency situation. Situational awareness analysis is performed in a discretized state space of an object with an expertly synthesized metric. The development allows objectifying the measurement of the level of situational awareness for all decision makers involved in the management of the complex components.

***Keywords:** Situational awareness, model forecasting, information processing, industrial-natural complexes*

Введение

В настоящее время концепция ситуационной осведомленности (СО – situation(al) awareness, см., например, [1-3]) описывает наиболее общие принципы подготовки и обработки информации для реализации ситуационного подхода в динамических предметных областях. Ситуационная осведомленность включает в себя осознание того, что происходит в окружающей среде, чтобы

понять, как информация, события и собственные действия будут влиять на цели и задачи в текущий момент и в ближайшем будущем. Недостаточную или неверную осведомленность о ситуации считают одним из основных факторов, связанных с несчастными случаями, которые вызваны «человеческим фактором» [1]. Таким образом, осведомленность о ситуации особенно важна в профессиональной деятельности, где поток информации может быть довольно высоким, а плохие решения могут привести к серьезным последствиям. Это особенно явно проявляется в высокодинамичных предметных областях (например, пилотирование самолета, военные действия, обращение с тяжелобольными или ранеными пациентами и т.п.), однако, по мнению автора, требует учета и в рассматриваемых задачах моделирования промышленно-природных комплексов (ППК) [4], где время принятия решений достаточно велико, но остальные аспекты СО весьма существенны.

Некоторые исследователи критикуют этот подход за излишнюю общность (см., в частности, [3]). Представляется, что общие принципы СО действительно становятся реалистичными только применительно к конкретной модели принятия решений в той или иной предметной области. Поэтому далее они интерпретируются для ситуационной концептуальной модели (СКМ) [4, 5], разработанной для исследования ППК.

Для удобства восприятия основные положения СО далее приводятся курсивом, обычным шрифтом описаны особенности их применения в СКМ.

Уровни достижения СО

Для достижения СО необходимо обеспечить корректную обработку информации на трех уровнях: восприятие элементов окружающей среды, понимание ситуации и прогноз будущего статуса [2]. В СКМ восприятие моделируется заданием исходной ситуации, понимание – формированием полной ситуации и определением организационного уровня решения задачи, прогнозирование – выбором желательного класса ситуаций и имитационным моделированием поведения ППК в выбранном классе. Для борьбы с «информационным взрывом» на уровнях восприятия и понимания необходимы эффективные средства выделения существенных факторов из множества доступных измерений и наблюдений. В СКМ эта задача естественным образом решается в ходе обобщения ситуаций путем поиска альтернатив (достаточных ситуаций), в максимальной степени решающих поставленную ЛПП задачу перевода системы их текущего класса ситуаций в заданный новый класс.

В работах М. Эндсли неоднократно отмечается (например, [6]), что высокий уровень СО чаще всего достигается экспертами по решению той или иной задачи, а не новичками (хотя она всякий раз отмечает, что чудеса все же случаются [6]). В СКМ острота этой проблемы снимается тем, что хотя ЛПП не

всегда являются специалистами по всем аспектам функционирования подчиненной им части ППК, модель в идеале создается экспертами, поэтому достаточный уровень СО представляется вполне достижимым.

Корректная установка приоритетов при отборе и последующем анализе доступной информации – одна из главных проблем достижения приемлемого уровня СО [2]. Для этого в СКМ разработан ряд методов обработки ситуаций [4]: средства детального контроля корректности СКМ на всех этапах её жизненного цикла, алгоритмы классификации и обобщения ситуаций, в том числе в рамках когнитивного подхода [7], средства оценки эффективности доступных альтернатив реализации ППК и т.д. Когнитивный метод классификации ситуаций, базирующийся на предложенной семантической иерархической метрике близости ситуаций, позволяет учитывать экспертные оценки важности уровней иерархической модели ППК.

СО и принятие решений

Вход в процедуры достижения СО – состояние окружающей среды, за этими процедурами следует принятие решения и действие [2].

