



Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И УПРАВЛЕНИИ**

**ТЕЗИСЫ XXVIII Байкальской
Всероссийской конференции
с международным участием
29 июня - 8 июля**

Иркутск - Байкал 2023

КОНФЕРЕНЦИЯ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И УПРАВЛЕНИИ»,
ВКЛЮЧАЮЩАЯ МОЛОДЕЖНУЮ ШКОЛУ-СЕМИНАР

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

29 июня – 8 июля

2023

MULTIMODAL DEPRESSION DETECTION: INTEGRATING LSTM AND FUZZY LOGIC FOR ACCURATE DIAGNOSIS

Firoz Neda¹, Берестнева О.Г.², Аксенов С.В.²

¹*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск*

²*Томский политехнический университет, Томск*

nedafiroz1910@gmail.com

Depression is a prevalent mental health disorder affecting millions of people worldwide. Early detection and intervention are crucial for effective treatment, and machine learning techniques can aid in this process. In this paper, we propose a shared LSTM model for audio and BERT-based depression detection, with the inclusion of fuzzy logic at the last layer. The model uses a pre-trained BERT model to extract contextual embeddings from the text and an LSTM to model the temporal dependencies in the audio data. The outputs from both models are concatenated and passed through a fully connected layer. Fuzzy logic is then applied at the last layer to represent the different degrees of depression, and fuzzy inference rules are used to combine the outputs with the fuzzy sets and produce a final prediction. The proposed model is evaluated on a publicly available dataset of audio and text recordings DAIC_WOZ. The findings demonstrate that the proposed model achieves a high level of accuracy in detecting depression and surpasses several state-of-the-art methods. The proposed model has the potential to be used as a diagnostic tool for early detection of depression in clinical settings.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Абдувалиев Абдумурод Абдумутал угли

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск
abdumurod08@gmail.com

Пожар может иметь серьезные экономические и человеческие последствия. Однако его устранение и соответствующие действия могут значительно снизить эту угрозу. Для этого важно правильно обучать людей. Учитывая экономические, экологические и организационные требования и ограничения, связанные с обучением пожарной безопасности, виртуальная учебная среда идеально подходит для традиционного образования. Однако, приглашая сотрудников компании для демонстрации работы устройств, полезно убедиться в их работоспособности [1].

Актуальность применения VR в обучении пожарной безопасности заключается в том, что она позволяет создавать определенные ситуации, которые не всегда возможно повторить в реальной жизни. Например, создание условий для пожара в разных зданиях и помещениях, таких как квартиры, склады, офисы и т.д. Это поможет пожарным и обучаемым лучше понимать основные меры пожарной безопасности и научиться адекватно реагировать в экстренных ситуациях [2].

Цель данной темы состоит в том, чтобы исследовать возможности применения виртуальной реальности для обучения пожарной безопасности в целях повышения эффективности и эффективности образовательного процесса и улучшения безопасности в обществе. В целом, применение VR в обучении пожарной безопасности имеет большой потенциал и может существенно улучшить качество обучения и повысить уровень навыков пожарных. Однако, для реализации этого потенциала необходимо учесть ряд технических, финансовых и практических проблем и найти эффективные решения. На рисунке 1 показана диаграмма пожарной механики, разработанная для виртуальной реальности обучения пожарной безопасности.

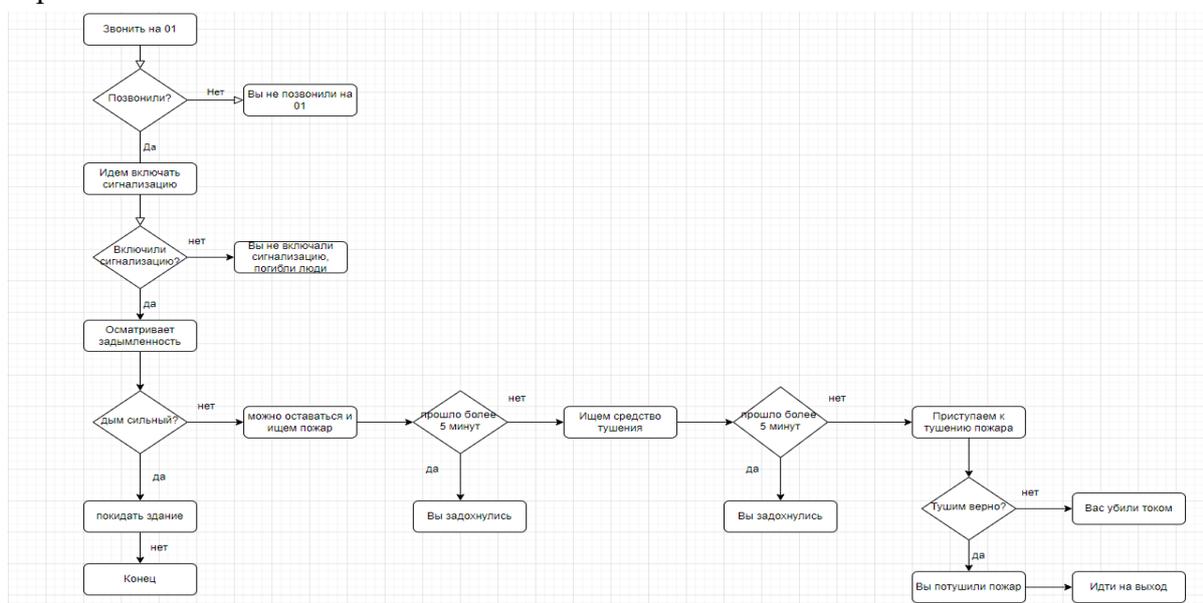


Рис. 1. Диаграмма пожарной механики

Одной из главных проблем традиционного обучения пожарной безопасности является то, что пожары настолько редки, что студенты могут никогда не столкнуться с ними, и не будут иметь представления о том, что делать в случае возникновения пожара. VR-технологии решают эту проблему, создавая сценарии для пожарных ситуаций, которые

симулируют реальные, но безопасные условия. При возникновении пожара в первую очередь проводятся эвакуационные работы (рисунок-2).



Рис. 2. Эвакуация людей (Разработано на Unreal Engine 4)

Студентам легче оставаться сфокусированными, когда они активно участвуют в обучении и заняты виртуальной средой со стимулирующими условиями (рисунок-3).



Рис. 3. Образ обучения в виртуальной реальности

Таким образом, исследования пожарной безопасности с использованием технологий VR имеют большие перспективы и могут стать эффективным инструментом подготовки людей к возможным пожарам.

Список источников

1. Баюнов Ю. С., Методическое пособие по обеспечению пожарной безопасности организаций // СПб: ООО "Кварта", 2007-100 с. ISBN 5-85871-193-6
2. Документация URL: <https://www.fcfnational.com.au/blog/extinguishing-fires>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ БЛОКОВ ВНИМАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАСПОЗНАВАНИЯ И КЛАСТЕРИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АНАЛИЗА НЕЗАВИСИМЫХ КОМПОНЕНТ

Абрашова Е.В., Платонов А.В.

Университет ИТМО, Санкт-Петербург
katabr@mail.ru

Актуальность. В последнее время для целей глубокого обучения были широко востребованы и преобладали сверточные и рекуррентные сети. Но, к сожалению, они показывали ряд недостатков, таких как медленное выполнение вычислений, сложность получения информации с предыдущих шагов дальнего порядка, взрыв и затухание градиента [1]. В настоящее время внимание исследователей сместилось на сети с вниманием и трансформеры, которые построены на принципиально новом подходе и являются перспективным направлением для развития распознавания и генерации образов. Основная особенность сетей с вниманием заключается в том, что на каждом временном шаге декодера используется отдельный контекстный вектор, таким образом, контекстный вектор смотрит (обращает внимание) на разные части последовательности. Следующим витком развития являются сети с авто вниманием, контекстный вектор которых смотрит на входную последовательность. Этот концепт послужил развитию сетей Трансформер, в которых контекст учитывается не только на этапе декодирования, но и на этапе кодирования. Особенно интересны исследования требующие сохранения информации дальнего порядка, например, речи с использованием мимики [2], распознавание походки [3]. Повышенный интерес к разработкам в этом направлении подтверждается большим количеством работ по данной теме за текущий год.

Цель. В данной работе рассматривается возможность улучшения качества распознавания и кластеризации за счет использования анализа независимых компонент в совокупности с использованием методики self-attention. Предполагается, что такой подход позволит избежать обработки избыточной информации в процессе самонаблюдения и повысить производительность.

Эксперимент. Для обучения моделей использовались надежные датасеты CIFAR 10 и CIFAR 100. Обучение проводилось на языке Python с использованием библиотеки keras. Для сравнения были выбраны модели: сверточная и трансформер, с добавлением анализа независимых компонент с использованием алгоритма Fast ICA библиотеки scikit-learn. Обучение проводилось на оригинальном датасете в течение 50 эпох, а также на датасете после аугментации также в течение 50 эпох. В процессе обучения контролировались метрики accuracy, logloss и величина обратная topic diversity, особенно интересная при сравнении на датасетов с различным количеством классов изображений.

Выводы. Таким образом в работе показано, что использование алгоритма Fast ICA в сочетании с моделью Transformer повышает accuracy и уменьшает время тренировки модели по сравнению с использованием рекуррентных сетей.

Список источников

1. Noh, Seol-Hyun. (2021). Analysis of Gradient Vanishing of RNNs and Performance Comparison. Information. 12. 442. DOI:10.3390/info12110442.
2. Wang Yujiang, Dong Mingzhi, Shen Jie, Luo Yiming et. al (2023). Self-supervised Video-centralised Transformer for Video Face Clustering. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. PP. 1-16. DOI:10.1109/TPAMI.2023.3243812.
3. Cosma, Adrian Catruna, Andy Radoi, Ion Emilian. (2023). Exploring Self-Supervised Vision Transformers for Gait Recognition in the Wild. Sensors. 23. 2680. DOI: 10.3390/s23052680

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПОИСКА ДЛЯ АНАЛИЗА НОВОСТНЫХ ДАННЫХ

Авдюшина А.Е., Королёва Ю.А., Бессмертный И.А.

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

avdushina98@gmail.com

Географический информационный поиск - это новая область исследований, направленная на организацию и поиск информации, связанной с географическим местоположением. Системы GIR используются во многих отраслях, включая услуги, основанные на определении местоположения, и географические информационные системы. Системы GIR позволяют пользователям быстро получать информацию о городах, дорогах и природных достопримечательностях.

В данном исследовании рассматривается благосостояние географических районов и иллюстрируется полезность подхода, основанного на данных. В исследовании использовались методы:

- Извлечение именованных сущностей (NER) - извлекались места и организации из текстовых данных. NER используется в сочетании с GIR для извлечения из текста пространственных сущностей, таких как города, регионы и страны.
- Тематическое моделирование - определение скрытых тем, лежащих в основе корпуса текстовых данных.
- Кластеризация - объединение текстовых данных и географического расположения объектов.

В исследовании проведён обзор использованной методологии и источников данных, а также проведён подробный анализ результатов. Для изучения благосостояния Санкт-Петербурга использовались различные открытые данные. Они включали обширное исследование жителей и их имущества с использованием открытых источников данных. На основе этой информации была разработана модель по улучшению благосостояния в Санкт-Петербурге.

В данной работе используется подход, основанный на данных, для оценки благосостояния в Санкт-Петербурге, Россия. В ходе исследования были собраны и проанализированы различные типы данных, включая демографические данные, показатели благополучия, культурные показатели и экологические маркеры.

В Санкт-Петербурге было выявлено несколько показателей благополучия. К ним относятся безопасность, защищённость и связь с обществом. Однако все еще существуют области, которые можно улучшить, такие как неравенство доходов/состояния и качество воздуха. В данной статье обсуждаются последствия этих результатов для политики и практики, а также намечаются направления будущих исследований.

Список источников

1. Rüdiger M, Antons D, Joshi AM, Salge T-O (2022) Topic modeling revisited: New evidence on algorithm performance and quality metrics. PLoS ONE 17(4): e0266325. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266325>
2. Jones, Christopher & Alani, Harith & Tudhope, Douglas. (2001). Geographical Information Retrieval with Ontologies of Place. 2205. 10.1007/3-540-45424-1_22.
3. Bodrunova, S.S. (2021). Topic Modeling in Russia: Current Approaches and Issues in Methodology. In: Gritsenko, D., Wijermars, M., Kopotев, M. (eds) The Palgrave Handbook of Digital Russia Studies. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42855-6_23

ПРИМЕНЕНИЕ СЛУЧАЙНЫХ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПРОДВИЖЕНИЯ ТОВАРОВ И УСЛУГ В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНЦИИ

Аверина Т.А., Моисеев С.И., Серебрякова Е.А.

Воронежский государственный технический университет, Воронеж
ta_averina@mail.ru

Ведение маркетинговых исследований по продвижению и реализации товаров и услуг предполагает, что это динамический процесс, на который оказывает влияние множество случайных факторов, приводящих к быстрой смене конкурентной позиции в условиях рынка. Для математического моделирования процессов продвижения товаров и услуг в условиях конкуренции, удобно использовать вероятностные подходы, а учитывая динамику процесса, среди них наиболее подходящими являются подходы, основанные на теории случайных процессов. Учитывая, что на маркетинговую модель продвижения блага оказывает влияние множество случайных факторов, случайные процессы, протекающие в ней, будут близкими к марковским и для моделирования таких систем рационально использовать методы марковских случайных процессов с непрерывным временем и дискретным состоянием.

В работе предлагается рассмотреть модель продвижения благ на конкурентный рынок на основе марковских случайных процессов, что позволит в любой момент времени оценить вероятность каждого состояния случайного процесса и, как следствие, осуществлять прогнозирование количества потребителей. При этом модель предполагает использование следующих возможных состояний случайного процесса: S_0 – начало ведения конкурентной борьбы, разработка стратегии его продвижения, но товар или услуга на рынок еще не поступил; S_1 – конкурент выпустил благо на рынок, планирует осуществлять его продвижение, формируется контингент потребителей для конкурента; S_2 – организация выпустила товар на рынок, планирует осуществлять его продвижение, формируется контингент потребителей, разрабатываются мероприятия по перехвату потребителей у конкурента; S_3 – конкурент сформировал свой контингент потребителей; S_4 – организация сформировала свой контингент потребителей, соответствует стабильному формированию общества потребления для организации.

Представленная модель позволяет оценивать вероятности выполнения как всего цикла формирования контингента потребителей, так и отдельных ее этапов для разных временных интервалов, что позволит планировать проведение маркетинговых исследований. Кроме этого, модель также позволяет оценить степень упреждения каждой стороны на стадии подготовки блага к выпуску его на рынок.

Путем планирования маркетинговых мероприятий, можно изменять среднюю продолжительность этапов формирования контингента потребителей и добиваться более высокого качества при продвижении товаров и услуг.

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ УПРАВЛЕНИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИНТЕГРАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ)

Алдошкина А.М., Пенькова Т.Г., Ноженкова Л.Ф.

Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск
metus@icm.krasn.ru

Повышение качества жизни является основным показателем эффективности государственной политики и важнейшей стратегической задачей территориального управления всех уровней [1, 2]. В современных условиях управления, направленного на «повышение сбалансированности пространственного развития экономики и социальной сферы» и «создание опережающего социально-экономического прогресса», необходимым инструментом для поддержки принятия решений становится аналитическое обобщение информации о процессах, происходящих в различных отраслях и сферах жизнедеятельности территорий [3, 4]. С целью обеспечения контроля текущей ситуации, возможности выявлять проблемные и перспективные направления экономики и социальной сферы территорий авторами работы предложена методика комплексного оценивания качества жизни муниципальных образований. Методика обеспечивает формирование комплексного показателя на основе иерархии оценок показателей социально-экономического развития территорий в разрезе реализации национальных проектов с учетом индивидуальных особенностей территорий. Согласно предложенной методике, интегральная оценка качества жизни рассчитывается на основе территориально-ориентированной нормативной модели, которая описывает «желаемый» уровень качества жизни с учетом индивидуальных особенностей территорий и реальных возможностей его достижения. Метод позволяет получать обобщенные количественные оценки текущего уровня жизни, выполнять сравнительный анализ территорий и, в случае необходимости, детализировать оценки до конкретных показателей, что дает возможность определить первопричины текущей ситуации и формировать целевые управляющие воздействия.

В данной работе для формирования управляющих рекомендаций предложена модель детализации интегральных оценок на основе когнитивного моделирования с возможностью выделения конкретных «проблем» и «причин» текущего уровня качества жизни территорий. Представлена программная реализация метода интегрального оценивания и результаты исследования качества жизни территорий Красноярского края на основе мониторинговых данных Автоматизированной информационной системы мониторинга муниципальных образований («АИС Регион МО»). По данным за 2021 год большинство районов Красноярского края демонстрируют удовлетворительный и пониженный уровень качества жизни, 18 и 27 районов соответственно. К территориям с наиболее высоким уровнем жизни относятся Казачинский, Енисейский и Эвенкийский районы и город Енисейск, в которых установлено улучшение всех сфер качества жизни. Наихудший уровень качества жизни зафиксирован в Северо-Енисейском районе.

Список источников

1. Айвазян С.А. Анализ синтетических категорий качества жизни населения субъектов Российской Федерации: их измерение, динамика, основные тенденции // Уровень жизни населения регионов России. – 2002. – № 11. – С. 13-24.
2. Спиридонов С.П. Индикаторы качества жизни и методологии их формирования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского, 2010. – № 10-12. – С. 208-223.

3. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038>.
4. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012>.

ЭФФЕКТИВНАЯ МЕТОДИКА НАСТРОЙКИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВЫПОЛНЕННЫХ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Алексеюк В.Э.^{1,2}, Клер А.М.¹, Левин А.А.^{1,2}, Хан П.В.¹

¹*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск*

²*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск*
alexeyuk.vitaliy@yandex.ru

Целью данного исследования является разработка эффективной методики обработки результатов теплофизических экспериментов, основанной на решении двух видов задач нелинейного математического программирования [1]. В работе приводится описание предлагаемой методики идентификации коэффициентов математической модели теплофизического эксперимента по результатам замеренных опытных данных. Также рассматриваются две математические модели, интерпретирующие результаты выполненных натурных экспериментов. Представленная в статье методика основана на методе максимального правдоподобия и учитывает относительные погрешности всех датчиков, использованных для получения значений измеряемых параметров. Более того, методика предполагает двухэтапный подход при решении задачи идентификации параметров математической модели. На первом этапе производится минимизация максимальной относительной погрешности среди измеряемых параметров, что позволяет выявить и исключить «плохие» замеры. Далее на втором этапе минимизируется сумма модулей относительных погрешностей всех измеряемых параметров [2]. Вычислительные эксперименты показали, что такой подход более эффективен по сравнению с классическим методом наименьших квадратов, который чувствителен к наличию «плохих» замеров и при определенных условиях может становиться овражной функцией. Кроме того, приводятся результаты вычислительных экспериментов, апробирующих предлагаемую методику на примере исследования движения двухфазного потока через пористые среды.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта государственного задания (№ FWEU-2021-0005) программы фундаментальных исследований РФ на 2021-2030 гг. с использованием ресурсов ЦКП "Высокотемпературный контур" (Минобрнауки России, проект № 13.ЦКП.21.0038).

Список источников

1. Клер А.М. Методика обработки результатов теплофизических экспериментов, основанная на решении двух видов задач нелинейного математического программирования / А.М. Клер, В.Э. Алексеюк, А.А. Левин, П.В. Хан // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 4(28). – С. 32-49. – DOI:10.38028/ESI.2022.28.4.003
2. Vitalii Alekseiuk Improving the efficiency of the three-stage technique of mathematical model identification of complex thermal power equipment. ENERGY-21 – Sustainable development & Smart management, E3S Web Conf., 2020, vol. 209, 03002, DOI:10.1051/e3sconf/202020903002.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ И ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОЛЬЦЕВОЙ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

Алексеюк В.Э.^{1,2}, Клер А.М.¹

¹*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск*

²*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск*
alexeyuk.vitaliy@yandex.ru

Важными представителями трубопроводных систем коммунального назначения являются системы теплоснабжения населенных пунктов, городов, районов, промышленных предприятий, которые могут содержать тысячи трубопроводных участков и других элементов. Эффективное решение задач эксплуатации, наладки тепловых сетей и диспетчерского управления ими может быть получено при использовании современных методов математического моделирования, теплогидравлического расчета и оптимизации. Существует методика подбора диаметров распределительных тепловых сетей (основной гидравлический расчет), в которой учитываются только скорость движения теплоносителя и падение давления по длине трубопровода и в местных сопротивлениях [1]. Не менее важно правильно определить диаметры труб сети централизованного теплоснабжения. Если выбрать диаметры трубопроводов больше, чем требуется, то капитальные затраты на строительство тепловых сетей и затраты на распределение тепловой энергии за счет увеличения площади наружной поверхности будут неоправданно завышены. С другой стороны, при выборе меньшего диаметра трубопроводов тепловых сетей, чем требуется, резко возрастут затраты, связанные с перекачкой теплоносителя и поддержания его необходимой скорости в сети (то есть эксплуатационные затраты), иначе при снижении скорости возрастут тепловые потери. Таким образом, существует оптимизационная задача, связанная с определением оптимальных диаметров трубопроводов на всех участках тепловых сетей при известных тепловых нагрузках потребителей тепловой энергии, длин этих участков и климатической зоны (расчетные и среднегодовые температуры наружного воздуха). При этом необходимо учитывать капитальные затраты на приобретение насосного оборудования тепловых сетей и водо-водяных теплообменников в случае независимого подключения систем отопления и закрытой системы горячего водоснабжения. Предложенный в данной работе подход по оптимизации тепловых сетей систем централизованного теплоснабжения был проверен на тестовой схеме, состоящей из двух источников тепла и двух потребителей, объединённых в кольцевую структуру, а также насосов и трубопроводов тепловых сетей. Вычислительные эксперименты показали высокую эффективность предложенного подхода и выпуклость целевой функции.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта государственного задания (№ FWEU-2021-0005) программы фундаментальных исследований РФ на 2021-2030 гг.

Список источников

1. Теплофикация и тепловые сети / Е.Я. Соколов. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2009. – 472 с.

ОНТОЛОГИЯ ЦЕЛЕВОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ ОРГАНИЗАЦИИ АВИАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ АКТИВНОЙ ЧУЖЕРОДНОЙ СРЕДЫ

Антипов А.Л.¹, Труфанов А.И.²

¹Филиал «Аэронавигация Восточной Сибири» ФГУП «Госкорпорация по ОрВД», Иркутск

²Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск

alexey-antipov@yandex.ru

Постановка задачи. С того момента как первый самолет поднялся в воздух появилась новая задача – обеспечение безопасности полетов. В настоящее время наука о безопасности полетов базируется на целом ряде методологических принципов и подходов, имеющих прикладное применение и изложенных в таких нормативных документах, как «Управление безопасностью полетов. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации», разработанное международной организацией гражданской авиации ИКАО. Определение организации авиационной деятельности в качестве системы (сверхсистемы). Компонентные, функциональные и структурные сложности данной сверхсистемы могут быть причинами появления дестабилизирующих факторов, повышающих риски, как для отдельных компонентов, так и для всей сверхсистемы организации авиационной деятельности (АВИАЦИОННОЙ СВЕРХСИСТЕМЫ, АВСВ) в целом. В связи с особенностями работы компоненты АВСВ являются активными системами. С точки зрения анализа процесса взаимодействия задача описания АВСВ имеет нетривиальное решение, так как должна быть построена не только модель системы, но и модель среды. При этом при рассмотрении необходим вариант, приближенный к реальному, когда активная чужеродная среда составляет некоторую часть указанной сверхсистемы, непосредственно взаимодействующей с системой и составляющими ее компонентами.

Подходы к решению. Для решения данной задачи целесообразным представляется построение онтологии целевой комплексной программы организации авиационной деятельности в условиях действия чужеродной активной среды. В качестве способа взаимной увязки моделей базовых категорий используется концепция целевой комплексной программы, а для описания задействованы подходы теории комплексных и стволых сетей. Взаимная зависимость форм задания базовых категорий взаимно увязывается в рамках программного-целевого подхода.

Основные результаты. Предложены принципы описания организации авиационной деятельности в качестве АВСВ, содержащей в себе как системы, отвечающие за отдельные направления, включая организацию воздушного движения, взаимоувязанную с системой управления безопасностью полетов, так и внешнюю активную чужеродную среду, позволяют привести процесс управления к варианту управления в условиях замкнутой системы. Описание расширяет возможности нахождения оптимальных структур управления, повышения качества и оперативности вырабатываемых управленческих решений, что критически важно при существовании АВСВ управления в условиях действия активной чужеродной среды. Используются комплексные сети как язык спецификации, обеспечивающий высокий уровень выразительности онтологии, т.е. степень детализации описания понятий, включаемых в онтологию. Выбранный участок исследования представляется стволых сетью с несколькими слоями. За счет построения такой модели открываются возможности эффективного поиска увязимостей как в системе управления безопасностью полетов, так и в организации авиационной деятельности в целом.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Аршинский Л.В., Гармышев В.В., Михеев М.С., Сафонов С.В.

Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск
larsh@mail.ru

Обстановка с пожарами в субъектах Российской Федерации – один из важных факторов, влияющих на условия жизни населения. Каждый пожар – это социальный и экономический ущерб, потери не только финансовые и имущественные, но и возможные жертвы среди населения, фактор, влияющий на общее восприятие территории как социально-привлекательной. Как известно, основным способом уменьшения последствий пожаров является их профилактика. Однако профилактическая работа затруднительна, если госорганы, администрация субъектов и входящих в них административно-территориальных образований (АТО) не владеют информацией об общей обстановке с пожарами. Частью такой информации являются расчётно-аналитические показатели, которые можно положить в основу управленческих решений. Примером подобных показателей являются риски. Конкретно – пожарные риски, для расчёта которых существует немало методик и которые используются для оценки состояния объектов защиты и оценки ситуации с пожарами на территориях и в муниципальных образованиях.

Для оценки пожарной опасности на территориях субъектов РФ специалистами кафедры промэкологии и безопасности жизнедеятельности Иркутского национального исследовательского технического университета был предложен подход, основанный на вычислении комплексного показателя специального вида, который позволяет учитывать такие аспекты как риск возникновения пожара, риск гибели на пожаре, риск травмирования людей, риск уничтожения строений, риск прямого материального ущерба; количественно оценивать «рейтинг» того или иного АТО относительно других территорий и субъекта в целом.

Использование соответствующего алгоритма для анализа ситуации с пожарами в Иркутской области за период с 2010 г. является предметом доклада.

ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНТЕНТА ИРКУТСКОГО ГАУ

Асалханов П.Г., Бендик Н.В., Федурин Н.И.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, Иркутск
asalkhanov@mail.ru

Современные образовательные стандарты определяют процесс образования в цифровом веке с использованием информационно-коммуникационных технологий практически во всех формах обучения. Кроме этого, они существенным образом акцентируют роль электронного обучения и наличия единой информационно-образовательной среды в вузе. Таким образом, преподавателю необходимо уметь, как проектировать и реализовывать электронные курсы, так и обеспечивать качественное сопровождение (в первую очередь, направление и управление учебно-познавательной деятельностью студентов и контроль ее результатов) как при непосредственно очном обучении, так и в смешанном и дистанционном режимах.

Помимо этого, в условиях глобальной цифровизации очень важно обеспечить равные условия доступа к качественному образованию обучающихся вне зависимости от места их проживания и уровня жизни.

Цифровой контент предполагает создание, рассылку и получение контента в цифровом виде, включая онлайн-курсы, видеоматериалы, цифровые библиотеки и тексты, игры и приложения. В области образования такой контент выводится из сферы статического воспроизведения учебников и учебных пособий и переносится в область программного обеспечения для интерактивного образования и продуктов онлайн-обучения.

К преимуществам создания цифрового образовательного контента в университете относятся:

- широкий выбор верифицированных учебных и методических материалов;
- расширение содержания и вариативности учебных материалов;
- возможность накопления цифрового следа обучающихся и рекомендации по освоению материала;
- индивидуализация учебного процесса;
- реализация принципов персонализированного обучения;
- повышение мотивации обучающихся к обучению;
- формирование у обучающихся цифровых навыков;
- обеспечение подготовки квалифицированных кадров для цифровой экономики.

В Иркутском ГАУ сформированы условия для реализации политики в области создания и сопровождения цифрового контента, и включают необходимое кадровое обеспечение (центр информационных технологий), информационно-коммуникационную инфраструктуру (свыше 500 компьютеров, кабельная передача данных на всей территории университета, центр обработки данных, высокоскоростной канал доступа в сеть Интернет), набор автоматизированных информационных систем, обеспечивающий решение задач управления учебным процессом.

В университете на базе «1С: Университет ПРОФ» внедряется электронный документооборот, создана электронная информационная образовательная среда, действуют электронные библиотечные системы.

В учебном процессе используется платформа поддержки образовательного процесса и системы тестирования, что позволило в процессе пандемии коронавирусной инфекции оперативно перестроить учебный процесс на дистанционный режим.

Для автоматизации работы управления развития цифровой образовательной среды со студенческим составом был доработан модуль «Управление студенческим составом» и интегрирован с ЭИОС университета и системой Moodle, что позволило решить сразу несколько задач: тестирование абитуриентов во время вступительных испытаний в вуз, создание электронных курсов, запись студентов и преподавателей на курсы, электронная подача заявлений и др.

В дальнейшем для развития цифрового контента Иркутского ГАУ планируется применение технологий на основе искусственного интеллекта для реализации системы виртуальных помощников абитуриента, обучающегося, преподавателя, научного сотрудника.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ БЫСТРОГО МЕТОДА МУЛЬТИПОЛЕЙ И СРАВНЕНИЕ С МЕТОДОМ БАРНСА – ХАТА

Аушев В.М.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва
aushevvm@gmail.com

Многие алгоритмы математического моделирования физических процессов сводятся или включают такой этап, как расчет взаимодействия N частиц друг с другом. Подобные задачи возникают, например, при моделировании взаимодействия зарядов, вихревых частиц при моделировании течений или при решении граничных интегральных уравнений, возникающих в различных приложениях; в итерационных алгоритмах умножение матрицы на вектор аналогично расчету взаимодействия частиц. Прямой метод решения такой задачи имеет сложность $O(N^2)$, однако существует множество приближенных алгоритмов, позволяющих уменьшить сложность алгоритма. Одним из них является быстрый метод мультиполей (БММ), имеющий линейную сложность $O(N)$.

Данный метод реализован на C++ для двумерного и трёхмерного случаев, когда потенциал взаимодействия между частицами является логарифмическим, $g(x,y)=\log(x-y)$, или ньютоновским, $g(x,y)=1/|x-y|$.

В докладе уделено внимание особенностям программной реализации алгоритма решения двумерной задачи, позволяющим ускорить расчет, таким, как построение дерева с использованием кода Мортон для частиц вместо обычного рекурсивного квад-дерева, а также быстрая сортировка частиц. Проведено сравнение различных сортировок: `std::sort`, `tbb::parallel_sort`, `boost::block_indirect_sort`, а также сортировки подсчетом, реализованной с учетом особенностей ключа сортировки; сравнение проводится как для однопоточного, так и многопоточного выполнения. Код имеет параллельную реализацию для систем с общей памятью (OpenMP) и для графических карт (Nvidia CUDA); проведено сравнение этих версий.

Такое внимание к деталям программной реализации связано с тем, чтобы максимально упростить реализацию БММ для трехмерного случая (для ньютоновского потенциала), где значительно усложняются все этапы алгоритма, поэтому быстродействие и простота кода становятся критически важны.

Кроме программной реализации, проведено сравнение быстрого метода мультиполей с другим приближенным методом – методом Барнса – Хата, который имеет сложность $O(N\log N)$. Показано, что даже для небольших задач выгоднее использовать БММ, несмотря на возможную большую константу при линейной сложности алгоритма.

Список источников

1. Beatson R., Greengard L. A short course on fast multipole methods. URL: https://math.nyu.edu/~greengar/shortcourse_fmm.pdf (дата обращения: 30.04.2023)
2. CUDA C++ Programming Guide. URL: https://docs.nvidia.com/cuda/pdf/CUDA_C_Programming_Guide.pdf (дата обращения: 30.04.2023)
3. Gregoire M. Professional C++ Fifth Edition. Wrox. 2021. 1312 p.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВЕКТОРА СКОРОСТИ ВЕТРА ПО ДАННЫМ ЛИДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ МЕТОДОМ СПЛАЙН- АППРОКСИМАЦИИ

Баранов Н.А.

Вычислительный центр им. А.А. Дородницына ФИЦ ИУ РАН, Москва
baranov@ians.aero

Лидарные наземные средства зондирования ветровой обстановки обеспечивают измерение проекции скорости ветра на направление сканирования с некоторым постоянным пространственным разрешением. Сканирование осуществляется с малым углом места, что позволяет считать, что измеряется горизонтальная составляющая скорости. Таким образом, возникает задача восстановления двумерного вектора скорости по данным измерений в нескольких направлениях. В работе [1] рассматривались подходы к вычислению горизонтальных компонент u , v скорости ветра в точке с координатами (φ_0, r_0) по измерениям V_{ij} в некоторой ее окрестности путем минимизации функционала вида

$$I(u(\varphi_0, r_0), v(\varphi_0, r_0)) = \sum_{|\varphi_j - \varphi_0| \leq \Delta\varphi} \sum_{|r_j - r_0| \leq \Delta r} w_{ij} (V_{ij} - u \cos \varphi_j - v \sin \varphi_j)^2,$$

где w_{ij} - специальным образом подобранные весовые коэффициенты.

В данной работе рассматривается альтернативный подход, при котором компоненты скорости ветра вычисляются не в отдельной точке, а в заданном наборе узлов (r_1, \dots, r_n) вдоль заданного направления φ_0 . Предлагаемый алгоритм использует идею покоординатного вычисления компонент вектора. Расчет выполняется в повернутой декартовой системе координат, ось абсцисс которой совпадает с направлением φ_0 . Для вычислений используются данные измерений вдоль направлений $\varphi_0, \varphi_0 \pm \Delta\varphi$. Вначале вычисляется составляющая скорости ветра $u(r_j) = S_u(r_j)$ по направлению φ_0 как сплайн-аппроксимация данных измерений вдоль этого направления. Кубический сплайн S_u удовлетворяет условию

$$\min \left\{ \sum_{j=1}^m (V(d_j, \varphi_0) - S_u(d_j))^2 + \lambda \int_{d_1}^{d_m} (S_u''(x))^2 dx \right\}.$$

Затем рассчитывается боковая составляющая $v(r_j) = S_v(r_j)$ также путем сплайн-аппроксимации, где кубический сплайн S_v удовлетворяет условию

$$\min \left\{ \sum_{j=1}^m \left(\pm \frac{V(d_j, \varphi_0 \pm \Delta\varphi) - S_u(d_j \cos \Delta\varphi)}{\sin(\Delta\varphi)} - S_v(d_j \cos \Delta\varphi) \right)^2 + \lambda \int_{d_1}^{d_m} (S_v''(x))^2 dx \right\}.$$

Список источников

1. Baranov N. Algorithms of 3D Wind Field Reconstructing by Lidar Remote Sensing Data // Numerical Computations: Theory and Algorithms. NUMTA 2019. Lecture Notes in Computer Science. 2020. Vol. 11974. Springer, Cham.

ГИБКИЕ ПРАВИЛА ПРИОРИТЕТА РАБОТ

Баркалов С.А., Курочка П.Н., Аверина Т.А.

Воронежский государственный технический университет, Воронеж
bsa610@yandex.ru

Существующие эвристические правила распределения ресурсов по работам проекта не позволяют получить универсального решения, которое могло бы применяться на всех стадиях реализации проекта. Поэтому наиболее эффективной является гибкая система приоритетов.

Основная идея данной системы заключается в том, что в ходе реализации проекта возникают ситуации, когда требуется принять решение о том, на какую работу направить освободившиеся ресурсы. При этом необходимо проверить эффективность всех возможных правил приоритетов. В самом простом варианте в качестве оценок выбираемого варианта могут быть использованы величины: $T_{кр}$ – продолжительность проекта при условии, что продолжительности всех работ равны минимальным и T_j – минимальное время, требуемое для выполнения всех работ j -го вида. В том случае, когда выполняется соотношение вида

$$\max_j T_j = T_k > T_{кр}, T_k > T_j, j \neq k,$$

то из этого следует, что k -й вид ресурса в данном проекте являются определяющими, а поэтому необходимо для него необходимо как можно быстрее предоставить фронт работ.

Если же $T_{кр} \gg \max_j T_j$, то необходимо остановить осуществлять назначение ресурсов по степени критичности работ. В этом случае необходимо обратить особое внимание на возможность появления «узких мест».

Если $\max_j T_j = T_k > T_{кр}$, причем работы k -го вида выполняются и в начальной стадии проекта, и в его завершающей стадии, то можно построить оценочную задачу редактора и определить правила приоритета работ на этой основе.

Наконец, если $\max_j T_j = T_k > T_{кр}$, причем работы k -го вида выполняются в начальной стадии проекта, а затем выполняются работы других видов, обеспеченные ресурсами в достаточной степени, то целесообразно как можно скорее начать работы второго множества с минимальными поздними сроками начала.

Таким образом, разработана система применения гибких правил приоритета при распределении ресурсов между работами проекта, предполагающая выполнять мониторинг хода реализации проекта корректируя применяемое правило распределения в зависимости от складывающейся ситуации.

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЭКСПЕРТОВ

Баркалов С.А., Курочка П.Н., Серебрякова Е.А.

Воронежский государственный технический университет, Воронеж
bsa610@yandex.ru

В ходе исследований достаточно часто приходится сталкиваться с трудноформализованными задачами, когда математическое описание исходной проблемы получить бывает просто затруднительно. В этом случае приходится прибегать к процедуре экспертного опроса.

Успех проведения экспертного опроса во многом зависит от компетентности экспертной группы, приглашаемой для участия в этой процедуре. Как правило, в качестве оценки компетенции экспертов выступают, опыт работы, научные статьи по исследуемой тематике, авторские свидетельства и другие критерии. Используются также и мнения экспертного сообщества на уровне качественной информации. Но вот общую количественную оценку группе экспертов, привлекаемой для решения поставленной задачи, как правило получить не удается.

Предлагается алгоритм построения рейтинговых оценок компетентности экспертов, основанный на потоковой модели. В этом случае экспертное сообщество, привлекаемое для решения задачи, представляется в виде графа, вершины которого будут соответствовать экспертам, а дуги между ними характеризуют позицию данного эксперта при проведении экспертиз, то есть насколько он верно оценивал ситуацию. Алгоритм позволяет построить количественную оценку компетентности каждого эксперта на основе данных о нем других участников экспертного опроса. Таким образом получаем рейтинг каждого эксперта, тем самым количественно выражая важность эксперта, его вес.

Взаимодействие экспертом описывается матрицей смежности A и матрицей степеней вершин D . На основе этих матриц получаем матрицу Кирхгофа K .

Окончательный итог может быть записан в следующем виде: потенциал каждой из вершин будет определяться значениями, полученными на третьем шаге рассмотренного алгоритма. Полученные значения рейтинга каждого эксперта можно пронормировать, разделив все значения на наибольшее или наименьшее значение полученного рейтинга.

Величину полученного рейтинга специалиста можно учитывать в последующих расчетах как его вес.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА АГРАРНОЙ ПРОДУКЦИИ В РАЗНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Барсукова М.Н., Иваньо Я.М., Цыренжапова В.В.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, Иркутск
tsyrenzhapova_v@mail.ru

Актуальной темой является постановка и решение задач управления деятельностью сельскохозяйственных товаропроизводителей и заготовителей дикоросов в разных природно-климатических условиях.

Иркутская область представляет собой уникальную территорию, на которой динамично развивается сельское хозяйство и находятся большие запасы пищевых дикорастущих ресурсов.