Поскольку в СКМ модель опасных ситуаций есть расширение модели нормального функционирования, каждый процесс/объект должен иметь не менее 1 исполнителя модели нормального функционирования и не менее 1 исполнителя модели функционирования в опасной(ых) ситуации(ях). Последние должны подключаться при выходе заданных переменных за безопасный диапазон. Технологически это выполняется анализом экспертно формируемых условий и степени опасности выхода за SR с подключением другого исполнителя того элемента модели, на который влияют нарушения SR. Степень опасности текущей ситуации необходимо учитывать и при оценке СО. Такой подход позволяет искать критические процессы и объекты, проблемы в которых сильно снижают СО.

В отличие от «классических» областей применения СО, в СКМ появляется возможность не только выявлять момент перехода некоторого объекта из режима нормального функционирования в нештатный режим, но и рассчитывать степень потери СО при таких переходах, если производить моделирование в унифицированном дискретизированном пространстве [4], допускающем наличие как числовых, так и строковых переменных в векторе состояния объекта. Таким образом, «обычное» концептуальное пространство (например, [8]) расширяется и становится применимым также для опасных режимов функционирования ППК.

Наборы критических ключей (характеристик) позволяют использовать ментальную схему для индикации и мгновенной классификации и понимания прототипических ситуаций [6]. В СКМ это существенное и быстрое превышение показателем обобщенных затрат некоторого элемента модели единичного значения,

которое свидетельствует о неэффективности функционирования этого элемента (при условии корректных значений его входных ресурсов) [4], и выход значений существенных ресурсов [4] за безопасный диапазон, указывающее на возможность появления иницирующих событий [5].

СО – это внутренняя ментальная модель состояния окружающей среды, имеющаяся у оператора (в нашем случае – ЛПР). Она строится путем применения системных знаний, знаний об интерфейсе программной среды и об окружающем мире. СО, принятие решений и эффективная деятельность есть различные этапы, взаимовлияющие в непрерывном цикле, который может быть разорван и другими факторами [2].

Результатом применения СО в СКМ является выбор начальной ситуации (это системное знание о важнейших параметрах, характеризующих состояние и поведение ППК) и, после анализа соответствующей полной ситуации, выбор нового (или сохранение прежнего) класса ситуаций для дальнейшего функционирования ППК или его части, а также выбор среди предложенных альтернатив (достаточных ситуаций) реализации выбранного класса ситуаций.

В ППК, части которого управляются несколькими ЛПР, для каждого из них можно ввести степень СО, зависящую от соотношения между мощностями множества входных ресурсов зоны ответственности некоторого ЛПР, изменяющихся без его участия, множества выходных ресурсов, подконтрольных этому ЛПР, и их долей в общем количестве ресурсов, существенных для функционирования всего ППК в целом [9]. Предложенные соотношения позволяют объективно оценить важность решений данного ЛПР и учитывать эту важность при поиске баланса интересов всех ЛПР, влияющих на функционирование ППК, с целью координации их действий и исключения конфликтов.

Динамические аспекты СО в СКМ

При анализе временных характеристик СО М. Эндсли указывает на важность учета скорости изменения окружающего мира, которой должна соответствовать скорость принятия решений оператором [6]. В СКМ с этой целью можно использовать величины градиентов (приращений) [4] критериев качества объекта, на котором находится ЛПР, и средства анализа чувствительности предлагаемых решений к изменениям параметров этих критериев. Величины градиентов критериев естественным образом показывают возможный временной интервал прогнозирования поведения объекта моделирования: чем они больше, тем короче интервал достоверного прогноза из-за неизбежных неопределенностей в оценке характеристик ППК и окружающей среды.

Работа частично поддержана грантами РФФИ (проекты №№ 18-29-03022-мк, 18-07-00132-а и 18-01-00076-а).