При планировании сельскохозяйственного производства необходимо учитывать природно-климатические особенности региона, который разделен на остепненную, лесостепную и подтаежно-таежную сельскохозяйственные зоны. При этом каждая сельскохозяйственная зона в свою очередь разделена на агроландшафтные районы, общее количество которых составляет восемь.

Анализ потенциальных объемов заготовки пищевых дикорастущих ресурсов позволил выделить кластеры заготовки и переработки дикоросов.

Исходя из специфики производства сельскохозяйственной продукции на тех или иных территориях региона предложены адекватные модели планирования производства на основе задач математического программирования. В частности, для центральной лесостепной зоны можно использовать задачи однопараметрического и многопараметрического программирования.

При реализации моделей однопараметрического программирования определяются оптимальные планы на среднесрочную перспективу. При этом оцениваются усредненные и высокие риски.

Что касается задач многопараметрического программирования, то здесь рассматривается влияние климатических факторов на производственно-экономические характеристики моделей. При оценке влияния экстремальных событий на сельскохозяйственное производство применяются задачи математического программирования с вероятностными оценками.

Для некоторых территорий с высокой дисперсией климатических и экономических характеристик можно применять экстремальные задачи с вероятностными оценками.

В случае слабого развития аграрного производства и возможности больших объемов заготовки дикоросов применимы методы линейного программирования с интервальными оценками для оптимизации заготовки пищевых дикорастущих ресурсов.

Алгоритмы реализации разработанных моделей и создание программного обеспечения позволяют разрабатывать программные комплексы для планирования получения продовольственной продукции с разной заблаговременностью с учётом рисков. Приведены примеры использования перечисленных моделей математического программирования.

О ПРИМЕНИМОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НОБЛА К ИССЛЕДОВАНИЮ ПОТЕНЦИАЛА ДЕЙСТВИЯ КЛЕТОК МИОКАРДА

Бахтиева Л.У., Нгуен Тхи Тху

Казанский федеральный университет, Казань

lbakhtie@yandex.ru

Математическое моделирование в медицине и, в частности, в кардиологии – это одно из наиболее интересных и востребованных направлений развития информационных технологий.

Так как характер сокращения кардиомиоцитов (мышечных клеток сердца) напрямую связан с изменением их потенциала действия (ПД), то о качественной картине сердцебиения человека можно судить на основании результатов моделирования ПД. Большинство современных математических моделей ПД основаны на базовой модели Ходжкина-Хаксли [1], дифференциальные уравнения которой определяют ПД нейрита в зависимости от ионных токов, проходящих через клеточную мембрану. Симуляция модели [1], проведенная авторами в среде Matlab, показала, что эта модель не подходит для исследования ПД клеток сердца, так как потенциал покоя нейрона значительно выше потенциала покоя кардиомиоцита, и натриевые каналы в сердце количественно отличаются от таковых в нейронах. Одна из первых математических моделей, где уравнения оригинальной модели [1] адаптированы к клеткам сердечной системы, представлена Ноблом [2].

На основе модели [2] авторы разработали эффективный инструмент для анализа влияния различных факторов на интенсивность ПД кардиомиоцитов. Проведенные компьютерные эксперименты показали, что модель Нобла нуждается в доработке. В частности, эта модель не позволяет оценить влияние внешних токов на ПД клеток сердца. Для исследования характера зависимости ПД от стимулирующего тока в модель Нобла был введен дополнительный параметр. Оказалось, что новая модель может не только адекватно описывать процессы, происходящие в кардиомиоците, но и давать количественную оценку стимулирующего тока, необходимого для нормализации его ПД (рисунок 1).

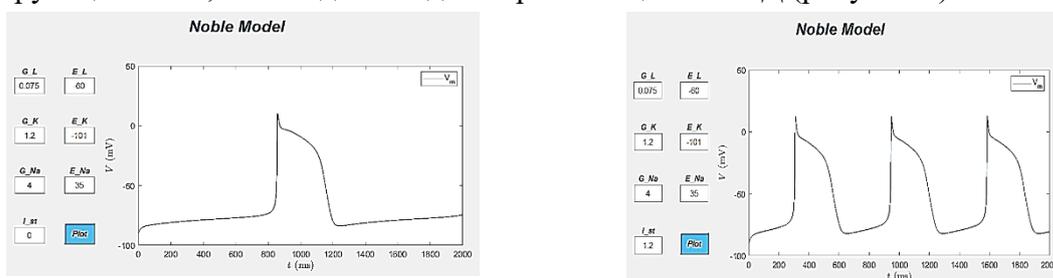


Рис. 1. Исследование влияния стимулирующего тока на ПД кардиомиоцита

Благодарности. Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета ("ПРИОРИТЕТ-2030").

Список источников

1. Hodgkin A., Huxley A. A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve // Journal of Physiology, 1952. – Vol. 117, № 4. – P. 500-544.
2. Noble D. A modification of the Hodgkin-Huxley equation applicable to Purkinje fibers action and pacemaker potentials // Journal of Physiology, 1962. – Vol. 160. – P. 317-352.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ ОЦЕНОК ПРИРОДОУСЛОВЛЕННЫХ ФАКТОРОВ ЭНЕРГЕТИКИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Бердников В.М., Осипчук Е.Н., Абасов Н.В.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
berdvm98@gmail.com

Природообусловленные факторы (ПФ) в энергетике оказывают весомый вклад на электрогенерацию (приток воды водохранилища) и электропотребление (температуры зимнего отопительного и летнего периода со значительными затратами на кондиционирование). Для долгосрочного прогнозирования ПФ в настоящее время широко используются глобальные климатические модели, включая ансамблевые методы глубокого машинного обучения.

Для формирования долгосрочных прогностических оценок энергетических балансов в ИСЭМ СО РАН реализована многопараметрическая нейронная сеть (МНС) [1-2], позволяющая автоматически генерировать множество нейросетевых моделей с отбором наиболее эффективных на различных верификационных выборках. Варьирование внутренних и внешних параметров МНС требует значительных вычислительных затрат. Также необходимо минимизировать ошибку на этапе верификации. Для решения этих проблем предлагается использовать ансамблевые методы глубокого обучения, такие как бэггинг, стекинг и бустинг (рис. 1).

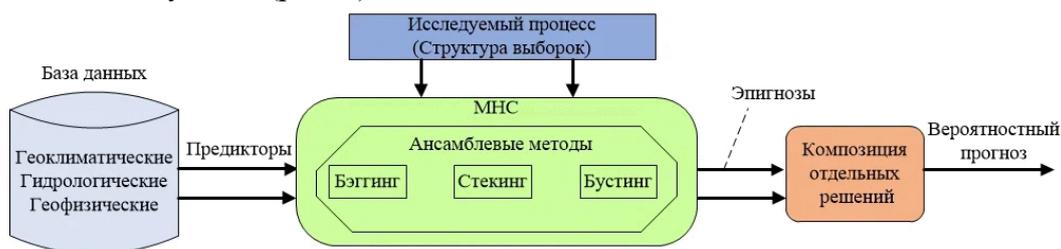


Рис. 1. Схема ансамблевого обучения для формирования прогностических вероятностных оценок

При нейросетевом обучении используются методы: отключения связей с сигналом меньше порогового значения функции активации в скрытых слоях; отключение нейронов с суммарным сигналом меньше порогового значения; эволюционного обучения на разных эпохах и наборах предикторов. Разработанный подход позволяет формировать вероятностные прогностические оценки ПФ с большей надежностью по сравнению с результатами отдельных нейросетевых моделей.

Список источников

1. N.V. Abasov; V.M. Nikitin; T.V. Bereznykh; E.N. Osipchuk Monitoring and Predictive Estimations of Atmospheric Parameters in the Catchment Area of Lake Baikal. Atmosphere 2022, 13, 49. <https://doi.org/10.3390/atmos13010049>
2. V.M. Berdnikov Generation of prognostic interval estimates of water inflows to hydroelectric reservoirs using multiparametric neural network // E3S Web Conf. 289 01003 (2021)

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПАРАМЕТРИЧЕСКИ ВОЗБУЖДАЕМОГО МОДУЛЯЦИОННОГО МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА

Боголюбов В.М.¹, Бахтиева Л.У.²

¹*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ), Казань*

²*Казанский федеральный университет, Казань*
bvm200@yandex.ru

Тенденция к широкому использованию микромеханических гироскопов (ММГ) в современных приборах ориентации, стабилизации и навигации объясняется многими факторами: небольшими габаритами, массой и энергопотреблением, а также невысокой стоимостью. Однако малая масса чувствительного элемента (ЧЭ) однокомпонентного ММГ создает проблему сверхвысокой чувствительности его системы съема колебаний, что ограничивает точность измерения угловой скорости и препятствует использованию прибора в качестве инерциального датчика первичной информации. Кроме того, чувствительность ММГ к неточности изготовления упругого подвеса ЧЭ и отсутствие возможности его доводки приводят к значительному «нулевому смещению», компенсация которого является одной из важнейших проблем рассматриваемого класса приборов.

Авторами настоящего исследования построена математическая модель ММГ гибридного типа, в которой для устранения «нулевого смещения» использован хорошо отработанный в роторных вибрационных гироскопах принцип модуляции первичной информации в механическом контуре и ее съема во вращающейся системе координат. Кроме того, предусмотрен режим параметрического возбуждения ЧЭ [1], позволяющий расширить измерительные возможности прибора без вмешательства в его механический контур и повысить точность работы ММГ.

Симуляция модели проводилась в среде Matlab&Simulink, предоставляющей возможность решать дифференциальные уравнения модели в интерактивном режиме при различных входных параметрах. На основании полученных результатов были сформулированы условия реализации параметрического возбуждения ММГ путем модуляции его угловой скорости вращения (динамической жесткости). Показана возможность существенного повышения точности измерения угловой скорости за счет изменения уровня параметрической «накачки» прибора, а также способность прибора к определению третьей компоненты угловой скорости, совпадающей по направлению с вектором кинетического момента гироскопа.

Построенная имитационная модель позволяет спроектировать датчик абсолютной угловой скорости, способный с необходимой точностью решать задачи инерциальной навигации.

Список источников

1. Bogolyubov V., Bakhtieva L. Parametrically Excited Microelectromechanical System in Navigation Problems // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium, 2018. – P. 897-900.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА В КОММЕРЧЕСКИХ СЕТЯХ

Борисоглебская Л.Н.

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел
boris-bleb@rambler.ru

Глобализация экономической деятельности сегодня определяет не только структуру бизнеса в сфере торговли. Принципы сетевой организации господствуют над общими услугами, производством и направлениями, связанными с организацией логистики, курьерскими службами, здравоохранением, отдыхом, а также такими направлениями, как подразделения G4S, обеспечивающие безопасность во всем мире. Поскольку деятельность сетевого бизнеса осуществляется из единого центра управления (головного офиса), топ-менеджеры сталкиваются с рядом проблем:

- неравномерный потребительский ландшафт, окружающий каждое подразделение сети;
- разная доходность инвестиций для предприятий торговой сети;
- частая смена предлагаемых потребителям товаров, составляющих ассортиментную матрицу;
- фактор рыночной неопределенности, вызванный потребительскими предпочтениями и деятельностью конкурентов в данном секторе бизнеса.

Существуют и другие факторы, которые связаны с конкретными регионами деятельности, а также со скоростью проникновения цифровых технологий в различные отрасли экономической деятельности [2]. В современном мире увеличивается поток цифровых технологий, таких как большие данные, искусственный интеллект, Интернет вещей (IoT), робототехника и социальные сети, которые используются для преобразования бизнес-операций за счет упрощения таких задач, как совместная работа, привлечение и использование информации и знаний [3].

Особенность цифрового двойника можно определить как его связь с физическим двойником, что отличает цифрового двойника от любой другой цифровой модели. Основываясь на данных физического актива или системы, цифровой двойник раскрывает ценность, главным образом, поддерживая улучшенное принятие решений, что создает возможность для положительной обратной связи с физическим двойником. Согласно принципам Gemini [4] цифровой двойник можно рассматривать как модель актива или модель системы:

- Цифровой двойник 1: динамическая модель актива с вводом текущих данных о производительности от физического двойника через потоки данных в реальном времени от датчиков; обратная связь в физического двойника посредством управления в режиме реального времени (применительно к этому вопросу используется термин «умный актив», относящийся к проведению мероприятий по управлению активами с высокой производительностью [5, 6]).
- Цифровой двойник 2: статическая модель стратегического планирования системы с вводом долгосрочных данных о состоянии от физического двойника через корпоративные системы; обратная связь с физическим близнецом через процесс капиталовложений.

Предмет исследования данной статьи - методология формирования торговой сети, поэтому второе определение относится к теме исследования. Цель исследования состоит в усовершенствовании разрабатываемой математической модели, ориентированной на ее использование при управлении деятельностью торговой сети во взаимодействии с информационным киберпространством.

Список источников

1. Калинина О., Фирова С., Барыкин С., Капустина И. (2020). Разработка логистической модели источников инвестирования энергетических проектов в транспортный сектор. В Достижениях в области интеллектуальных систем и вычислений (Том 982). https://doi.org/10.1007/978-3-030-19756-8_29
2. Калинина О., Капустина И., Барыкин С., Балчик Е., Седякина А. (2019). Разработка комбинированного подхода инновационного и традиционного сценариев стратегии компании. Материалы 33-й конференции Международной ассоциации управления бизнес-информацией, IBIMA 2019: Совершенствование образования и управление инновациями через Vision 2020.
3. Сазерленд, Э. (2018). Тенденции регулирования мировой цифровой экономики. Электронный журнал SSRN, 1–29 июля. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3216772>
4. Балабан , О.Р. (2019). Аппроксимация эволюционных дифференциальных систем с распределенными параметрами сетевым и моментным методами. Моделирование, оптимизация и информационные технологии» («МОИТ»), 7(3). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2019.26.3.040>
5. Лу, К., Се , Х., Хитон, Дж., Парликад , А.К., и Скулинг, Дж. (2020). От ВІМ к цифровому двойнику: стратегия и будущее развитие интеллектуального управления активами. Исследования в области вычислительного интеллекта, 853 (октябрь 2019 г.), 392–404. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27477-1_30
6. Бреннер Б. и Хаммель В. (2017). Цифровой двойник как средство реализации инновационной цифровой системы управления цехом на учебной фабрике ESB Logistics в Ройтлингене, университет. Procedia Manufacturing, 9, 198–205. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.039>

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ АГРЕГИРОВАНИЯ

Бузина Т.С., Иваньо Я.М., Белякова А.Ю.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, Иркутск
buzinats@mail.ru

В работе рассматриваются многокритериальные задачи математического программирования для решения некоторых задач по оптимизации получения продовольственной продукции на разных уровнях агрегирования.

Первая задача однопараметрического программирования связана с сочетанием отраслей сельского хозяйства – растениеводство, животноводство и переработка продукции. В качестве параметра предлагается использовать время, поскольку некоторые производственно-экономические характеристики могут быть описаны с помощью значимых трендов, например, поголовье сельскохозяйственных животных, затраты труда на производство продукции и урожайность сельскохозяйственных культур. При этом производство сельскохозяйственной продукции связано с переработкой. Предлагается двухкритериальная модель оптимизации производства и переработки продукции, для решения которой можно использовать метод уступок. В предложенной модели учитывается прогнозирование и планирование, а также возможные риски потери урожая. В качестве товаропроизводителей выступают сельскохозяйственные организации и крестьянские (фермерские) хозяйства, а в качестве переработки – перерабатывающие предприятия.

Вторая задача представляет собой оптимизацию сочетания отраслей производства сельскохозяйственной продукции и заготовки дикорастущей продукции в муниципальном районе с развитым сельским хозяйством и богатыми запасами пищевых лесных ресурсов. Модель взаимодействия производителей и заготовителей можно описать в виде двухкритериальной задачи с ограничениями, касающимися трудовых, топливных, земельных, лесных ресурсов, валового сбора, использования минеральных удобрений, средств защиты и других. Часть характеристик модели, описывающая производство сельскохозяйственной продукции, связана с параметром в виде времени. В другую же часть модели входят интервальные характеристики. Поэтому модель является многокритериальной параметрической с интервальными оценками. В отличие от первой задачи она описывает разные отрасли, причем в рамках территории муниципального района.

Третья задача позволяет оптимизировать взаимодействие участников кластеров производства и переработки пищевых дикорастущих ресурсов. Здесь также применима двухкритериальная модель оптимизации заготовителей и переработчиков дикоросов. В этой модели критерий или критерии оптимальности могут быть связаны с параметром – временем. Такая модель может охватывать несколько муниципальных районов. Приведены примеры решения предложенных задач методом уступок.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА, ВКЛЮЧАЮЩАЯ АГЕНТОВ-ПЕРЕХВАТЧИКОВ

Быков Н.В., Кульметьева В.А.

Российский университет транспорта (МИИТ), Москва
nik.bkv@gmail.com

Современные тренды, диктуемые концепцией «умных городов» подразумевают широкое внедрение беспилотных транспортных средств в традиционные потоки. Это сопровождается повышенными рисками, связанными с потенциальным захватом беспилотных автомобилей, а также с возможной потерей ими управления в связи с выходом различных подсистем из строя. В подобной ситуации необходим оперативный перехват девиантного беспилотного транспортного средства, который может быть организован с помощью активного электромагнитного подавления. Поскольку такое подавление может влиять и на другие транспортные средства, безопасное использование его допустимо лишь в непосредственной близости от цели. В этой связи агенту-перехватчику необходимо решить задачу максимального сближения с целью. В работе используется имитационная модель перехвата, построенная на базе клеточных автоматов S-NFS [1]. Для агента-перехватчика разработаны правила поведения. Один из результатов моделирования показан на рис. 1.

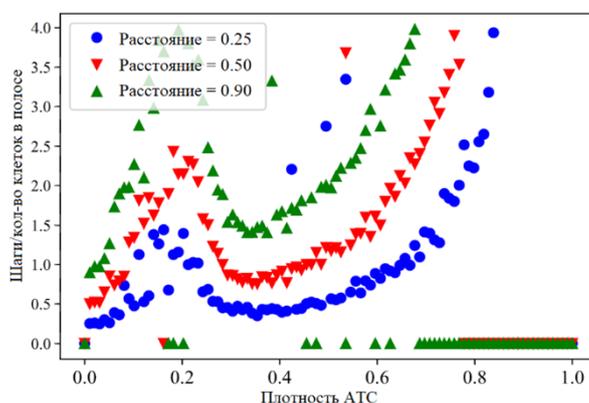


Рис. 1. Зависимость количества шагов для успешного перехвата от плотности автомобильных транспортных средств (АТС) при различных начальных расстояниях агента-перехватчика до цели

Предложенные правила поведения агента-перехватчика показали свою эффективность для упрощенного варианта рассматриваемой задачи – агент успешно выполняет перехват транспортных средств, выбранных случайным образом из потока.

Благодарности. Работа поддержана грантом РФФИ № 19-29-06090 мк.

Список источников

1. Nishinari K. A stochastic cellular automaton model for traffic flow with multiple metastable states / Nishinari K., Fukui M., Schadschneider A. // Journal of Physics A: Mathematical and General. 2004. Vol. 37. P. 3101-3110.

ВОПРОСЫ РЕСУРСОВ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СО РАН: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Бычков И.В.¹, Клименко О.А.², Рычкова Е.В.², Шабальников И.В.²

¹Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, Иркутск

²Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий,
Новосибирск

o.klimenko@sb-ras.ru

В докладе представлен анализ документов и новостей на корпоративном сайте Сибирского отделения РАН – портале СО РАН (www.sbras.ru). Особенностью сайта является то, что он содержит обширную информацию о деятельности Отделения с момента основания в 1957 году. Портал СО РАН начал работу в 1996 году и с этого времени проводилась систематизация документов, которая позволяет проводить глубокий анализ. Отделение неоднократно выполняло проекты и программы, направленные на развитие Азиатской России, предлагало инновационные технологии, информация о которых представлена в виде отчетов и презентаций докладов. Всего на корпоративном сайте хранится более 16 тыс. документов и новостей. Число пользователей, которые зашли на сайт в 2022 году с разных IP адресов составляет около 150 тыс. человек. Сведения о 454 членах Академии, работавших в Сибирском отделении с момента его основания, хранятся в базе данных «Организации и сотрудники СО РАН» (www.sbras.ru/ru/sbras/db). Также на портале СО РАН представлена информация о 106 сотрудниках, имеющих звание профессора РАН. Всего в базе данных содержится официальная информация о 2564 персонах, 254 научных организаций, включая вузы Сибирского макрорегиона. Сведения в базу данных вносятся на русском и английском языках.

Экономические санкции 2022-2023 гг., в отношении использования технологий, материалов, программного обеспечения привели к спросу на разработки сибирских ученых. Информация о них в кратком и развернутом виде представлена в разделе «Импортонезависимость» (www.sbras.ru/ru/import_substitution) и в журнале «Наука и технологии Сибири» (www.sbras.ru/ru/innovation). Актуальность разработок СО РАН подтвердилась при подсчете числа скачиваний файлов более 5 тыс. раз.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для Федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий.

БОЛЬШИЕ ЗНАНИЯ: РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ МИВАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЛОГИЧЕСКОГО ИИ

Варламов О.О.¹, Адамова Л.Е.²

¹Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва

²Российский новый университет, Москва

ovar@narod.ru

В области логического искусственного интеллекта (ИИ) продолжается активное развитие миварных технологий [1], по которым в РИНЦ уже более 730 научных публикаций. Напомним, что главное преимущество миварных экспертных систем (МЭС) состоит в кардинальном снижении вычислительной сложности логического вывода с $N!$ до линейной (N) [2] и расширение базовых продукций формата «Если, То» с обычной логики до реализации вычислительных процедур в едином информационно-управляющем пространстве, что позволяет: моделировать бизнес-процессы, планировать действия робототехнических комплексов (РТК) и киберфизических систем, а также автоматически строить алгоритмы решения задач на основании базы знаний [3]. Как известно, логический вывод и экспертные системы были основой «второй волны ИИ» в 80-90 годы прошлого века. После снятия фундаментального ограничения по скорости логико-вычислительной обработки – «проклятия размерности полного перебора» и достижения в МЭС скорости обработки более 5 млн правил/с [2] на обычных однопроцессорных компьютерах, осталась проблема создания больших баз знаний. Данную задачу целесообразно называть «Большие Знания» (по аналогии с Большими Данными для статистических методов ИИ). В последнее время возникло новое направление ИИ по автоматическому созданию баз знаний (фактов и правил) [3]. Проведен системный анализ этой проблемы и предложены учеными нашей научно-исследовательской инициативы (НИИ) МИВАР новые подходы по обучению и автоматизации процессов создания Больших Знаний. Выделены два направления [3]:

- создание знаний на основе систем понимания естественного языка для автоматического преобразования текстов в факты и правила, т.е. Большие Знания;
- автоматическое построение баз знаний для планирования действий роботов на основе генерации правил по определенным закономерностям и возможным действиям РТК.

Кроме традиционных областей применения экспертных систем для ситуационных центров, систем поддержки принятия решений и т.п., были предложены способы расчета многомерных векторов (типа: «покупатель» и «товар») и их динамическое сравнения.

В последнее время выявлены еще две области применения МЭС:

- распределение ресурсов производственных систем и планирование действий по обработке и сборке изделий в машиностроительном ИИ [4];
- оптимизация с построением нескольких логических выводов [5] на одной сети миварных правил и расчет возможных ограничений при планировании заказов.

Таким образом, количественный рост скорости логического вывода и расширение формализма представления Больших Знаний позволяют перейти к новому качеству и значительно расширить области применения миварных технологий логического ИИ с большими перспективами [1-5]. Необходимо продолжить исследования по автоматическому созданию Больших Знаний и поиску практически полезных применений логического ИИ.

Список источников

1. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. - М.: Радио и связь, 2002. - 288 с. – ISBN 5-256-01650-4. – EDN RWTCOP
2. Varlamov O.O. Wi!Mi expert system shell as the novel tool for building knowledge-based systems with linear computational complexity // International Review of Automatic Control. 2018. Т. 11. № 6. С. 314-325.
3. Мивар'22. – Москва: Издательский Дом "Инфра-М", 2022. – 440 с. – EDN RQIFBK.

4. Осипов В. Г., Чувиков Д. А., Кривошеев О. В. и др. Планирование действий по обработке и сборке изделий в машиностроительном ИИ // Мивар'22. – Москва: Издательский Дом "Инфра-М", 2022. – С. 420-427. – EDN LAJOSM.
5. Коценко А. А., Герасименко А. В., Калашникова А. В. и др. Методика применения миварной экспертной системы для автоматизированного поиска нескольких траекторий робота // Естественные и технические науки. – 2022. – № 5(168). – С. 209-221. – DOI 10.25633/ETN.2022.05.11. – EDN XSXYXM.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В СЕНСОРНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ DV-НОР

Виноградов Г.П.^{1,2}, Шаронов Д.А.²

¹*Тверской государственный технический университет, Тверь*

²*НИИ Центрпрограммсистем, Тверь*

wgp272ng@mail.ru

Предметом исследования являются алгоритмы локализации узлов в реагирующих беспроводных сенсорных сетях (RWSN), которые имеют большую перспективу применения во многих областях. **Актуальность работы** связана с тем, что задача локализации узлов является одной из ключевых в RWSN. Алгоритмы локализации должны быть энергоэффективными, не требовать дополнительных аппаратных решений и больших вычислительных ресурсов, использовать встроенный протокол маршрутизации, быть защищенными от помех. Перспективными в этом плане являются варианты алгоритмов локализации перехода по вектору расстояния (DV-Нор). Однако они характеризуются достаточно большой ошибкой при оценке местоположения сенсорных узлов. **Целью работы** является анализ точности существующих алгоритмов DV-Нор при определении местоположения неизвестных узлов внутри области размещения с использованием инфраструктуры сети, технологии радиообмена между узлами для оценки степени их пригодности при решении задач локального позиционирования после выполнения этапа выброса узлов на местности. **Метод.** В процессе анализа использован метод последовательного усложнения моделируемых алгоритмов локализации сенсорных узлов в RWSN с учетом типов узлов и режимов их работы. **Основные результаты.** Исследования показали, что наиболее эффективным является алгоритм, в котором минимальный переход корректируется путем использования технологии определения расстояния на основе мощности принимаемого сигнала (RSSI), а среднее расстояние перехода корректируется средневзвешенным значением ошибки расстояния перехода и ошибки оцененного расстояния. Имитационный эксперимент показал значительное улучшение характеристик классического алгоритма DV-Нор при определении местоположения и уменьшение до приемлемых величин ошибки определения местоположения узлов. При проведении имитационного эксперимента в среде NetToro использован алгоритм СКН. Результаты эксперимента показывают, что улучшенный алгоритм уменьшает ошибку определения местоположения и обладает более высокой точностью определения местоположения. **Практическая значимость.** Обоснована целесообразность применения полученных результатов при проектировании RWSN.

ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Власевский А.А.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск

Компрессорное оборудование для любого промышленного производства является его неотъемлемой частью. Например, сжатый воздух – это отличный рабочий газ для аккумуляции и передачи энергии. Простота и лёгкость использования сжатого воздуха является несомненным преимуществом данного газа. Сравнение сжатого воздуха с электричеством показывает, что электричество более выгодно с экономической точки зрения, но есть несколько причин, по которым использование сжатого воздуха целесообразнее:

- Безопасность: неправильная эксплуатация электрических приборов, может привести к возгораниям или тяжелым травмам у персонала при ударе током.
- Специальные условия эксплуатации: например, инструменты на сжатом воздухе могут работать в условиях повышенной влажности, и даже непосредственно в воде.
- Удобство в применении: инструменты, работающие на сжатом воздухе, имеют меньший вес и имеют более простую и надёжную конструкцию.

Высокотехнологичность отрасли и сильная конкуренция между производителями заставляют искать новые решения для улучшения процессов производства. Главное направление в развитии всех тенденций – это переход от практики принятия решений, основанных на опыте, к практике, основанной на данных. Объединяющими для всех этих технологий могут стать Цифровой Двойник (ЦД) или Цифровая тень (ЦТ).

В нашем случае основные проблемы, которые можно решать при помощи цифрового двойника:

- Перегрев рабочих частей оборудования.
- Увеличение расхода масла.
- Повышенный уровень шума.
- Объем либо давление воздуха превышают возможные значения.
- После остановки компрессора возникает сложность в перезапуске.
- После нагнетания давление повышается.

Далее рассматривается конкретный пример: решение задачи определения напряженно-деформированного состояния (НДС).

Подчеркиваются основные плюсы при внедрении ЦД и ЦТ:

- Комплексная диагностика и выявление механических дефектов компрессоров в автоматизированном режиме.
- Интеллектуальный контроль всех режимов работы.
- Предупреждения о быстром росте загрязнения теплообменного оборудования и воздушных фильтров.
- Проведение предиктивной диагностики механических неисправностей вращающихся компонентов.
- Прогнозирование развития дефектов заранее, планируя ремонты.
- Рекомендации оптимальных режимов работы.

Основной экономический эффект от внедрения ЦД в компрессорном оборудовании заключается в прогнозировании поломок и анализе текущего состояния системы, что может быть обеспечено применением предиктивной аналитики.

В настоящее время большинство крупных предприятий стараются внедрить систему всеобщего обслуживания оборудования, известную как ТРМ (от англ. «Total Productive Maintenance» – «Всеобщий уход за оборудованием»). Эта система разработана в Японии для компании «Тойота» и включает в себя набор методов, направленных на то, чтобы каждая единица оборудования находилась в работоспособном состоянии без остановки производственного процесса. ЦД, интегрированный в такую систему, позволяет увеличить эффективность такой практики. количество ППР снижается, межремонтный период увеличивается, количество запасных частей, необходимых на складе, и количество

ремонтного персонала уменьшаются, надежность работы системы увеличивается, что соответствует целям системы ТРМ.

Существенная польза от внедрения ЦД, даже неполного, очевидна. Возникает лишь вопрос о том, как разработать такой ЦД и какие основные принципы должны быть в нем реализованы. Исходя из того, что наибольшую ценность ЦД представляет, как платформа для предиктивной аналитики, то и главной составляющей такого ЦД будут инструменты, позволяющие выполнять такую аналитику.

Важной составляющей ЦД являются датчики. Большое влияние на развитие ЦД оказало появление технологии Интернета вещей (англ. internet of things, IoT) – концепции сети передачи данных между физическими объектами («вещами»), оснащёнными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой

Не менее важной составляющей внедрения ЦД является выбор системы сбора и обработки разнообразных данных, полученных от оборудования. Такой системой является пакет программ, утилит и библиотек на персональном компьютере, которая позволяет хранить и обрабатывать Data Lake («озеро данных» – массив необработанных данных).

Третьим важным элементом внедрения ЦД является выбор алгоритма анализа данных. Наиболее распространенным в данное время является машинное обучение (Machine Learning (ML)) – наука о разработке алгоритмов и статистических моделей, которые компьютерные системы используют для выполнения задач без явных инструкций, полагаясь вместо этого на шаблоны и логические выводы.

Применение ML включает следующие этапы:

- постановка задачи для аналитической обработки данных;
- осуществление сбора данных с их параллельной подготовкой (декодировка, отсев мусора, удаление нерелевантной информации);
- выбор алгоритма анализа данных;
- обучение программы выбранному алгоритму с дальнейшим анализом обнаруженных закономерностей.

В ходе выполнения работы получены следующие результаты:

- 1) определены основные элементы компрессорного оборудования;
- 2) определены основные возможные неисправности и отказы оборудования;
- 3) определены основные параметры для дополнительных измерений;
- 4) выполняется онтологический инжиниринг для создания базы знаний.

Помимо задач предиктивной аналитики, ЦД и ЦТ можно использовать для решения следующих задач:

- Снижение затрат на проведение испытаний.
- Удобство сравнения экспериментальных и теоретических данных.
- Быстрое изменение объекта и параметров объекта исследования (в отличие от реально существующего).
- Возможность работы с цифровой тенью в разных точках мира, в том числе с интернациональной командой.
- Масштабируемость эксперимента.

Цифровые двойники и цифровые тени, которые еще не получили своего физического воплощения по экономическим соображениям, будут ждать момента, когда рыночная модель покажет, что время обретения таким двойником своей материальной сущности настало, и только тогда материальный объект будет создан. Тем не менее, даже если в данный момент создание полноценного цифрового двойника не представляется выгодным, то внедрение цифровой тени с функциями предиктивной аналитики вполне может иметь положительный экономический эффект, за приемлемые деньги, потраченные на разработку.

ПРОБЛЕМЫ СЕМАНТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СИСТЕМАХ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ (АСУТП- BIGDATA. МОНИТОРИНГ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ)

Волков И.А.¹, Вольфенгаген В.Э.²

¹*Первый Московский Государственный Медицинский Сеченовский Университет, Москва*

²*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

(Московский инженерно-физический институт), Москва

volkov_i_a@staff.sechenov.ru

В настоящее время актуальна проблема программно-семантической безопасности при анализе и сохранении больших непрерывных потоков данных (BigData) АСУТП – BigData. Традиционно для этого используются реляционные СУБД (Oracle, Ingres, MS SQL, MySQL, PostgreSQL, ...), реализующие анализ и управление данными с помощью реляционных SQL запросов в системе 1С.

В настоящее время в ряде случаев более эффективны (как показала эксплуатация – на платформах Unix, Linux, Microsoft, Android, IOS (Apple)) не реляционные СУБД – NoSQL. На современных интернет web-сайтах используются традиционные реляционные SQL СУБД (например, реализующие анализ и управление данными с помощью реляционных SQL запросов в системе 1С). Для обеспечения семантической безопасности NoSQL (сохранность/непротиворечивость) данных авторами осуществляется дублирование на разные узлы кластерного сервера.

Работа посвящена созданию автоматизированной системы мониторинга АСУТП Интернет Вещей на базе сетевых процессоров Arduino / Raspberry при проведении испытаний (тестирования функциональности и параметров АСУТП – Интернет Вещей IoT) на основе применения оборудования «PXI» фирмы National Instruments для реляционных SQL запросов в системе 1С.

СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТЫ НАУЧНОГО ПОРТАЛА ЗНАНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Ворожцова Т.Н., Пестерев Д.В.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
tnn@isem.irk.ru

В рамках выполнения проекта «Методология построения IT-инфраструктуры для разработки интеллектуальных систем управления развитием и функционированием систем энергетики» в ИСЭМ СО РАН разрабатывается онтологическое пространство знаний в области энергетики, которое представляет собой систему взаимосвязанных онтологий для описания и интеграции знаний предметных областей выполняемых исследований [1]. Онтологическое моделирование обеспечивает формирование общего, разделяемого всеми экспертами знания о предметной области и его явную концептуализацию.

На начальном этапе формирования структуры пространства знаний используются методы системного анализа и инженерии знаний. Онтологии разрабатываются в графическом виде с использованием инструментария SparTools. Это обеспечивает их наглядность и возможность согласования базовых понятий между исследователями.

Научный портал знаний для исследований энергетики разрабатывается на основе технологии построения порталов научных знаний, разработанной в Институте систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН в Новосибирске [2]. Структура научного портала соответствует тематике системных исследований, выполняемых в ИСЭМ СО РАН, которая включает такие основные направления, как комплексные проблемы энергетики (прогнозирование развития систем энергетики, энергетическая безопасность и экологические проблемы), управление развитием и управление функционированием систем энергетики, а также теоретические основы, включающие свойства систем энергетики, закономерности и тенденции энергетических технологий, методы моделирования и системного анализа.

Основными компонентами (разделами) портала знаний являются базовые концепты разработанного онтологического пространства знаний. Онтология портала знаний включает как описание предметной области, так и описание релевантных ей ресурсов.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта государственного задания «Методология построения IT-инфраструктуры для разработки интеллектуальных систем управления развитием и функционированием систем энергетики» (№ FWEU-2021-0007) программы фундаментальных исследований РФ на 2021-2030 гг.

Список источников

1. Ворожцова Т.Н. Онтологический анализ взаимосвязей энергетических и социо-экологических систем / Т.Н. Ворожцова // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – С. 127-138. – DOI:10.38028/ESI.2022.26.2.012.
2. Ю.А. Загорулько, Г.Б. Загорулько, О.И. Боровикова. Технология создания тематических интеллектуальных интернет-ресурсов, базирующаяся на онтологии. // Программная инженерия. 2016. № 2. Том 7. С. 51-60. DOI: 10.17587/prin.7.51-60.

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД И МОДЕЛИ ДЛЯ ЧИСЛЕННОЙ ОЦЕНКИ ЦЕНОВОЙ ЭЛАСТИЧНОСТИ СПРОСА НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ В ПРОГНОЗНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ

Гальперова Е.В., Кононов Ю.Д.

Институт систем энергетики им. Мелентьева СО РАН, Иркутск
galper@isem.irk.ru

Существующие прогнозы энергопотребления показывают увеличение использования электроэнергии в будущем [1], что обуславливает рост значимости исследований влияния стоимости электроэнергии на ее перспективную потребность. Как правило, для этого применяют коэффициенты ценовой эластичности спроса, показывающие, как изменится спрос на тот или иной энергоноситель при изменении его цены на 1 %. Для получения таких коэффициентов применяются модели, основанные на регрессионном анализе, традиционной функции спроса, равновесные, межотраслевые и др. [2], которые используют отчетную информацию, отражающую существовавшие факторы и связи. В прогнозных исследованиях необходимо иметь прогнозные значения эластичности спроса, отображающие будущие условия. Для их имитации и расчета прогнозных значений коэффициентов предлагается подход на основе взаимосвязанного решения разработанных ранее моделей [3] (рис. 1).



Рис. 1. Схема предлагаемого методического подхода и используемые модели для оценки перспективных значений ценовой эластичности спроса на электроэнергию

Благодарности. Работа выполняется в рамках проекта государственного задания №FWEU-2021-0003 (рег. № АААА-А21-121012090014-5) программы фундаментальных исследований РФ на 2021-2030 гг.

Список источников

1. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
2. Мазурова О.В., Гальперова Е.В. Учет неопределенности экономических параметров при оценке рыночного спроса на энергоресурсы в регионе// Экономика региона. 2017. Т. 13. вып. 2. С. 465-476, doi 10.17059/2017-2-12
3. Гальперова Е.В. Использование стенда моделей для долгосрочного прогнозирования рыночного спроса на энергоносители // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2016. № 4-2. С. 17-27.

МОНИТОРИНГ И НАКОПЛЕНИЕ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ГЕОГИПСАР

Гасан В.С., Абасов Н.В., Осипчук Е.Н.

Институт систем энергетики им. Мелентьева СО РАН, Иркутск
viktor-gasan@yandex.ru

Для обработки и анализа геоклиматических данных в ИСЭМ СО РАН разработана и развивается информационно-прогностическая система ГеоГИПСАР [1, 2]. Она использует универсальную базу с файлами многомерных сеточных данных специализированных форматов с включением в них различных агрегированных показателей. Сложность мониторинга связана с большим объемом загружаемых данных, включающих множество атрибутов и показателей с разными временными интервалами для всего земного шара. Также при получении файлов с центра данных используются различные форматы (NetCDF, HDF5, GRIB), которые нужно подготовить и преобразовать для дальнейшей обработки.

Для возможности оперативной работы с различными источниками и обновления единой базы данных используются следующие шаги (рис. 1):

1. С помощью управляющей системы, используя свободные консольные утилиты для загрузки (CURL, WGET), автоматически скачиваются последние данные из различных центров (NOAA/NCEP, GPCC, CFSv2, ECMWF ERA-40);
2. Под управлением компонента LuaSEM системы ГеоГИПСАР исходные файлы декодируются с использованием стандартных утилит NCDUMP, H5DUMP, WGRIB для выбора необходимых данных;
3. Полученные данные конвертируются в форматы базы ГеоГИПСАР (G13, CFS) и записываются в хранилище.

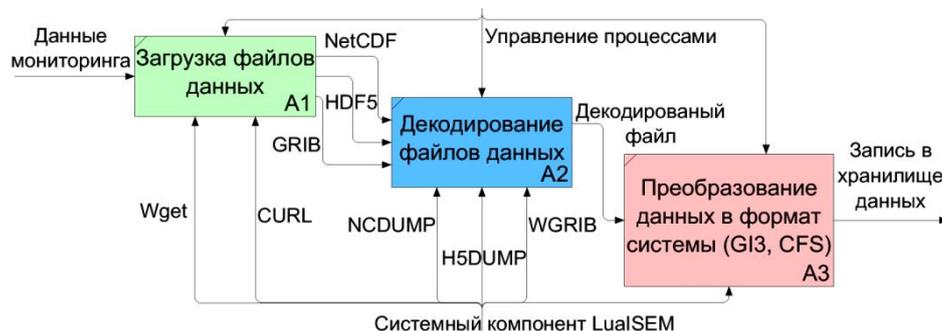


Рис. 1. Функциональная схема мониторинга и накопления данных в системе ГеоГИПСАР

Разработанная система мониторинга является портативной, позволяет оперативно обновлять данные с запаздыванием до нескольких суток и актуализировать их для отдельных локальных компьютеров и сетевых групп.

Список источников

1. Абасов Н.В. Система долгосрочного прогнозирования и анализа природо-обусловленных факторов энергетики ГеоГИПСАР // Материалы междунар. совещания «Enviromis-2012». – С. 63-66.
2. Абасов Н.В., Бережных Т.В., Резников А.П. Долгосрочное прогнозирование природообусловленных факторов в энергетике / Системные исследования проблем энергетики. - Новосибирск: Наука. Сиб. изд. фирма РАН, 2000, - С.415-429.

ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ИЗОЛИРОВАННОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Гаськова Д.А.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
gaskovada@gmail.com

В докладе представлены этапы инженерии знаний, проведённые при построении цифрового двойника изолированной энергосистемы, которые стали частью ранее предложенного онтологического подхода к построению цифровых двойников [1]. В основе подхода лежит онтологический инжиниринг, целью которого является структурирование и управление знаниями с применением онтологий для построения онтологического пространства знаний предметной области. В свою очередь онтологический инжиниринг относится к инженерии знаний – разделу инженерной деятельности, направленной на использование знаний в компьютерных системах для решения сложных задач. Целями онтологического инжиниринга являются повышение уровня интеграции информации, необходимой для принятия управленческих решений, повышение эффективности информационного поиска, предоставление возможности совместной обработки знаний на основе единого семантического описания пространства знаний [2].

Представлены результаты семантического моделирования (онтологические и когнитивные модели), а также проектирования баз данных, адаптации выбранных математических моделей для разработки прототипа компонентов цифрового двойника ветровой электростанции на основе Unity и применения методов машинного обучения с применением полученных онтологических моделей. Приведены задачи инженерии знаний, в том числе построение онтологических и информационных моделей, при прототипировании компонентов цифрового двойника изолированной энергосистемы на примерах моделирования ветровой электростанции и фотоэлектрической системы.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-21-00382, <https://rscf.ru/project/23-21-00382/>

Список источников

1. Массель Л.В., Массель А.Г. Семантическое моделирование при построении цифровых двойников энергетических объектов и систем // Онтология проектирования. 2023. Т.13, №1(47). С. 44-45. DOI:10.18287/2223-9537-2023-13-1-470-480.
2. Массель Л.В., Ворожцова Т.Н., Пяткова Н.И. Онтологический инжиниринг для поддержки принятия стратегических решений в энергетике/ Онтология проектирования. – 2017. – Том. 7. – №1 (23).. – С. 66-76. – DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-1-66-76.

АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАМКАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Говорков А.С.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск
govorkov_as@istu.edu

В настоящее время все крупные промышленные предприятия уделяют большое внимание вопросам цифровизации производства и автоматизации обработки информации, которая обращается в производственных процессах. Автоматизация позволяет упорядочить большой поток информации, который приходит в единый центр обработки данных с различных производственных подразделений, от внешних поставщиков сырья, оборудования и материалов, а также от заказчиков продукции [1].

На примере производственного предприятия авиационной отрасли разработана концепция анализа объектов производственного процесса. Иерархия объектов производственной системы при подготовке производства, предлагаемая к реализации, как основа концепции цифровизации предприятия, приведена на рисунке 1.

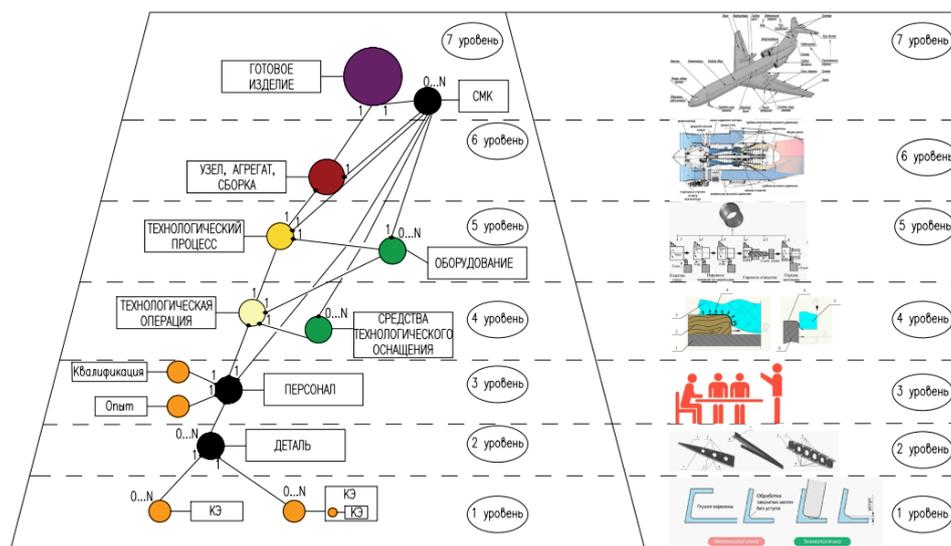


Рис. 1. Иерархия объектов производственной системы при подготовке производства

По результатам проведенной работы сформирована трехмерная структура базы данных свойств объектов производственной системы, что позволяет в течение короткого времени найти нужный объект и изучить его свойства. Цифровизация производственного процесса, проводимая в рамках предприятия авиационной промышленности, позволяет оптимизировать технологический процесс, снижая стоимость затрат на производство и затраты времени на осуществление всех технологических операций.

Список источников

1. Цифровое предприятие: трансформация в новую реальность. Ананьин В.И., Зимин К.В., Лугачев М.И. и др. / Журнал «Бизнес-информатика», №2(44) -2018. С.45-53.
2. Черняк Л.И. Как создать цифровое предприятие. 6 этапов на пути к Индустрии 4.0. / Электронный журнал «Государство. Бизнес. ИТ», 2017/08/22.

БИФУРКАЦИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДИСКРЕТНЫХ АТТРАКТОРОВ ЛОРЕНЦА В ОТОБРАЖЕНИЯХ С ОСЕВОЙ СИММЕТРИЕЙ

Гонченко А.С.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород
НИУ «Высшая Школа Экономики», Нижний Новгород
agonchenko@mail.ru

В работе рассматриваются параметрические семейства квадратичных отображений с постоянным якобианом, обладающих осевой симметрией $x \rightarrow -x, y \rightarrow -y, z \rightarrow -z$. Выделяются два класса таких отображений, для которых проводится качественный анализ основных бифуркаций, приводящих к возникновению дискретных аттракторов Лоренца двух разных типов. Оба эти аттракторы содержат симметричную седловую неподвижную точку с одномерным неустойчивым многообразием, однако отличаются тем, что в «дырках» аттракторов лежат либо неподвижные точки, либо точки периода 2, которые являются седло-фокусами с двумерными неустойчивыми многообразиями. В работе также приводятся результаты численных исследований, иллюстрирующих сценарии возникновения указанных странных аттракторов.

Благодарности. Работа поддержана выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект № 23-71-30008).

ТРИ ТИПА ДИНАМИЧЕСКОГО ХАОСА

Гонченко С.В.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород
НИУ «Высшая Школа Экономики», Нижний Новгород
sergey.gonchenko@mail.ru

В работе представлен обзор недавних результатов, полученных в теории динамического хаоса и связанных с открытием его третьей новой формы, т.н. смешанной динамики. Этот тип хаоса отличается от двух его классических форм, консервативного и диссипативного хаоса, и главное его отличие состоит в том, что аттракторы и репеллеры могут пересекаться. В работе дается теоретическое обоснование этого явления, а также приводится ряд примеров систем из приложений, в которых наблюдается смешанная динамика.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке гранта РФФ (проект № 23-71-30008).

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТОВ В ЗАДАЧАХ ГИДРОДИНАМИКИ

Городилов Д.В., Салтыков И.Е., Иванов К.С.

*Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий,
Новосибирск
dealenx@yandex.ru*

Развитие вычислительной гидродинамики связано с проведением сложных численных экспериментов, состоящих из трех основных этапов: подготовки данных, выполнения расчета на вычислительном ресурсе и интерпретации полученных результатов. Вручную обработка данных на каждом этапе может быть трудной, ресурсоемкой и занимать много времени, что существенно затрудняет работу исследователей [1]. Поэтому автоматизация управления процессом вычислений и визуализация результатов расчетов играют важную роль.

Данная работа посвящена разработке веб-ориентированной платформы, которая позволяет широкому кругу исследователей автоматизировать проведение гидродинамических расчетов через интерактивную веб-среду. Для решения проблем, связанных с проведением гидродинамических расчетов и хранением больших массивов данных, за последние 10 лет активно развиваются облачные технологии. Для пользователя такая среда скрывает все технические и программные детали. Однако до сих пор отсутствуют системы, которые обладают в совокупности достаточными функциональными возможностями для автоматизации различных процессов математического моделирования.

Для выполнения таких задач необходимы подсистемы оркестрации, которые управляют процессами на удаленных вычислительных ресурсах [2]. Основное назначение такой системы - учет и распределение задач исполнения процессов между активными агентами, учитывая заранее заданные параметры. Она также обеспечивает взаимодействие внешних систем с исполнением процессов расчета. Для моделирования необходимо предварительно подготовить расчетный кейс, который включает в себя набор геометрий сеток, файлы конфигураций, граничные и начальные условия, пользовательские функции и результаты [3]. Все эти компоненты структурированы в различных файлах и каталогах.

Каждая часть платформы имеет ответственность в подготовке данных. Данные имеют три уровня:

1. Пользовательский уровень;
2. Уровень численной модели;
3. Уровень модели расчетного комплекса.

Автономный виджет на стороне клиентской части выполняет преобразование из 1-го уровня на 2 уровень (численной модели), итогом преобразования будет определенная конфигурация, которая будет иметь необходимое описание численной модели расчета. Микросервис на стороне оркестратора выполняет преобразование из 2-го уровня к 3-му уровню. Конечным результатом преобразования является расчетный кейс. Для преобразования требуются данные уровня численной модели и параметры вычислительного комплекса. После формирования расчетного кейса оркестратор выполняет запуск и мониторинг расчета, выполняемого на вычислительном ресурсе.

В ходе данной работы была реализована тестовая подсистема для оркестрации рабочими процессами, была разработана тестовая программная подсистема для подключения вычислительных ресурсов через пользовательский интерфейс и обеспечения визуальными инструментами ввода исходных данных и мониторинга вычислительных процедур, а также реализованы дополнительные сервисы, делегирующие задачи по формированию файлов расчетного кейса.

Список источников

1. Ненаженко Д. В., Радченко Г. И. Удаленная визуализация больших объемов данных // Вестн. ЮУрГУ. Сер. «Вычисл. матем. и информ.». 2015. Т. 4. № 1. С. 21–32.
2. Баранов, И. Н. Автоматизация документооборота посредством внедрения технологий роботизации / И. Н. Баранов // Наука, технологии, общество - НТО-II-2022: сборник научных статей по материалам II Всероссийской научной конференции, Красноярск, 28–30 июля 2022 года. – Красноярск: Общественное учреждение "Красноярский краевой Дом науки и техники Российского союза научных и инженерных общественных объединений", 2022. – С. 38-45. – EDN YBZRSG.
3. OpenFOAM® tutorial collection: Steady-state laminar flow. URL: https://rheologic.net/sites/default/files/pdf/taylor_couette_tutorial-20160913.pdf (дата обращения: 28.02.2023).

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ КАРТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ БЛОКА РАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ ГАЗПРОМНЕФТИ

Гринберг Э.Я.¹, Верзин Е.А.²

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

²ООО «Газпромнефть НТЦ», Санкт-Петербург
st057454@student.spbu.ru

Систематическое картирование, категоризация и сравнительный анализ знаний организации позволяет принимать информированные управленческие решения. Организация может получить большую отдачу от усилий по развитию, сгруппировав познавательный опыт в «критическую научающую массу» вокруг некоторых стратегических областей знания [1]. В международной практике выделяют три основные цели построения цифровой карты знаний: 1) выявлять, сохранять и воспроизводить важные знания и экспертизу, 2) планировать стратегические улучшения в создании, хранении, передаче и применении знаний, 3) стандартизировать и последовательно применять схожие практики [2].

Проблемой в формировании системы интеллектуальной поддержки принятия решений на основе картирования знаний является разрозненность и неоднородность источников знаний, а также отсутствие унификации их оценки.

В качестве решения описанной проблемы в Блоке разведки и добычи Газпромнефти была разработана и апробирована методика картирования знаний. Отличительной особенностью представленного подхода является методологическая опора на онтологический инжиниринг, в частности на [3]. Характерным является тот факт, что онтология не была формализована, а использовалась как набор связанных справочников и классификаторов для формирования опроса в информационной системе.

Первым шагом в создании цифровой карты знаний стало проведение серии интервью для определения компетентностных вопросов, выявления ключевых областей знаний, необходимых для поддержки принятия решений.

Кастомизированный классификатор знаний был разработан и предложен для актуализации рабочей группе. Итеративная доработка онтологии была реализована четырьмя способами: 1) расширение 2) сокращение 3) углубление 4) уточнение. Были учтены следующие направления: функциональные знания, углубленные профильные знания, владение специализированным ПО, обладание знаниями о контрагентах, знания, полученные в результате работы над проектами.

Сбор данных для цифровой карты осуществлялся с помощью опроса сотрудников и дополнялся информацией, предоставленной подразделением. Опрос разрабатывается на основе апробированных научных работ [4,5] с учетом специфики Компании. В апробации методики участвовали 98 сотрудников в первую волну и 40 – во вторую. В начале каждой волны до 10 человек участвовали в тестировании опросника, после чего вносились корректировки.

В результате картирования созданы переиспользуемые системы организации знаний (справочники, перечни, тезаурус). Как подготовительный этап перехода к системе интеллектуального принятия решений были разработаны:

1. План системной передачи знаний сотрудников
2. План системной фиксации знаний в документах
3. План формирования авторских разработок и других интеллектуальных активов
4. Базовая CRM-система для работы со знаниями о партнерах

Итогом апробации методики стал набор рекомендаций по стратегическому позиционированию картируемого подразделения.

Благодарности. Доклад разработан частично на средства гранта РФФИ №23-21-00168 «Методология и технология разработки цифровых карт знаний для учебных и научных коллективов (МЕТАКАРТА)», 2023-2024.

Список источников

1. Зак М. Х. Разработка знаниевой стратегии // Управление знаниями: хрестоматия. СПб: Высшая школа менеджмента, 2009. С 24–36.
2. APQC. Knowledge mapping in action, 2018 Houston: APQC.
3. Kudryavtsev D. et al. Map of the Maps: Conceptualization of the Knowledge Maps // BIR 2022, 21st International Conference on Perspectives in Business Informatics Research. September 20-23, 2022, Rostock, Germany. С. 14–23.
4. Balaid A. et al. Knowledge maps: A systematic literature review and directions for future research //International Journal of Information Management. 2016. №. 3 (36). С. 451–475.
5. Liebowitz J. Linking social network analysis with the analytic hierarchy process for knowledge mapping in organizations //Journal of knowledge management. 2005. №. 1 (9). С. 76–86.

ПОИСК СВЯЗАННОСТИ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В МОЗГЕ КРЫС-МОДЕЛЕЙ ЛИМБИЧЕСКОЙ ЭПИЛЕПСИИ

Грищенко А.А.¹, Сулейманова Е.М.², Виноградова Л.В.², Сысоев И.В.¹

¹*Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им.*

В.А. Котельникова РАН, Саратов

²*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва*

vili_von@mail.ru

Височная эпилепсия (лимбическая) – наиболее тяжелая и фармакорезистентная форма эпилепсии. В ходе вторичной генерализации эта локальная эпилептическая активность может распространяться по синаптическим связям широко за пределы лимбических структур [1]. У экспериментальных животных спонтанные лимбические судороги развиваются после эпилептического статуса, вызываемого фармакологической [2] или электрической стимуляцией [3]. Ранее было обнаружено, что лимбические судороги также могут развиваться у неэпилептических крыс в ответ на введение антагониста эндоканнабиноидных СВ1 рецепторов [4]. Между приступами у животных-моделей возникают интериктальные спайки, видимые на электроэнцефалограмме [5]. Ранее нами была изучена связанность в коре головного мозга крыс-моделей во время пик-волновых разрядов [6, 7], а интериктальная динамика не изучалась.

Целью данной работы является сравнение интериктальной активности с разрядами, а также поиск связанности во время такой активности. В данной работе анализировались 2х часовые записи ЭЭГ от 11 мышей, ЭЭГ записывалось с левого и правого полушарий головного мозга. Затем для поиска связанности мы использовали метод причинности по Грейнджеру [8]. Идея метода причинности по Грейнджеру состоит в построении предсказательных моделей. При проверке возможного воздействия системы Y на систему X сначала строится эмпирическая прогностическая модель для системы X по данным из её собственного временного ряда, а затем — с привлечением временного ряда системы Y. Если учёт данных из ряда системы Y позволяет значимо уменьшить ошибку прогноза будущего системы X, делается вывод о влиянии Y на X. На основе анализа связанности можно сделать выводы, что во время интериктальной активности присутствует связанность в мозге, активнее всего вовлекается левый гиппокамп.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 19-72-10030-П, <https://rscf.ru/project/19-72-10030>

Список источников

1. Bertram E.H. The functional anatomy of spontaneous seizures in a rat model of chronic limbic epilepsy. *Epilepsia*, 1997, 38: 95–105.
2. Cavalheiro E.A. The pilocarpine model of epilepsy. *The Italian Journal of Neurological Sciences*, 1995. 16 (1–2): 33–37.
3. Curia G., Longo D., Biagini G., Jones R.S.G., Avoli M. The pilocarpine model of temporal lobe epilepsy. *Journal of Neuroscience Methods*, 2008. 172: 143–157.
4. van Rijn C.M., Perescis M.F.J., Vinogradova L., van Luijtelaaar G. The endocannabinoid system protects against cryptogenic seizures. *Pharmacological Reports*, 2011. 63: 165–168.
5. Tao J.X., Ray A., Hawes-Ebersole S., Ebersole J.S. Intracranial EEG Substrates of Scalp EEG Interictal Spikes. *Epilepsia* 2005; 46 (5): 669—676.
6. Grishchenko AA, Sysoeva MV, Medvedeva TM, van Rijn CM, Bezruchko BP, and Sysoev IV. Connectivity detection in application to spike-wave discharge study. *Cybernetics and Physics*, 9(2):86–97, 2020.
7. Сысоева М.В., Виноградова Л.В., Перескис М., К. М. ван Рейн, И.В. Сысоев. Выявление изменений направленных межструктурных связей при лимбических судорогах, вызванных введением антагониста эндоканнабиноидных рецепторов, методом нелинейной

причинности по Грейнджеру. Журнал высшей нервной деятельности, 2019, том 69, № 6, с. 752–767

8. Sysoeva M.V., Sitnikova E., Sysoev I.V., Bezruchko B.P., van Luijelaar G. Application of adaptive nonlinear Granger causality: Disclosing network changes before and after absence seizure onset in a genetic rat model. *Journal of Neuroscience Methods*, 2014. 226: 33–41.
9. Granger C.W.J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Econometrica*, 1969. 37 (3): 424–438.

МЕТОД АНАЛИЗА КОРОТКИХ ТЕКСТОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ

Груздева А.С., Бессмертный И.А.

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

prog.anastasia@gmail.com

Деятельность любой организации окружена потоками текстовой информации, разнонаправленный анализ которой может оказать существенную помощь в оценке текущей ситуации и в принятии управленческих решений. Источниками такой информации могут быть корпоративные чаты и площадки обсуждений, записи переговоров и совещаний, резюме и записи собеседований претендентов на вакансии, отзывы о продукции и услугах компании, страницы сотрудников, партнеров и конкурентов в социальных сетях. Методы обработки естественного языка активно развиваются, но их широкое использование сосредоточено в основном в области генерации текстов. Это такие проекты, как ChatGPT [1] и подобные. Меньшее внимание уделяется исследованию текстов. В этой сфере активно используется, пожалуй, только сентимент анализ [2], хотя потенциальные возможности анализа текстов не ограничены им. Спектр информации, прямо и косвенно присутствующей в сообщениях и высказываниях, достаточно широк: ассоциации, настроение, акценты, активный либо пассивный настрой, уверенность или сомнение и т.д. Очевидно, что эффективный метод анализа текстовых сообщений должен предоставлять возможности для классификации высказываний в различных плоскостях и разрезах по прямым и косвенным признакам, а также для определения ассоциаций и акцентов, выявления элементов настроения и эмоциональной тональности.

В данной работе представлена разработанная авторами квантово-подобная волновая модель представления текстовой информации, которая показала хорошую точность в определении тематики текста, ассоциаций и сентимент анализе [3]. В работе обобщены итоги предыдущих исследований и показаны результаты изучения применения волновой модели для выявления настроения текста. В данном исследовании предлагаемая модель также показала более высокую точность (67%) по сравнению с классическим подходом (60%). Повышение точности авторы связывают с учетом интерференции смыслов слов, присутствующим в рассматриваемой модели. При этом предлагаемый метод – универсальный, не требующий специализированного обучения и реализуемый достаточно простым вычислительным алгоритмом, который может быть легко оптимизирован при помощи технологий параллельных вычислений.

Накопленный опыт экспериментальных исследований волновой модели позволяет рассматривать её, как перспективный метод разнонаправленного анализа текстовых сообщений, который может применяться в решении различных управленческих задач. Такой метод будет полезен в работе кадровых служб (оценка претендентов на вакансии, анализ настроений и направленности корпоративных чатов), маркетинга (сентимент анализ), управления (анализ позиций участников переговоров и совещаний, подготовка выступлений с учетом ассоциаций и акцентов). Дальнейшие работы над волновой моделью предполагают исследование возможности учета других квантовых явлений, например, запутанности.

Благодарности. Работа выполнена в рамках магистерско-аспирантской НИР № 620164 «Методы искусственного интеллекта для киберфизических систем».

Список источников

1. Aljanabi M. et al. ChatGPT: Future Directions and Open possibilities //Mesopotamian Journal of CyberSecurity. – 2023. – Т. 2023. – С. 16-17.
2. Майорова Е. В. О сентимент-анализе и перспективах его применения //Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 6, Языкознание: Реферативный журнал. – 2020. – №. 4. – С. 78-87.
3. Груздева А.С., Юрьев Р.Н., Бессмертный И.А. Применение волновой модели текста к задаче сентимент-анализа // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2022. Т. 22, № 6. С. 1159–1165. doi: 10.17586/2226-1494-2022-22-6-1159-1165

МЕТОДИКА АНАЛИЗА НАУЧНОГО ЛАНДШАФТА В ОБЛАСТИ COMPUTER SCIENCE

Гуськов А.Е.

*Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права
в научно-технической сфере, Москва
guskov.andrey@gmail.com*

Управление исследованиями в масштабе страны, региона или крупного университета требует инструментов позволяющих оценивать компетенции научных групп и уровень их конкурентоспособности в стране и в мире. Для разработки таких инструментов необходимы: данные, характеризующую исследовательскую активность; метод их классификации, позволяющий выделять достаточно узкие тематические направления; а также метод оценки вклада отдельной организации в то или иное тематическое направление.

В докладе рассматривается методика анализа научного ландшафта в области Computer Science, основанная на детализированной классификации научных публикаций по тематическим топикам и выявлении в каждом из них наиболее авторитетных организаций.

Исследование проводится на основе массива публикаций за период 2017-2021 гг., проиндексированных Scopus. Для определения тематик используется существующая в Scival система классификации, которая каждой публикации сопоставляет один из ста тысяч топиков, сгруппированных в 1500 тематических кластеров. В каждом топике определяются наиболее значимые организации на основании данных о количестве публикаций и их цитирований. При этом могут выделяться различные уровни значимости от региональной до мирового лидерства.

Это позволяет для каждой тематики определить российские и зарубежные организации с подтвержденной на мировом уровне экспертизой и опытом исследований, выявить лидеров и их ключевые публикации.

С другой стороны, для каждой организации формируется профиль исследовательских компетенций, которыми она обладает, и обозначается уровень владения этим компетенциями. Агрегируя эти результаты по множеству организаций, можно формировать научные профили регионов и даже стран, выявлять существующие дефициты таких компетенций и оценивать степень исследовательской самостоятельности.

НЕЛИНЕЙНОСТЬ ПРОЦЕССА ЭПИЛЕПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Долинина А.Ю.^{1,2}, Сысоев И.В.^{1,3}, Сысоева М.В.^{1,2}

¹Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Саратов

²Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, Саратов

³Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов

dolinina13nastya@yandex.ru

В данной работе была исследована частотно-временная динамика пик-волновых разрядов у крыс с генетической предрасположенностью к эпилепсии линии WAG/Rij [1] в двух частотных диапазонах: 7-12 Гц и 14-24 Гц, соответствующих первой и второй гармоникам приступа. В качестве исследуемых данных рассматривались временные ряды локальных потенциалов мозга [2]. Для тестирования метода были использованы 200 с интервалы сигнала включающих как разряды, так и фоновую динамику.

В основе метода было использовано оконное преобразование Фурье (окно Ханна, длина окна $\Delta T=1$ с). Полученные после преобразования характеристики использовались для построения скелетонов, над которыми затем была произведена фильтрация (сглаживание) во временной области. С их помощью проводилась визуальная и автоматизированная численная оценка динамики эволюции основной частоты в указанных диапазонах. Для этого скелетоны двух гармоник совмещались, при этом для визуальной оценки значения частот, соответствующих второй гармонике, делились пополам.

Для подавляющей части рассмотренных разрядов частотно-временная структура второй гармоники повторяла структуру первой с погрешностью не более 1 Гц, а вне разряда скелетоны гармоник были независимы. В размеченных разрядах метод регистрирует совпадение частот линией без разрывов. В промежутках между разрядами совпадения носили без системный и эпизодический характер, а значит были случайны. Для их исключения была произведена дополнительная фильтрация, после которой остались только те моменты времени, когда данные частоты изменялись синхронно, что было свойственно для большинства исследуемых интервалов.

В результате анализа было показано, что основные частоты в указанных диапазонах жёстко связаны во время разряда, но не во время фоновой динамики, что свидетельствует о том, что разряд является существенно нелинейным процессом.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 19-72-10030-П, <https://rscf.ru/project/19-72-10030/>.

Список источников

1. Coenen A., van Luijtelaar G. Genetic animal models for absence epilepsy: a review of the WAG/Rij strain of rats. // Behavioral Genetics. 2003. Vol. 33, no. 6. P.635-655.
2. van Rijn C. M., Gaetani S., Santolini I., Badura A., Gabova A., Fu J., et al. WAG/Rij rats show a reduced expression of CB1 receptors in thalamic nuclei and respond to the CB1 receptor agonist, R(+)-WIN55,212-2, with a reduced incidence of spike-wave discharges. // Epilepsia. 2010. Vol. 51, no. 8. P. 1511–1512.

БЫСТРЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И САМОПОДОБНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Дорогов А.Ю.

*ПАО «Информационные телекоммуникационные технологии» («Интелтех»),
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,
Санкт-Петербург
yaksa2006@yandex.ru*

Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) в 20-ом веке позволил преодолеть «проклятие размерности» в цифровой обработке данных. Появление алгоритма БПФ стимулировало интерес и к другим видам спектральных преобразований (Адамара-Уолша, Хаара, Виленкина-Кристенсона, Хартли, Наклонное, Вейвлет и других). Несмотря на отличия по видам функций оказалось, что большинство алгоритмов быстрых преобразований имеют подобную структуру и отличаются друг от друга не больше чем значениями коэффициентов базовых операций. Осознание этого факта привело к идее построения перестраиваемых спектральных преобразований, наделённых быстрым алгоритмом.

Теория быстрых перестраиваемых преобразований появилась примерно в то же время, что и теория многослойных нейронных сетей. Обе теории развивались параллельно. Различная терминология, различные теоретические основы, различные области приложения развели два направления достаточно далеко друг от друга, хотя общие черты – многослойность и обучаемость были вполне очевидны. Фактически между ними нет разницы, отличия заключаются в топологии межслойных связей и видах функций активации.

В докладе показано, что в основе построения быстрых преобразований лежат самоподобные структуры, которые в равной степени можно использовать и для построения быстрых нейронных сетей (БНС). Благодаря своей структуре БНС обладают специфическими алгоритмами обучения принципиально отличающимся от классического ErrorBackPropagation отсутствием механизма обратного распространения ошибки, что обеспечивает высокую скорость обучения и абсолютную сходимость. Последовательное развитие концепции самоподобия приводит к разработке методов создания нейронных сетей быстрого глубокого обучения с возможностью до обучения к новым данным без потери ранее приобретённых знаний. В докладе представлены результаты исследований автора по следующим вопросам: биологические предпосылки самоподобия; самоподобные структуры, морфогенез, стратификация модельных представлений; алгоритмы быстрых преобразований быстрые нейронные сети (БНС), методы настройки; квантовая нотация моделей БНС; обучение БНС к эталонным функциям; пластичность БНС; пирамидальные нейронные сети глубокого обучения; многоканальные корреляторы; реализация памяти и комбинационной логики на пирамидальных структурах; нейронные сети быстрого глубокого обучения с коммутацией плоскостей.

Список источников

1. Дорогов А.Ю. Теория и проектирование быстрых перестраиваемых преобразований и слабосвязанных нейронных сетей. СПб.: «Политехника», 2014. 328с.

КОНЦЕПЦИЯ И ПРОТОТИП ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ ЗАДАЧНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПОМОЩНИКОВ

Дородных Н.О., Николайчук О.А., Столбов А.Б., Юрин А.Ю.

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН, Иркутск
tualatin32@mail.ru

Разрабатываемое инструментальное средство предназначено для поддержки проектирования задачно-ориентированных виртуальных ассистентов (ВА) на основе баз знаний. Типовая архитектура такого вида ВА включает блоки для: обработки естественного языка; управления диалогом; взаимодействия с сервисами; принятия решений. Различные подходы к реализации базовых компонентов и большое количество предметных задач для приложений порождают значительное разнообразие вариантов реализации конкретных ВА. Одним из способов решения данной проблемы является использование систем искусственного интеллекта в качестве технологической основы для поддержки процесса проектирования. В частности, предлагается использовать и развить авторскую технологию – Prototyping Expert Systems Based on Transformations (PESoT) [1], специализирующую модельно-управляемый подход для создания экспертных систем.

Процесс создания задачно-ориентированных ВА на основе баз знаний задаётся следующим принципиальным алгоритмом:

1. Разработка моделей, связанных с ВА: модель внешнего сервиса, модель диалога, модель контекста, обобщенная модель разговорного интерфейса.
2. Разработка элементов проблемно-предметной базы знаний с использованием различных видов представления информации (онтология, база правил, таблица решений, алгоритм решения, поток работ).
3. Семантическое аннотирование ресурсов, используемых при создании ВА.
4. Формирование шаблона ВА по определенной тематике и создание виртуального ассистента по шаблону для конкретного способа взаимодействия с пользователем.

Таким образом, инструментальное средство обеспечивает формирование и трансформацию необходимых моделей [2] и включает следующие элементы: подсистема хранения и обработки моделей; визуальные редакторы для проектирования диалогов, алгоритмов принятия решений и семантического аннотирования ресурсов; компонент для работы с сервисами; модуль генерации модели разговорного интерфейса по базе знаний.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ в рамках научного проекта № 22-21-00099.

Список источников

1. Yurin A.Y., Dorodnykh N.O., Nikolaychuk O.A., Grishenko M.A. Designing rule-based expert systems with the aid of the model-driven development approach // Expert Systems. 2018. №5 (35). DOI: 10.1111/exsy.12291.
2. Dorodnykh N.O, Nikolaychuk O.A., Yurin A.Yu., Stolbov A.B. Towards knowledge-based virtual assistant development with the aid of ontology transformations // IEEE International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON), 2022, pp. 830-834. DOI: 10.1109/SIBIRCON56155.2022.10016914.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ИЗВЛЕЧЕНИЯ СУЩНОСТЕЙ ИЗ СЕМАНТИЧЕСКИ АННОТИРОВАННЫХ ТАБЛИЧНЫХ ДАННЫХ

Дородных Н.О.¹, Юрин А.Ю.^{1,2}, Амирасланов И.В.²

¹Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, Иркутск

²Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск
tualatin32@mail.ru

В настоящее время разработка предметно-ориентированных интеллектуальных систем, направленных на решение сложных задач (например, диагностирование и оценка технического состояния сложных технических систем, прогнозирование чрезвычайных ситуаций, энергетической безопасности, медицины и т.д.), остается актуальной задачей. Одной из тенденций в этой области является использование графов знаний, предназначенных для накопления и передачи знаний о реальном мире, узлы которых представляют интересующие объекты, а ребра отношения между этими объектами [1]. Разработка графов знаний является трудоемкой и сложной задачей, которая до сих пор не решена в полной мере. Поэтому исследования, направленные на создание новых методов обработки информации для конструирования и пополнения графов знаний при решении практических слабоформализуемых задач в различных предметных областях, являются актуальными [2]. В контексте этого, перспективным подходом является использование различных информационных источников (например, баз данных, документов, концептуальных моделей). В качестве такого источника могут быть использованы таблицы. Таблицы являются одним из самых доступных, простых и понятных способов представления, хранения и обмена данными, а также ценным источником знаний о предметной области. Однако, как правило, таблицы не сопровождаются явной семантикой, необходимой для машинной интерпретации своего содержания, таким образом, как задумано их автором. Накапливаемая в них информация часто является неструктурированной и не стандартизированной. Указанные факторы затрудняют активное использование таких табличных данных на практике.

В данной работе предлагается подход и программное средство для формирования и пополнения предметных графов знаний новыми сущностями (фактами), извлеченными из семантически аннотированных табличных данных.

Предлагаемый подход состоит из следующих основных этапов:

1. *Предварительная обработка таблиц* – подготовка табличных данных к дальнейшему процессу аннотирования (преобразование формата таблицы, очистка данных, атомарная классификация столбцов на категориальные и литеральные типы, идентификация сущностного столбца).
2. *Аннотирование ячеек (связывание сущностей)* – сопоставление значений ячеек с определенной сущностью (экземплярном класса) из целевого графа знаний (онтологической схемы).
3. *Аннотирование категориальных и литеральных столбцов* – сопоставление столбца с семантическим типом (классом) из целевого графа знаний. Сложность этой задачи заключается в выборе адекватной степени детализации класса (типа) в потенциально сложной структуре иерархии классов.
4. *Аннотирование отношений между столбцами* – сопоставление пары столбцов со свойством (предикатом) из целевого графа знаний. В этом случае свойство может быть представлено как отношение между классами или как атрибут класса.
5. *Извлечение новых конкретных сущностей (фактов)* – извлечение сущностей осуществляется на основе определенных аннотаций для столбцов и отношений между ними. Данные сущности могут пополнить предметный граф знаний.

Разработанный подход и программное средство использовались при решении задачи автоматизированного создания предметных графов знаний в рамках двух научно-

исследовательских проектов: Института системного программирования имени В.П. Иванникова РАН и Иркутского научно-исследовательского и конструкторского института химического и нефтяного машиностроения (ИркутскНИИХиммаш).

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента России (проект СП-978.2022.5) и госзадания Минобрнауки России по проекту «Методы и технологии облачной сервис-ориентированной цифровой платформы сбора, хранения и обработки больших объёмов разноформатных междисциплинарных данных и знаний, основанные на применении искусственного интеллекта, модельно-управляемого подхода и машинного обучения» (№ госрегистрации: 121030500071-2).

Список источников

1. Hogan A., Blomqvist E., Cochez M., d'Amato C., Melo G.D., Gutierrez C., Gayo J.E.L., Kirrane S., Neumaier S., Polleres A., Navigli R., Ngomo A.-C.N., Rashid S.M., Rula A., Schmelzeisen L., Sequeda J., Staab S., Zimmermann A. Knowledge Graphs // ACM Computing Surveys. 2021. Vol. 54(4). P.1–37.
2. Villazon-Terrazas B., Garcia-Santa N., Ren Y., Srinivas K., Rodriguez-Muro M., Alexopoulos P., Pan J.Z. Construction of Enterprise Knowledge Graphs (I) // Exploiting Linked Data and Knowledge Graphs in Large Organisations. Springer, Cham, 2017.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОПОДОБНОЙ АКТИВНОСТИ СРЕДСТВАМИ АНАЛОГОВОЙ СХЕМОТЕХНИКИ

Егоров Н.М.¹, Сысоев И.В.^{1,2}, Сысоева М.В.^{1,3}

¹*Саратовский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН,
Саратов*

²*Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г.
Чернышевского, Саратов*

³*Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, Саратов
egorov.n.m.omnis@gmail.com*

В настоящее время устройство мозга и принципы лежащие в основе его работы являются одним из наиболее приоритетных направлений исследований в области биофизики и физиологии. Очевидно, что на настоящий момент трудно описать строение и устройство головного мозга одной цельной моделью для всех уровней рассмотрения с достаточной точностью. Поэтому при исследованиях таких сложных структур строят модели с различной степенью упрощения, оставляя только необходимые для частного случая важные свойства.

Данная работа посвящена моделированию нейроподобной активности с помощью аналоговой схемотехники. На настоящий момент имеется множество математических моделей нейронов. Ранее в [1] была разработана электротехническая схема осциллятора ФитцХью-Нагумо. Общеизвестным фактом является то, что мозг состоит из нейронов, соединённых собой определённым образом. Поэтому для моделирования активности мозга целиком или некоторой его структуры требуется соединить определённое количество модельных нейронов. Также известно, что многие патологии головного мозга являются результатом сетевого взаимодействия, например, эпилепсия.

В ходе работы была спроектирована модель, представляющая собой замкнутый кольцевой контур из 25 генераторов ФитцХью-Нагумо в радиотехническом виде. В [2] было предложено в качестве функции связи между модельными нейронами использовать сигмоидную функцию с задержкой, которая моделирует характер передачи сигнала через синапс. В результате были получены временные реализации при различном количестве нейронов в кольце и разном значении задержки между нейронами. На основании полученных временных рядов был проведён анализ основной частоты колебаний, генерируемых предложенной моделью. При увеличении числа элементов в кольце основная частота спадает до определённого значения, после которого скачком возвращается на более высокое значение и снова продолжает падать. Изменение частоты при увеличении числа нейронов в кольце похоже на изменение частоты разряда при лимбической эпилепсии.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 19-72-10030).

Список источников

1. Kulminskiy D. D., Ponomarenko V. I., Prokhorov M. D., Hramov A. E. Synchronization in ensembles of delay-coupled nonidentical neuronlike oscillators // *Nonlinear Dynamics*. 2019. Vol. 98, no. 1. P. 735–748. DOI: 10.1007/s11071-019-05224-x.
2. Кольцевой генератор нейроподобной активности с перестраиваемой частотой / Н. М. Егоров, М. В. Сысоева, В. И. Пономаренко, И. В. Сысоев // *Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика*. – 2023. – Т. 31, № 1. – С. 103-120. – DOI 10.18500/0869-6632-003025.

РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ОБЛАСТИ УПРАВЛЯЕМОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

Ежова З.В., Портоне С.С., Миронова Е.Ю., Семенов О.И., Миронов А.Ю.

*Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»
«Проектный центр ИТЭР», Москва*

Z.Ezhova@iterrf.ru

Современная модель научной и образовательной деятельности предполагает высокий уровень цифровизации бизнес-процессов. Цифровизация помогает оптимизировать рабочие процессы, наладить быструю и эффективную коммуникацию в условиях территориальной разрозненности. Цифровизация бизнес-процесса проведения физического эксперимента предполагает его реинжиниринг в рамках внедрения технологий дистанционного участия в экспериментах и создания единого информационного пространства участников исследований.

Технологии дистанционного участия в экспериментах представляют собой совокупность программно-аппаратного обеспечения и подходов к организации удалённого эксперимента на его основе. Проведение территориально-распределённых исследований на основе технологий дистанционного участия имеет ряд преимуществ в сравнении с очным способом ведения совместной научно-исследовательской деятельности:

- Возможность удалённого участия в эксперименте и доступа к его результатам из любой точки мира;
- Дистанционная подготовка научных кадров на физических установках или их цифровых двойниках;
- Сокращение финансовых, административных и временных издержек на организацию эксперимента и др.

В настоящей работе представлен модернизированный бизнес-процесс проведения физического эксперимента в области управляемого термоядерного синтеза на основе технологий дистанционного участия. Представлен опыт практической реализации предложенных бизнес-моделей в контексте разработки и создания аппаратно-инфраструктурной платформы информационно-коммуникационного пространства в области термоядерных исследований (АИП ИКП или FusionSpace.ru). Показано, что использование технологий дистанционного участия, внедрённых в единое информационное пространство участников исследований, позволяет обеспечить оперативное получение доступных научных данных и повысить эффективность процессов как их анализа и визуализации, так и процессов профессионального обмена научно-технической информацией в целом.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного контракта с Госкорпорацией «Росатом» от 22.03.2023 Н.4к.241.09.23.1036 «Разработка и создание аппаратно-инфраструктурной платформы информационно-коммуникационного пространства в области термоядерных исследований в Российской Федерации. Этап 2023 - 2024 годов».

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЗАЩИЩЕННОЙ СИСТЕМЫ ДОВЕРЕННОГО ТЕРМИНАЛЬНОГО ДОСТУПА К ОБЛАЧНЫМ РАБОЧИМ МЕСТАМ С УЧЕТОМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КВАНТОВЫХ УГРОЗ

Елисеев В.Л.¹, Брагин Д.С.²

¹АО «ИнфоТеКС», Москва

²Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск
vlad-eliseev@mail.ru

Рассматривается задача организации защищенного удаленного доступа к рабочим местам, расположенным в корпоративной облачной системе распределения ресурсов. Повсеместное распространение широкополосного доступа в Интернет и отработанные технологии виртуализации аппаратных ресурсов сформировали устойчивую тенденцию перехода офисных работников различного профиля на удалённый режим работы. Пандемия коронавируса 2020-2021 годов подтвердила важность такого способа организации работы с корпоративными ресурсами. В то же время, были выявлены проблемы с обеспечением информационной безопасности корпоративных систем вследствие доступа к ним с незащищенных и недоверенных компьютеров, расположенных в неконтролируемом окружении. В ряде случаев корпоративные системы и, соответственно, рабочие места в них, могут быть отнесены к объектам критической информационной инфраструктуры, защита которых определяется в соответствии с нормативными актами.

В работе рассмотрены и систематизированы с позиции информационной безопасности различные технологии доступа к централизованным ресурсам. Проведен анализ структуры распределенной корпоративной системы с облачными компонентами и выявлены сегменты различного уровня уязвимости, включая терминал для удаленного доступа к облачной системе, как наиболее подверженный разнообразным атакам. Рассмотрены современные и перспективные угрозы, включающие атаку на криптографические алгоритмы с применением квантового компьютера. Отмечены соответствующие риски и предложены пути их снижения.

Предложена комплексная модель системы, учитывающая различные возможности нарушителя на различных её сегментах. В основу модели системы положен принцип минимизации прав доступа, обеспечивающий локализацию угроз внутри защищенных контуров. Разработана концепция защиты от перспективных атак с применением квантового компьютера на основе технологии квантового распределения ключей.

При проектировании системы в целях предотвращения инцидентов информационной безопасности предложено использовать технологию обеспечения доверия через сквозную защищенную разработку, включающую в себя обеспечение безопасности на всех этапах производственного процесса, от концептуальной (замысел продукта) до финальной (вывод продукта с рынка).

Благодарности. Работа проведена в рамках проекта «Технология доверенного взаимодействия компонентов решения для удаленного доступа к инфраструктуре виртуальных рабочих столов пользователей», реализуемого в центре компетенций Национальной технологической инициативы «Технологии доверенного взаимодействия» на базе Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. Соглашение о предоставлении субсидии от 14.12.2021 г. № 70-2021-00246.

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ ВЗАИМНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ В КАЧЕСТВЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИНАМИКИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ, НЕЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ И НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Елисеев В.Л.^{1,2}, Ван Сюэчунь²

¹АО «ИнфоТеКс», Москва

²Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

vlad-eliseev@mail.ru

Динамические характеристики относятся к важнейшим свойствам, используемым при разработке обобщенных алгоритмов идентификации и управления объектами различной природы. Для объектов, описываемых линейными дифференциальными и разностными уравнениями разработаны различные способы описания во временной, частотной и операторной форме, в терминах которых сформулированы признаки устойчивости, методы синтеза и коррекции систем управления с заданными свойствами. В том же время, для нелинейных систем аппарат формального описания динамических систем существенно беднее и, как правило, ограничен нелинейными системами определенного вида. Это затрудняет разработку и сопоставление методов идентификации и синтеза регуляторов. Особенно остро вопрос с унифицированным представлением динамических характеристик стоит для интеллектуальных методов управления (нечёткая логика, искусственные нейронные сети), которые предлагают более универсальный подход, чем методы аналитического синтеза регуляторов для частных видов нелинейных объектов.

Предлагается использовать функцию взаимной корреляции (ФВК) сигналов управления и наблюдения в качестве локальной линеаризованной оценки динамического поведения объекта. Множество таких функций может рассматриваться в качестве унифицированной характеристики динамики объекта независимо от его вида. Подобный подход уже применялся для задач в области высокочастотной биржевой торговли, обнаружения разладки в нестационарной системе управления, а также обнаружения компьютерных атак. Частным случаем нелинейного объекта является нейронная сеть, с помощью которой моделируют поведение объектов управления, для которых отсутствует математическое описание. В данной работе проводится систематическое исследование применения ФВК и предлагается методика использования ФВК для работы с динамическими системами с помощью методов интеллектуальной обработки данных.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ КРУПНОЙ FMCG КОМПАНИИ НА УДАЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ: СЕТЕВОЙ ПОДХОД

Ерлыгин В.С.¹, Труфанов А.И.²

¹*AB InBev Efes, Москва*

²*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск*
erliginvit@mail.ru

Введение. На сегодняшний день FMCG компании (fast moving consumer goods - товары повседневного спроса), работающие на удаленных территориях, сталкиваются с рядом вызовов.

Среди основных проблем:

1. Нарушение цепочек поставок

2. Неэффективное взаимодействие кросс функций:

- отсутствие ясных и понятных коммуникационных каналов между отделами и участниками цепочки поставок.
- непониманием роли каждого участника в цепочке поставок и отсутствие общего понимания процесса.
- невыполнение обязательств в отношении сроков или качества
- объективные расхождения в точках зрения в отношении приоритетов и целей

3. HR (человеческие ресурсы)

- Кадровый голод (высокая ротация, низкая квалификация)
- Отток населения с ДВ (климат, неразвитая инфраструктура, депрессивность, СВО)
- Низкая плотность населения.
- Трудности в управлении и координации работы персонала на удаленных территориях, в том числе из-за разности в часовых поясах.

Решение данных проблем возможно благодаря применению методов и инструментов, современной науке о сетях. Использование сетевых подходов даст возможность компаниям оптимизировать логистику, снизить затраты на транспортировку и улучшить управляемость цепочкой поставок.

Модель. Топологический анализ является основой для определения наиболее критических узлов и связей в цепочке поставок с учетом удаленности заводов от площадок дистрибьюторов и способов доставки (авто/жд/паромные переправы/морские пути). Одновременно выявляется избыточность в сети и ее оптимизация. Важно, что применение методов и моделей оптимизации, позволят сформировать адекватную потребность в готовом продукте, сырье и материалах, рассчитать наилучший план производства, сбалансировать запасы заводов, рассчитать оптимальную логистическую инфраструктуру и распределение продукта между дистрибьюторами. Многие проблемы, описанные выше, решаются путем анализа и моделирования взаимодействия различных элементов системы, выявления ключевых игроков в функциях, определения наиболее важных связей между ними, построения эффективных стратегий управления.

Данные и инструменты. Собраны необходимые внутренние данные отдельной компании, внешние данные по рынку и его участникам. В обработке данных использован известный общедоступный эффективный инструмент анализа и визуализации сетей Gephi.

Основные результаты. Разработана сетевая онтология FMCG компании, построена сопутствующая модель на примере дальневосточного региона России. Модель нацелена на повышение эффективности предприятия благодаря уверенной количественной оценке бизнес-процессов, улучшению совместной работы и коммуникаций внутри компании, повышению качества информационного обмена между службами с использованием средств визуализации всех элементов системы и связей между ними. Разработанные концепты обеспечивают создание единой графовой базы знаний, поддерживающей взаимопонимание и согласованность работы между различными отделами и их сотрудниками.

Выполнены расчеты топологических параметров сети в целом – средних степени, коэффициента кластеризации, длины пути, модулярности, а также значимости ее отдельных элементов- центральности узлов и их эксцентриситета .

Выводы. В работе исследована возможность использования и продемонстрирована успешность сетевого подхода для моделирования и анализа процессов координации и синхронизации работы отдельных компонентов крупной FMSG компании. На примере дальневосточного региона РФ проведены оценки эффективности подхода.

Благодарности. Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ и МОКНСМ в рамках научного проекта № 20-57-44002.

ВЫЯВЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СЕТЕВЫХ МЕТРИК В СТИЛОМЕТРИИ РУССКОЯЗЫЧНЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ

Зарубин К.А., Труфанов А.И.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск

Иркутский государственный университет, Иркутск

kostya.zarubin2012@yandex.ru

Введение. Интерес к языковым аспектам текстов из разных предметных областей способствовал тому, что и достижения различных областей знаний оказались полезными в исследованиях организационных и структурных свойств языка. Так, широко и значимо используются концепты статистики и физики. Кроме того, в последние два десятилетия лингвистические проблемы активно рассматривались сквозь призму науки о сетях. Ключевым для сетевых моделей лингвистики является то, что смежность слов определяет стиль текстового корпуса.

Модель. В настоящей работе предлагается развитие подхода к анализу русских литературных текстов на основе использования комплексных сетей. Для этого необходимой виделась подготовка эффективных инструментов автоматической обработки и анализа текста с целью извлечения структурной информации, позволяющую далее отобразить полученную сеть графом. В рамках данного исследования методика сетевой стилометрии распространялась, детализировалась и тестировалась на примерах атрибуции отрывков из сочинений русской классической прозы 19-20-х веков. Решение задачи основано на использовании сетевого описания и алгоритма взвешенной совместной встречаемости слов. Алгоритм взвешенной совместной встречаемости назначает вес каждому слову в предложении на основе его совместной встречаемости с другими словами. Это позволяет создать сеть из текстовых данных, где слова представляют собой узлы сети, а связи между узлами отражают совместную встречаемость этих слов в тексте.

Данные и инструментарий. Для реализации сетевого подхода были выбраны тексты 6 авторов русской классической литературы разных периодов от Н. Гоголя до В. Распутина. Размер текстов составлял от 4790 до 12313 слов. Оригинальное программное обеспечение было разработано для анализа и визуализации сети.

Основные результаты. Для выбранных текстов выполнены расчеты метрик сетевых свойств и проведено их сравнение. Результаты анализа позволили выявить чувствительность метрик к атрибуции авторства. Путем сравнения сетевых характеристик (Средняя степень, средняя взвешенная степень, средняя длина пути, средний коэффициент кластеризации, модулярность связные компоненты, плотность графа) текстов разных авторов можно было определить уникальные особенности каждого автора и использовать их в процессе атрибуции авторства. Таким образом, показана, что сетевая стилометрия является эффективным инструментом для анализа и идентификации авторства русскоязычных литературных произведениях.

Заключение. Предлагаемая сетевая модель стилометрии русскоязычных литературных произведений может быть применена не только к выбранным примерам из классической прозы, но и к другим жанрам и периодам русской литературы. Дальнейшие исследования в этой области могут способствовать развитию методов атрибуции авторства и выявлению подлинности текстов в литературном контексте.

Список источников

1. Алгоритмы выделения ключевых слов [Электронный ресурс] // URL: <https://newtechaudit.ru/algoritmy-dlya-vydeleniya-klyuchevyh-slov-rake-yake-textrank/> (дата обращения: 27.03.2023).

2. Тимофеева М. К. Типология семантических отношений, выявляемых посредством инструмента RusVectores / М.К. Тимофеева // Научный диалог. – 2018. – №8. – С.74-87. – DOI: 10.24224/2227-1295-2018-8-74-87
3. Муромцев Д.И., Шилин И.А., Плюхин Д.А., Баймуратов И.Р., Хайдарова Р.Р., Дементьева Ю.Ю., Ожигин Д.А., Малышева Т.А. Построение графов знаний нормативной документации на основе семантического моделирования и автоматического извлечения терминов // Научнотехнический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2021. Т. 21, № 2. С. 256–266. doi: 10.17586/2226-1494-2021-21-2- 256-266
4. De Arruda H. F., Marinho V. Q., Costa L. da F., Amancio D. R. Paragraph-based representation of texts: A complex networks approach // Information Processing & Management, 56(3), 479–494.
5. De Arruda H. F., Marinho V. Q., Lima T. S., Amancio D. R., Costa L. da F. An image analysis approach to text analytics based on complex networks // Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 510, 110–120.
6. Amancio D. R. Authorship recognition via fluctuation analysis of network topology and word intermittency // Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2015(3), P03005
7. Gabriela Rotari, Melina Jander, Jan Rybicki. The Grimm Brothers: A stylometric network analysis // Digital Scholarship in the Humanities: Volume 36, 2020, Pages 172–186
8. Maciej Eder. Visualization in stylometry: cluster analysis using networks // Digital Scholarship in the Humanities: Volume 32, 2017, Pages 50–64
9. Diego Raphael Amancio. A complex network approach to stylometry // PloS one: Volume 10, 2015(8), Pages e0136076
10. Куулар Э.К., Тихомиров А.А., Труфанов А.И. Идентификация источников звуковой информации методом сетевого анализа // Безопасность информационных технологий. 2016, № 2, 43-48.
11. Gephi [Электронный ресурс] // URL: <https://gephi.org/users/download/> (дата обращения: 27.03.2023).

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СЕТЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

Зеленков Д.В., Труфанов А.И.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск
zelen.draks@mail.ru

Природные системы – это пространственно ограниченная совокупность функционально взаимосвязанных живых организмов и окружающей их среды, характеризующихся определенными закономерностями энергетического состояния, обмена, круговорота веществ [1]. Для наглядного анализа и отслеживания закономерностей в природных системах было решено визуализировать данные с помощью графов. Учитывая большое количество факторов, влияющих на природную систему [2], которые могут быть не связаны между собой, и отображение данных на географической карте, для упрощения их визуализации было предложено использование модели стволовой сети [3].

Модель состоит из:

- стволы – вершин, имеющих несколько параметров и связей;
- клумб – совокупность стволов одной природы;
- букетов – совокупность стволов разной природы, объединенные по определенному принципу.

Чтобы определить возможность визуализации графов в виде стволовых сетей был проведен обзор инструментов визуализации.

Исходя из требований были выделены следующие критерии оценки инструментов:

- визуализация мультиплексных систем;
- трехмерная визуализация;
- возможность расширения или доработки программного продукта.

В результате обзора было решено создать web-приложение при помощи платформы «deck.gl», который позволяет создавать трехмерные модели на географической карте, а также обрабатывать большие данные [4].

В качестве примера визуализации данных природных систем с помощью модели стволовой сети были взяты данные о землетрясениях БФ ФИЦ ЕГС РАН за 2022 год [5].

Была произведена декластеризация данных на главные толчки с энергетическим классом $K \geq 12.5$ и их афтершоки [6]. Главные толчки связаны по времени, данная связь обозначена цветом, чем контрастнее цвет, тем позже произошло событие (см. рисунок 1).

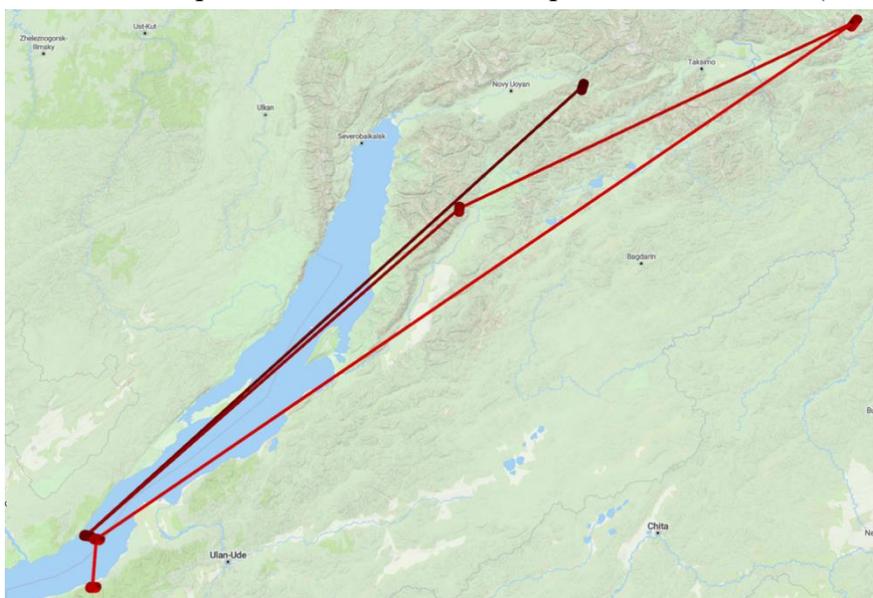


Рис. 1. Толчки с энергетическим классом $K \geq 12.5$ за 2022 год

При выборе определенного события раскрываются данные об афтершоках [7], отмеченных синим цветом (см. рисунок 2).

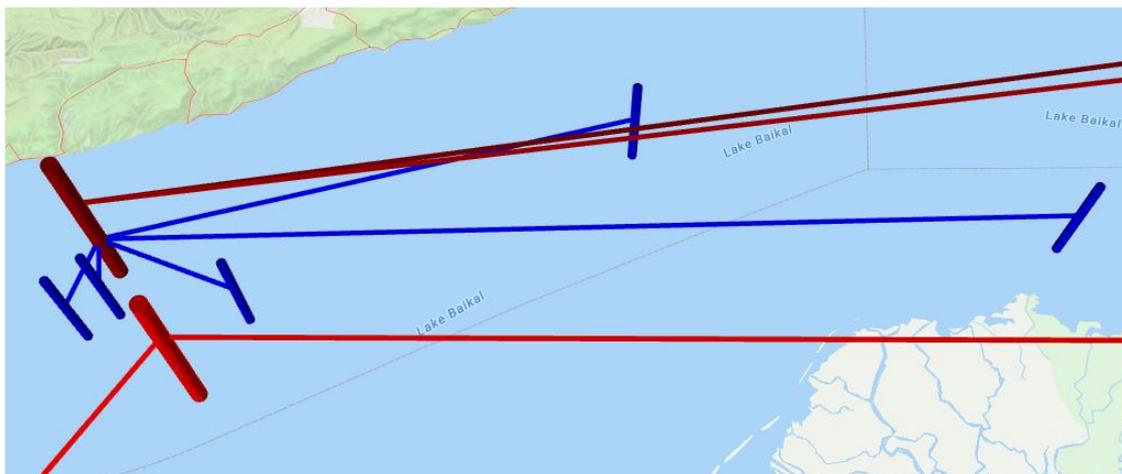


Рис. 2. Афтершоки для события

Предложенная модель стволовой сети и разработанное средство визуализации позволяет наглядно отображать данные о природной системе, что упрощает анализ и отслеживание закономерностей. В дальнейшем программное средство будет дополняться функционалом, позволяющим отображать данные разного рода не связанные друг с другом в виде «букетов». А также объединять данные одной природы в «клуббы», например, рои землетрясений.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и МОКНСМ в рамках научного проекта № 20-57-44002.

Список источников

1. Письмо Роскомзема от 18.01.1996 N 3-15/104 "О рассмотрении методического положения и руководства по составлению карт, оценке затопления и подтопления земель"
2. Сиротюк, Э.А., Гунина Г.Н. Общая экология: учебное пособие / Э.А. Сиротюк, Г.Н. Гунина; Изд-во МГТУ, 2019. – 163 с.
3. Z. Ashurova., S. Myeong S., A. Tikhomirov, A.Trufanov, N.Kinash, O.Berestneva, A.Rossodivita. «Comprehensive Mega Network(CMN) Platform: Korea MTS Governance for CIS Case Study». Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine (ITSMSSM 2016). Atlantis Press, 2 016, pp. 266 -269
4. Информационный сайт Home | deck.gl [Электронный ресурс]. - Режим доступа – URL: <https://deck.gl/>
5. Информационный сайт Землетрясения в Прибайкалье | Сайт Байкальского филиала Единой геофизической службы РАН [Электронный ресурс]. - Режим доступа – URL: <https://seis-bykl.ru/modules.php?name=Data&tbl=1&d=2022-01-01&maxd=2022-12-31&sh=48.00&maxsh=60.00&dl=99.00&maxdl=122.00&k=8.6&maxk=17.5>
6. Радзиминович Н.А., Очковская М.Г. Выделение афтершоковых и роевых последовательностей землетрясений байкальской рифтовой зоны. Геодинамика и тектонофизика. 2013;4(2), 169-186 с.
7. С.В. Баранов, П.Н. Шебалин, Закономерности постсейсмических процессов и прогноз опасности сильных афтершоков, М.: РАН, 2019. - 218 с.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС VM2D ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПЛОСКИХ ЗАДАЧ ГИДРОДИНАМИКИ И ГИДРОУПРУГОСТИ: ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Измайлова Ю.А., Марчевский И.К.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва
yulia.izmailova@mail.ru

Программный комплекс VM2D, представленный с исходными кодами по ссылке <https://github.com/vortexmethods/VM2D>, является, по-видимому, первой общедоступной реализацией вихревых методов вычислительной гидродинамики (что кажется довольно необычным, поскольку методы данного класса появились, по-видимому, одними из первых, еще «на заре» компьютерной эры). В его основу положен метод вязких вихревых доменов, развиваемый проф. Г.Я. Дыниковой, при реализации которого использованы как хорошо известные алгоритмы и подходы, так и собственные разработки авторов. Последние относятся в основном к процедуре решения граничных интегральных уравнений, выражающих математическую модель генерации завихренности на обтекаемой поверхности.

За время, прошедшее с момента публикации кода, он претерпел изменения, связанные с устранением ошибок, небольшой оптимизацией вычислительных алгоритмов и реализацией некоторого дополнительного функционала, в основном «задуманного» еще на этапе проектирования программного комплекса.

Проведенная большая работа по верификации алгоритмов подтвердила их корректность и возможность использования кода, однако привела к ясному пониманию необходимости создания следующей версии кода, к которой предъявляются следующие требования в двух основных направлениях.

1) В первоначальной версии было возможно решение задач по моделированию обтекания неподвижных профилей и систем профилей, а также профилей, движущихся по известному закону. Расширение функционала на случай решения сопряженных задач в гидроупругой постановке является нетривиальным, особенно для сравнительно легких профилей, масса и момент инерции которых соизмеримы с таковыми для вытесняемого объема среды. Необходимо на основе новых математических моделей (построенных Г.Я. Дыниковой) реализовать эффективные алгоритмы решения сопряженных задач для произвольно движущихся тел произвольной массы, с широким выбором способов закрепления или соединения профилей, что особенно актуально для систем профилей. Помимо этого, представляется целесообразным реализовать новые модели (созданные авторами доклада), позволяющие существенно уточнить процедуру моделирования обтекания профиля с острыми кромками.

2) Наблюдаемые тенденции развития вычислительной техники, рассматриваемые «сквозь призму» реализации лагранжевых бессеточных методов частиц, к которым относятся вихревые методы, показывают, что конкурентоспособность кода может быть обеспечена, по-видимому, главным образом за счет активного использования возможностей современных графических ускорителей (технология Nvidia CUDA). На втором месте по значимости – технология распараллеливания вычислений для многоядерных процессоров (OpenMP). Технология распараллеливания для кластерных систем (MPI) также актуальна, но ее целесообразно использовать лишь для распределения решения отдельных независимых задач.

Кроме того, реализованные в существующем коде алгоритмы в основном достаточно тривиальные, в результате они эффективны лишь при решении сравнительно простых задач, тогда как по мере их усложнения вычислительная эффективность резко снижается. В этой связи основное направления развития – реализация новых быстрых алгоритмов, эффективно исполняемых на графических картах, и их адаптация к вихревым методам.

В докладе обсуждаются полученные авторами в указанных направлениях результаты и перспективы.

Список источников

1. Kuzmina K., Marchevsky I., Soldatova I., Izmailova Yu. On the Scope of Lagrangian Vortex Methods for Two-Dimensional Flow Simulations and the POD Technique Application for Data Storing and Analyzing // Entropy. 2021. Vol. 23. Art. 118; <https://doi.org/10.3390/e23010118>
2. Marchevsky I., Sokol K., Ryatina E., Izmailova Yu. The VM2D Open Source Code for Two-Dimensional Incompressible Flow Simulation by Using Fully Lagrangian Vortex Particle Methods // Axioms. 2023. Vol. 12. Art. 248; <https://doi.org/10.3390/axioms12030248>

СЕТЕВОЙ АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

Ильюшин А.С.¹, Абдоллазаде М.А.¹, Аношко А.Ф.¹, Джафари Г.М.^{1,2},
Жуков А.В.¹, Куулар Э.К.¹, Труфанов А.И.¹, Хритова М.А.³

¹*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск*

²*Университет Шахида Бехешти, Тегеран, Иран*

³*Байкальский филиал ФИЦ ЕГС РАН, Иркутск*

Введение. Сейсмические сигналы являются важнейшими данными, как для изучения структуры, так и для определения места, времени возникновения землетрясений и их энергетического класса. Наблюдаемая сложность анализа сейсмических сигналов во многом связана с высокой степени сопровождающего шума, неоднородностью среды в которой сигналы распространяются и наличием различных типов волн. Методы спектральной декомпозиции сейсмических сигналов позволили значительно приблизиться к пониманию структурных особенностей геологических объектов, сформировать платформу их моделирования. Некоторые решения просматриваются в перспективных ML-моделях. В целом же, по-прежнему остается востребованность в корректных, надежных и эффективных методах распознавания источника сигналов, прогноза свойств геологических тел и выявления предвестников землетрясений, в автоматизации обработки данных поступающих из сейсмической сети с выводом результатов прогноза.

Модель. Характерно, что передовые подходы и мощные инструменты науки о сетях занимают относительно скромное место в применении к задачам сейсмологии и представлены главным образом в работах Abe & Suzuki, 2004, Lennartz et.al., 2008, Rezaei et.al., 2017, Lotfi, 2023. Особенность упомянутых исследований состоит в том, что предлагаемые в них пространственно-временные модели опираются на временные ряды, с отсчетами, соответствующими дням регистрации событий. В настоящей работе впервые анализируются методами сетевой науки сейсмические сигналы. Базовыми для анализа являются модели конвертирования временных рядов в комплексные сети на основе графов видимости (VG). Для выявления эффективного сетевого преобразования, чувствительного к сейсмической природе сигнала сравнивались несколько стандартных алгоритмов VG и оригинальный алгоритм, использующий скользящее окно.

Данные. Исходные данные для исследования – сейсмограммы региональных землетрясений и взрывов, зарегистрированные сейсмостанциями Байкальского филиала ФИЦ ЕГС РАН (Кобелева и др., 2022). Сейсмограммы представлены трехканальными (N-S, E-W, Z) цифровыми записями временных рядов с частотой дискретизации в 100 Гц, содержат записи прямых продольной (P) и поперечной (S) волн.

Инструменты исследования. В качестве аппаратной части вычислительного комплекса выбрана 16-ядерная виртуальная система с тактовой частотой каждого ядра 2,6 Ghz, на которой реализован веб-сервер с функциями: загрузки исходных данных; выбора их конкретного набора; анализа произвольной части временного ряда, конвертирования исходных сейсмограмм в комплексную сеть.

Основные результаты и выводы. Рассмотрены модели графов видимости, известные и оригинальный, проведено сравнение их чувствительности к сейсмическим сигналам. Модели протестированы на реальных данных P-и S-волн, вызванных землетрясением и техногенным явлением (взрывом). Результаты исследования указывают на перспективность сетевого подхода в целом и VG моделей при автоматизированном анализе землетрясений. Оценены возможности использования моделей в выявлении природы сейсмической волны на практике.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ и МОКНСМ в рамках научного проекта 20-57-44002.

ВЫДЕЛЕНИЕ ГРУПП ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИНТЕРНЕТ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ИСТОЧНИКОВ КИБЕРУГРОЗ

Исаев С.В.

Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск
si@icm.krasn.ru

Все большее число людей в своей профессиональной деятельности используют различные Интернет-ресурсы, как непосредственно через WEB, так и опосредованно, эксплуатируя всевозможные программы и устройства, ориентированные на взаимодействие и обновление через сеть. Возрастающее количество таких устройств влечет увеличение рисков неправильной их настройки, несанкционированного доступа к информационным ресурсам и другим угрозам кибербезопасности. В связи с массовостью явления актуальными становятся автоматизированные средства защиты, требующие минимального внимания и знаний со стороны их владельца. Всевозможные антивирусы и встроенные средства защиты хотя и решают множество задач, но не охватывают всех проблем кибербезопасности. Вместе с тем накапливается большое количество всевозможных журналов взаимодействия с интернет-ресурсами, как на компьютерах пользователей, так и на оборудовании интернет провайдеров.

В данной работе предлагается использовать эти данные для анализа и устранения ряда проблем, влекущих риски кибербезопасности. Источником данных для анализа будут служить журналы прокси-сервера – посредника по доступу пользователей в Интернет. Общий объем данных составляет десятки гигабайт, а количество обрабатываемых запросов сотни миллионов. Целью работы является исследование возможности автоматической кластеризации потребителей Интернет-ресурсов и выявления проблемных групп, характеризующихся аномальной активностью. Выявление аномалий может свидетельствовать об активности компьютерных вирусов, утечках информации и прочих угрозах кибербезопасности организаций [1]. В работе исследуются угрозы безопасности из внутреннего периметра сети. Как правило проблемный компьютер производит некоторые действия в сети, в том числе пытается получить доступ во внешний мир. Такие устройства и программы не имеют информации о регламентированных способах доступа в сеть и их можно выявить и обезвредить с помощью анализа аномальных потребителей интернет-ресурсов.

В работе используются методы кластеризации и тематического моделирования. На основе полученных результатов можно решать различные задачи: оптимизировать информационные системы, улучшить защиту, выявлять пользователей с аномальной активностью. Перспективным представляется создание автоматизированной системы подготовки и анализа данных, а также разработка типовых решений по противодействию обнаруженным угрозам.

Список источников

1. Исаев С.В. Анализ киберугроз и их источников для корпоративной сети Красноярского научного центра СО РАН / Информационные и математические технологии в науке и управлении. Иркутск: ИСЭМ СО РАН. 2016. № 4-1. С. 76-85

ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОГО ПРОФИЛЯ УСТРОЙСТВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Исаева О.С.

Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск
isaeva@icm.krasn.ru

В современных направлениях развития информационного общества выделяется тенденция обеспечения передовых сервисов и услуг за счёт организации связи между физическими или виртуальными объектами на основе совместимых информационных и коммуникационных технологий. Концепцией, обеспечивающей такие решения, является технология Интернета вещей (Internet of Things – IoT), формирующая глобальную инфраструктуру информационного взаимодействия распределённых устройств и приложений [1]. Широкая популярность Интернета вещей, мобильность строящихся инфраструктур наряду с неоднородностью сценариев их использования требуют создания специализированных подходов к обеспечению надёжности получения, хранения, обработки и анализа больших объёмов данных. В IoT-сетях используются облегчённые протоколы межсетевое взаимодействия, имеющие ограничения по возможной аутентификации и контролю безопасности, что является причиной развития сетевых атак, направленных на маршрутизацию между их функциональными уровнями. Исследования по обеспечению безопасности вычислительных ресурсов и данных, как правило, ограничиваются анализом сетевого трафика, генерируемого и собираемого устройствами. Ввиду динамичности источников атак и постоянно меняющихся характеристик аномального поведения устройств такого автоматического контроля оказывается недостаточно.

Целью данной работы является создание обобщённого цифрового профиля IoT-устройств, объединяющего как фактические характеристики устройств, особенности сетевых протоколов, архитектурные особенности инфраструктур, так и фактографические данные, журналы сетевого трафика, аномалии контролируемых физических явлений. Новизна подхода заключается в том, что профили устройств, отражающие частоту, периодичность передачи данных, наблюдаемые задержки в сети, размеры пакетов, флаги качества обслуживания, показатели времени установки и удержания соединений и другие параметры, отвечающие за сетевую активность, расширены показателями, построенными в результате анализа и агрегирования собираемых данных, частотными характеристиками протекающих событий, трендами и критическими значениями, ограничивающими показатели мониторинга.

Исследование проводится на базе сети Интернета вещей, выполняющей мониторинг технологических помещений с телекоммуникационным оборудованием подразделения ФИЦ Красноярского научного центра СО РАН [2]. В обобщённый цифровой профиль входят дополнительные характеристики: площадь и объём помещений, настройки циклов работы систем кондиционирования, пиковые значения тепловыделения оборудования, факторы цикличности нагрузки (сезонность, время суток) и пр. Построенные цифровые профили позволят выявлять предпосылки аномального поведения элементов сети, выходы из строя или изменения режимов работы оборудования и строить критерии превентивной защиты в зависимости от настроек политики безопасности серверов.

Благодарности. Работа поддержана Красноярским математическим центром, финансируемым Минобрнауки РФ в рамках мероприятий по созданию и развитию региональных НОМЦ (Соглашение 075-02-2023-912).

Список источников

1. Rose K., Eldridge S., Chapin L. The Internet of Things: An overview // Internet Society. 2015. 50 p.
2. Исаева О.С., Кулясов Н.В., Исаев С.В. Создание инструментов сбора данных для анализа аспектов безопасности Интернета вещей // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2022. № 3(27). С. 113–125.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ОШИБОК В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫМИ СЕТЯМИ

Калянов Г.Н., Лукинова О.В.

Институт проблем управления им. Трапезникова РАН, Москва

Kalyanov@mail.ru

Инженерные сети предназначены для обеспечения потребителей различными ресурсами: водой, теплом, электричеством и др. Нарушение функционирования таких сетей вследствие различных аварийных ситуаций может принести существенный ущерб потребителям. Поэтому актуальной является задача управления функционированием сети, а именно реализация двух основных управляющих процессов: эксплуатации сети (прежде всего, проведение планового технического обслуживания) и ремонт сети (восстановление функционирования сети после различного рода аварий). Именно аварии инициируют наиболее существенный ущерб, который необходимо свести к минимуму. При этом на преодоление последствий аварии напрямую влияет качество процессов управления инженерной сетью. Ошибки в процессах управления могут привести (и, как правило, приводят) к серьезным негативным последствиям.

В данной работе предлагается методологический подход, в основе которого лежит комплексный анализ моделей процессов управления инженерной сетью. Выделяется и исследуется класс ошибок в процессах управления, получивших название «ошибки в потоках данных». Для обнаружения ошибок данного класса предлагается использование комплекса методов верификации процессов управления, базирующихся на теории зависимости по данным, а именно:

- метод статического анализа процессов управления, позволяющий обнаруживать различные типы «грубых» ошибок при исследовании графа процесса;
- метод генерации множества тестовых маршрутов (вариантов процесса управления), в совокупности гарантирующих обнаружение ошибок в потоках данных, а также позволяющих обнаруживать ошибки, выявление которых осуществляется известными методами тестирования, базирующимися на покрытии графа процесса;
- метод разбиения входных данных об авариях в сетях на «обнаруживающие подобласти», позволяющий сгенерировать множество входных тестов;
- метод динамического анализа вариантов процесса управления, позволяющий обнаруживать различные типы «тонких» ошибок при исследовании графа процесса.

Предлагаемый подход позволит осуществлять более детальный анализ функционирования инженерной сети, а также расширить номенклатуру аналитических и прогнозных процедур. В частности, результатом такого анализа может быть уменьшение стоимости ремонтов сетевых объектов, выявление критических для функционирования инфраструктуры элементов, оценка потенциального ущерба от аварий различных типов.

Благодарности. Финансирование работы осуществляется в рамках плановой тематики Института проблем управления им. Трапезникова РАН.

ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ СОЦИАЛЬНОГО ПАРАЗИТИЗМА В ГРУППОВОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

Карпов В.Э.

НИИ «Курчатовский институт», Москва
karpov.ve@gmail.com

Одним из направлений групповой робототехники является т.н. парадигма моделей социального поведения, суть которой заключается в реализации базовых моделей и механизмов взаимодействия между искусственными агентами, позволяющих им образовывать социальные сообщества. Основой методологии такого подхода является постановка некоторой технической задачи, затем – поиск некоторого аналога ее решения в живой природе и далее – определение требуемых механизмов социального и индивидуального поведения агентов. В докладе предлагается несколько иная последовательность: сначала рассматривается такой яркий феномен как рабовладение в мире муравьев, а далее – определение механизмов его реализации. Феномен рабовладения (строго – одного из видов социального паразитизма) является действительно впечатляющим. В биологии описываются эффекты массовой мобилизации муравьев для набега; как обороняются "жертвы агрессии"; как захватчики берут "пленных", выносят расплод (не весь, а чтобы оставить шанс жертвам набега на восстановление); как относятся захватчики к своим "рабам", которые в дальнейшем социализируются, признаются своими и далее участвуют в набегах вместе со своими рабовладельцами и т.д.

В докладе показывается, что на самом деле этот феномен реализуем весьма ограниченным множеством базовых поведенческих механизмов, причем успешно формализованных и рассматриваемых в качестве составных частей прочих феноменов сложной социальной деятельности. А именно: (1) массовая мобилизация рабовладельцев на захват, вкупе с деятельностью разведчиков-рабовладельцев, – это реализация механизма реакции на богатый кормовой участок (гнездо-жертва – это обильный ресурс); (2) изъятие расплода жертв агрессии – это добыча пищи, а недопущение тотального истребления личинок – это следствие ограниченности транспортных возможностей рабовладельцев; (3) избирательность агрессии по отношению к "защитникам" – это следствие того, что старые, опытные особи хозяйского гнезда (жертвы) просто проявляют агрессию по отношению к захватчикам, а молодые неопытные не оказывают сопротивления в силу толерантности ко всем, включая захватчиков, и далее транспортируются в гнездо агрессора как пищевой ресурс; (4) "социализация" рабов – это следствие их неагрессивного поведения с последующим приобретением запаховой метки гнезда-рабовладельца.