Литература

1. Lundberg J. Situation Awareness Systems, States and Processes: A holistic framework. Theoretical Issues in Ergonomics Science, 2015.
2. Endsley M.R. Final Reflections: Situation Awareness Models and Measures // J. of Cognitive Engineering and Decision Making. 2015. vol. 9. no. 1. pp. 101-111.
3. Banbury S., Tremblay S. A cognitive approach to situation awareness: Theory and application. Aldershot, UK: Ashgate Publishing, 2004, pp. 317-341.
4. Sharafutdinova A.Я. Ситуационное управление структурой промышленно-природных систем. Методы и модели. – Saarbrucken, Germany: LAP, 2015.
5. Фридман А.Я., Курбанов В.Г. Формальная концептуальная модель промышленно-природного комплекса как средство управления вычислительным экспериментом // Труды СПИИРАН. 2014. № 6 (37). С. 424-453.
6. Endsley M.R. Theoretical underpinnings of situation awareness: A critical review. In Endsley, M. R., Garland, D. J. (Eds.), Situation awareness analysis and measurement (pp. 3-32). Mahwah, NJ: LEA.
7. Фридман А.Я., Кулик Б.А. Когнитивная категоризация в многокритериальных задачах ситуационного управления. Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 (3-7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия). Труды конференции. В 3-х томах. Т. 2. С. 225-234.
8. Gärdenfors P. Conceptual Spaces: The Geometry of Thought. A Bradford Book. Cambridge, MA: MIT Press, 2000.
9. Фридман А.Я., Олейник А.Г. Методы и средства поддержки принятия решений по обеспечению устойчивого функционирования промышленно-природных комплексов в арктической зоне РФ. - М.: История науки и техники, ООО Издательство «Научтехлитиздат», № 3. 2019, с. 26-34.

УДК 004.9, 681.518

Шарафутдинова А.Ф., Белов В.В.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННЫХ МЕДОСМОТРОВ

Чистополь, Чистопольский филиал «Восток» КНИТИУ-КАИ

Аннотация. В работе рассматривается автоматизированная система дистанционных медосмотров путем замера артериального давления, параметров пульса, теста на пары алкоголя в выдыхаемом воздухе и регистрации жалоб.

Ключевые слова: Автоматизация управления, компьютерные системы, базы данных, дистанционный медицинский осмотр

Sharafutdinova A.F., Belosh V.V.

AUTOMATED REMOTE MEDICAL INSPECTION SYSTEM

Annotation. The paper reviews an automated system for remote medical examinations by measuring blood pressure, pulse parameters, an alcohol breath test and registering complaints.

Keywords: *Automation of management, computer systems, databases, remote medical examination*

Предрейсовый медицинский осмотр – обязательное условие работы водителя в транспортной компании. Прохождение предрейсовых медицинских осмотров регламентируется рядом нормативно-правовых документов. Медосмотр позволяет определить: здоров ли водитель, не страдает ли он от переутомления или похмельного синдрома, не принимал ли он алкоголь, или другие вещества, которые могут повлиять на его способность к вождению. Если выявлен хотя бы один из перечисленных признаков, к работе в этот день водитель не допускается.

В настоящее время медосмотры проводят медицинские работники, имеющие соответствующее высшее или среднее профессиональное образование и работающие либо в медицинской организации, либо состоящие в штате работодателя, только при наличии лицензии на осуществление медицинской деятельности, и сертификата или свидетельства о повышении квалификации предрейсовых и послерейсовых медицинских осмотров [1].

При использовании ручного подхода по учёту показателей измерительных приборов медицинский осмотр сотрудников, допускаемых к управлению транспортным средством или спецтехникой в качестве водителя перед выездом в рейс и после возвращения из рейса проходит следующим образом. Медработник проводит измерения давления, пульса, температуры тела и концентрации алкоголя в выдыхаемом воздухе, которые затем заносит в журнал. После чего медработник, выдает водителю справку, в которой содержится допуск или запрет на рейс. Следовательно, сложность проведения предрейсовых и послерейсовых медосмотров вручную заключается в том, что медработник должен для каждого водителя вручную произвести измерения физиологических параметров, занести их в журнал, на основе этих данных, решить допустить или не допустить водителя в рейс. На каждого сотрудника этот процесс занимает около десяти минут.

Однако иметь медицинского работника в штате могут позволить себе только крупные транспортные компании. Поэтому многие транспортные компании покупают услуги медицинского работника в специализированных организациях. В связи с вводом нового законодательства, транспортные компании могут воспользоваться услугами медицинских организаций дистанционно. В этом случае водитель может проходить медицинское обследование в транспортной компании, а медицинский работник может принимать решение о состоянии здоровья водителя находясь в медицинской организации.