На предыдущих этапах исследования основными модельными комплексными задачами были фуражировка и охрана территории. Используемые в них механизмы составляют основу реализации феномена рабовладения. Новыми для рабовладения являются введение механизма социализации как приобретение новой "метки" принадлежности семье рабовладельцев, а также требование к гетерогенности системы агрессор-жертва. Жертвы агрессии должны быть "слабее" захватчиков, т.к. в противном случае мы будем иметь дело с другим феноменом – межсемейных войн. "Метка" агента – это аналог феромонного сигнала, основной показатель "свой-чужой". В природе молодые особи еще не привыкли к распознаванию характерной для своей семьи метки, поэтому они более толерантны к "захватчикам". Кроме того, на степень агрессивности особи влияет ее возраст: чем старше муравей, тем более он агрессивен.

Механизм работы распознавания и привыкания к метке выглядит так. Пусть метка-феромон характеризуется интенсивностями n ее компонентов и представлена вектором F , $\dim F=n$, $F_i=0..1$. В момент времени t агент a воспринимает метки своего окружения F^e , изменяя значения компонентов своего запоминаемого вектора F^a : $F^a_i(t) = F^a_i(t-1) + F^e_i(t) - F^a_i(t-1)F^e_i(t)$, $F^a(0) = \Omega_0$, Ω_0 – начальные значения вектора. Одновременно с этим происходит

процесс забывания метки: $F^{\alpha}i(t) = (1-K)F^{\alpha}i(t-1)$. Здесь K – коэффициент забывания, $K=0..1$. Конкретный вид функций запоминания и забывания компонент не важен. Существенно лишь, чтобы эти процессы были монотонны и гарантировали значения всех сигналов в диапазоне $0..1$. В итоге у агента формируется вектор $F\alpha$, определяющий итоговую метку агентов своего окружения. Оценка агента x по параметру "свой-чужой" может определяться как $f=|F^{\alpha} - F^x|$. При этом f может служить фактором, определяющим склонность агента к активизации агрессивного поведения. Итак, с течением времени агент "привыкает" в запаховой метке своей семьи. То же самое касается и молодого агента, захваченного рабовладельцами и воспринимающего впоследствии метки рабовладельцев как свои. Собственно, в этом и заключается его социализация. Выбор значений Ω_0 определяется следующими соображениями: молодой агент толерантен и к своим, и к чужим (или же все для него должны считаться "своими"). Тогда процедуры "взятия в плен" и конвоирование его на базу рабовладельцев может быть реализовано механизмом подражательного поведения при стайном движении (типичное движение за лидером).

Экспериментальная апробация феномена рабовладения включала в себя два этапа: имитационное многоагентное моделирование в системе *Kvorum*, а также эксперименты на группировке малых мобильных роботов: 3 рабовладельца и 3 робота в гнезде-хозяине. При этом два робота хозяйского гнезда были "молодыми", т.е. рекрутировались рабовладельцами.

Если говорить о практической стороне этой модели, то здесь мы имеем дело с одним из решений задачи перераспределения трудовых ресурсов между группами роботов. Захватываемый "расплод" – это аналог свободного мобилизационного (рекрутируемого) ресурса, а "социализация" – это механизм определения принадлежности той или иной группе. Агрессивность поведения ("сопротивление") – это механизм отказа от рекрутирования в силу того, что агент уже занят некоторой работой. На данный момент самым проблемным местом является требование гетерогенности или неравенства группировок. Если в природе этот вопрос решается естественным образом (рабовладельцы сильнее жертв-хозяев), то в группе роботов агрессивность захватчиков искусственно поддерживается на более высоком уровне, чем у хозяев.

Благодарности. Работа выполнена за счет государственного задания НИЦ «Курчатовский институт».

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МАКРОКИНЕТИКИ ГИДРАТАЦИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ

Когай А.Д., Дмитриева М.А.

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград
ad.kogai@yandex.ru

Формирование цементного камня обусловлено рядом химических превращений, вызванных реакцией между исходными клинкерными минералами и водой с образованием гидросиликатов кальция. Начальное структурообразование реакционных композиционных материалов на основе цемента можно прогнозировать на базе модели связанных процессов в реагирующих средах [1]. Макрокинетика процессов гидратации цемента на начальных этапах удовлетворяет уравнению Аррениуса, устанавливающего зависимость константы скорости реакции от температуры. Активационная природа гидратации может быть описана с применением макрокинетического подхода, лежащего в основе предложенной модели [2].

Развитая математическая модель представляется совокупностью нестационарных задач теплового баланса, фильтрационных процессов и макрокинетики химических превращений. Исследуемый материал рассматривается как смесь реагентов с инертным наполнителем, однако современные бетоны характеризуются более сложным многокомпонентным составом с учетом различных модифицирующих добавок, применяемых для достижения требований к реологическим и прочностным характеристикам композита. Так, актуальным направлением является развитие подходов определения параметров макрокинетики гидратации многокомпонентных цементных систем.

Определение кажущейся энергии активации возможно с применением изотермической калориметрии путем фиксации температурного параметра. Учитывая экзотермический характер гидратации цемента, тепловыделение позволяет оценить стадию завершенности процесса, тем самым установить связь между степенью гидратации и возрастом. Степень гидратации может быть определена по изменению теплоты реакции, учитывая логарифмические зависимости между константой скорости реакции, кажущейся энергией активации и предэкспоненциальным множителем.

В работе обсуждается предложенный подход оценки параметров макрокинетики гидратации для моделирования набора прочности бетона с использованием результатов, полученных методом изотермической калориметрии при различных температурах.

Список источников

1. Лейцин В.Н. Дмитриева М.А. Моделирование связанных процессов в реагирующих средах: монография // Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта. 2012. 240 с.
2. Дмитриева М.А., Лейцин В.Н., Шаранова А.В. Оценка макрокинетических параметров процесса гидратации цемента по результатам термомеханических испытаний // Современные строительные материалы и технологии: Сборник научных статей II международной конференции. 2020. Выпуск 2. С. 7-15.

АЛГОРИТМ ИНКРЕМЕНТНОГО ПОСТРОЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ БУЛЕВОЙ ФУНКЦИИ

Колпинский С.В.¹, Елисеев В.Л.²

¹*Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва*

²*АО «ИнфоТеКС», Москва*

kolpinskysv@mpei.ru

Несмотря на интенсивное современное развитие аппарата искусственных нейронных сетей, задача обоснованного выбора архитектур нейросетевых моделей в каждом конкретном случае является открытой. Наиболее эффективные нейросетевые модели, называемые «глубокими», состоят из экстрактора высокоуровневых признаков, и нескольких полносвязных слоев, фактически – классического многослойного персептрона. Для построения экстрактора признаков используют различные слои, архитектурные решения в которых зачастую принимают с помощью эвристик и эмпирического опыта. Однако даже в сложных моделях на выходе сети располагают многослойный персептрон, и в конечном счете именно он отвечает за выдаваемые моделью предсказания. Несмотря на то, что этот класс нейросетевых моделей давно известен и широко применяется, задача обоснованного выбора параметров архитектуры многослойного персептрона в общем случае не решена.

Признавая, что задача обоснованного построения многослойного персептрона в общей постановке является сложной, в настоящей работе решается несколько упрощенная задача. Рассматривается вопрос построения нейронной сети, аппроксимирующей произвольную булеву функцию на полном множестве значений ее аргументов. В такой постановке нейросеть фактически должна полностью выучить таблицу истинности заданной булевой функции. Данная задача является сильно упрощенной, но тем не менее, ее решение может оказываться полезным в некоторых практических применениях [1]. В работе предлагается алгоритм инкрементного построения архитектуры многослойного персептрона для аппроксимации булевых функций. Цель работы алгоритма – построение потенциально минимальной по сложности архитектуры многослойного персептрона. Сложность архитектуры выражается в количестве обучаемых параметров. Проводятся эксперименты с булевыми функциями различных классов, демонстрируются синтезируемые архитектуры. Дальнейшие исследования могут быть направлены на выявление закономерностей между характеристиками булевых функций и сложностью синтезируемых архитектур нейросетей.

Список источников

1. Елисеев, В. Л., Милюкова Е. А., Колпинский С. В. Нейросетевая криптографическая обфускация для доверенных облачных вычислений // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте (ИММВ-2021): Сборник научных трудов X-й Международной научно-технической конференции, Коломна, 17–20 мая 2021 года. Том 2. – Смоленск: Универсум, 2021. – С. 77–87.

АНАЛИЗ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ КОМПОНЕНТОВ КИБЕР-ФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ МЕХАНИЗМА И КИНЕТИКИ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ СОБЫТИЙ

Коркина Е.С., Колосок И.Н.

Институт систем энергетики им. Мелентьева СО РАН, Иркутск

korkina@isem.irk.ru

Кибер-физические системы (КФС) - это системы, объединяющие вычислительные и физические процессы с помощью информационного обмена [1]. На внедрение цифровых технологий и развертывание КФС в электроэнергетике возлагаются надежды на эффективное управление современными интеллектуальными энергосистемами (ИЭС). Необходимым условием продвижения КФС является их кибербезопасность (КБ) [2]. Взаимозависимость вычислительной (кибер-) и физической подсистем КФС является критически важным обстоятельством, которое в условиях негативных внешних воздействий (НВВ) может вызвать разрушительные последствия в ИЭС. Существуют различные методы для проведения анализа и выработки защитных мер в отношении работоспособности КФС и её кибербезопасности в условиях НВВ [3]. В данной статье анализ и выработка мер противодействия НВВ выполняется с применением дерева отказов на основе механизма и кинетики событий [4]. Механизм процесса деградации – это сочетание свойств рассматриваемого объекта (компонента) и конкретного НВВ. Кинетика – это результат накопления элементарных шагов в направлении деградации рассматриваемого объекта под влиянием данного НВВ. В статье рассматриваются этапы постепенной деградации кибер-подсистемы (КП) КФС, начиная с дефектов в отдельных компонентах (например, “закладки” в программном обеспечении, уязвимости в сетевых протоколах и др. [5]), которые проявляются в условиях НВВ и приводят к повреждениям (соответственно, к срабатыванию вредоносного кода или к раскрытию топологии сети вследствие успешной компьютерной разведки), затем к разрушениям (соответственно, к неработоспособности базы данных или к блокировке отдельных узлов сети) и далее к отказам в функционировании ПО и сетевых компонентов. Несвоевременное пресечение деградационных процессов в подсистемах КФС может привести к аварийной ситуации в кибер-подсистеме (КП) КФС и, как следствие, в её физической подсистеме. Исследования [1] показывают, что для нейтрализации угроз и минимизации потерь, вызванных нештатными, аварийными, экстремальными и катастрофическими ситуациями, приводящими к лавинообразному усилению процессов деградации и разрушению КФС, необходимо быть заранее подготовленными к обоснованию решений по управлению всеми видами ресурсов КФС с целью минимизации негативных последствий деструктивных и дестабилизирующих факторов.

Благодарности. Исследование проводится в рамках проекта государственного задания (№ FWEU-2021-0001) программы фундаментальных исследований Российской Федерации на 2021-2030 годы (рег. № АААА-А21-121012190027-4).

Список источников

1. Тейланс, А. А., Романов, А. В., Меркурьев, Ю. А., Дорогов, П. П., Клейнс, А. Я., Потрясаев, С. А. Оценка рисков киберфизических систем с использованием моделирования доменов и имитационного моделирования // Труды СПИИРАН, 2018. № 4 (59), С. 115-139.
2. Воропай Н.И., Колосок И.Н., Коркина Е.С., Осак А.Б. Проблемы кибербезопасности в электроэнергетических системах. Электроэнергетика в национальных проектах. М.:МЭИ. 2020. С.67-88.
3. Юдин Р.В., Коркина Е.С., Колосок И.Н. Аналитический подход к повышению информационной и кибербезопасности систем управления объектами электроэнергетики // Мат-лы Всеросс. научно-практ. конференции с междунар. участием «Повышение

эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири», ИРНИТУ, 20-21 апреля 2023.

4. Берман А.Ф., Павлов Н.Ю., Николайчук О.А. Метод синтеза и анализа деревьев отказов на основе понятий механизма и кинетики событий // Проблемы анализа риска. 2018. Т.15. №3. С.62-77.
5. Коцыняк М.А., Кулешов И.А., Кудрявцев А.М., Лаута О.С. Киберустойчивость информационно-телекоммуникационной сети. СПб.: Бостон-спектр, 2015. 150 с.

АРХИТЕКТУРА И ПРИЛОЖЕНИЯ NO-CODE ПЛАТФОРМЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ BI-СИСТЕМ

Коробко А.В.

Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск
gglhroom@gmail.com

Исследователи в области информационных технологий и разработчики программного обеспечения уже столкнулись с трендом бережного отношения к пользователю. Мощные функциональные возможности программных продуктов, основанные на сложном математическом аппарате и передовых информационных технологиях, должны быть «обернуты» в простейшие интерфейсы чатов или нативных приложений.

Сегодня широкое распространение получили конструкторы сайтов (Битрикс24, Tilda, WordPress) и приложений для взаимодействия с клиентами (Backendless, DronaHQ). Системы анализа данных – более сложное программное обеспечение, однако, тренд на «демократизацию» коснулся и этого направления, актуальна разработка «доступных инструментов аналитики» и средств «аналитического серфинга» [1]. Научные организации, ведомственные учреждения и представители малого бизнеса не могут себе позволить дорогостоящие BI-системы и штат высококвалифицированных аналитиков, но тем не менее остро нуждаются в инструментах объединения разнородных данных, их анализа и построения динамических аналитических отчетов (дашбордов).

В работе предложена архитектура no-code платформы для построения систем оперативной аналитической обработки гетерогенных данных, основанная на развитии спецификации CWM (Common Warehouse Metamodel). Спецификация разработана консорциумом OMG для обмена метаданными между различными программными продуктами и репозиториями, участвующими в создании корпоративных BI-систем. Предложенная архитектура позволяет отойти от классического подхода к разработке аналитических систем, подразумевающего обязательное использование ETL-процедур, построение централизованного хранилища и формирование множества витрин данных. Применение усовершенствованного модельно-ориентированного подхода [2], развитие технологии многомерного моделирования больших данных [3] и разработка методов федерализации гетерогенных данных без физического перемещения позволили разработать архитектуру платформы с заявленными возможностями. Рассмотрены прикладные системы разработанные на базе платформы.

Список источников

1. Alpar P., Schulz M. Self-service business intelligence //Business & Information Systems Engineering. – 2016. – Т. 58. – С. 151-155.
2. Korobko A.V., Korobko A.A. A software platform for constructing model-driven systems for primary data consolidation // J. Phys.: Conf. Ser. 1679
3. Korobko A. Exploring the Properties of the Context and Lattice of the Integral Analytical Model// CEUR Workshop proceedings. Short Paper Proceedings of the 1st Siberian Scientific Workshop on Data Analysis Technologies with Applications 2020. 2020. №2727. p. 59-65

О МОДЕЛИРОВАНИИ ПЛОСКИХ ТЕЧЕНИЙ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ ВИХРЕВЫМИ МЕТОДАМИ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ VM2D

Коробова И.А., Марчевский И.К.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва
i-soldatova@bk.ru

вихревые методы вычислительной гидродинамики - эффективный в инженерной практике метод определения гидродинамических нагрузок, действующих на тела, находящиеся в потоке. Их использование позволяет, в частности, со сравнительно малыми затратами вычислительных ресурсов производить решение задач гидроупругости в сопряженной постановке.

Во многих приложениях рассматривается поперечное обтекание элементов конструкций, имеющих значительное удлинение, что позволяет с допустимой точностью рассматривать плоскую задачу о моделировании обтекания профиля конструкции.

Современные модификации вихревых методов, в частности, метод вязких вихревых доменов, положенный в основу программного комплекса VM2D, позволяет, как показывает опыт, с весьма высокой точностью решать задачи по расчету обтекания профилей при малых числах Рейнольдса, тогда как для высоких чисел Рейнольдса верные результаты, согласующиеся с известными результатами экспериментов, наблюдаются лишь для профилей с острыми кромками и угловыми точками, и только на режимах, когда наиболее интенсивный отрыв происходит именно на указанных точках.

Причина погрешности результатов видится в неверном моделировании отрыва с гладкой поверхности профиля при высоких числах Re , что, в свою очередь, является следствием неправильного моделирования эволюции завихренности в окрестности точек (зон) отрыва.

К примеру, хорошо известный результат о том, что коэффициент лобового сопротивления кругового профиля в широком диапазоне чисел $Re=10^3...10^5$ является примерно постоянным и близким к значению $C_x \approx 1.2$ в расчетах воспроизвести не удастся. Впрочем, не удастся его воспроизвести и в расчетах «стандартными» сеточными методами, если непосредственно аппроксимировать уравнения Навье – Стокса, не прибегая к использованию тех или иных подходов к моделированию турбулентных эффектов.

В работе показано, что вихревые методы позволяют правильно разрешать параметры течения, в том числе мелкомасштабные («турбулентные»), однако строго в рамках двумерного моделирования, когда поле скоростей имеет лишь две компоненты, а вектор завихренности ортогонален плоскости течения. Исследованы спектральные характеристики пульсаций поля скоростей и давления в потоке и показано, что спектр соответствует "двумерной турбулентности" (закон « -3 »), тогда как для «истинной» (трехмерной) турбулентности должен иметь место хорошо известный закон « $-5/3$ ».

С учетом фактического отсутствия на сегодняшний день модификаций вихревых методов для моделирования турбулентных течений намечены пути дальнейшего совершенствования используемых в вихревых методах математических моделей.

ЭТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И БУДДИЗМ

Королева М.Н.^{1,2,3}, Лахтин С.Е.^{1,2}

¹ООО «БРК», Москва

²АНО «Комитет по развитию безопасной среды в сфере цифровых технологий», Москва

³Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва

maria.nik.koroleva@gmail.com

Последнее десятилетие активно обсуждаются этические проблемы ИИ, готовятся документы разного уровня на базе разных организаций (IEEE, Юнеско, Альянс в сфере ИИ). Также сейчас широко обсуждаются вопросы государственного и межгосударственного регулирования в области систем искусственного интеллекта (СИИ) для предотвращения неконтролируемых человечеством результатов. Для решения этой задачи на государственном уровне и профессиональных сообществ в области ИИ разрабатываются наборы правил, стратегии и этические кодексы, как набор руководящих документов, определяющих будущий ландшафт СИИ.

По сути, любые этические принципы – набор правил. Любое общество имеет свою базу таких правил. Зачастую, существенную роль играет распространённая на этой территории религия. Анализируя свои впечатления после путешествия по Азии, авторы нашли возможным предпринять попытку построения системы этических принципов на основе буддизма применимых для контроля работы и развития СИИ.

Основой позиции авторов составляет интерпретация буддистского принципа правильного понимания реальности, включающего осознание того, что все существа находятся в постоянном состоянии перемен и имеют свою непостоянную природу. Все явления временны и преходящи, и наше отношение и прикрепление к ним является основой интерпретации жизни (и, как синоним, страдания в терминах буддизма). Как сделать этот принцип рабочим этическим правилом? В буддизме понимание реальности включает осознание закона кармы и непостоянства всех явлений, что позволяет наблюдаемому принимать мир таким, какой он есть, не допуская бесконечной алчности (жажды) и неудовлетворенности. Это правило непосредственно неприменимо к СИИ, тем не менее, позволяет сформировать направление размышлений о том, каким следует быть системе правил, ограничивающих возможные действия и бездействия СИИ, принципы по которым эти системы могут и должны развиваться для того, чтобы не нанести вред человеку.

Исходя из принципов буддизма, восьмеричного пути, можно сформулировать универсальные этические принципы для СИИ:

правило понимания реальности, правило намерений (интенций), правило онтологий и коммуникаций (правильная речь в буддизме), правило поведения, правило средств (к существованию), правило усилий или направлений развития, правило ширины (концентрации, сосредоточенности), правило самоанализа (познание, медитация). Подробно эти правила будут рассмотрены в докладе.

Надеемся, что эти принципы позволят создать развитые системы искусственного интеллекта, которые будут не только эффективными и производительными, но и соответствовать высоким этическим стандартам, закладывая фундамент под появление долгосрочных, безопасных и эффективных проектов в области ИИ.

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ДЛЯ УСТАНОВОК КЛАССА МЕГАСАЙЕНС: ПРИМЕРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Косяков Д.В.

*Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в
научно-технической сфере, Москва*

*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
Новосибирск*

kosyakov@sciencepulse.ru

В докладе представлен обзор применения технологии цифровых двойников в научных установках класса Мегасайенс и текущего состояния исследований в этой области. Ключевые компоненты технологии, обусловившие взрывной рост применения цифровых двойников включают Интернет вещей (IoT), технологии больших данных и нейронные сети, которые образуют основу для создания крупномасштабных сетей мониторинга, позволяющих хранить и обрабатывать огромные объемы данных, а также моделирование сложных нелинейных систем с использованием принципа черного ящика.

Традиционное физико-математическое моделирование часто требует значительной вычислительной мощности и временных затрат и не может выполняться в режиме реального времени. Однако его результаты можно использовать для обучения нейронных сетей либо в сочетании с данными о поведении реальных физических объектов, либо в качестве альтернативы им. Этот комплексный подход открывает путь к использованию цифровых двойников в проектировании, управлении и оптимизации работы комплексов сложного научного оборудования.

Технологии цифровых двойников в области астрономии успешно применяются в таких проектах как Australian Square Kilometer Array Pathfinder (ASKAP) [1] и Five-hundred-meter Aperture Spherical Radio Telescope (FAST) [2]. Все более широкое применение находят нейросетевые технологии в задачах управления работой ускорителей элементарных частиц, в частности, в контексте цифровых двойников для отдельных компонентов этого сложного оборудования [3–5]. Одной из наиболее актуальных задач является управление пучком частиц, чувствительного к малым изменениям в состоянии оборудования и условиях окружающей среды. Традиционная настройка является сложной и длительной, что снижает результативность и увеличивает стоимость эксперимента [6–8].

Ожидается, что по мере дальнейшего развития технологий цифровые двойники будут играть еще более важную роль на этапе проектирования научных установок. Ожидается, что цифровые двойники отдельных компонентов в конечном итоге сольются в более крупные комплексы, кульминацией которых станет всеобъемлющий цифровой двойник всей сложной научной установки. Анализ активности исследователей в области применения цифровых двойников для крупномасштабных научных установок показывает высокую актуальность этой тематики и необходимость включения соответствующих исследовательских команд в такие проекты, как Сибирский кольцевой источник фотонов (СКИФ).

Список источников

1. Bednarz T. et al. Digital Twin of the Australian Square Kilometre Array (ASKAP). 2020.
2. Wen J. et al. Rapid Modeling Method for The Digital Twin of Five-hundred-meter Aperture Spherical Radio Telescope // IAENG Int. J. Comput. Sci. 2022. Vol. 49, № 2.
3. Edelen A.L. et al. Neural Networks for Modeling and Control of Particle Accelerators // IEEE Trans. Nucl. Sci. 2016. Vol. 63, № 2. P. 878–897.
4. Scheinker A. et al. An adaptive approach to machine learning for compact particle accelerators // Sci. Rep. 2021. Vol. 11, № 1.
5. Radovic A. et al. Machine learning at the energy and intensity frontiers of particle physics // Nature. 2018. Vol. 560, № 7716. P. 41–48.

6. Arpaia P. et al. Machine learning for beam dynamics studies at the CERN Large Hadron Collider // Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. Accel. Spectrometers Detect. Assoc. Equip. 2021. Vol. 985.
7. Edelen A. et al. Machine learning for orders of magnitude speedup in multiobjective optimization of particle accelerator systems // Phys. Rev. Accel. Beams. 2020. Vol. 23, № 4.
8. Peters C. et al. Machine Learning for Time Series Prediction of an Accelerator Beam to Recognize Equipment Malfunction. JACOW Publishing, Geneva, Switzerland, 2021. P. 2272–2275.

ПОДХОД К СОЗДАНИЮ МЕТОДИКИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ МИВАРНОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ ТРЕХМЕРНОГО ЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Коценко А.А., Варламов О.О.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва
kotsenkoaa@student.bmstu.ru

В настоящее время активно развиваются исследования в области управления машинами и роботами, например, для беспилотного транспорта. Системы технического зрения реализуются преимущественно с помощью нейросетевых технологий. Однако для принятия решений в сложных и нестандартных ситуациях надо применять логический уровень, где успешно используются миварные технологии [1] логического искусственного интеллекта (ЛИИ), которые позволяют находить решение с линейной вычислительной сложностью.

В данный момент миварные технологии применяют в робототехнике для создания систем принятия решений (СПР) автономных робототехнических комплексов (РТК), а также во многих других областях [2]. Низкие требования к вычислительным мощностям позволяют применять миварные экспертные системы (МЭС) в автономной робототехнике. Ранее была предложена методика [3] поиска нескольких маршрутов робота, которая может применяться для решения задач оптимизации распределения ресурсов в машиностроительном искусственном интеллекте. Таким образом, тема генерации миварной базы знаний (МБЗ) трехмерного логического пространства является актуальной и имеет важное значение для реализации поставленной задачи.

В результате анализа было принято решение о создании методики автоматической генерации миварной модели для дальнейшего обеспечения трехмерного движения роботов. МБЗ состоят из отношений, параметров и правил. В зависимости от веса отношения делятся на три типа: единичный переход, переходы с весами корень из двух и корень из трех. Каждое отношение описывает входные вектора рассматриваемой вершины. Каждый параметр – это отдельное состояние в пространстве. Правила описывают переходы между параметрами, а также какое отношение соответствует этому переходу. В зависимости от отношения у перехода будет определен вес. При автоматической генерации логического пространства в виде куба со стороной 10, получается 20952 правил в МБЗ.

Данная работа открывает возможность для дальнейшего создания СПР на основе МЭС для планирования трехмерных маршрутов роботов и РТК с динамическими препятствиями, что существенно поможет развитию автономных роботов и робототехнических комплексов с ЛИИ. Помимо этого, будет исследоваться переход из логического пространства в физическое.

Список источников

1. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. - М.: Радио и связь, 2002. 288 с. EDN RWTCOP.
2. Мивар'22. Москва: Издательский Дом "Инфра-М", 2022. 440 с. EDN RQIFBK.
3. Коценко А.А., Герасименко А.В., Калашникова А.В. и др. Методика применения миварной экспертной системы для автоматизированного поиска нескольких траекторий робота // Естественные и технические науки. 2022. № 5 (168). С. 209-221. EDN: XSXYXM.

ПОДХОД К СОЗДАНИЮ МЕТОДИКИ ПЛАНИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ РОБОТОВ В ТРЕХМЕРНОМ ЛОГИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ НА ОСНОВЕ МИВАРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Коценко А.А., Варламов О.О.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва
kotsenkoaa@student.bmstu.ru

В данный момент исследуются различные подходы к созданию автономных роботов. Для решения задачи планирования маршрутов роботов предложено использовать миварные технологии [1] логического искусственного интеллекта (ЛИИ), которые позволяют находить решение с линейной вычислительной сложностью для задач в форматах продукционных сетей «если – то» или «вход; выход; действие». Миварные технологии применяют в различных областях: для интеллектуального распознавания образов, для поиска траекторий роботов и планирования их действий и для других областей [2]. Таким образом, на данный момент созданы все предпосылки [3] для перехода к применению миварных экспертных систем (МЭС) для планирования трехмерных маршрутов роботов с учетом различных видов препятствий.

В первую очередь требуется сгенерировать миварную модель, включающую в себя отношения, параметры и правила. Есть три типа отношений в зависимости от того, с каким весом приходит входящий вектор: единичный, корень из 2 и корень из 3. Параметры – это вершины итогового графа. Они отражают все возможные состояния в пространстве. Правила – это переходы между состояниями. Маршрут – это последовательность переходов от начальной вершины к конечной, представляет собой логический вывод миварной сети, который получается в результате активации правил.

Во вторую очередь требуется задать препятствия и удалить их из миварной модели. Препятствия могут быть четырех видов: прямоугольный параллелепипед, сфера, прямая линия, отдельные вершины графа, в которые по каким-либо причинам нельзя попасть. При удалении вершин из модели удаляются параметры и отношения, относящиеся к этим вершинам, а также все правила, для которых этот параметр является входом или выходом. Если окружающая обстановка изменилась, то модель требуется сгенерировать заново, а далее построить маршрут с учетом измененной обстановки. После получения маршрутов роботов, можно визуализировать полученные результаты.

Данная работа поможет дальнейшему развитию идеи динамического планирования траекторий роботов и робототехнических комплексов в трехмерном логическом пространстве с использованием миварных технологий логического искусственного интеллекта, что позволяет повысить интеллектуальность и автономность робототехнических средств.

Список источников

1. Варламов О.О. Эволюционные базы данных и знаний для адаптивного синтеза интеллектуальных систем. Миварное информационное пространство. - М.: Радио и связь, 2002. 288 с. EDN RWTCOP.
2. Мивар'22. Москва: Издательский Дом "Инфра-М", 2022. 440 с. EDN RQIFBK.
3. Коценко А.А., Герасименко А.В., Калашникова А.В. и др. Методика применения миварной экспертной системы для автоматизированного поиска нескольких траекторий робота // Естественные и технические науки. 2022. № 5 (168). С. 209-221. EDN: XSXYXM.

КРИТЕРИИ РОСТА И ПАДЕНИЯ КРИПТОВАЛЮТЫ

Кочков Н.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск
nikitaOkochkovbat3@gmail.com

Ценность криптовалюты — одна из самых сложных вещей для понимания новыми инвесторами. Стоимость традиционной валюты поддерживается правительством или банковской системой и может быть достаточно стабильной. Но с криптовалютой любой может начать новый проект, создать смарт-контракт и сгенерировать новую криптовалюту из ниоткуда. Так что же именно определяет стоимость криптовалюты?

Новостные события или правила также могут повлиять на то, как инвесторы относятся к определенной монете, что повлияет на то, покупают они или продают. Если монета популярна среди трейдеров, это также может привести к росту ее стоимости. В конечном счете, эти факторы объединяются, чтобы сформировать постоянно меняющийся ландшафт цен на криптовалюту.

На стоимость криптовалюты влияет спрос и предложение, что является ключевым фактором как для фондового рынка, так и для крипторынка. Проще говоря, когда чего-то не хватает, а этого хотят многие — цена растет! С другой стороны, если в наличии много монет, но мало покупателей, то цена будет снижаться.

Еще одна важная часть рынка криптовалют — макроэкономические факторы. Такие вещи, как инфляция, рецессия или экономический рост, а также решения центральных банков по процентным ставкам, влияют на цены и настроения инвесторов.

Определенные события или новости могут побудить инвесторов покупать или продавать криптовалюты в ответ. Эти события даже не обязательно должны быть связаны с криптографией. Если у крупного фонда или компании, владеющей криптовалютой, есть что-то, что негативно влияет на другие ее основные активы, они могут решить продать часть своих инвестиций в криптовалюту, чтобы компенсировать убытки.

Децентрализованные автономные организации (DAO) используются многими криптопроектами для внутреннего управления. DAO — это организации, которые действуют без какой-либо централизованной власти, такой как компания или правительство. Они используют смарт-контракты и алгоритмы для автономного принятия решений и выполнения транзакций. DAO имеют право принимать важные управленческие решения, которые могут повлиять на цену их токена.

Большинство криптовалют имеют фиксированный максимальный запас, что означает общее количество токенов, которые могут существовать в блокчейне. Однако зачастую только часть этого предложения изначально доступна для населения. Это называется оборотным запасом. Остальные монеты могут быть заблокированы в смарт-контрактах и выпущены в обращение в соответствии с заранее установленным графиком разблокировки. Всякий раз, когда приближается большое количество разблокированных токенов, это обычно оказывает негативное давление на цену, пока эти токены не будут выпущены.

Быть в курсе новостей и социальных сетей, связанных с рынком криптовалют, — лучший способ оставаться в курсе проекта. Рекомендуется следить за последними объявлениями от основателей монеты, такими как новые партнерские отношения или предстоящие проекты. Эти объявления могут оказать значительное влияние на волатильность цен на токены криптовалюты, поэтому стоит следить за ними.

СТРУКТУРНАЯ ПЕРЕСТРОЙКА РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ: ВЫЗОВЫ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Кудрявцева О.В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва
olgakud@mail.ru

Человечество непрерывно сталкивается с вызовами, приобретающими все более глобальный характер и имеющими различную природу: геополитическими, биологическими, экономическими, социальными. Значение для государства энергетической, технологической и климатической безопасности в настоящее время трудно переоценить. Осуществляя необходимую в настоящее время структурную трансформацию экономики России, надо рассматривать и оценивать ее с точки зрения обеспечения энергетической безопасности, суверенитета, конкурентоспособности и потенциала сокращения углеродоемкости. Это необходимо для создания современной, высокотехнологичной, конкурентоспособной экономической системы. В этой связи представляется важным, в том числе, оценивать потребление экономикой ресурсов и выбросы, в том числе выбросы различных парниковых газов, а также рассматривать различные пути их снижения. В ходе исследования при помощи методологии межотраслевого баланса были оценены прямые и косвенные выбросы парниковых газов секторами экономики, оценен потенциал поглощения диоксида углерода, предложены меры по снижению выбросов парниковых газов, соответствующие индикаторы. Энергетической и транспортной отраслям здесь отводится определяющая роль.

Благодарности. Исследование проводится при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №23-28-00508 «Методология формирования механизмов низкоуглеродного развития в новых условиях»).

Список источников

1. Kudryavtseva O.V., Baraboshkina A.V. Low-carbon development: challenges for Russia // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. — 2021. — Vol. 21, no. 5.1. — P. 301–306.
2. Kudryavtseva, O., Kurdin, A. (2023). Prospects for Low-Carbon Industrial Policy: The Case of Russia. In: Devezas, T.C., Leitão, J.C.C., Yegorov, Y., Chistilin, D. (eds) Global Challenges of Climate Change, Vol.2. World-Systems Evolution and Global Futures. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16477-4_13

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ АГРАРНОГО МОНИТОРИНГА МОРФОМЕТРИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ РЕЛЬЕФА

Кузнецова А.С.¹, Пушкарёв А.А.¹, Краснощеков К.В.¹,
Якубайлик О.Э.², Ерунова М.Г.¹

¹Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»,
Красноярск

²Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск
anna.simakina.97@mail.ru

Информационно-аналитическая система аграрного мониторинга для рационального использования и эффективного управления территорией должна базироваться на комплексном представлении о сельскохозяйственных угодьях. Одним из важнейших факторов агроландшафтов является рельеф местности, который влияет на интенсивность освещения и прогревания поверхности, термический и ветровой режимы, распределение осадков и др. [1].

Агропроизводство во многих случаях нуждается в высоко детальной информации о рельефе для точного анализа на уровне сельскохозяйственных угодий и их отдельных участков [2]. Современные достижения в области геоинформационных технологий и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) способны обеспечить потребность сельского хозяйства в подробных картографических сведениях о рельефе местности [3]. Целью исследования является геоинформационное обеспечение системы аграрного мониторинга ФИЦ КНЦ СО РАН морфометрическими характеристиками рельефа с применением методов ДЗЗ и геоинформационных технологий.

В качестве исследуемой территории было выбрано опытно-производственное хозяйство (ОПХ) «Михайловское». Общая площадь составляет 16418 га. ОПХ «Михайловское» является одним из объектов, включенных в информационно-аналитическую систему аграрного мониторинга ФИЦ КНЦ СО РАН.

В работе использовались аэрофотоснимки, полученные с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) Fixar 007 с установленной на борту камерой Sony RX1. Съёмка осуществлялась в ходе полевых исследований в 2022 году с высоты 300 м. Пространственное разрешение полученных снимков – 4 см/пиксель.

Обработка исходных аэрофотоснимков осуществлялась в Agisoft Metashape Professional. В данной программе были подготовлены ортофотоплан местности и цифровая модель рельефа (ЦМР). На их основе выполнялось картографирование морфометрических характеристик рельефа в геоинформационных системах Спутник Агро и QGIS. А также проведены работы по преобразованию полученных данных к единым параметрам (система координат, формат).

На основе материалов съёмки с БПЛА и геоинформационных технологий разработаны цифровые карты, характеризующие основные морфометрические характеристики рельефа сельскохозяйственных угодий ОПХ «Михайловское». В частности, ортофотоплан местности, ЦМР, карта горизонталей, карта поверхностного стока и накопления воды, карта уклонов поверхности рельефа и др. Подготовленные цифровые карты лежат в основе системы аграрного мониторинга ФИЦ КНЦ СО РАН для обеспечения специалистов аграрного сектора полноценной информацией о морфометрических характеристиках рельефа сельскохозяйственных угодьях ОПХ «Михайловское».

Совместное использование данных о рельефе местности и данных, уже входящих в систему аграрного мониторинга ФИЦ КНЦ СО РАН (климатические характеристики, вегетационные индексы, агрохимические характеристики почвы и др.) позволит учесть состояние сельскохозяйственных угодий при разработке оптимальных стратегий по управлению и использованию земель сельскохозяйственного назначения.

Список источников

1. Пашков С.В., Мажитова Г.З. Применение ГИС-технологий и аэрофотосъемки для геоинформационного картографирования и моделирования рельефа агроландшафтов // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. – 2020. – Т. 34. – С. 82-95. – DOI 10.26516/2073-3402.2020.34.82.
2. Тесленок С.А., Манухов В.Ф., Тесленок К.С. Цифровое моделирование рельефа Республики Мордовия // Геодезия и картография. 2019. № 80(7). С. 30–38. – DOI 10.22389/0016-7126-2019-949-7-30-38.
3. Rebelo C, Nascimento J. Measurement of Soil Tillage Using UAV High-Resolution 3D Data // Remote Sensing. 2021. 13(21):4336. DOI: 10.3390/rs13214336.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММЫ MEDCALC ДЛЯ РАСЧЕТА ГРАНИЦ СРАВНЕНИЯ ФРАКЦИЙ ХОЛЕСТЕРИНА

Кузьменко В.В., Гаврилов Д.А.

Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, Иркутск
kw7@mail.ru

Важным этапом в процессе валидации новой методики в лаборатории является уточнение для нее референсных значений (границ сравнения, эталонного интервала), которые используются для клинической интерпретации результатов обследованных пациентов. В соответствии с рекомендациями международной организации по клинической химии (документ CLSI EP28-A3c) референсные значения могут быть установлены путем переноса границ, предложенных производителем реактивов, либо определяются лабораторией самостоятельно для обследуемого населения прямым или косвенным методом.

Целью исследования была оценка связанного с возрастом уровня холестерина не липопротеинов высокой плотности (ХС нЛВП) у мужчин. Уровень ХС нЛВП рассчитан для 16 789 мужчин в возрасте от 20 до 69 лет, у которых лабораторные исследования общего холестерина и ХС ЛПВП в сыворотке крови выполнены на оборудовании и реактивах фирмы «Roche». Для проведения расчетов использовалась программа MedCalc, version 22.006-2023.

Обследованные пациенты были сгруппированы по возрасту с 5-и летними интервалами. Количество лиц в одной группе колебалось от минимального - 786 (20-24,99 года) до максимального - 3007 (возраст 55-59,99 лет). На первом этапе в соответствии с рекомендациями CLSI произведена чистка выбросов методом Тьюки для каждого из показателей. На втором этапе при проверке выборок на нормальность распределения методом Шапиро-Уилка, оказалось, что характер распределения в группах отличается от нормального. Поэтому референсные границы были рассчитаны процентильным методом. У обследованных мужчин средний уровень ХС нЛВП был минимальным в группе 20-25 лет и составил 3,26 ммоль/л, с 90 % доверительными интервалами 2,98 - 6,71. Исследуемый показатель монотонно увеличивался с возрастом, при этом в 30-35 лет его значение составило 3,85 ммоль/л (2,29-7,58). Уровень ХС нЛВП достиг максимальных значений в 40-45 лет – 4,3 ммоль/л (3,3-8,06) и на этом уровне стабилизировался.

Выводы. Для расчетов референсных интервалов удобно использовать программу MedCalc. Полученные данные могут быть полезны при скрининговых исследованиях для оценки риска развития сердечно-сосудистых заболеваний обследуемого контингента.