Для реализации дистанционных медицинских осмотров создаются автоматизированные системы дистанционных предрейсовых и послерейсовых

медицинских осмотров. Структурная схема автоматизированной системы дистанционных осмотров представлена на рисунке 1.

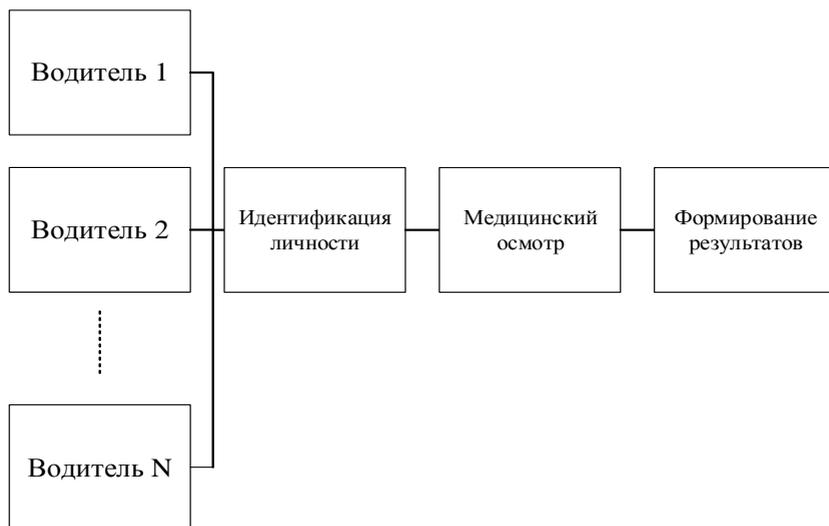


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы дистанционных медосмотров

Автоматизированное рабочее место или терминал (далее – АРМ) предназначено для прохождения работником дистанционного контроля состояния здоровья путем замера артериального давления, параметров пульса, теста на пары алкоголя в выдыхаемом воздухе и регистрации жалоб (при их наличии), а также для связи с медицинским работником посредством передачи результатов измерений в режиме онлайн.

АРМ состоит из следующих компонентов:

- персонального компьютера с предустановленной операционной системой;
- видеокамеры (часто встроенной в персональный компьютер), служащей для визуального контроля обследуемого;
- тонометра для измерения артериального давления и частоты пульса;
- алкотестера для измерения массовой концентрации паров этанола в выдыхаемом воздухе;
- пирометра или бесконтактного измерителя температуры водителя;

– специализированного программного обеспечения, предназначенного для обработки медицинских показаний и передачи данных провайдеру услуг.

Для расширения функциональных возможностей АРМ применяется RFID-считыватель, который подключен к серверу базы данных. Подтверждение личности водителя происходит путем сравнения фотографии водителя с веб-камеры с фото водителя в базе данных [2].

Литература

1. Шарафутдинова А.Ф. «Система определения усталости водителя» / научный руководитель доцент, к.т.н. Белош В.В. // Вестник современных исследований. 2018 №7-1. С.412
2. Белош В.В., Козлов А.В., Осинцов В.В., Путилов В.А. Интеллектуальный конвейер проектирования систем безопасности производства нетканых материалов // Технологии техносферной безопасности. 2014. №6(58), С. 33.

УДК 004.9

Шишаев М.Г., Датьев И.О., Федоров А.М.

ПРОБЛЕМАТИКА И ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА ДИНАМИКИ ИДЕНТИЧНОСТИ СООБЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СОЦИАЛЬНЫХ МЕДИА

Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

Аннотация. В работе рассматривается фреймворк для изучения идентичности сообществ на основе данных социальных медиа. Обосновывается актуальность задачи анализа идентичности с позиций различных концепций безопасности, предлагается трехкомпонентная модель идентичности, характеризуется проблематика задачи и возможные методы ее решения. Предлагается обобщенная схема решения задачи.

Ключевые слова: Социальная безопасность, социальные сети, мониторинг сообществ, анализ идентичности

Shishaev M.G., Datyev I.O., Fedorov A.M.

PROBLEMATIC AND TECHNOLOGIES FOR MONITORING DYNAMICS OF COMMUNITIES IDENTITY BASED ON SOCIAL MEDIA DATA

Abstract. The paper discusses a framework for studying community identity based on social media data. The relevance of the problem of analyzing identity from the standpoint of various security concepts is substantiated, a three-component model of identity is proposed, the problem problematics and possible methods for solving it are characterized. A generalized scheme for solving the problem is proposed.

Keywords: Social security, social networks, community monitoring, identity analysis

Изучение идентичности сообществ (групповой идентичности) является актуальной задачей в контексте задач обеспечения социальной безопасности. Это справедливо как в рамках проблематики национальной безопасности (традиционной парадигмы безопасности), так и с позиций современных расширенных толкований безопасности – так называемой «Копенгагенской школы», а также концепции личностной безопасности («human security»). Копенгагенская школа фиксирует социетальную безопасность (безопасность сообществ) в качестве одного из пяти наиболее значимых секторов общей модели безопасности (кроме военной, политической, экологической и экономической). При этом идентичность рассматривается как конечный признак социетальной безопасности. С другой стороны, для традиционного подхода к безопасности, подразумевающего суверенитет государства в качестве главной цели, мониторинг идентичности сообществ также является важным аспектом, поскольку нация (совокупность граждан государства) представляет собой специфический тип сообщества, а значит ее целостность напрямую связана с безопасностью государства. Наконец, в рамках личностной концепции безопасности, провозглашающей в качестве референтного объекта безопасности отдельного человека (индивида), безопасность сообществ явно указывается в качестве одного из семи компонентов глобальной безопасности [1], что делает вопросы изучения идентичности сообществ актуальными и в данном контексте.

Несмотря на важность вопросов мониторинга и анализа идентичности сообществ, регулярно формируемые данные официальной статистики не содержат достаточно представительных и полных данных, характеризующих этот социальный феномен. Для решения этой проблемы необходимы альтернативные источники данных, в качестве которых в данной работе предлагается использовать данные социальных медиа – онлайн-новых социальных сетей, блогов, форумов, и т.п. С другой стороны, не существует и общепринятой модели идентичности сообществ, пригодной для осуществления регулярной оценки ее состояния и динамики.

Анализ подходов к пониманию феномена идентичности с точки зрения общественных наук (прежде всего – социологии и политологии) позволяет сделать вывод о наличии трех ключевых атрибутов идентичности, оценка которых позволит получать представление о состоянии и динамике идентичности изучаемого сообщества, достаточное для идентификации потенциальных угроз. К числу этих атрибутов относятся: (1) некоторый набор ценностей, разделяемых сообществом, (2) существование «анти-идентичности», характеризующей антагонистичное сообщество (-а) «они» и (3) наличие устойчивых коммуникаций между членами сообщества. Наиболее широко используемым формальным аппаратом для описания коммуникаций внутри социальных групп является общая теория сетей [2].

Что касается первых двух атрибутов идентичности, то, по-видимому, наиболее адекватным общим подходом к их формализации для анализа и мониторинга

является представление идентичности социальных субъектов в виде точек и областей многомерного пространства. Идентичность имеет различные измерения самой разнообразной природы – территориальное, этническое, культурное и другие. Не все измерения могут иметь количественную оценку, поэтому пространство идентичностей является многомерным и неоднородным. Кроме того, оценки компонентов идентичности в основном представляются интервальными значениями с неопределенностью. В качестве формальных инструментов для представления ценностных компонентов идентичности могут быть рассмотрены нечеткие проективные пространства, грубые, мягкие, мульти- и другие нетипичные множества [3, 4, 5].

Для изучения идентичности на основе данных социальных медиа предлагается общая структура (фреймворк), показанная на рисунке. С технической точки зрения, для получения информации, характеризующей компоненты идентичности, из социальных медиа нет серьезных проблем, поскольку большинство соответствующих программных платформ обладают развитыми API. Однако при этом возникают некоторые специфические проблемы. Поскольку анализ социальных медиа связан с пространством виртуальных личностей, необходимы особые подходы, которые позволяют анализировать реальные социальные сущности на основе наблюдений за их виртуальной активностью. Мы полагаем, что это можно сделать путем объединения анализа различных данных, относящихся к изучаемому объекту: пользовательского контента; метаданных сети и спонтанных (собранных «естественным» образом при работе платформы) данных, состоящих из атрибутов профиля пользователя, отметок времени, структуры ссылок рассматриваемого объекта и т.д.