ЯЗЫК УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ В МНОГОАГЕНТНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Кузьмин В.Р.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
kuzmin_vr@isem.irk.ru

В ИСЭМ СО РАН для проведения системных исследований в энергетике была предложена двухуровневая технология, в которой на первом уровне выполняется качественный анализ с использованием семантических технологий (онтологического, когнитивного, событийного и вероятностного (на основе Байесовских сетей доверия) моделирования [1]. Инструментальные средства семантического моделирования объединены в рамках многоагентной интеллектуальной среды (МИС) для исследований устойчивости энергетических и экологических систем.

Применение семантического моделирования позволяет формализовать знания предметной области. Графическое представление семантических моделей, в свою очередь, позволяет облегчить взаимодействие специалистов из различных предметных областей. Однако, для организации работы с семантическими моделями в рамках МИС и их хранения в базе знаний, требуется набор инструментальных средств, в том числе способы формализованного представления семантических моделей.

Для этих целей предлагается использовать язык управления знаниями (Knowledge Management Language – KML), с который является модификацией и развитием языка ситуационного управления CML (Contingency Management Language) [2]. KML позволяет выполнять формализацию семантических моделей для их хранения в базе знаний, преобразования между моделями (например, онтологий в когнитивные карты), а также интеграцию с другими программными комплексами (например, ИНТЭК-А для прогнозных исследований ТЭК с учётом требований ЭБ). Сам KML выполнен в виде библиотеки и может быть включён в качестве микросервиса в другие программные средства.

В докладе будут рассмотрены основные понятия языка управления знаниями, показаны некоторые методы и приведены примеры.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-21-00841.

Список источников

1. Массель, Л. В. Интеллектуальные вычисления в исследованиях направлений развития энергетики / Л. В. Массель, А. Г. Массель // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321, № 5. – С. 135-140. – EDN PVBDBN.
2. Массель Л.В., Кузьмин В.Р. Разработка языка ситуационного управления на основе исчисления ситуаций / Информационные и математические технологии в науке и управлении, 2018. – №1. – С. 37-45.

РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЦИФРОВИЗАЦИИ СЕЛЬСКИХ РАЙОНОВ

Кулик В.А.¹, Маркелов И.А.², Авдюшина А.Е.³

¹ЗАО «Институт сетевых технологий», Санкт-Петербург

²Смоленский государственный университет, Смоленск

³Университет ИТМО, Санкт-Петербург

yslav.kulik@gmail.com

В настоящее время, технические, социальные и экономические вопросы связанные с переходом от традиционной индустриальной к цифровой экономике являются одними из важнейших определяющих векторов в развитии информационных и телекоммуникационных технологий. Одной из главных концепций, описывающих качественный переход к новому типу промышленности является Индустрия 4.0, касающихся всех сфер промышленности, в том числе и сельскохозяйственной сферы. Развитие сельскохозяйственной сферы является критичным вопросом для обеспечения продовольственной безопасности страны и требует активного привлечения квалифицированных кадров в сельские общины путем обеспечения высокого удобства жизни в сельских условиях. Одним из подходов к улучшению условий жизни в сельских общинах — это применение подходов используемых при проектировании систем типа «Умный город».

Для создания архитектуры системы цифровизации сельских районов на основе концепции «Умный город», постановки требований к сетевой инфраструктуре и моделированию данных систем необходимо решить ряд задач, в частности

- 1 Провести исследование плотности распределения населения в сельскохозяйственных низкоурбанизированных районах, оценить доступность базовых социальных и коммунальных услуг, развитость транспортной инфраструктуры, распространенность доступа к услугам телекоммуникаций, и в том числе к прикладным услугам сетей связи общего пользования.
- 2 На основе проведенного исследования разработать геоинформационную модель данных, описывающую сельскохозяйственные регионы согласно вышеприведенным критериям.

В рамках данной работы, с помощью открытых источников информации, было проведено исследование Холм-Жирковского, Духовщинского, Демидовского районов по различным критериям, в том числе были получены плотность распределения населения, развитость транспортной инфраструктуры, распространенность телекоммуникационных услуг, доступность медицинских, образовательных, полицейских и других социальных услуг первичной необходимости и т.д. Также на основе проведенного исследования была разработана геоинформационная модель рассматриваемой местности и получены данные, которые в дальнейшем могут быть использованы для разработки архитектуры системы «Умное поселение» для данного конкретного района, а также произведена оценка требований качества обслуживания к сетевой инфраструктуре.

Список источников

- 1 Бородин А.С., Кучерявый А.Е. Сети связи пятого поколения как основа цифровой экономики // Электросвязь. Т. 5. 2017. С. 45 – 49.
- 2 Zhuravleva N.A., Nica E., Durana P. Sustainable Smart Cities: networked digital technologies, cognitive Big Data analytics, and Information technology-driven economy. Geopolitics, History, and International relations. V. 11. № 2. 2019. P. 41 – 47. DOI: 10.22381/GHIR11220196.
- 3 Shamin A.E., Frolova O.A., Shavandina I.V., Kutaeva T.N., Ganin D.V., Sysoeva J.Y. Smart Village. Problems and Prospects in Russia. Advances in Intelligent Systems and Computing. V. 1114. 2020. P. 480 – 486. DOI: 10.1007/978-3-030-37737-3_41.
- 4 Kulik V., Kirichek R., Sotnikov A. Industrial Internet of Things classification and analysis performed on a model network. Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems. V. 11660. 2019. P. 548 – 561. DOI: 10.1007/978-3-030-30859-9_48.

АНАЛИЗАТОРЫ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РЕГУЛЯТОРА С ШИМ ПРИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИИ ЕГО ПАРАМЕТРОВ

Куликов В.В., Куцый Н.Н., Осипова Е.А.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск
godefired@mail.ru

В докладе рассматривается формирование анализаторов чувствительности для автоматических систем с импульсным регулятором с широтно-импульсной модуляцией (первого или второго рода) с переключаемыми параметрами. Предполагается, что переключение параметров такого импульсного элемента позволит повысить качество работы регулятора с ШИМ. С помощью анализаторов чувствительности получают функции чувствительности необходимые для реализации градиентной процедуры для параметрического синтеза регулятора в одноконтурных автоматических системах. В достаточно общем виде можно представить выражения, описывающие процессы в рассматриваемых автоматических системах:

$$\begin{aligned} \varepsilon(t, \mathbf{q}) &= \lambda(t) - x(t), \\ u(t, \mathbf{q}) &= G_{im}(\varepsilon[kT]), \end{aligned} \quad (1)$$

$$u(t, \mathbf{q}) = \begin{cases} \left. \begin{aligned} &\left\{ \begin{aligned} &+1, \text{ при } \varepsilon[kT] > 0 \\ &-1, \text{ при } \varepsilon[kT] < 0 \end{aligned} \right\} \text{если } kT \leq t < kT + t_k(q_i) \\ &0, \text{ если } kT + t_k(q_i) \leq 0 < (k+1)T \end{aligned} \right\} \varepsilon[kT](\dot{\varepsilon}[kT] + c\varepsilon[kT]) > 0 \\ \left. \begin{aligned} &\left\{ \begin{aligned} &+1, \text{ при } \varepsilon[kT] > 0 \\ &-1, \text{ при } \varepsilon[kT] < 0 \end{aligned} \right\} \text{если } kT \leq t < kT + t_k(q_{i+1}) \\ &0, \text{ если } kT + t_k(q_{i+1}) \leq 0 < (k+1)T \end{aligned} \right\} \varepsilon[kT](\dot{\varepsilon}[kT] + c\varepsilon[kT]) < 0 \end{cases}, (i = 1, 3, \dots, n),$$

$$x(t) = Gp(p)u(t),$$

где $\varepsilon(t, \mathbf{q})$ – рассогласование; $x(t)$ – выходная координата автоматической системы; G_{im} – оператор импульсного регулятора; $u(t)$ – выходная координата регулятора G_{im} ; $Gp(p)$ – оператор объекта; p – оператор дифференцирования по времени; T – период квантования; $\lambda(t)$ – задающее воздействие; $c, q_i, (i = 1, 2, \dots, n)$ – настраиваемые параметры.

В данной работе выражение для вычисления функций чувствительности с учётом элементов системы (1) определено как [1]:

$$\xi_i(t) = - \sum_k \Delta U t_k \frac{dt_{im}}{dq_i} Gp(p) \delta(t - t_k), (i = 1, \dots, n; k = 0, 1, 2, \dots), \quad (2)$$

где $\xi_i(t)$ – функции чувствительности; $\Delta U t_k$ – величина скачка $u(t)$ в моменты его разрыва t_k ; $\delta(t - t_k)$ – дельта-функция, смещенная на время t_k . Выражение (2) позволяет перейти к реализации градиентной процедуры.

Список источников

1. Розенвассер, Е.Н. Чувствительность систем управления / Е.Н. Розенвассер, Р.М. Юсупов. – М.: Наука, 1981. – 464 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЯХ

Курашкин С.О., Серегин Ю.Н., Мурыгин А.В.

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика
М.Ф. Решетнева, Красноярск
scorpion_ser@mail.ru*

В настоящее время при производстве конструкций из алюминиевых сплавов применяется электронно-лучевая технология. В свою очередь для поиска режимов сварки для тонкостенных изделий проводятся натурные эксперименты, что материальнозатратно и зачастую возникает большое количество корневых дефектов (непровары, трещины, провисания сварного шва и т.п.).

Авторами работы [1] было проведено исследование, заключающееся в нахождении методов борьбы с дефектами при электронно-лучевой сварке (ЭЛС), однако у данных решений присутствует ряд недостатков: плохая повторяемость, отсутствия возможности оптимизации технологических параметров (скорость сварки и ток луча).

В данном исследовании для моделирования теплового процесса при сварке алюминиевого сплава предлагается использовать предыдущий опыт моделирования и оптимизации технологических параметров для титанового сплава, полученный в работе [2].

Таким образом цель работы состоит в повышении эффективности процесса электронно-лучевой сварки для тонкостенных деталей за счет моделирования установившегося режима электронно-лучевой сварки, а также оптимизации скорости сварки и тока луча.

За основу в исследованиях принята классическая теория тепловых процессов [3], в которой электронный пучок аналитически представлен в виде подвижных мгновенных точечного и линейного источников энергии. Применяя метод наложения [4], итоговую модель температуры нагрева можно представить в виде (1).

$$T_{\Sigma} = T_1 + T_2, \quad (1)$$

где $T_1 = T_H + \frac{Q_1}{c\rho\sqrt{(4\pi a)^3}} e^{-\frac{vx}{2a}} \int_0^t \exp\left(-\frac{v^2\tau}{4a} - \frac{x^2+y^2+z^2}{4a\tau}\right) \frac{d\tau}{\tau^{3/2}}$ – температура нагрева от движущегося по поверхности мгновенного точечного источника;

$T_2 = T_H + \frac{Q_2}{4\pi\lambda\delta} e^{-\frac{vx}{2a}} \int_0^t \exp\left(-\frac{v^2\tau}{4a} - \frac{2\lambda\tau}{c\rho\delta} - \frac{(x^2+y^2)}{4a\tau}\right) \frac{d\tau}{\tau}$ – температура от нагрева движущегося линейного источника.

При изучении свойств теплового процесса авторами используется разработанный ими функционал (2).

$$J_1 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (T_{ni} - \bar{T}_n)^2} \quad (2)$$

где $T_{ni} = \frac{T_{\Sigma}}{T_{max}}$, $T_{max} = \max T_{\Sigma}$.

С физической точки зрения функционал J_1 представляет рассеяние температуры в ограниченном объеме. Минимальное его значение соответствует равномерному нагреву той зоны металла, в которой затем предполагается формирование сварного шва.

Заключение. Авторами в предлагаемом исследовании применена модель для расчета распределения энергии на поверхности свариваемой детали и модель для оптимизации технологических параметров процесса ЭЛС. Актуальность предложенной методики подтверждается востребованностью к качеству технологии сварки алюминиевых сплавов электронным пучком. В будущих исследованиях данного направления появится возможность расширить применение электронно-лучевой технологии.

Список источников

1. Уланов М.А. Особенности технологии электронно-лучевой сварки в ракетостроении //Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2022. – С. 154-157.

2. Тынченко В.С., Курашкин С.О., Мурыгин А.В., Тынченко Ю.А. Моделирование распределения энергии в зоне сварного шва для различных значений тока электронного пучка в COMSOL Multiphysics // Journal of Physics: Conference Series. 2021. № 1889(4). С. 042058.
3. Неровный В.М. Теория сварочных процессов / В. М. Неровный, А. В. Коновалов, Б. Ф. Якушин и др. Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 340с.
4. Рукалин Н.Н. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник. Н.Н. Рыкалин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 496с., ил.

НАУЧНАЯ ШКОЛА БИОИНСПИРИРОВАННЫХ МЕТОДОВ. БИОИНСПИРИРОВАННЫЙ МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ, ОСНОВАННЫЙ НА ПОВЕДЕНИИ СОЦИАЛЬНЫХ ПАУКОВ

Курейчик В.В., Бова В.В.

Южный федеральный университет, Таганрог

vkur@sfedu.ru

При решении современных проблем науки и техники особое значение приобретают эффективные методы решения задач многомерной оптимизации. Одним из подходов для их решения является использование методов, инспирированных природными системами [1]. Среди различных направлений биоинспирированного поиска пауки были объектом исследования биоинженерии для проектирования имитации движения роботов, пока биологи не обратили внимание на некоторые виды пауков, живущие социальными группами. Моделируя поведение этих пауков, предлагается модифицированный биоинспирированный метод для решения сложных оптимизационных задач [2]. Основная идея данного метода основана на стратегии поиска пищи пауками с помощью вибраций в паутине для определения положения пищи. При этом пауки различают вибрации в различном диапазоне частот. Это позволяет им отличать диапазоны частот вибраций, создаваемые пищей от вибраций, которые создают другие пауки. Данное свойство, является основной характерной чертой отличающих их от других животных. За счет данного свойства они активно обмениваются информацией, что уменьшает ее потерю и увеличивает коммуникативную составляющую. Заметим, что пауки используют паутину для поимки жертвы. В связи с этим данная модель эффективно описывается с помощью теории графов. В данном методе поисковое пространство оптимизационной задачи описывается графовой моделью, где каждая вершина графа представляет собой альтернативное решение, а все возможные решения находятся в остальных вершинах данного графа. Ребра графа при этом являются средством передачи вибраций. Каждый паук в графе занимает свою вершину, а качество решения вычисляется на основе целевой функции (значение потенциала поиска источника пищи в этой вершине). В методе необходимо учитывать положение пауков в графе с начальной установленной вибрацией, а также ее интенсивность и количество итераций. Затем перемещение паука и оценка интенсивности вибрации. При ее увеличении обновляем текущую позицию, нет возврат и другое направление движения. Данный метод позволяет сократить область поиска в решаемой оптимизационной задаче и получать наборы квазиоптимальных решений за полиномиальное время.

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23–21–00089, <https://rscf.ru/project/23-21-00089/> в Южном федеральном университете.

Список источников

1. Курейчик В.В., Родзин С.И. Вычислительные модели эволюционных и роевых биоэвристик (обзор)// Информационные технологии. Т. 27., № 10., 2021. – С. 507–520.
2. James J.Q. Yu, Victor O.K. Li A social spider algorithm for global optimization//Applied Soft Computing Vol. 30, 2015, P. 614-627.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА GRAFONTO. ПОИСК И ИНТЕГРАЦИЯ НАУЧНЫХ ГРАФИКОВ, КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И СТАТИСТИКА НАУЧНЫХ ГРАФИКОВ И РИСУНКОВ

Лаврентьев Н.А., Родимова О.Б., Фазлиев А.З.

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск

lnick@iao.ru

В предлагаемом докладе представлена работа по систематизации научной графики, характерной для естественных наук. Выполненная работа является в большей части уникальной. Она значительно отличается от работ по систематизации изображений, представляемых на конференциях [1-6], и, в меньшей мере, от публикаций [7,8] близких по постановке задач представляемых в докладе. Проблемам анализа и индексации научных графиков в оригинальных публикациях по естественным наукам уделялось мало внимания.

Вышедшие наши работы [9-19] по систематизации научной графики в ИС GrafOnto делятся на две части. Первая часть посвящена описаниям графических ресурсов в спектроскопии [9-15], а вторая - информационным задачам в ИС GrafOnto [16-19].

В публикациях первой части описан следующий список задач для работы с графическими ресурсами:

1. Накопление графических ресурсов [9]
2. Поддержка и расширение метаданных [13]
3. Поддержка прикладных онтологий графических ресурсов [10]
4. Систематизация функций и аргументов в предметных областях [13]
5. Интерфейсы ИС [12, 13]

Вторая часть включает описание информационных задач, решаемых приложениями системы:

6. Загрузка графиков (массивы и метаданные) [9]
7. Поиск графиков [9, 14, 15]
8. Интеграция примитивных графиков [13]
9. Статистика [14]
10. Анализ качества цитирующих графиков [19]
11. Анализ качества примитивных графиков
12. Перевод единиц измерений

На данный момент система GrafOnto содержит графическое представление свойств 19 молекул, а также 44 комплексов и 75 смесей. В коллекции содержится 6399 примитивных графиков, свойства которых характеризуются 110 функциями и 32 аргументами. На основе массива примитивных графиков сформированы 1392 составных графика и 244 составных рисунка

Планы ближайших работ включают в себя создание приложения для подбора в коллекции графиков близких по значениям графикам пользователя, завершение тестирования системы пересчета единиц измерения, создание системы сравнения графиков коэффициентов поглощения с частотной зависимостью с графиками температурной зависимости.

Адрес ИС GrafOnto: <https://plots.saga.iao.ru/>

Благодарности. Работа выполнена в рамках бюджетного проекта.

Список источников

1. Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Silver Spring, Md.: IEEE Computer Society Press. ISSN 1063-6919
2. Proceedings of International Conference on Computer Vision and Image Processing, Editors: Balasubramanian Raman, Sanjeev Kumar, Partha Pratim Roy, Debashis Sen, 2017. Springer Singapore. ISBN 978-981-10-2104-6. DOI 10.1007/978-981-10-2104-6. ISSN 2194-5357

3. Computer Vision – ECCV 2016, 14th European Conference, Amsterdam, The Netherlands, October 11-14, 2016. Proceedings, Part VIII, Editors: Bastian Leibe, Jiri Matas, Nicu Sebe, Max Welling. 2018. Springer International Publishing. ISBN 978-3-319-46483-1. DOI 10.1007/978-3-319-46484-8
4. International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision'2017 Proceedings, CSRN 2701. Editors: Paul Bourke, Vaclav Skala, ISSN 2464-4617. ISBN 978-80-86943-44-2
5. Image Analysis and Recognition, 15th International Conference, ICIAR 2018, Póvoa de Varzim, Portugal, June 27–29, 2018. Proceedings, Editors: Aurélio Campilho, Fakhri Karray, Bart ter Haar Romeny. 2018. Springer International Publishing,. ISBN 978-3-319-93000-8. DOI 10.1007/978-3-319-93000-8
6. Content-based Image Indexing, In. Proc. of the 20th International Conference on Very Large Databases, Santiago de Chile Chile, September 12-15. 1994. pp.582-593
7. Keller-Rudek H., Moortgat G. K., Sander R., Sörensen R. The MPI-Mainz UV/VIS spectral atlas of gaseous molecules of atmospheric interest // Earth System Science Data. v.5. 365–373. 2013. doi:10.5281/zenodo.6951
8. Praczyk P.A. Management of scientific images: an approach to the extraction, annotation and retrieval of figures in the field of High Energy Physics // Thesis Doctoral. Universidad de Zaragoza (2013). ISSN 2254-7606
9. Lavrentiev N.A., Rodimova O.B., Fazliev A.Z. Systematization of graphically plotted published spectral functions of weakly bound water complexes // Proc. SPIE of 22nd International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, Tomsk, Russian Federation. v. 10035. 100350C (November 29, 2016). doi: 10.1117/12.2249159.
10. Lavrentiev N.A., Rodimova O.B., Fazliev A.Z., Vigasin A.A. Systematization of published research graphics characterizing weakly bound molecular complexes with carbon dioxide // Proc. SPIE 10466, 23rd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 104660E (30 November 2017). doi: 10.1117/12.2289932
11. Lavrentiev N.A., Rodimova O.B., Fazliev A.Z. Systematization of published scientific graphics characterizing the water vapor continuum absorption: I. Publications of 1898–1980 // Proc. SPIE, v.10833, 24th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 108330A (13 December 2018). doi: 10.1117/12.2504325.
12. Lavrentiev N.A., Rodimova O.B., Fazliev A.Z., Vigasin A.A. Systematization of published research plots in spectroscopy of weakly bounded complexes of molecular oxygen and nitrogen, // Proc. SPIE. 24th Inter. Symp. Atmos. Ocean Optics. Atmos. Physics. 2018. V.10833, 108330B. doi: 10.1117/12.2504327.
13. Akhlestin A.Yu., Lavrentiev N.A., Rodimova O.B., Fazliev A.Z. The continuum absorption: trust assessment of published graphical information // Proc. SPIE 11208, 25-th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 112080P (18 December 2019). doi: 10.1117/12.2541741.
14. Lavrent'ev N.A., Rodimova O.B., Fazliev A.Z. Systematization of published scientific graphics, representing continuum absorption of carbon dioxide: publications of 1956-1990 // Proc. SPIE 11916, 27th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics, Atmospheric Physics. v. 11916, Moscow, SPIE - The international society for optical engineering. 2021. Pages 1191606. DOI: 10.1117/12.2603246
15. Лаврентьев Н.А., Родимова О.Б., Фазлиев А.З. Систематизация опубликованной научной графики, представляющей характеристики континуального поглощения водяного пара. II. Публикации 1981–2000 гг. // Оптика атмосферы и океана. 2022. Т. 35. № 03. С. 217–231. DOI: 10.15372/AOO20220307.
16. Лаврентьев Н.А., Привезенцев А.И., Фазлиев А.З. Прикладная онтология научной графики в молекулярной спектроскопии, Материалы Всероссийской конференции с международным участием "Знания-Онтологии-Теории" (ЗОНТ) 2-6 октября 2017, Новосибирск. Изд. ООО "Дигит Про". Т.2. с. 36-40. 2017

17. Lavrentiev N.A., Privezentsev A.I., Fazliev A.Z. Systematization of Tabular and Graphical Resources in Quantitative Spectroscopy // CEUR Workshop Proceedings, Selected Papers of the XX International Conference on Data Analytics and Management in Data Intensive Domains (DAMDID/RCDL 2018), Moscow, Russia, October 9-12, 2018. Vol-2277. p.25-32.
18. Lavrentiev N., Privezentsev A., Fazliev A. Applied Ontologies for Managing Graphic Resources in Quantitative Spectroscopy // In: Elizarov A., Novikov B., Stupnikov S. (eds), Data Analytics and Management in Data Intensive Domains, DAMDID/RCDL 2019. Communications in Computer and Information Science. vol. 1223. pp. 82-93. 2020. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-51913-1_6
19. Лаврентьев Н.А., Фазлиев А.З. Метод количественной оценки качества цитирования научных графиков // Сборник трудов Российской конференции с международным участием Распределенные информационно-вычислительные ресурсы (DICR-2022), Россия, г. Новосибирск, 5 – 8 декабря 2022 г. Новосибирск. 2022. ISBN: 978-5-905569-21-0. DOI: 10.25743/DIR.2022.24.51.022

ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ РОССИИ В УСЛОВИЯХ НЕЛИНЕЙНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСПОРТНО- ИМПОРТНЫХ ПОСТАВОК И ЦЕНОВОЙ ВОЛАТИЛЬНОСТИ

Логинов Е.Л.¹, Грабчак Е.П.²

¹*Институт экономических стратегий РАН, Москва*

²*Объединённый институт высоких температур РАН, Москва*

loginovel@mail.ru

Идущие в мировом топливно-энергетическом комплексе процессы кардинально меняют структуру экспортно-импортных поставок. Кроме этого, наблюдается критическая ценовая волатильность на мировых рынках топливно-энергетических ресурсов.

Корпоративные информационные системы в энергетике России должны решать задачи оптимизации в отношении удовлетворения спроса резидентов и нерезидентов на топливно-энергетические ресурсы. Попытки блокирования российских поставок ресурсов за рубеж требуют совершенствования системы экспортно-импортного координирования этих процессов для получения и сохранения добавленной стоимости и прибыли.

Целесообразно отметить, что процессы экспорта российских топливно-энергетических ресурсов, привлечения инвестиций и производства/оборота промышленной продукции в экономике России тесно взаимосвязаны.

Необходимые меры целесообразно осуществить на базе квази-консолидированного пула крупных российских энергетических корпораций (прежде всего, госкорпораций и компаний с госучастием) через реализацию координирования рынка контролируемых российскими структурами объемов добавленной стоимости на основе ресурсного планирования [1; 2].

Координирования необходимо реализовать также в рамках дву- и многосторонних международных экономических отношений России и дружественных стран с «вписыванием» в индивидуальный контур сегмента бизнес-циклов по производству и сбыту топливно-энергетических ресурсов, услуг по их транспортировке и хранению корпоративных групп как российского происхождения, так и из иных стран (Китай, Индия, Бразилия и пр.).

Обеспечение эффективности бизнес-циклов по производству и сбыту топливно-энергетических ресурсов, услуг по их транспортировке и хранению требует реорганизации управленческого механизма - на основе формирования ключевых точек ресурсного планирования в энергетике России и частично за ее пределами [3; 4].

С учетом необходимости внедрения механизмов ресурсного планирования в энергетике России в условиях нелинейного изменения экспортно-импортных поставок и ценовой волатильности важным условием сохранения и наращивания высокой добавленной стоимости от экспорта является опора на повышение эффективности координированного корпоративно-отраслевого регулирования потоков контролируемых российскими структурами объемов добавленной стоимости в сегментах мировых рынков топливно-энергетических ресурсов [5; 6].

Ресурсное планирование в энергетике России необходимо оптимизировать в следующих рамках: от отдельных средних и крупных компаний в России до позиции в международном комплексе бизнес-циклов по производству и сбыту топливно-энергетических ресурсов, услуг по их транспортировке и хранению во взаимодействии, прежде всего, с дружественными странами Азии.

Список источников

1. Агеев А.И., Бочкарев О.И., Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Пакетный отраслевой заказ как эффективный инструмент управления импортозамещением, созданием новых технологий и модернизацией энергетики // Экономические стратегии. 2020. Т. 22. № 3 (169). С. 6-17.
2. Агеев А.И., Грабчак Е.П., Логинов Е.Л., Махутов Н.А. Подходы к восстановлению элементов государственного управления в энергетике для действий в условиях

чрезвычайных ситуаций сложнопрогнозируемого характера // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2020. № 4. С. 53-59.

3. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Актуализация элементов централизованного государственного управления в рыночной среде ТЭК России в условиях многофакторной нестабильности с расширенной компонентой неопределенности // Искусственные общества. 2020. Т. 15. № 2. С. 7.
4. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Григорьев В.В., Райков А.Н., Шкута А.А. Планирование мер поддержания интерактивной коммуникации информационных систем с учетом угроз возможного коллапса управления экономикой в особый период // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2019. № 3. С. 79-86.
5. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Григорьев В.В., Райков А.Н., Шкута А.А. Управление экономикой России в условиях с предельно большой компонентой неопределенности развития чрезвычайных ситуации и критического недостатка информации // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2019. № 4. С. 104-110.
6. Логинов Е.Л., Шкута А.А. Искусственный интеллект в органах госуправления // Государственная служба

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА ДАННЫХ СТЕНДА СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Максаков Н.В., Иванов Р.А.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
nikita.max@isem.irk.ru

Для проведения мониторинга выходных показателей солнечных панелей в ИСЭМ СО РАН установлен экспериментальный стенд. Он применяется для определения оптимального угла наклона панелей, обоснования целесообразности автоматизированной следящей за солнцем системы и верификации регрессионных моделей определения солнечной радиации [1]. Для мониторинга и автономной записи данных существует проприетарное оборудование, которое имеет высокую стоимость и ограниченный функционал [2].

Авторами разработан счетчик - устройство для мониторинга энергетических показателей в цепи постоянно тока, основанное на микроконтроллере Arduino. Для сопоставления вариантов установки солнечных панелей необходимо сравнить их мощности в одинаковых условиях. Для расчета мощности необходимо измерить силу тока и напряжение. Показания силы тока считываются шунтовым амперметром, а напряжения с помощью делителя напряжения. Разработанный счётчик собран на фабричной плате с возможностью модульного подключения компонентов. Данные автоматически загружаются на сервер с помощью одноплатного компьютера Raspberry Pi 3, который работает как промежуточный центр связи и принимает данные по протоколу Bluetooth. [3].

Счётчик собирает данные со средним значением за 1 час, передаёт их на сервер и дублирует на локальную SD карту для резервирования при сбоях беспроводной передачи информации. Полученные данные сохраняются в формате *.csv, что позволяет упростить дальнейший просмотр и обработку. При теоретическом расчёте солнечной радиации по климатическим показателям с помощью регрессионных моделей используются также данные с часовым разрешением, поэтому при верификации моделей полученный массив измерений не нуждается в дополнительной обработке. Расчёт солнечной радиации зависит от погодных условий таких как облачность, температура, влажность и т.д. [4].

Для визуализации полученных данных разрабатывается Web-приложение на основе языка JavaScript [5]. При разработке используется ряд технологий: фреймворк ReactJS [6], библиотека ChartJS [8], Redux Toolkit и другие. На данном этапе данные подключаются из локальной директории и преобразуются в JSON объекты для дальнейшей обработки. Полученные данные отображаются как в виде исходных показаний, так и в виде обработанных сервисом мощности панели и солнечной радиации на квадратный метр (рис. 1).

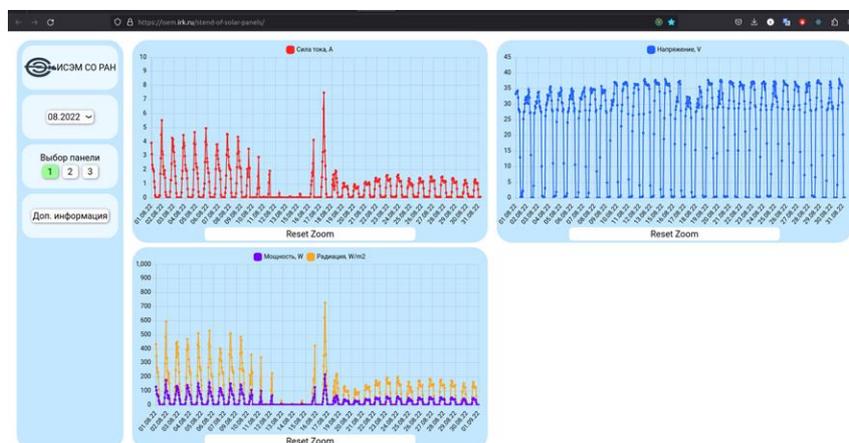


Рис. 1. Web-приложение

Благодарности. Работа выполнена при поддержке гранта №075-15-2020-787 в виде субсидии на Крупный научный проект Министерства науки и высшего образования России (проект «Основы, методы и технологии цифрового мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды на Байкальской природной территории»).

Список источников

1. Ivanov R., Maxakov N. Development of a solar energy meter for an experimental array // E3S Web of Conferences. Volume 289 (2021), International Conference of Young Scientists "Energy Systems Research 2021" Irkutsk, Russia, May 25-28, 2021. ID: 05001. 2021. DOI:10.1051/e3sconf/202128905001
2. Иванов Р.А., Максаков Н.В. Организация мониторинга параметров экспериментального стенда солнечных панелей // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2021. No 4 (24). С.77-87. DOI:10.38028/ESI.2021.24.4.008
3. Ivanov R., Maxakov N. A System for Storing and Processing the Results of Energy Test Facility Data Monitoring // Energy Systems Research 2022, Vol. 5, No. 3, P. 21-26. DOI:10.38028/esr.2022.03.0004
4. Myers D., Solar Radiation: Practical Modeling for Renewable Energy Applications // CRC Press/Taylor & Francis Group, 182, 2013
5. JavaScript URL: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript> (accessed 23.09.2022 г.)
6. ReactJS URL: <https://reactjs.org/> (accessed 23.09.2022 г.)
7. ChartJS URL: <https://www.chartjs.org/> (accessed 23.09.2022 г.)

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ ДАННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОФИЛЕМЕРА

Малимонов М.И., Якубайлик О.Э.

Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»,
Красноярск
malimonov.mi@ksc.krasn.ru

Мониторинг состояния атмосферного воздуха позволяет выявлять негативные воздействия различных факторов на качества воздуха. Метеорологические факторы влияют на концентрации загрязняющих веществ в атмосфере, что приводит к ухудшению качества воздуха [1-2].

В 2021 году в городе Красноярск был установлен температурный профилемер МТР-5 для отслеживания температуры воздуха и температурных инверсий. Для качественной работы с данными температурного профилемера необходимо разработать программное обеспечение, которое обеспечит возможность динамически загружать данные за определённые промежутки времени, предложит удобный инструмент для отображения температурных инверсий и позволит интерактивно работать с графическими материалами, и не будет нуждаться в установке на какие-либо устройства. На рисунке 1 показ сформированный график, отображающий температурную инверсию.



Рис. 1. Отображение приподнятой и приземной инверсии.

Для решения поставленной задачи отлично подходят веб-технологии. Были выбраны следующие инструменты и программное обеспечение: программная платформа Node.js, фреймворк Vue.js, графическая библиотека Plotly.js и UI-компоненты Vuefy.

Список источников

1. Chen J. A Parameterization of Low Visibilities for Hazy Days in the North China Plain / J. Chen, C.S. Zhao, N. Ma, P.F. Liu, T. Göbel, E. Hallbauer, Z.Z. Deng, L. Ran, W.Y. Xu, Z. Liang, H.J. Liu, P. Yan, X.J. Zhou, A. Wiedensohler // Atmos. Chem. Phys. - 2012. - № 12 - P. 4935–4950.
2. Заворуев В. В., Заворуева Е. Н., Грубенко Н. В. Влияние температуры и атмосферного давления на концентрацию взвешенных частиц в приземном воздушном слое поселков Дрокино и Минино (Красноярский край) в зимний период // Тенденции развития науки и образования. 2020. №59. С. 23-27.

СИСТЕМА УЧЕТА ЗАЯВОК ДЛЯ ИТ-ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ КНЦ СО РАН

Малимонов М.И.

*Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»,
Красноярск
malimonov.mi@ksc.krasn.ru*

Существует множество различных систем для взаимодействия поставщика ИТ-услуг и клиентов [1-2]. Система учета заявок – программное обеспечение, которое объединяет все коммуникации с клиентом, создавая управляемый и последовательный процесс обработки каждого обращения. Но учесть структуру компании, создать и проработать маршрутизацию обращений сложная работа, которая требует огромных затрат времени. Существующие системы не позволяют точно передать структуру организации и внутреннюю работу.

ФИЦ КНЦ СО РАН имеет 18 обособленных подразделений. Некоторые из них имеют свои собственные ИТ-отделы. Многие ИТ-отделы не имеют доступа в системы другого ИТ-отдела и вынуждены, как и обычные пользователи, обращаться с заявкой, чтобы решить проблему. На данный момент в ФИЦ КНЦ СО РАН не существует единой системы для работы с заявками и обращениями. С учетом этого появилась цель создать систему заявок для ФИЦ КНЦ СО РАН.

Для создания системы заявок для ФИЦ КНЦ СО РАН были использованы следующие инструменты:

- Vue – фреймворк для разработки пользовательских интерфейсов [3];
- Express.js – веб-фреймворк для Node.js, который обеспечивает функциональность сервера [4];
- Node.js – среда выполнения JavaScript, используемая для создания серверной части приложения [5];
- Sequelize – ORM (Object-Relational Mapping) для работы с базами данных, позволяет создавать модели и обращаться к базе данных без знания языка SQL.;
- Privevue – библиотека UI элементов для создания пользовательских интерфейсов. Поддерживается фреймворком Vue.

На данный момент система проходит тестирование в отделе технической поддержке информационно-телекоммуникационных систем.

Список источников

1. Al-Hawari, F., & Barham, H. (2021). A machine learning based help desk system for IT service management. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, № 33, 702–718.
 2. Serdar Serbest , Yilmaz Goksen, Onur Doğan, Anıl Tokdemir, Design and Implementation of Help Desk System on the Effective Focus of Information System, *Procedia Economics and Finance*, 2015, № 33, 461-467.
- Vue.js: The Progressive JavaScript Framework – URL: <https://vuejs.org/>
3. Express.js: Fast, unopinionated, minimalist web framework for Node.js – URL: <https://expressjs.com/>
 4. Node.js: Node.js is an open-source, cross-platform JavaScript runtime environment. – URL: <https://nodejs.org/en>

РЕИНЖИНИРИНГ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Малиновцев И.А., Массель А.Г.

*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
mix06062001@bk.ru*

В работе проводится реинжиниринг программного пакета «КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» (КАСП) разработанного в ИЗК СО РАН в 1990-х годах. КАСП предназначен для графической визуализации развития сейсмического процесса во времени и пространстве. Программный пакет ориентирован на специалистов в области сейсмологии и сейсмогеологии, которые занимаются проблемами изучения сейсмических режимов, вопросами обоснования сейсмической опасности конкретных районов и прогноза сильных землетрясений. В настоящее время этот пакет относится к унаследованному программному обеспечению (legacy system). Новая система получила название RECASP (REengineering of «Computer Analysis of the Seismic Process»).

В ходе работы был проведен реверс инжиниринг КАСП и проектирование новой системы. В результате встреч с заказчиками были составлены и проанализированы основные требования к приложению. Проведено сравнение бизнес-процессов в нотации IDEF0. Представлена новая архитектура, инфологическая модель данных, макеты интерфейса. Реализация RECASP производилась с использованием платформы .Net и языка программирования C# 11. Для работы с географическими данными выбрано расширение для баз данных PostGIS.

Результаты:

1. Проанализирован программный пакет КАСП.
2. Проанализированные требования заказчика.
3. Выполнено проектирование RECASP.
4. Выполнена реализация RECASP.

Список источников

1. СЕЙСМОГРАММА // Толковый словарь Ушакова. –URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ushakov/1020490> (дата обращения: 27.04.2023).
2. Хачиян Э. Е. Прогнозирование синтетических сейсмограмм и акселерограмм сильных движений грунта при модели землетрясения как мгновенного разрыва земной коры / Хачиян Э. Е. // Вестник НИЦ «Строительство». – 2019. – №4. – С. 5-34.
3. Землетрясение: магнитуда, бальность // МЧС России – URL: <https://65.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4279618> (дата обращения: 27.04.2023).
4. Гвишиани А. Д. Проблема распознавания мест возможного возникновения сильных землетрясений: актуальный обзор / Гвишиани А. Д., Соловьев А. А., Дзобоев Б. А. // Физика Земли. – 2020. – №1. – С. 5-29.

ОБ СОЧЕТАНИИ СОВРЕМЕННЫХ АЛГОРИТМОВ И ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ГИДРОДИНАМИКИ И ГИДРОУПРУГОСТИ, РЕШАЕМЫХ ВИХРЕВЫМИ МЕТОДАМИ

Марчевский И.К., Колганова А.О., Рятина Е.П.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва
iliamarchevsky@mail.ru

Процессы развития вычислительных алгоритмов и увеличения доступных вычислительных ресурсов, несомненно, взаимосвязаны и взаимообусловлены. Колоссальный прогресс в обоих направлениях очевиден; получить представление о нем можно, проанализировав с одной стороны возможности современных CAD/CAM/CAE систем, а с другой – кривую, выражающую закон Мура или характеристики суперкомпьютеров. Известно, что к наиболее сложным задачам моделирования относят задачи гидро- и газодинамики. По-видимому, исторически первыми численными методами моделирования течений стали бессеточные лагранжевы вихревые методы, суть которых сводится к моделированию эволюции завихренности в области течения; зная ее распределение можно восстановить все характеристики течения. На текущий момент вихревые методы не потеряли актуальности, сильно эволюционировав по сравнению с моделями и алгоритмами, использовавшимися «на заре» компьютерной эры. Сегодня они – эффективный инструмент расчета нестационарных гидродинамических нагрузок, действующих на обтекаемые тела (профили) или их системы, находящиеся в потоке несжимаемой среды.