Одна из специфичных проблем использования таких данных в рассматриваемой прикладной задаче – соотнесение «виртуальных наблюдений», проводимых в социальных сетях, с реальными социальными процессами и объектами. Кроме того, наряду с технологическими проблемами при использовании данных социальных медиа необходимо учитывать правовые и этические ограничения, в том числе связанные со скрытым коммерческим использованием пользовательских данных. Для анализа собранных данных и их преобразования в параметры модели идентичности представляется целесообразным использовать методы анализа социальных сетей (SNA), а также методы семантического анализа текстового и мультимедийного контента в совокупности со комбинированными проблемно-ориентированными методами анализа данных социальных медиа.

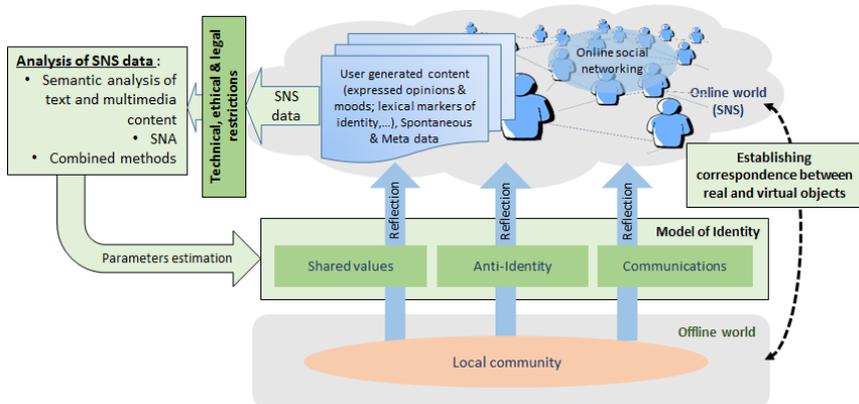


Рис.1. Общая структура методологии изучения идентичности на основе данных социальных медиа

Литература

1. UNDP (United Nations Development Programme). Human Development Report. New York, NY: Oxford University Press. 1994.
2. Barabási, A.L. Network science. Cambridge University Press. 2018.
3. Zadeh, L. A., Abbasov, A. M., & Shahbazova, S.N. Fuzzy-based techniques in human-like processing of social network data. International Journal of Uncertainty Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 23 (Suppl. 1): 2015. pp. 1-14.
4. Pawlak, Z. Rough Sets. International Journal of Computer and Information Sciences, Vol. 11, 5. 1982.
5. Петровский А.Б. Пространства множеств и мультимножеств. М.: Едиториал УРСС, 2003. 248 с.

УДК 004.9

Яковлев С.Ю.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ*

Апатиты, ИИММ КНЦ РАН

Аннотация. Принятие решений при наличии неопределённости и дефицита времени может привести к значительным ошибкам. Выполнен анализ особенностей этого процесса при управлении безопасностью в Арктической зоне Российской Федерации. Предложена

* Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ и Российского фонда фундаментальных исследований - проект № 18-07-00167-а.

структура, описаны основные методы и компоненты информационной технологии управления безопасностью арктических регионов в условиях неопределённости.

Ключевые слова: Региональная безопасность, поддержка принятия решений, оценка неопределённости, модельное прогнозирование, Арктическая зона Российской Федерации

Yakovlev S.Yu.

INFORMATION TECHNOLOGY OF SAFETY MANAGEMENT OF POLAR REGIONS UNDER UNCERTAINTY CONDITIONS

Abstract. Making decisions in the presence of uncertainty and lack of time can lead to significant errors. The analysis of the features of this process in the management of security in the Arctic zone of the Russian Federation is done. A structure is proposed, the main methods and components of the information technology of security management in the Arctic regions under conditions of uncertainty are described.