Алгоритмы вихревых методов существенно отличаются от более распространенных сеточных методов и включают в себя такие операции, как расчет интенсивности генерируемой на профиле завихренности (граничное интегральное уравнение), расчет эволюции вихревого следа (задача типа N тел), восстановление полей скоростей и давления, реструктуризация вихревого следа, определение коллизий и др. Их выполнение наиболее очевидным образом позволяет эффективно решать сравнительно простые задачи, однако ведет к драматическому снижению эффективности по мере увеличения сложности. Наиболее эффективные пути решения указанной проблемы – это использование возможностей современных вычислителей (графических ускорителей, производительность которых на 1-2 порядка превосходит таковую для центральных процессоров), а также переход к приближенным быстрым алгоритмам, имеющим квазилинейную сложность (вместо по крайней мере квадратичной).

Данные пути, как правило, плохо совместимы, при этом использования их по отдельности недостаточно для создания конкурентоспособных кодов. Решить возникающие проблемы возможно лишь путем глубокого анализа всех компонентов классической триады математического моделирования «модель – алгоритм – программа», включающего детальное исследование возможных и порой неочевидных методов решения, привлечения аналогий из других областей, творческий подход к использованию вычислительных технологий и аппаратных возможностей современных вычислителей.

В докладе обсуждаются результаты, полученные авторами в области разработки и реализации эффективных алгоритмов выполнения основных операций вихревых методов моделирования плоских течений. В рассмотренных модельных задачах показана возможность достижения ускорения вычислений в сотни-тысячи раз, фактически без потери точности. В основе разработанных и реализованных алгоритмов – методы Барнса – Хата и мультиполей (для решения задачи N тел), оригинальные схемы повышенной точности для решения ГИУ, итерационный метод GMRES и методы преобуславливания для решения линейных систем, аппарат фрактальных кривых для линейного упорядочивания объектов в 2-х и 3-мерном пространстве, и др. Все алгоритмы реализованы в виде свободно доступных кодов, использующих технологии параллельных вычислений OpenMP и CUDA.

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛОВ ОТ ЛОГАРИФМИЧЕСКОГО И НЬЮТОНОВСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ИХ ГРАДИЕНТОВ ПО ОТРЕЗКАМ И ТРЕУГОЛЬНИКАМ

Марчевский И.К., Серафимова С.Р.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва
serafimova.sophia@gmail.com

Математическое моделирование физических процессов, как правило, приводит к решению уравнений математической физики. Одним из простейших можно считать уравнение Лапласа $\Delta u=0$. Задание граничных условий на функцию или ее нормальную производную приводит соответственно к задачам Дирихле и Неймана; их решения можно искать как потенциалы простого и двойного слоев:

$$u(\vec{r}) = \int_S G(\vec{r} - \vec{\xi})\mu(\vec{\xi})dS_{\xi}, \quad u(\vec{r}) = \int_S \frac{\partial}{\partial n(\xi)} G(\vec{r} - \vec{\xi})v(\vec{\xi})dS_{\xi}, \quad \vec{r} \in S,$$

где $\mu(\vec{\xi})$ и $v(\vec{\xi})$, $\xi \in S$ – функции плотности соответствующих потенциалов, подлежащие определению, $G(\vec{p})$ – фундаментальное решение уравнения Лапласа. В двумерных задачах указанные потенциалы часто называют логарифмическими, в трехмерных – ньютоновыми:

$$G_{2D}(p) = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{|\vec{h}|}{|\vec{p}|}, \quad G_{3D}(p) = \frac{1}{4\pi|\vec{p}|},$$

где \vec{h} – произвольный постоянный вектор. Таким образом, решение задачи для уравнения Лапласа можно свести к решению граничного интегрального уравнения (ГИУ) относительно плотности потенциала простого или двойного слоя или некоторых их производных [1]. Ядро ГИУ может быть как ограниченным, так и сингулярным или гиперсингулярным, при этом интегралы надо понимать в смысле Коши или Адамара [1]. В любом случае численное решение таких ГИУ предполагает разбиение границы области, в которой решается задача, на отдельные участки, называемые панелями. В качестве панелей для двумерных задач выступают прямолинейные отрезки, в трехмерных задачах – плоские треугольники. В наиболее простом случае решение полагается постоянным на панелях. Дискретным аналогом ГИУ будет являться система алгебраических уравнений, коэффициенты которой будут даваться интегралами по панелям. В работе рассмотрены процедуры вычисления однократных

$$\int_{Kj} G(\vec{r}_i - \vec{\xi})dS_{\xi}, \quad \int_{Kj} \nabla_{\xi} G(\vec{r}_i - \vec{\xi})dS_{\xi},$$

и повторных интегралов

$$\int_{Ki} dS_r \int_{Kj} G(\vec{r}_i - \vec{\xi})dS_{\xi}, \quad \int_{Ki} dS_r \int_{Kj} \nabla_{\xi} G(\vec{r}_i - \vec{\xi})dS_{\xi},$$

возникающих при решении ГИУ, ядрами в которых являются логарифмический или ньютонов потенциалы либо их градиенты.

В настоящей работе получены удобных для практического применения расчетных формул для всех упомянутых выше интегралов: по отрезкам в двумерных задачах [2], по треугольным панелям в трехмерных задачах [3]. Реализован алгоритма, обеспечивающего заданную точность численного интегрирования гладких функций вдоль прямолинейного отрезка и по плоскому треугольнику. А также разработана библиотеки, позволяющей вычислять данные интегралы с высокой точностью.

Список источников

1. Лифанов И.К. Метод сингулярных интегральных уравнений и численный эксперимент М.: ТОО «Янус», 1995. 520 с.
2. Кузьмина К.С., Марчевский И.К. О вычислении влияния вихревого слоя и точечных вихрей при приближенном решении граничного интегрального уравнения в двумерных вихревых методах вычислительной гидродинамики // Прикладная математика и механика. 2019. Т. 83, № 9. С. 495–508.
3. Марчевский И.К., Щеглов Г.А. Процедура определения интенсивности вихревого слоя при моделировании обтекания тела пространственным потоком несжимаемой среды // Математическое моделирование. 2019. Т. 31, № 11. С. 21–35.

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ В ЭНЕРГЕТИКЕ: КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ

Массель А.Г.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
amassel@gmail.com

Концепция цифровой экономики, принятая в Российской Федерации, и, как следствие, переход к цифровой трансформации энергетической отрасли способствует развитию и появлению новых интеллектуальных технологий. Технология цифровых двойников остается одной из самых многообещающих технологий, которую широко исследуют и пытаются применять [1]. В докладе представлена концепция построения цифровых двойников в энергетике, основанная на онтологическом подходе к построению интеллектуальных цифровых двойников с использованием методов искусственного интеллекта и научных инструментов для исследований в энергетическом секторе. На примере задач построения цифрового двойника изолированной энергосистемы рассмотрены задачи и методы машинного обучения, эмуляции датчиков и данных, импутации данных. Показана архитектура цифрового двойника энергосистемы, основанная на онтологическом подходе, и реализация научных прототипов цифровых двойников возобновляемых источников энергии (солнечных и ветряных электростанций) с использованием методов машинного обучения. Представлено развитие научных инструментов для энергетических исследований, разработанных в ИСЭМ СО РАН (онтологические и семантические модели и программное обеспечение) для целей реализации цифровых двойников изолированной энергосистемы.

В заключении обсуждаются перспективы реализации и применения цифровых двойников энергетических объектов и систем, трудности их внедрения и, в то же время, необходимость передовых научных разработок для создания научного фундамента построения интеллектуальных систем управления энергосистемами.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-21-00382, <https://rscf.ru/project/23-21-00382/>

Список источников

1. Garfinkel J. Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2019. Gartner Tech. Rep, 2018, Oct.

ИНТЕГРАЦИЯ КОГНИТИВНЫХ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ПРОГНОЗНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РФ

Массель А.Г., Мамедов Т.Г.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
mamedowtymur@yandex.ru

Для исследований направления развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в ИСЭМ СО РАН традиционно используются экономико-математические модели состояния ТЭК, которые основаны на территориально-производственной структуре ТЭК [1]. Основными этапами исследования являются подготовка варианта модели исходного состояния ТЭК, подготовка вариантов состояний ТЭК с возмущающими воздействиями и подготовка вариантов с управляющими воздействиями. Такие исследования носят многовариантный характер, где высокая многовариантность обеспечивается большими множествами возможных возмущающих и управляющих воздействий. Для автоматизации этих исследований в ИСЭМ СО РАН было разработано специализированное программное обеспечение (ПО), позволяющее формировать такие модели, находить их оптимальное решение, интерпретировать результат в удобном для пользователя виде. С помощью этого ПО выполняют вычислительные эксперименты. Результатами вычислительного эксперимента в этих исследованиях являются балансовые оценки топливно-энергетических ресурсов. Большая размерность модели и интерпретация результатов расчетов требует от исследователя высокой квалификации. Для снижения аналитической нагрузки на исследователя, было предложено использовать когнитивные модели вместе с математическими моделями [2]. Интеграция когнитивного и математического моделирования в ПО для этих исследований позволит взаимодействовать с экономико-математической моделью через интерфейс, представленный в виде когнитивной карты. В докладе описывается методика преобразования концептов и весов когнитивных карт в параметры и сценарии возмущений экономико-математической модели ТЭК. Для иллюстрации применения методики был проведен вычислительный эксперимент, в котором рассмотрена угроза недостатка инвестиций в газовую отрасль ТЭК.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-21-00841, <https://rscf.ru/project/22-21-00841/>.

Список источников

1. Система моделей для исследований проблем энергетической безопасности и методы анализа их решений / Бондаренко А.Н., Криворучский Л.Д., Пяткова Н.И. и др. // Надежность систем энергетики: достижения, проблемы, перспективы / под ред. Н.И. Воропая – Новосибирск: Наука, 1999, с. 122-129
2. Massel L.V., Massel A.G., Mamedov T.G. Integration of mathematical and cognitive modelling in the software package “INTEC-A” // Proceedings of 15th International Conference “Intelligent Systems”

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ДАННЫХ В ЦИФРОВОМ ДВОЙНИКЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Массель А.Г., Цыбиков А.Р.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
tsibikow@mail.ru

В работе сравниваются методы машинного обучения для предсказания данных в цифровом двойнике. ЦД используется агент – предсказатель, который представляет собой метод машинного обучения, предсказывающий и эмулирующий данные о погодных характеристиках и других характеристиках солнечной электростанции. В качестве сравнений предложены несколько различных моделей: ARIMA, рекуррентные нейронные сети и NeuralProphet.

ARIMA – модель авторегрессии скользящего среднего, которая используется для анализа временных рядов. Эта модель использует три различных показателя для параметризации модели: p – авторегрессионная модель, q – порядок скользящего среднего, d – порядок разности.

Рекуррентные нейронные сети – вид нейронных сетей для обработки последовательных данных. Рекуррентные нейронные сети масштабируются на длинные последовательности блоков, что делает возможным обрабатывать последовательности переменной длины.

NeuralProphet – библиотека использующая авторегрессионную модель прогнозирования данных, в которой нелинейные тренды соответствуют годовой, еженедельной и ежедневной сезонности, а также праздничным эффектам. Кроме учета эффекта праздников, библиотека содержит нейронные сети и использует дополнительные формулы конструирования признаков, такие как ряды Фурье.

В качестве оценки моделей использовалась коэффициент детерминации и среднеквадратическая ошибка. Среднеквадратичная ошибка является мерой разброса между предсказанными и реальными значениями. Коэффициент детерминации же показывает, насколько хорошо модель подходит для описания данных. Значение коэффициента детерминации может быть в диапазоне от 0 до 1, где значение 1 означает, что модель идеально соответствует данным, а значение 0 – что модель не объясняет изменения в данных. Таким образом, для полного и точного описания качества работы моделей, необходимо использовать несколько метрик, включая как среднеквадратичную ошибку, так и коэффициент детерминации, чтобы оценить различные аспекты качества предсказаний.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-21-00382 <https://rscf.ru/project/23-21-00382/>

Список источников

1. Никитина Е. Попали в сети: как работают цифровые двойники в электроэнергетике. Режим доступа: <https://pro.rbc.ru/news/5db1b59a9a79474bb142a3fe>
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016 – 786 с.

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ЦИФРОВОМ ДВОЙНИКЕ ВЕТРОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Массель А.Г., Щукин Н.И.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
niksha14@mail.ru

Вычислительная техника настоящего времени предоставляет широкие возможности для реализации удобных графических интерфейсов для взаимодействия с математическими, онтологическими, информационными и другими моделями конечному пользователю. Графическое отображение входов, выходов и внутреннего состояния моделей позволяет повысить практичность и производительность труда за счет того, что пользователь может точно менять параметры моделей отдельных объектов моделируемой системы простым выбором графического примитива (отображающего определенный объект ветровой электростанции, например ветрогенератора), представленного на сцене или за счет того, что результат моделирования будет представлен графически, а не в виде таблиц или чисел, что улучшит интерпретируемость результатов моделирования.

Текущий этап является продолжением исследования [1] и направлен на разработку подсистемы визуального взаимодействия между моделями в цифровом двойнике. Итоговое графическое представление будет отражать взаимодействие моделей ветрогенератора, линий электропередач, аккумулятора, дизель-генератора и потребителя.

В докладе будет представлено взаимодействие моделей ветрогенератора, линий электропередач и потребителя. В дополнение к вышесказанному, будет рассмотрен процесс разработки самой подсистемы (с точки зрения построения архитектуры системы и программирования): диаграмма классов программной части цифрового двойника, графические примитивы, используемые в отображении ветровой электростанции, и реализации математических моделей соответствующих объектов моделирования.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-21-00382, <https://rscf.ru/project/23-21-00382/>

Список источников

1. Разработка цифрового двойника ветровой электростанции: постановка задачи и проектирование / Л. В. Массель, А. Г. Массель, Н. И. Щукин, А. Р. Цыбиков // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 1(25). – С. 79-90. – DOI 10.38028/ESI.2022.25.1.007. – EDN NZUWRT.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЯМ УСТОЙЧИВОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И СОЦИО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Массель Л.В.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
massel@isem.irk.ru

Рассматриваются постановка проблемы и результаты выполнения проекта РНФ № 22-21-00841 «Адаптация и развитие методов и инструментальных средств ситуационного управления и искусственного интеллекта для исследований устойчивости энергетических и экологических систем. Вводится понятие устойчивости в смысле “Resilience”, что часто переводится на русский язык как “упругая устойчивость” или “упругость”. Под этим понимается способность системы возвращаться к равновесию или устойчивому состоянию после возмущения. Уровень устойчивости пропорционален скорости возвращения назад (восстановления). Излагаются апробированные подходы и методы для реализации цели и задач исследований устойчивости, в первую очередь методы семантического моделирования (онтологического и когнитивного). Авторская адаптация концепции ситуационного управления к исследованиям устойчивости позволила использовать весь спектр методов и инструментальных средств, разработанных ранее коллективом под руководством автора для исследований проблем энергетической безопасности.

Вводятся критерии устойчивости энергетических, экологических и социальных систем, приведены перечни угроз устойчивости энергетических и экологических систем Байкальского региона, чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате реализации угроз, а также превентивных, ликвидационных и комбинированных мероприятий, направленных на предотвращение угроз и/или устранение последствий их реализации, а также интегрирующая их онтология. Рассматривается проблема оценки рисков и ущербов ЧС в энергетике.

Приводится методика интеграции семантического и математического моделирования в исследованиях устойчивости энергетических систем и примеры, иллюстрирующие доработку и адаптацию средств семантического моделирования, разработку и интеграцию агента когнитивного моделирования в ПК ИНТЭК-А.

Рассматривается разработанная в ходе выполнения проекта методика оценки устойчивости энергетических систем, иллюстрирующая ее событийная карта (с использованием Joiner-сетей) и описываются этапы выполнения методики [1].

Рассматривается развитие методов и инструментальных средств оценки влияния энергетических объектов на окружающую среду и устойчивость экологических систем (разработка подсистемы оценки экономических ущербов от загрязнения окружающей среды объектами энергетики и доработка системы визуализации в составе Информационно-вычислительной системы WICS).

Приводятся примеры применения разработанных методик и инструментальных средств :1) вычислительный эксперимент (ВЭ) расчета мероприятий для предотвращения критической ситуации в системе газоснабжения (с использованием ПК ИНТЭК-А и агента когнитивного моделирования); 2) ВЭ для оценки устойчивости электроэнергетической системы Сибирского федерального округа на примере угрозы маловодья на Ангаро-Енисейском каскаде ГЭС с применением методов машинного обучения [1].

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-21-00841.

Список источников

1. Массель Л.В., Массель А.Г., Мамедов Т.Г. Гаськова Д.А., Цыбиков А.Р., Щукин Н.И. Оценка устойчивости энергетических систем с применением методов машинного обучения // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2022. № 4 (28). С. 248-260. DOI:10.38028/ESI.2022.28.4.020.

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЭКОСИСТЕМА ЗНАНИЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Массель Л.В.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
massel@isem.irk.ru

Сравниваются понятия экосистемы и цифровой экосистемы (ЦЭС). Рассматриваются три типа цифровых экосистем (функциональная ЦЭС, цифровая экосистема платформы и цифровая экосистема суперплатформы) и топ-5 факторов цифровой экосистемы: 1) ориентир на пользователя; 2) информация – стратегический ресурс; 3) оптимизация и автоматизация во всём; 4) глобальный масштаб; 5) динамика как постоянный фактор.

На основе анализа зарубежных источников рассматривается идея экосистемы знаний как нового подхода к управлению знаниями и вводится ее определение: **экосистемы знаний** – это «организации, состоящие из различных акторов, объединенных совместным поиском ценных знаний, и в то же время обладающих независимой деятельностью за пределами экосистемы знаний».

Определены отличия экосистемы знаний от первоначальной концепции бизнес-экосистемы: 1) экосистемы знаний географически сгруппированы вокруг *ключевого актора*; 2) ключевым актором часто выступает *университет или исследовательская организация*; 3) при разработке и создании общей базы знаний основное внимание уделяется *совместному исследованию*, а не использованию знаний; 4) экосистема знаний состоит из иерархически независимых, но взаимозависимых разнородных участников, которые продвигают *преобразование исследовательских знаний*. =

Выделены четыре экосистемных фактора, которые относятся: к субъектам экосистемы; к характеру их деятельности; к организационной согласованности участников и деятельности в экосистеме знаний; к результатам или артефактам на уровне экосистемы.

Артефакты в контексте экосистемы относятся к продуктам и услугам, входам и выходам (включая материальные и нематериальные ресурсы), которые совместно создаются всеми участниками, как выход на уровне экосистемы. Экосистемы знаний отличаются от других типов экосистем в том смысле, что их артефакты или результаты на уровне экосистемы, как правило, представляют собой знания, основанные на исследованиях, и связанные с ними приложения.

Субъектов, которые охватывают структуру экосистемы знаний и основную организацию, можно разделить на две категории: 1) участники (разработчики); 2) бенефициары (пользователи). Участники могут стать членами-бенефициарами и наоборот. Рассматриваются также конкурентные преимущества, которые дают разработка и использование экосистем знаний.

Анализ отечественной литературы показал, что направление «экосистемы знаний» в нашей стране слабо проработано, что подтверждается даже отличиями в терминологии: используются термины «знаниевые экосистемы», «экосистемы управления знаниями», ссылки в публикациях – только на русскоязычные источники; в то же время отмечаются проблемы развития таких экосистем в России.

Далее в докладе анализируются современные тренды развития искусственного интеллекта, в соответствии с прогнозом института Гартнера на 2023 г.: выделены 10 стратегических технологических трендов, которые делятся на три группы: пионерные, оптимистичные и масштабируемые.

К ключевым технологиям ИИ для соблюдения *принципа новаторства* относятся:

PIONEER (пионерные): метавселенная (Metaverse) (как коллективное трехмерное визуальное пространство, позволяющее объединить физическую и цифровую реальность.); суперприложения (Superapps) (сочетание функций приложения, платформы и экосистемы); адаптивный ИИ (Adaptive AI).

OPTIMIZE (оптимистичные): цифровой иммунитет (Digital Immunity) (анализ операций на основе данных, автоматизированное и экстремальное тестирование, автоматическое разрешение инцидентов и т.д.); прикладная наблюдаемость (Applied observability) (использование артефактов данных для получения конкурентного преимущества); управление доверием, рисками и безопасностью ИИ (AI trust, risk and security management – AI TRiSM).

SCALE (масштабируемые): отраслевые облачные платформы (Industry cloud platforms) (сочетание «платформы как услуги» и «инфраструктуры как услуги»); инжиниринг платформ (Platform engineering) (услуги создания и эксплуатации платформ самообслуживания для разработки программного обеспечения и управления жизненным циклом); ценность беспроводной связи (Wireless-value realization) (использование широкого спектра беспроводных технологий для обслуживания всех сред).

Интегрируя их, отдельно выделяется SUSTANABLE TECHNOLOGY – связывающая технологии и бизнес-решения, необходимо сосредоточиться на устойчивом развитии, как главном требовании бизнес среды.

Из вышеперечисленных в докладе выделяются тренды ИИ, которые могут оказать влияние на разработку экосистем знаний: метавселенная, суперприложения, адаптивный ИИ, прикладная наблюдаемость, отраслевые облачные платформы, инжиниринг платформ, управление доверием, рисками и безопасностью ИИ (AI TRiSM).

В заключение рассматривается отличие экосистем знаний в бизнесе и науке: в бизнесе основное для экосистем знаний – накопление знаний как стратегического ресурса и их обработка для обеспечения конкурентного преимущества; для экосистем знаний в науке – накопление и обработка знаний для получения новых знаний, в перспективе – применение накопленных знаний для практических целей и получение конкурентных преимуществ как для научных организаций, так и, например, как в нашем случае – для организаций энергетического профиля.

Отмечается, что в проанализированных публикациях не рассматриваются технологии построения экосистем знаний. Автором предлагается разработка экосистемы знаний в области энергетики, где ИСЭМ СО РАН может выступать в роли ключевого актора, а разрабатываемая под руководством автора ИТ-инфраструктура системных исследований в энергетике (архитектура ее приводится в докладе) – использоваться как прототип этой экосистемы. Подчеркивается, что одними из основных компонентов экосистемы знаний могут стать разрабатываемый в рамках ИТ-инфраструктуры онтологический портал знаний в области энергетики, а также спектр инструментальных средств: инструментальные средства поддержки семантического моделирования, базовые компоненты разработки и прецеденты цифровых двойников, а также математические и информационные модели объектов и систем энергетики и реализующие их программные комплексы и базы данных и знаний.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта государственного задания «Методология построения ИТ-инфраструктуры для разработки интеллектуальных систем управления развитием и функционированием систем энергетики» (№ FWEU-2021-0007) программы фундаментальных исследований РФ на 2021-2030 гг.

АНАЛИЗ СНИМКОВ КОЖНЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Милантьев С.А.^{1,2}, Святкина В.И.², Бессмертный И.А.¹, Зайченко К.В.²

¹Университет ИТМО, Санкт-Петербург

²Институт аналитического приборостроения РАН, Санкт-Петербург

nevdev@niuitmo.ru

В контексте многоклассового анализа данных, использующего методы машинного обучения, часто возникает проблема неравномерного распределения данных между классами, особенно в медицинской сфере. Подобное распределение затрудняет получение универсального метода автоматического анализа без смещения в сторону класса большинства, что в свою очередь может снизить достоверность результатов метода при анализе редких заболеваний.

В данной работе рассмотрен анализ кожных новообразований с применением нескольких вариантов комбинированной архитектуры, состоящий из сегментационных и классификационных моделей сверточных нейронных сетей. Основной идеей комбинированной модели является расширенное извлечение дополнительной информации о характере формы новообразования для решения проблемы анализа редких заболеваний.

Для классификации кожных новообразований были предложены несколько вариантов комбинированных моделей:

1. Параллельное объединение модели, основанной на сегментационной сверточной нейронной сети, для извлечения признаков формы поражения, с моделью, основанной на классификационной сверточной нейронной сети, для выявления общих закономерностей, а также полносвязной нейронной сетью для учета метаданных пациента. Результат сегментационной модели перед объединением подается через серию `MBConv` блоков. Полученные вектора признаков подаются в несколько линейных слоев.
2. Результаты сегментационной сверточной нейронной сети подаются на вход и выход классификационной сверточной нейронной сетью. Результирующая матрица сегментационной модели перед объединением с результатом классификационной модели также подается через серию `MBConv` блоков. Полученные вектора признаков подаются в несколько линейных слоев.
3. Объединенный подход, который частично реализует два предыдущего пункта. Кроме того, в данном варианте добавляется большее число линейных слоев для каждого выхода.

Для обучения state-of-the-art классификационных моделей используются датасеты ISIC 2019-2020 [1-2], SEVENPOINT [3], PH2 [4], SD-198 [5] и MED-NODE [6], содержащие метаданные пациентов и многоклассовые кожные новообразования. Для обучения сегментационных моделей были использованы датасеты ISIC 2017-2018 [1-2]. Для некоторых изображений проводилась дополнительная предобработка, включающая удаление черных областей и маркировок медицинских клиник.

Для обучения и оценки моделей общий набор данных был разделен на тренировочную, валидационную и тестовую подвыборки, а для классификационных моделей каждая подвыборка имела одинаковые пропорции по каждому классу. Для оценки качества результатов классификационных моделей, в том числе комбинированных, используются метрики accuracy, precision, recall, f1-score и матрица ошибок на тестовой и валидационной выборках. Для оценки сегментационных моделей использовались метрики IoU и Dice. Эти метрики позволяют оценить качество и стабильность предлагаемой модели.

Заключение. В данной работе описывается методика, позволяющая повысить эффективность анализа редких классов заболеваний в автоматическом режиме с

использованием методов компьютерного зрения и машинного обучения. В рамках работы была проведена оценка предложенных комбинированных архитектур и сравнение их метрик качества с базовыми state-of-the-art моделями.

Применение данного подхода позволяет улучшить метрики базовых классификационных моделей и снизить ошибки первого рода при работе с редкими классами новообразований. Предложенные модели являются универсальными и могут быть применены как для анализа отдельных изображений кожных новообразований, так и для их последовательностей, полученных посредством авторского метода многоспектральной обработки изображений [7].

Результаты показали, что данный подход позволяет улучшить метрики классификации ансамбля моделей, состоящей из коллекции state-of-the-art сверточных нейронных сетей, работающих в рамках одной модели. Кроме того, лучшая вариация комбинированной архитектуры оказалась эффективной в смежных медицинских областях, таких как анализ рака молочной железы и опухолей головного мозга.

Благодарности. Работа была поддержана Минобрнауки РФ, госзадание № 075-01157-23-00, тема № FZZM-2022-0011.

Список источников

1. Tschandl P., Rosendahl C., Kittler H. The HAM10000 dataset, a large collection of multi-sources dermatoscopic images of common pigmented skin lesions // *Sci Data* 5, 180161. 2018; doi: 10.1038/sdata.2018.161.
2. Codella N. C. F. et al. Skin lesion analysis toward melanoma detection: A challenge at the 2017 International symposium on biomedical imaging (ISBI), hosted by the international skin imaging collaboration (ISIC). // *IEEE 15th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI 2018)*. 2018. P. 168-172, doi: 10.1109/ISBI.2018.8363547
3. Kawahara J., Daneshvar S., Argenziano G., Hamarneh G. Seven-Point Checklist and Skin Lesion Classification using Multi-Task Multi-Modal Neural Nets // *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics (IEEE JBHI) special issue on Skin Lesion Image Analysis for Melanoma Detectio*. 2019. Vol. 23. No. 2. P. 538-546; doi: 10.1109/JBHI.2018.2824327
4. Mendonça T., Ferreira P. M., Marques J., Marcal A., Rozeira J. PH² - A dermoscopic image database for research and benchmarking // *IEEE 35th International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. 2013, Osaka, Japan
5. Sun X., Yang J., Sun M., Wang K. A benchmark for automatic visual classification of clinical skin disease images // *ECCV: Springer*. 2016. Vol. 9910. P. 206–222.
6. Giotis I., Molders N., Land S., Biehl M., Jonkman M.F., Petkov N. MED-NODE: A computer-assisted melanoma diagnosis system using non-dermoscopic images // *Expert Systems with Applications*. 2015. Vol. 42. P. 6578-6585
7. Zaichenko K.V. and Gurevich B. S. Spectral selection using acousto-optic tunable filters for the skin lesions diagnostics // *Proceedings of SPIE 2021*. V. 11922, P.119221C; <https://doi.org/10.1117/12.2615808>.

РАЗРАБОТКА WEB-ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ НАПРАВЛЕНИЙ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Михеев М.А.¹, Михеев А.В.²

¹*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. М.А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург*

²*Институт систем энергетики им. Мелентьева СО РАН, Иркутск*
mihaalmiheev@gmail.com

Непрерывный рост научного знания наряду со стремительно возрастающей сложностью непрерывно развивающихся научных направлений требуют целостного и всеобъемлющего взгляда не только на передовой научный фронт, но и на исходные траектории и пути его формирования [1]. В статье представлено новое решение этой проблемы в виде прототипа веб-инструмента библиометрической визуализации для анализа эволюции тем научных исследований. Инструмент разработан, чтобы предоставить исследователям и другим заинтересованным сторонам интуитивно понятный и удобный способ изучения и анализа различных этапов становления научного направления от его истоков до выхода его на уровень широкого распространения в научном сообществе. Инструмент позволяет пользователям выявлять и анализировать тенденции исследований, отслеживать эволюцию тем и изучать связи между различными областями науки.

Разработка реализует подход, в котором выполняется анализ массива библиографических данных научных публикаций за рассматриваемый период по заданному направлению исследований. Анализ включает построение сетей связанных документов вдоль временной шкалы по годовым слоям методами: (а) прямого цитирования, (б) совместного цитирования, (в) библиографических взаимосвязей [2]. Выделение основных направлений или ключевых макротематик, описываемых терминологическими профилями, выполняется на основе методов кластеризации на графе по степени близости документов друг к другу. Разработка выполнена на фреймворке React с использованием библиотеки для визуализации графов d3.js.

В статье приведен пример использования разработанного инструментария для анализа эволюции тем исследований в области информационной безопасности на основе данных из международной наукометрической базы данных Scopus. Демонстрируются возможности инструмента, в том числе способность визуализировать сети совместного цитирования и идентифицировать ключевые направления и анализировать их развитие во времени.

Список источников

1. Chen, C. (2006). CiteSpace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57(3)(February 1), 359–377. <https://doi.org/10.1002/asi>
2. Kleminski, R., Kazienko, P., & Kajdanowicz, T. (2022). Analysis of direct citation, co-citation and bibliographic coupling in scientific topic identification. *Journal of Information Science*, 48(3), 349–373. <https://doi.org/10.1177/0165551520962775>

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕМПОРАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ В МНОГОВАРИАНТНЫХ РАСЧЕТАХ

Надирадзе А.Б.

Московский авиационный институт (НИИ), Москва
nadiradze@mai.ru

При проведении сложных многовариантных расчетов с последующим сравнительным анализом полученных данных часто возникают сложности с организацией и хранением исходных данных и результатов расчетов. Мы вплотную столкнулись с такими проблемами в 2003 году при выборе конструкции защитных экранов, обеспечивающих минимальное воздействие плазменных струй электроракетных двигателей на космический аппарат [1]. Было рассмотрено более 50 вариантов, отличающихся конструкцией и параметрами элементов защитных экранов. Каждый новый вариант выбирался интуитивно, по результатам анализа всех предыдущих. При этом необходимость оперировать большими объемами сложно структурированных данных существенно осложняла процесс творческого поиска оптимальной конструкции. Это послужило толчком к созданию темпоральной объектно-ориентированной системы управления базой данных (ТООСУБД) [2], которая позволила бы решить все возникающие при подобных расчетах проблемы.

В ТООСУБД имеется два режима записи данных – обычные транзакции и запись по метке времени. Исходные данные записываются в БД в режиме обычной транзакции. После этого БД переходит в новое состояние с некоторой меткой времени, по которой в нее записываются результаты расчетов. При этом запись может вестись сколь угодно долго, даже после того, как в БД будут внесены новые изменения.

С информационной точки зрения это является отражением того факта, что результаты расчетов Y связаны с входными данными X отношением вида $Y = M * X$, где M – некоторая расчетная модель. В момент внесения в БД нового значения X , результаты расчетов Y уже логически существуют, хотя физически они могут быть внесены в БД намного позже с учетом конечного времени вычислений. Все последующие транзакции (новые значения X) не повлияют на прежние значения Y , поскольку новым X соответствуют новые Y .

Благодаря этому механизму проведение многовариантных расчетов с применением ТООСУБД может быть организовано практически любым удобным для пользователя образом. Время вычислений не оказывает влияния на этот процесс. Ввод исходных данных, расчеты и анализ полученных данных могут производиться параллельно без ограничений на количество одновременно выполняемых потоков.

Список источников

1. Мендеров А.А., Надирадзе А.Б. Использование экранов для снижения загрязняющего воздействия ЭРД на КА «Фобос-Грунт» // Сб. тез. докл. XXVII академических чтений по космонавтике, посвященных памяти академика С.П. Королева, 29 января - 4 февраля 2003 г., г. Москва. – М.: "Война и мир". – 2003. – с. 58-59.
2. Надирадзе А.Б., Лукьянец Р.В. Система управления темпоральной объектно-ориентированной базой данных // XXII Международной конференции по Вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2021), 4-13 сентября 2021 г., Алушта, Крым, Россия, стр.689.

ПЕРСОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОЙ ИНДЕКСАЦИИ ФАЙЛОВ

Надирадзе А.Б.

Московский авиационный институт (НИУ), Москва

nadiradze@mai.ru

У всех, кто занимается научной работой на его персональном компьютере скапливается огромное количество информации в виде статей, отчетов, интернет-ссылок и т.п. Со временем место, в котором хранится тот или иной информационный элемент (например, график в статье или отчете) забывается. И чтобы его найти начинается долгий и утомительный поиск. Конечно, он не проходит в пустую, т.к. просматривая множество файлов невольно восстанавливаешь в памяти давно забытое. При этом даже могут появляться новые мысли и идеи, способствующие решению текущих задач. Однако иногда на все это нет времени, не хочется отвлекаться и надо быстро найти в архиве что-то очень важное и нужное. В этом то и состоит проблема, решение которой предлагается в данном докладе.

В настоящее время существует большое количество систем индексации [1], но практически все они базируются на текстовых данных. Пользователь вводит ключевые слова и получает список из десятков и сотен документов, в которых они встречаются. Но этого недостаточно для того, чтобы вспомнить, где же именно находится искомая информация, т.к. приходится открывать документы и просматривать их как при «ручном» поиске. И хотя эти системы позволяют во много раз сузить область поиска, все равно, они не решают проблему, т.к. требуют длительного и утомительного просмотра большого количества документов.

В связи с этим возникает вопрос – как ускорить этот процесс и исключить из него утомительный просмотр больших объемов текстовой информации? Ответ прост – нужен механизм, который позволит пользователю максимально быстро вспомнить где содержатся искомые данные.

Наиболее эффективным в этом отношении является зрительный образ, например, картинка или график. В отличие от текстовой, зрительная информация считывается практически мгновенно и вызывает множество ассоциаций. Увидев такую картинку, мы сразу вспоминаем содержание документа даже не читая его. Более того, мы можем одновременно смотреть не на одну, а сразу на несколько картинок, отыскивая среди них нужную. В этом и состоит идея метода визуальной индексации, предлагаемая в докладе.

Для реализации данного метода было создано специализированное программное обеспечение Visual INDEX, которое хранит данные по информационным блокам в виде «карточек», содержащих ссылку на файл, набор ключевых слов и картинку, ассоциированную с заинтересовавшим пользователя фрагментом. Создание карточек производится по принципу «нашел – отметь». При поиске пользователь вводит ключевое слово (или небольшой его фрагмент) и видит на экране множество картинок для карточек, содержащих введенное ключевое слово. Это позволяет значительно сократить время поиска и высвободить время для творчества.

Список источников

1. Информационные ресурсы и поисковые системы: учебное пособие/ Н.В. Максимов, О.Л. Голицина, Г.В. Тихомиров и др.– М.:МИФИ, 2008, 400 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПО МЕТОДУ ТРАССИРОВКИ ЛУЧЕЙ МОНТЕ-КАРЛО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫБОРОК ПО ЗНАЧИМОСТИ

Надирадзе А.Б., Червонная М.А.

Московский авиационный институт (НИИ), Москва

nadiradze@mai.ru

Применение выборок по значимости (ВПЗ) является хорошо обоснованным и эффективным методом снижения разброса результатов расчетов по методу Монте-Карло [1]. В данной работе исследована возможность применения этого метода к расчетам собственной внешней атмосферы (СВА) космических аппаратов (КА) [2]. Цель работы - сокращение времени вычислений при сохранении приемлемой точности.

Типичная расчетная модель КА содержит 2-3 млн. треугольников и 20-40 тысяч распределенных источников массы. Расчет проводится путем генерации пробных частиц от каждого источника, отслеживания их траекторий и вычисления параметров потоков в заданных точках пространства и поверхности КА. Для получения приемлемой точности от каждого источника необходимо выпустить от 10^3 до 10^5 частиц, что приводит к чрезвычайно длительному времени вычислений (до нескольких суток).

С целью сокращения времени счета было исследовано распределение источников массы по их вкладу в значения вычисляемых параметров. В качестве примера, на рисунке 1 приведено такое распределение для реального КА с 40 000 распределенных источников массы.

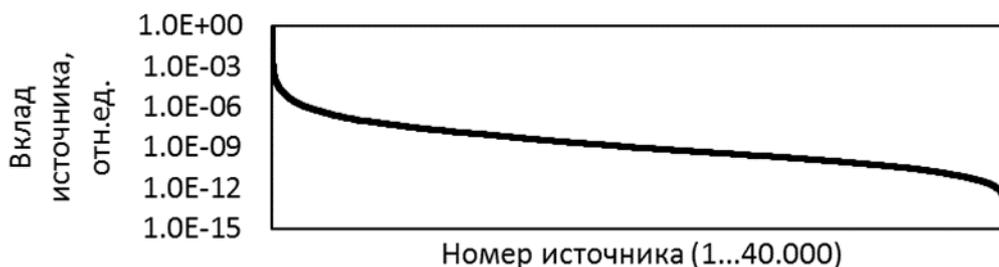


Рис. 1. Распределение источников массы по вкладу в контролируемый параметр

Столь сильная дифференциация источников оказалась типичной для различных КА, что позволило эффективно применить ВПЗ при расчетах. Расчеты проводились в два этапа – на первом определялся вклад источников массы, оценивалось требуемое количество частиц для каждого источника. На втором – производился основной расчет параметров с заданным количеством частиц. Применение ВПЗ позволило сократить суммарное время вычислений более чем в 50 раз при сохранении требуемой точности вычислений.

Список источников

1. И. М. Соболев. Численные методы Монте-Карло. М.: Наука, 1973 г.
2. Надирадзе А.Б. Моделирование методом Монте-Карло процессов формирования собственной внешней атмосферы космических аппаратов – Международная конференция по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС2015) Алушта, 24-31 мая 2015 г. стр. 498-500.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ничепорчук В.В.

Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск
valera@icm.krasn.ru

Актуальность работ обусловлена несколькими факторами: ростом масштабов и повторяемости чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; курсом на создание межведомственных ситуационных центров в рамках стратегии цифровизации экономики; скромными успехами автоматизации территориального управления безопасностью и потенциалом современных интеллектуальных технологий, обеспечивающих полный цикл обработки информации.