Keywords: Regional security, decision support, uncertainty assessment, model forecasting, Arctic zone of the Russian Federation

Введение

Вопросы развития Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) необычайно актуальны в последнее десятилетие, к ним обращено внимание руководителей различного уровня, учёных, инженеров, предпринимателей. Можно выделить основные признаки классификации этой сферы: разбиение территории и акватории на участки по различным признакам (пространственный признак или класс); совокупность корпораций и организаций, взаимодействующих в АЗРФ (ведомственный); проекты освоения Арктики и континентального шельфа (проектный); проблемы, свойственные арктическим регионам (проблемный). Каждый из классов, в свою очередь, имеет своё иерархическое или матричное строение. Выбор тех или иных элементов, объединение их в новые структуры определяются решаемой задачей.

Фактор неопределённости в той или иной форме проявляется при решении задач управления в различных областях. В сфере техногенно-экологической безопасности Арктической зоны он также присутствует и играет весьма существенную роль. Необходимость количественной оценки неопределённости при управлении риском не вызывает сомнений, однако отечественных исследований и публикаций на эту тему явно недостаточно.

Ранее в статье [1] было рассмотрено понятие неопределённости, установлены виды неопределённостей, существенные для управления региональной безопасностью, предложен обобщённый алгоритм управления безопасностью, ориентированный на работу с неопределённостями. Настоящая работа в большей степени посвящена вопросам формализации и количественной оценки

неопределённости, свойственных арктическим регионам Российской Федерации. Конечной целью является создание информационной технологии управления риском промышленно-природных чрезвычайных ситуаций с учётом фактора неопределённости.

Этапы информационной технологии

Информационная технология прогнозирования, предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, связанных с хозяйственной и иной деятельностью в АЗРФ, включает в себя следующие основные этапы (компоненты):

- формирование концептуальной модели решаемой задачи,
- работа с нормативно-методической базой,
- работа с архивными данными,
- формирование математической модели задачи,
- выполнение расчётов по модели,
- формирование выходного документа.

Этапы описаны в ряде публикаций (см., например, [2]), определена их внутренняя структура, дана характеристика входной и выходной информации. Технология апробирована в ходе разработки планирующих документов для ряда потенциально опасных объектов и комплексов Мурманской области. На составные части системы получены свидетельства о государственной регистрации программ. На завершившемся недавно «Международном конкурсе научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа 2018 года» технология удостоена диплома лауреата I премии.

Представляется целесообразным учёт неопределённости «привязать» именно к этапам информационной технологии.

Методы формализации неопределённостей для различных этапов

Для каждого этапа рассмотрены особенности количественной оценки неопределённости. Упомянем здесь некоторые общие закономерности формализации.

Отметим прежде всего, что в литературе прослеживаются два подхода к понятию и учёту неопределённости. Первое толкование неопределённости можно условно назвать «расширительным» – в него включаются все возможные «недетерминистские» описания: вероятностное, возможностное и т.п. [3, 4]. Второй подход основан на более «узком» манипулировании понятием и отражает степень незнания точных количественных характеристик, а случайность, нечёткость и т.п. трактуются как свойства, присущие природе исследуемых объектов [5, 6]. Первое

направление, соответственно, охватывает более широкий класс объектов и явлений, второе направление допускает более строгое математическое описание.

Также общей идеей, как и в целом при управлении риском, является стремление учесть неопределённость рационально, разумно соотнеся возможные «выигрыши и проигрыши». Одной из актуальных международных тенденций является переход от концепции реактивного (Safety-I) к концепции проактивного (Safety-II) управления риском [7]. Первый подход подразумевает реагирующую стратегию, фокусировку внимания на неполадках, стремление минимизировать возможный ущерб. Второй подход реализует упреждающую стратегию, концентрацию внимания на нормальном функционировании, стремление максимизировать число «успехов» и решить поставленные задачи. В русле второго направления находятся, например, работы [1, 5, 6, 8].

Пожалуй, один из исторически первых способов учёта неопределённости даёт теория погрешностей (в т.ч. и элементарная) и метрология (измерительная неопределённость). Количественная оценка разброса (рассеяния, дисперсии) значений параметров приводит к интервальному представлению (набор значений, диапазон, доверительный интервал).

Подчеркнём существенную роль субъективного (когнитивного, человеческого) фактора. Неоднократные специальные исследования (bench mark studies) показали, что результаты, полученные разными командами экспертов для одних и тех же исходных данных, могут отличаться на несколько порядков [3]. В сборнике [9], посвящённом психологии принятия решений, убедительно показано, что люди (эксперты), даже знакомые с теорией вероятностей и математической статистикой, полагаются (например, в условиях дефицита времени) на упрощённые эвристики, стереотипы – для оценки вероятности и прогноза неопределённых величин – и совершают ошибки, порой очень сильные.

Эти закономерности учтены при выборе возможных методов учёта неопределённости, исходя из специфики (входная и выходная информация, внутреннее содержание) каждого этапа информационной технологии.

Заключение

В ходе исследований получены следующие основные результаты.

1. Создана интегрированная концептуальная модель управления промышленно-экологической безопасностью АЗРФ. Разработка осуществлялась при выполнении государственного задания в рамках темы НИР ИИММ КНЦ РАН «Модели и методы конфигурирования адаптивных многоуровневых сетевых систем управления региональной безопасностью в Арктической зоне Российской Федерации» (№ 0226-iiimm-2017-14-08).

2. Обоснована архитектура информационной технологии управления безопасностью арктических регионов, выполнен анализ особенностей учёта

неопределённости для этапов информационной технологии. Результат получен в рамках работы над проектом РФФИ № 18-07-00167-а.

Продолжение исследований подразумевает реализацию и апробацию исследовательской версии информационной технологии, развитие рациональных методов учёта неопределённости при управлении риском.

Литература

1. Яковлев С.Ю. Проблема учёта неопределённости при управлении региональной безопасностью // Труды Кольского научного центра РАН. Информационные технологии. 3/2017(8). С.54-61.
2. Яковлев С.Ю., Путилов В.А., Маслобоев А.В. Информационная технология поддержки управления промышленно-экологической безопасностью арктического региона // Труды Международного симпозиума НАДЕЖНОСТЬ И КАЧЕСТВО. Пенза, изд-во ПГУ, 2018. Т. 1. С.53-59.
3. Колесников Е.Ю. Количественное оценивание неопределённости техногенного риска. Ч.1 // Проблемы анализа риска. 2013. № 2, Т. 10. С.48-71.
4. Колесников Е.Ю. Количественное оценивание неопределённости техногенного риска. Ч.2 // Проблемы анализа риска. 2013. № 3, Т.10, С.8-31.
5. Шестаков А.А. Логическое моделирование в условиях неопределённости. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1996. 182 с.
6. Жуковский В.И., Жуковская Л.В. Риск в многокритериальных и конфликтных системах при неопределённости / под ред. В.С. Молостова. Изд. стереотип. М.: Изд-во ЛКИ, 2017. 272 с.
7. E.Hollnagel. Safety-I and Safety-II. The Past and Future of Safety Management. Ashgate, England, 2014, 187 p.
8. Махутов Н.А., Резников Д.О., Петров В.П. Оценка успешности реализации инфраструктурных проектов с учетом факторов неопределённости и многокритериальности принятия решений // Проблемы анализа риска. 2013. №3, Т.10. С.32-45.
9. Д. Канеман, П. Словик, А. Тверски. Принятие решений в неопределённости. Правила и предубеждения. 2-е изд., стер. / Пер. с англ. Х.: Изд-во «Гуманитарный Центр», при участии Гритчиной О.В., 2018. 536 с.

Материалы конференции

VIII Всероссийская конференция (с международным участием) «Теория и практика системной динамики», Апатиты, 1-5 апреля 2019 года

Редактор Щур А.Л.
Технический редактор В. Ю. Жиганов

Подписано в печать 20.02.2019. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 10,7. Тираж 300 экз. Заказ № 4.
ФГБУН ФИЦ КНЦ РАН
184209, Апатиты, Мурманская область, ул. Ферсмана, 14
www.naukaprint.ru

Для записей

Для записей

ISBN 978-5-91137-390-0



9 785911 373900

Институт информатики и математического моделирования –
обособленное подразделение Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра
«Кольский научный центр Российской академии наук»

РОССИЯ, 184209, Мурманская область, г.Апатиты, ул.Ферсмана, 24а



РИО
КНЦ
naukaprint.ru