Предложена многоуровневая модель информационной поддержки управления, логически увязывающая описание структуру и функционирование сложных систем с использованием онтологий, нотаций SADT, UML и других. Выполнено проектирование процессов решения основных задач территориального управления безопасностью: оперативная идентификация опасностей по данным комплексного мониторинга; экстренное реагирование на реализацию опасностей; стратегическое управление безопасностью для уровней субъекта РФ, муниципалитета и промышленного объекта.

На основе отображений исходных данных в управленческие решения, конкретизации процессов трансформации данных в виде функциональных диаграмм разработана архитектура мультизадачных аналитических систем поддержки управления. Технология проектирования учитывает стандартные требования к VI-платформам, необходимость организации взаимодействия нескольких центров принятия решений.

Разработан и апробирован метод актуализации гетерогенных информационных ресурсов, использующихся для обеспечения природно-техногенной безопасности территорий. Способы организации данных для разных задач управления, видов чрезвычайных ситуаций и доступа к данным описаны с использованием онтологических схем. Применение технологии проектирования позволит оперативно конструировать сложные программных систем с длительным жизненным циклом в условиях дефицита программистов-разработчиков высокого уровня.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта государственного задания ФИЦ КНЦ СО РАН программы фундаментальных исследований Российской Федерации (рег. № 0287-2021-003).

Список источников

1. Пенькова Т.Г., Ничепорчук В.В. Мета модель детализации интегральных оценок для определения причин состояния природно-техногенной безопасности территорий // Информатизация и связь, 2022. № 5. – С. 14-20. DOI: 10.34219/2078-8320-2022-13-5-14-20
2. Гилёк С.А., Ничепорчук В.В. Связывание наборов данных для решения задач информационной поддержки управления лесопожарными рисками // Проблемы анализа риска, 2022. Т. 19. № 5. – С. 28-39. DOI: 10.32686/1812-5220-2022-19-5-28-39

ФАЗОВАЯ МОДЕЛЬ СПАЙКОВОЙ И БЕРСТОВОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНА

Осипов Г.В.

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород
grosipov@gmail.com

Основной формой электрической активности нейрона является так называемый потенциал действия – электрический импульс или спайк. Другим распространенным видом электрической активности является спонтанная или индуцированная генерация бёрстов, то есть целых пачек импульсов. Периоды генерации импульсов при этом чередуются с периодами затишья. Может наблюдаться как регулярная, так и хаотическая генерация бёрстов. Нейронный бёрстинг играет важную роль в процессах передачи информации, генерации и синхронизации ритмов нейронных сетей. В докладе предлагается использовать простой с вычислительной точки зрения способ феноменологического моделирования пачечной активности нейрона – уравнение фи-нейрона:

$$\dot{\varphi} = \gamma - \sin\left(\frac{\varphi}{n}\right)$$

Рассматривается задача синхронного поведения нейронов в случае спайковой и бёрстовой активности.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ПАКЕТА ПРИКЛАДНЫХ МИКРОСЕРВИСОВ

Пашинин А.А., Опарин Г.А., Богданова В.Г.

Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, Иркутск
apcrol@gmail.com

Представлены результаты, связанные с применением разработанного ранее метода булевых ограничений (Boolean Constraint Method, BSM) [1] для исследования динамики и параметрического синтеза систем управления, в частности, булевых сетей, в микросервисной инфраструктуре с использованием средств и методов баз знаний. В качестве базы знаний выступает вычислительная модель предметной области (ПО), представленная в виде совокупности параметров ПО и функциональных отношений между ними. Каждое функциональное отношение реализуется вычислительным микросервисом, созданным на основе программного модуля, вычисляющего значения выходных параметров по заданным значениям входных параметров. Набор вычислительных микросервисов составляет функциональное наполнение пакета прикладных микросервисов (Applied Microservices Package, AMP) [2]. Системное наполнение составляют сервисы постановки задачи, планирования и мониторинга вычислений, управления данными, обработки результатов. Управление вычислениями (децентрализованное, централизованное или иерархическое) осуществляется агентами AMP в зависимости от постановки задачи и способа организации базы знаний. В связи с переходом к исследованию новых классов булевых сетей (управляемых, сингулярных, неявных, асинхронных, двудольных и других) выполняется расширение созданного ранее на основе вышеизложенного подхода AMP BSM-QABDS (BSM-based Qualitative Analysis of Binary Dynamic Systems), ориентированного на задачи качественного исследования автономных булевых сетей. Разработан новый инструментальный микросервисной интеллектуальной вычислительной платформы HPC SOMAS-MS для создания, настройки и доступа к вычислительным микросервисам AMP, позволяющий взаимодействовать с микросервисами напрямую через веб-интерфейс. Реализован веб-интерфейс описания ПО в дополнение к существующему описанию на языке JSON. Новый инструментальный позволяет как ускорить разработку и отладку микросервисов AMP, так и сделать дальнейшее взаимодействие более удобным для пользователя-предметника.

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № 121032400051-9.

Список источников

1. Oparin G.A., Bogdanova V.G., Pashinin A.A. Qualitative analysis of autonomous synchronous binary dynamic systems // MESA. 2019. Vol. 10 (3). P. 407-419.
2. Oparin G.A., Bogdanova V.G., Pashinin A.A., Gorsky S.A. Microservice-oriented Approach to Automation of Distributed Scientific Computations // Proceedings of the 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO 2019). IEEE. 2019. P. 236-241.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ COVID-19 В СТРАНАХ МИРА НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ

Первушина А.А., Марухина О.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск
pervushinaann@mail.ru

В работе рассматривается проблема диагностики и предсказания эпидемиологической ситуации в странах мира, связанной с распространением коронавирусной инфекции 2019-nCoV. Объектом исследования будут являться открытые данные, размещенные на портале портала <https://github.com/owid>. Предметом исследования является анализ различных методов и алгоритмов машинного обучения для кластеризации, классификации и регрессии, и выбора оптимального метода для решаемой задачи.

Целью работы является разработка системы распознавания стран по уровню опасности и построение прогноза уровня опасности на заданное количество дней с помощью методов машинного обучения.

Научной новизной обладают следующие результаты исследования:

1. Предложенный алгоритм кластеризации данных, основанный на использовании метода TSNE и алгоритма k-means.
2. Предложенный алгоритм классификации данных, основанный на использовании метода энтропии (Mutual information) и алгоритма случайный лес.
3. Предложенный алгоритм прогнозирования для определения уровня опасности с помощью рекуррентных нейронных сетей.

Практическая значимость исследования: разработанный алгоритм предсказания уровней опасности для различных стран поможет вовремя оценить уровень распространения коронавирусной инфекции и предупредить туристов от посещения стран, в которых присутствует большая вероятность заражения. Разработанная система позволит сократить скорость распространения коронавирусной инфекции и в будущем свести ее на нет. Полученный алгоритм также можно использовать при возникновении новых эпидемиологических угроз.

Список источников

1. Григорьев Е. А., Климов Н. С. Разведочный анализ данных с помощью Python //E-Scio. – 2020. – №. 2 (41). – С. 165-176.
2. Kale S. S., Patil P. S. A machine learning approach to predict crop yield and success rate //2019 IEEE Pune Section International Conference (PuneCon). – IEEE, 2019. – С. 1-5.
3. Hussain M. G., Shiren Y. Recognition of covid-19 disease utilizing x-ray imaging of the chest using cnn //2021 International Conference on Computing, Electronics & Communications Engineering (iCCECE). – IEEE, 2021. – С. 71-76.

ПРИМЕНЕНИЕ ПАТТЕРНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОНТОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ УСТОЙЧИВОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Пестерев Д.В.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск

pesterev.dmitriy@gmail.com

В работе рассматриваются исследования устойчивости энергетических и экологических систем в смысле *resiliense* (один из переводов на русский язык – «упругость», или «упругая устойчивость»). Устойчивость (*resiliense*) представляет собой способность системы возвращаться к равновесному состоянию после временного нарушения; чем быстрее она возвращается к равновесию и чем меньше теряет, тем более устойчивой она является.

Исследование посвящено разработке подхода к исследованиям устойчивости, основанного на применении современных интеллектуальных технологий для моделирования взаимосвязей энергетической и экологической систем, а также разработки перечня управляющих воздействий с целью возвращения систем в устойчивое состояние после возмущений, вызванных природными и антропогенными воздействиями.

Предполагается использование семантических технологий, а именно онтологического инжиниринга и когнитивного моделирования. Предлагается на основе так называемых «тяжеловесных» онтологий построить единое пространство знаний. Для упрощения процесса разработки онтологий предлагается использование паттернов онтологического моделирования. Паттерны онтологического проектирования предназначены для описания решений типичных проблем, возникающих при разработке онтологий. В зависимости от типа решаемых проблем онтологического моделирования различают структурные паттерны (Structural ODPs), паттерны соответствия (Correspondence ODPs), паттерны содержания (Content ODPs), паттерны логического вывода (Reasoning ODPs), паттерны представления (Presentation ODPs) и лексико-синтаксические паттерны (Lexico-Syntactic ODPs). Такая типология паттернов была предложена в рамках проекта NeOn.

На следующем этапе предполагается построение когнитивных моделей с использованием концептов, описывающих предметную область. Когнитивные модели используются для качественного описания исследуемой ситуации. Когнитивные модели можно описать графом, где вершинам соответствуют важные для исследования понятия предметной области (их принято называть концептами), а ребрам причинно-следственные отношения концептов. Наряду с концептами, определяющими состояние исследуемой области, выделяют возмущения и мероприятия. Первые могут приводить к возникновению чрезвычайных ситуаций, вторые предотвращают их возникновение или ликвидируют их последствия. Концепты предметной области предлагается определять с использованием построенных на предыдущем этапе онтологий.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-21-00841, <https://rscf.ru/project/22-21-00841/>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИКЛОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БИОПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Петрова С.А., Иваньо Я.М.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, Иркутск
sofia.registration@mail.ru

Прогнозирование климатических, экологических, технологических, производственно-экономических и других характеристик связано с закономерностями изменчивости их временных рядов. Если временной ряд имеет устойчивую тенденцию или обладает высокими автокорреляционными связями, то можно построить значимые трендовые или авторегрессионные модели для прогнозирования с определенным упреждением. Если же в хронологической последовательности отсутствуют автокорреляционные связи и тренды, то в этом случае для решения прикладных задач используются вероятностные модели.

В работе рассмотрены две группы характеристик временных рядов для выявления особенностей их циклических колебаний. Первая из них представляет собой случайные выборки или случайные последовательности с низкими значимыми коэффициентами автокорреляции.

Вторая группа характеристик обладает значимыми трендами, которые можно использовать для прогнозирования с определенной заблаговременностью.

К первой группе отнесены климатические характеристики – средние годовые температуры воздуха, абсолютные минимальные зимние температуры, годовые суммы осадков, наибольшие суточные осадки, максимальные расходы воды рек. Источником данных об этих характеристиках является Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, а также библиотеки и архивы. Для определения циклических колебаний необходимы продолжительные ряды наблюдений, поэтому подбирались характеристики с числом значений более 100. Оценивалась цикличность полных рядов и последовательностей верхних и нижних уровней, выделенных по пикам и ложбинам. Результатом анализа является вероятностная оценка повторяемости разных уровней климатических характеристик.

Ко второй группе отнесены урожайности разных сельскохозяйственных культур, обладающие трендами. Рассмотрены временные ряды этой характеристики некоторых стран с устойчивым развитием сельского хозяйства, а также нашей страны и Иркутской области. В отличие от первой группы характеристик, вторая обладает меньшими продолжительностями. Как и в первом случае проанализированы разные уровни исходных временных рядов для определения вероятности повторяемости циклов верхних, нижних уровней и уровней всего ряда. Такая оценка необходима для прогнозирования низкой и высокой урожайности сельскохозяйственных культур.

Приведены примеры результатов моделирования для первой и второй группы характеристик.

ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ НОВО-ИРКУТСКОЙ ТЭЦ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Пискунова В.М.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск
vitaliskunova98@gmail.com

Обеспечение надежности поставок электрической и тепловой энергии конечному потребителю является основной задачей не только для генерирующих компаний, но и для проектных компаний, институтов и университетов. От надежности энергоснабжения напрямую зависит экономическая и социальная сферы человеческой деятельности, ведь на сегодняшний день абсолютно вся промышленность потребляет электроэнергию для производства товаров, а каждая квартира и административное здание в черте города получает тепловую энергию от системы отопления. И если перебой в поставке электрической энергии для населения в большинстве своем является просто неприятным инцидентом, то недопоставка тепловой энергии в отопительный период может обернуться настоящей катастрофой. Именно поэтому так важно оценивать надежность работы теплоэлектростанций (ТЭЦ), как поставщиков тепловой и электрической энергии.

В рамках своей диссертационной работы, я рассматриваю тепловые электростанции не с точки зрения отдельного оборудования, а как элемент системы энергоснабжения – как узел преобразования топлива в тепловую и электрическую энергию. Ранее в работах [1] и [2] был описан метод формирования зависимостей расхода топлива от нагрузки путем аппроксимации типовых диаграмм режимов работы турбин и зависимостей КПД котлоагрегата от нагрузки. Для представления этого метода были использованы обобщенные и усредненные данные, что не позволяет получить результаты высокой точности. В связи с этим, для формирования единой модели энергоснабжения Иркутской области, необходимо получить и обработать данные о реальных режимах работы энергетического оборудования существующих ТЭЦ.

В докладе будет подробно расписана методика построения математической модели ТЭЦ с использованием нормативно-технической документации по топливоиспользованию Ново-Иркутской ТЭЦ книга 1 Энергетические характеристики оборудования. Также будет описан принцип построения единой модели энергоснабжения Иркутской области и представлены подходы к оценке надежности работы тепловых электростанций.

Список источников

1. В. М. Пискунова, Д. С. Крупнев, Е. А. Крупнев, Н. И. Пяткова. Моделирование ТЭЦ с паровыми турбинами при исследовании проблем энергетической безопасности. Электроэнергетика глазами молодежи : Материалы XII Международной научно-технической конференции, Нижний Новгород, 16–19 мая 2022 года. Том Часть I. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2022. – С. 176-179. – EDN MACURC.
2. V. Piskunova, D. Krupnev, E. Krupnev, N. Pyatkova. Modelling the Combined Heat and Power Plants with Steam Turbines in the Study of Energy Security Problems. Environmental and climate technologies – 2021. – Vol. 25, No. 1. – P. 816-828. – DOI 10.2478/rtuect-2021-0061. – EDN VAREGH.

АНАЛИЗ МЕСТ ОТДЫХА ОЗ. БАЙКАЛ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИИ ИЗ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Поддубный И.А.¹, Пестова Ю.В.², Николайчук О.А.²

¹*Иркутский государственный университет, Иркутск*

²*Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, Иркутск*
poddubnyiv@yandex.ru

В социальных сетях многие свободно делятся своими впечатлениями о посещенных местах в тематических группах. Современные информационные технологии позволяют осуществить сбор подобной информации и ее комплексное представление для заинтересованных пользователей (туристов, предпринимателей, представителей административного управления) через выделение популярных мест, определение окраса тональности характеристик с изменением во времени.

Целью работы является мониторинг территории Иркутской области, прилегающей к Байкалу на основе данных из социальных сетей.

Источниками данных являются открытые группы ВКонтакте «Байкал» (<https://vk.com/public12377>), «БАЙКАЛ» (<https://vk.com/public125254886>), «Байкал удивительный» (<https://vk.com/public211781315>), «Мой Байкал | Экология» (<https://vk.com/mbaikal>), «Байкал для каждого» (<https://vk.com/plannerbaikal>). Предобработка текстов постов групп проводится с помощью регулярных выражений и Google Translate API.

Для этапов токенизации, POS-теггинга, лемманизации, синтаксического анализа и выделения именованных сущностей используется конвейер предобученных нейросетевых модулей пакета stanza [1]. Так же Stanza позволяет выделить категории именованных сущностей, в том числе предмет исследования – локации (топонимы).

Для определения координат выделенные места подаются геокодеру. Далее при подсчете пересечений граней полигона Иркутской области лучом из точки с координатами локации определяется ее принадлежность к исследуемой области. В качестве геокодера используется модуль georandas совместно с Nominatim. Таким образом, получены таблицы: набор топонимов с координатами по Иркутской области; записи постов ВКонтакте с датой и временем публикации, размеченные топонимами.

В процессе семантического анализа выделяются связанные с местом объекты, характеризующие его для выявления проблем территории, ее флоры и фауны и т.п, которые могут быть проанализированы в динамике (по дате публикаций)..

Исходный текст разбивается на более простые предложения, где речь будет идти только об одном месте. При анализе тональности высказываний о найденных местах сравниваются предобученная сеть RuBERT[2] для векторизации текста с дополнительно обученным классификатором на полученных векторах, CatBoost и модуль Dostoyevsky со словарем на основе данных RuSentiment[3].

В результате получены наборы данных локаций по частоте упоминаний пользователями, их семантическая связь с характеристиками: позитивными и негативными в динамике, что позволяет осуществить мониторинг исследуемой территории и ее туристического профиля.

Благодарности. Работа выполняется при поддержке проекта Российского научного фонда №23-28-00844 «Мониторинг сферы регионального туризма на основе анализа данных из открытых источников».

Список источников

1. Peng Qi, Yuhao Zhang, Yuhui Zhang, Jason Bolton and Christopher D. Manning. 2020. Stanza: A Python Natural Language Processing Toolkit for Many Human Languages. In Association for Computational Linguistics (ACL) System Demonstrations. 2020.
2. Kuratov, Y., Arkipov, M. (2019). Adaptation of Deep Bidirectional Multilingual Transformers for Russian Language. arXiv preprint arXiv:1905.07213.
3. Anna Rogers, Alexey Romanov, Anna Rumshisky, Svetlana Volkova, Mikhail Gronas, and Alex Gribov. 2018. RuSentiment: An Enriched Sentiment Analysis Dataset for Social Media in Russian. In Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics, pages 755–763, Santa Fe, New Mexico, USA. Association for Computational Linguistics.

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ С УЧЕТОМ ОПТИМАЛЬНОГО СЕВООБОРОТА

Полковская М.Н.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, Иркутск
polk_mn@mail.ru

Аграрное производство является важным сектором экономики многих стран, и его эффективность зависит от оптимального использования земельных ресурсов, включая севооборот. Севооборот – это систематический подход к схеме выращивания культурных растений на полях в течение определенного периода времени.

Севооборот является важным методом планирования аграрного производства, который помогает повысить урожайность, улучшить качество почвы, бороться с сорняками и вредителями и повысить эффективность использования земельных ресурсов. Для достижения максимальной эффективности выбор севооборота должен учитывать особенности каждого поля и типа почвы.

Создание системы севооборотов является достаточно трудоемкой задачей. Как правило, структура посевов планируется на 3-4 года. При этом необходимо учитывать схему использования пашни и агроландшафтные условия. Хорошими предшественниками для выращивания зерновых культур являются: пар, картофель, однолетние и многолетние травы, кукуруза, зернобобовые. Однако не все предприятия могут нести затраты по обработке паров, в связи с этим отсутствие хороших предшественников компенсируется дополнительным внесением удобрений и использованием средств защиты растений.

Для выбора оптимального размещения посевов с учетом влияния предшественников используются задачи математического программирования. При этом характеристики, входящие в модель, могут быть детерминированными, стохастическими и иметь функциональные зависимости, например, от времени, предшествующих значений или факторов. Кроме того, аграрное производство подвержено влиянию экономических и климатических рисков [1], что также необходимо учитывать при планировании.

Следует отметить, что решение такого рода задач является довольно сложным ввиду необходимости учета различных особенностей характеристик, входящих в модель. Например, цены имеют сезонность, а урожайность различных сельскохозяйственных культур может быть случайной величиной или иметь функциональную линейную и нелинейную зависимость от времени, предыдущих значений или факторов.

В связи с этим для оценки факторов, влияющих на производство растениеводческой продукции можно выделить два основных критерия: экономический эффект и риски. Экономический эффект в этом случае будет оцениваться математическим ожиданием прибыли, а для рисков применим коэффициент вариации (или среднеквадратическое отклонение) прибыли. Предложенная задача является двухкритериальной, поскольку подразумевает совместную оценку двух показателей (экономической эффективности и риска) и решается с помощью поиска Парето оптимальных решений. При этом учет воздействия предшественников осуществляется с помощью коэффициентов, отражающих их влияние на урожайность.

Список источников

1. Полковская, М. Н. Применение многоэтапных и многокритериальных моделей для планирования структуры посевов с учетом рисков аграрного производства / М.Н. Полковская, Т.С. Бузина // Вестник ИрГСХА. – 2022. – № 113. – С. 48-57.

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ REGIONS

Попова О.М., Драчев П.С.

Институт систем энергетики им. Мелентьева СО РАН, Иркутск

olgapopovaisem@bk.ru

В ранее сформированной базе данных Elnetworks представлены развернутые данные по различным объектам ЭЭС. Для использования методики, направленной на решение долгосрочных задач развития системообразующей электрической сети (СЭС), рассматриваемых на межсистемном (региональном) уровне, необходимы агрегированные данные.

На данном этапе для решения проблемы формируется отдельная база данных. В соответствии с принятой схемой подготовки информации в программе ElNetCut цифровая информация объединена в таблицы, содержащие агрегированные данные по генерирующим и потребляющим узлам, а также данные, характеризующие соответствующую электрическую сеть.

Данные по объектам генерации распределены в таблицы, характеризующие ТЭЦ, КЭС, ГЭС, АЭС. Потребляющие узлы представлены как агрегированные по регионам потребители. В отдельной таблице по ЛЭП приведены межсистемные связи СЭС.

Предполагается выполнить картографическое отображение объектов СЭС.

АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

Постникова У.С., Тасейко О.В.

СибГУ имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск
Федеральный исследовательский центр Информационных и вычислительных технологий,
Красноярск
ulyana-ivanova@inbox.ru

В рамках устойчивого развития территориальных образований ключевой задачей является минимизация возникновения природных и техногенных катастроф. Для анализа опасностей широкое применение в различных областях исследований получил риск-ориентированный подход [1-5]. Однако, на сегодняшний день, обозначена проблема: нормативно-методическая база в области оценки риска требует дополнений и изменений, что осложняется трудностью изучения стихийных бедствий.

В работе предложена методика и выполнена оценка рисков опасных природных явлений (ОПЯ) на примере территорий Красноярского края. Наиболее характерные ОПЯ для рассматриваемых территорий связаны с опасными гидрологическими явлениями и сокращением лесного фонда в результате природных и антропогенных пожаров. Наводнения являются одними из самых опасных природных явлений, которые влекут за собой разрушительные последствия и огромные ущербы. На территории региона наводнения обусловлены, в основном, весенним половодьем, высокими дождевыми паводками, высокими уровнями воды при заторных явлениях, а также затоплениями местности в связи с разрушением плотин водохранилищ, разрывом дамб [6]. По данным Енисейского бассейнового водного управления и материалам государственных докладов на территории Красноярского края с 1967 по 2021 произошло более 1000 наводнений, в которых пострадало более 50 тыс. человек.

Другой острой проблемой в Красноярском крае являются лесные пожары. По официальным данным за последние десять лет от лесных пожаров в Красноярском крае погибло 282 237,0 га лесных насаждений [7]. Сокращение лесного фонда одна из глобальных экологических проблем, которая приводит к дополнительным угрозам, связанным с уменьшением биоразнообразия, снижением водорегулирующей и защитной функции. Площади ослабленных и погибших насаждений ежегодно увеличиваются под воздействием неблагоприятных факторов и основной причиной снижения устойчивости лесных насаждений являются пожары.

Анализ опасных природных явлений на основе риск ориентированного подхода является важным компонентом в предупреждении и минимизации возможных негативных последствий для населения, окружающей среды, экономики и инфраструктуры.

Список источников

1. Оценка и управление природными рисками // Материалы Общероссийской конференции «Риск-2000». – М.: Анкил, 2000. – 478 с.
2. Махутов Н.А., Петров В.П., Ахметханов Р.С. Природно-техногенно-социальные системы и риски // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2004. № 3. С. 3-28.
3. Акимов В.А., Олтян И.Ю., Иванова Е.О. Методика ранжирования чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера по степени их катастрофичности // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 1 (67). С. 4-7.
4. Артюхин В.В., Арефьева Е.В., Верескун А.В., Морозова О.А., Посохов Н.Н., Сосунов И.В., Олтян И.Ю., Чяснавичюс Ю.К., Гутарев С.В., Леонова Е.М., Леонова А.Н., Брык Д.И., Жукова Л.А. Управление рисками техногенных катастроф и стихийных бедствий (пособие для руководителей организаций) // Под общей редакцией М.И. Фалеева. Москва, 2016. 270 с.

5. Анисимова Т.Б. Плотникова Т.В. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации (под ред. Шойгу С.К.), М. 2004. – 272 с.
6. Наводнения в истории Красноярского края // Сайт Енисейского района URL: https://enadm.ru/uploads/prevention/public_safety/FloodshistoryKrasnoyarsk.pdf (дата обращения: 01.04.2023).
7. Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Красноярского края за 2019 год и прогноз на 2020 год: Филиал ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Красноярского края» : 355 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ТЕЧЕНИЯ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ЖИДКОЙ ПЛЕНКИ

Прокудина Л.А., Вихирев М.П.

Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск
prokudinala@susu.ru

Представлено нелинейное дифференциальное уравнение в частных производных четвертого порядка, являющееся нелинейной математической моделью состояния свободной поверхности неизотермической жидкой пленки. Коэффициенты модели включают параметры поверхностного натяжения, поверхностной вязкости, термокапиллярных сил. Разработаны вычислительные алгоритмы исследования неустойчивости течения жидкой пленки. В пакете MATLAB проведены вычислительные эксперименты неустойчивых режимов течения жидкой пленки воды, в частности, неустойчивости Марангони. Рассчитаны области неустойчивости неизотермической жидкой пленки, её волновые характеристики (частота, инкремент, фазовая скорость) для умеренных чисел Рейнольдса. Неустойчивость Марангони проявляется как в изменении волновых характеристик пленки, так и формировании в приповерхностных слоях диссипативных структур.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЕЙ КАТАЛОГИЗАЦИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ АГРАРНОГО МОНИТОРИНГА

Пушкарев А.А.¹, Кузнецова А.С.¹, Кадочников А.А.¹,
Ерунова М.Г.¹, Якубайлик О.Э.²

¹Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»,
Красноярск

²Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск
flash550@yandex.ru

В настоящее время аграрный сектор является одним из ключевых направлений экономики многих стран [1]. Однако, для его эффективного развития необходимо внедрять информационные технологии во многие производственные процессы [2]. Системы аграрного мониторинга являются одним из основных инструментов, которые позволят получать и анализировать данные о состоянии посевов, урожайности, погодных условиях и других факторах [3]. В данной работе рассматриваются особенности программного построения модулей, отвечающих за функции каталогизации и визуализации данных на карте, на примере системы «АгроМониторинг», разрабатываемой в ФИЦ КНЦ СО РАН.

Данные являются основой любой информационной системы, именно они несут в себе ценность, а программное обеспечение необходимо для удобства работы с этими данными. Все представленные в системе данные делятся на 4 типа: спутниковые снимки, снимки с БПЛА, тематические карты, компьютерные модели. Каждый тип имеет свои особенности визуализации и внедрения в систему. На нижнем уровне все типы данных, кроме тематических карт представляют из себя растровые изображения, которые физически расположены на удаленных серверах и предоставляются при помощи различных программных интерфейсов (API). Тематические карты представляют из себя QGIS проекты, состоящие из векторных SHAPE файлов, которые также как и растровые изображения при помощи специализированного программного обеспечения предоставляются по API.

Каталог данных представляет из себя четырехуровневую систему, для удобного разделения данных по различным тематикам. Уровни расположены в следующей иерархии: вкладка – раздел – группа – слой. В системе предусмотрена возможность гибкой настройки сущностей каждого уровня: выстраивание определённой последовательности сущностей внутри каждого уровня, добавление описания (для разделов краткого и полного), изображений, ограничение доступа, перемещение сущностей в другую родительскую сущность. У администратора системы после авторизации появляются инструменты управления внутри самого каталога, что позволяет удобно настраивать внешний вид каталога для пользователей системы, а также наполнять каталог данными.

Интерфейс рабочей области представляет из себя карту, занимающую большую часть экрана, на которой отображаются все слои, которые были добавлены из каталога, и боковую панель для манипуляций с данными. Боковая панель имеет две секции, каждая из которой может быть свернута. В первой секции располагается меню выбора области исследования, нажав на соответствующий пункт меню система фокусируется на выбранной области: карта приближается до границ этой области, в каталоге отображаются только те слои, которые доступны выбранной области, а также появляются дополнительные подробности про область исследования, например контура и номера полей.

Список источников

1. Kadochnikov A.A., Yakubailik O.E. Technologies and software for the regional catalog of Russian spacecraft satellite data // IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020

2. Morteza Khazaei, Saeid Hamzeh, Najmeh Neysani Samani, Arnab Muhuri, Kalifa Goïta, Qihao Weng A web-based system for satellite-based high-resolution global soil moisture maps // Computers & Geosciences, Volume 170, 2023
3. Rui Neves Madeira, Pedro Albuquerque Santos, Oskars Java, Torsten Priebe, Eduardo Graça, Eszter Sárközi, Bernward Asprion, Raquel Pinto-Bello Gómez Towards Digital Twins for Multi-Sensor Land and Plant Monitoring // Procedia Computer Science, Volume 210, 2022, Pages 45-52

ОПЫТ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ СРЕДСТВАМИ ТЕОРИИ СОВОКУПНОСТЕЙ

Пшеничный К.А.

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

cpshenichny@yandex.ru

Науки о Земле представляют собой одновременно и перспективную область, и интересный тестовый полигон для разработки и внедрения информационных и, в частности, семантических технологий. Специфика знаний в этих науках направляет мысль исследователя на создание «геоинспирированных» (по аналогии с биоинспирированными) подходов, ярким примером которых являются геоинформационные системы (ГИС).

При создании ГИС той особенностью Земли, которая потребовала специфического подхода и одновременно подсказала идею этого подхода, было геосферное, слоистое строение объекта: к форме слоя тяготеют большинство крупных геологических тел, к форме сферы – ассоциации тел и геофизические поля. В то же время, есть и другие существенные аспекты строения и эволюции Земли и особенности знания в науках о Земле, могущие сыграть ту же методологическую роль. К ним можно отнести наличие первичного объекта (планеты), по отношению к которому любой другой объект исследования будет состоять в отношении «часть – целое», кажущуюся лёгкость определения его границ, уместность вопроса о «начале истории» (момента образования планеты), присутствие альтернативных восприятий времени (дискретного, событийного, и континуального, календарного), резкое преобладание глубинных знаний над поверхностными в науках о Земле, при этом высокая субъективность этих знаний («два геолога – три мнения»), первичность качественного по отношению к количественному, чёткое разделение статичного и динамичного, необходимость учёта эволюционной составляющей практически во всех исследованиях (требование реконструкции и прогноза, то есть построения сценариев).

Два последних обстоятельства, особенно отчётливо проявленных в изучении потухших и действующих вулканов, вызвали в жизни новый подход к концептуальному моделированию вулканических извержений, получивший название куста событий. Формализация этого подхода обернулась серьёзной логико-математической проблемой: «геоинспирированный» ход мысли плохо согласовывался с теорией множеств и логикой предикатов. Парадоксальным образом, решение было подсказано другими специфическими проблемами наук о Земле: первичностью качественного знания по отношению к количественному и высокой субъективностью знаний в данной области. В результате была построена формальная теория – теория совокупностей – представляющая собой строгую теорию смысла с возможностью его материального наполнения. Кроме куста событий, на её основе было создано несколько инструментов, включая формальную грамматику, позволивших решать задачи представления и инженерии знаний как в различных областях наук о Земле: геотектонике, геологии россыпей, геологическом картировании, геоморфологии побережий, гляциологии – так и за их пределами: в истории, литературоведении, маркетинге, информационной безопасности, техническом проектировании.

МЕТАЭВРИСТИКИ, ИНСПИРИРОВАННЫЕ ПРИРОДОЙ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ, ТЕСТИРОВАНИЕ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Родзин С.И., Родзина О.Н.

Южный федеральный университет, Таганрог

srodzin@sfedu.ru

Современная библиография биоэвристик насчитывает свыше 400 алгоритмов, инспирированных природой. Большинству из них присущи недостатки, связанные с тем, что в процессе выполнения алгоритма популяция решений быстро теряет разнообразие или, наоборот, наблюдается медленная сходимость. Поиск баланса между скоростью сходимости алгоритма и диверсификацией пространства поиска решений является открытой исследовательской проблемой, имеющей важное значение для обеспечения точности и производительности алгоритмов оптимизации. Выявление паттернов индивидуального и коллективного поведения агентов, добавление аттрактивных операторов позволяет достичь указанного баланса.

Колонии насекомых предоставляют богатый набор метафор для разработки сбалансированных алгоритмов эвристической оптимизации. Колонии пауков представляют собой сложные системы, состоящие из агентов с различными кооперативными задачами и специализированными паттернами поведения.

Строится вычислительная модель взаимодействия в колонии пауков. Каждое решение в пространстве поиска представляет собой положение паука в общей паутине. В биологической метафоре размер паука – это характеристика, которая оценивает его индивидуальные возможности в колонии (фитнесс-функция). Паутина используется в качестве механизма для передачи информации между пауками колонии. Эта информация кодируется в виде вибраций, которые имеют решающее значение для коллективной координации всех индивидов в популяции. На основе модели взаимодействий в колонии пауков разработан биоинспирированный алгоритм и программное приложение.

Представлены результаты серии экспериментов поиска глобального оптимума на множестве многомерных мультимодальных тестовых функций Растргина, Розенброка, Саломона, Швепеля. Результаты сравнивались с конкурирующими алгоритмами роя частиц (PSO) и пчелиной колонии (ABC) по следующим показателям: среднее и медианное лучшее решение, а также стандартное отклонение от лучшего решения. Точность алгоритма колонии пауков оказалась выше, нежели у конкурирующих алгоритмов. Проведено непараметрическое доказательство статистической значимости полученных результатов с использованием Т-критерия Уилкоксона.

Список источников

1. Родзин С.И., Скобцов Ю.А., Эль-Хатиб С.А. Биоэвристики: теория алгоритмы и приложения: монография. – Чебоксары: ИД "Среда", 2019. 224 с. <https://phsreda.com/e-articles/54/Action54-22141.pdf>
2. Родзин С.И., Родзина О.Н. Сравнение программных реализаций эволюционных вычислений для задач многомерной оптимизации // Программная инженерия. 2019. т. 10. № 11-12. С. 451–456. DOI: 10.17587/prin.10.451-456.

ФОРМИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Ротанова И.Н.¹, Байкалова Т.В.¹, Вагнер А.А.², Гайда В.В.¹, Юнаков В.С.¹

¹*Алтайский государственный университет, Барнаул*

²*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул*
rotanova@mail.asu.ru

Геоцифровизация и геоинформационные технологии становятся ведущими инструментами в процессе накопления, распространения и эффективного использования новых знаний в науках о Земле и тесно связанных общественно-географических науках, для решения, как фундаментальных, так и практико-ориентированных задач регионального развития. Научная идея развития геоцифровизации опирается на геоинформационную методологию, в частности, в области природно-ресурсного, эколого-географического и социально-экономического картографического обеспечения для проактивного управления регионом в условиях перехода к цифровым технологиям.

Формирование регионального геоинформационного ресурса в настоящее время является одним с перспективных направлений для развития сферы геоцифровизации в Алтайском крае. В Институте географии Алтайского государственного университета создан Региональный центр компетенций цифровой картографии, в рамках деятельности которого разрабатываются концептуальные положения и структура регионального геоинформационного ресурса края, создаются информационно-картографическая база данных и спектротека – электронный каталог данных дистанционного зондирования региона. В задачи Регионального центра входит создание инновационной геоинформационной среды для системы поддержки принятия решений (СППР) и развития проактивного управления регионом, применимой для выявления и анализа значимых факторов, влияющих на производство экономических благ и решение актуальных задач адаптации к климатическим изменениям, экологической безопасности и устойчивого развития, основанной на пространственных данных и цифровых технологиях.

Созданы междисциплинарные и специализированные тематические картографические и атрибутивные базы данных, содержащие информационные ресурсы по приоритетным отраслям региональной экономики и комфортности среды для жизнедеятельности населения Алтайского края. В качестве базовых определены три локальных ГИС: Природно-ресурсная региональная ГИС, Аграрная региональная ГИС, Экологическая региональная ГИС. Концепт Природно-ресурсной ГИС включает данные о природных объектах и ресурсах Алтайского края. Информационно-картографическая база природных ресурсов Алтайского края представлена в виде тематического блока, на основе выделения основных информационных разделов в виде нескольких слоев, среди которых: водные ресурсы; лесные и растительные ресурсы; рекреационные и уникальные ресурсы; минеральные ресурсы и полезные ископаемые. Аграрная ГИС края включает базовые и тематические информационно-картографические слои на основе доступной пространственной информации в аграрной сфере, а именно: плодородие почв, эрозия и риски истощения; распределение содержания химических элементов в почве; влажность почв, площадь сельскохозяйственных угодий; местоположение сельскохозяйственных предприятий и т.д. Концепт Экологической ГИС представляет собой набор тематических информационно-картографических слоев, характеризующих актуальные проблемы экологии в крае: загрязнение водных ресурсов и почв; зоны критического загрязнения атмосферы; расположение несанкционированных свалок и полигонов ТБО; экологическое районирование Алтайского края и др.

Региональный геоинформационный ресурс позволит значительно продвинуться в геоинформатизации сфер деятельности, связанных с рациональным использованием природно-ресурсного потенциала, с мониторингом экологической ситуации, с развитием туризма и рекреации и т.д.

Благодарности. Исследование выполнено в рамках гранта РНФ № 22-27-20135 и Стратегического проекта «АгроБиоТех» программы «Приоритет – 2030» в АлтГУ.

СХЕМА РЕСУРСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Серебрякова Е.А.

Воронежский государственный технический университет, Воронеж
sea-parish@mail.ru

Целью научного исследования, представленного в докладе, является разработка системы эффективного ресурсного обеспечения строительной инфраструктуры, состоящей из группы строительных объектов, строительных мероприятий или комплексов строительных работ на основе математического моделирования. Ресурсное управление должно учитывать оптимальное распределение ресурсов между строительными объектами или мероприятиями, транспортные возможности по доставке ресурсов, алгоритм действия и рекомендации по принятию решений в случае дефицита ресурсов, методики контроля за наличием и своевременным пополнением необходимых запасов ресурсов на объекте строительства. Структурная схема и возможные направления научного исследования представлены схематично на рисунке 1.



Рис. 1. Схема и направления научного исследования.

Данная схема позволит осуществлять оперативное управление запасами строительных объектов в условиях нестабильного их снабжения и расходования, а также планировать действия по мероприятиям, позволяющим увеличить объем поставляемых запасов на объекты в зависимости от скорости их расходования с учетом влияния внешних условий и внутренних факторов.

ОПТИМИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНОЙ ВНУТРЕННЕЙ СЕТИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Сиротинин А.А.

Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск
slitch@icm.krasn.ru

В настоящее время существует проблема оптимального расположения точек доступа для выхода в интернет в целом, и для интернета вещей в частности [1]. Хаотичное расположение источников сигнала, отсутствие учёта материалов, из которых построено сооружение, материалов внутренней отделки и особенностей помещений способны существенно снизить мощность и качество передачи данных, что в свою очередь приводит к потере части данных, к серьезным задержкам при передаче определенных данных или вовсе к потере связи с конечными устройствами. В таком случае, становится невозможным стабильное отслеживание важных параметров от устройств интернета вещей, таких как датчики температуры, датчики задымленности, влажности, что в свою очередь не позволяет оперативно предпринимать действия по устранению нештатного изменения параметров.

В работе представлены основные проблемы при организации сети стандарта IEEE 802.11 и 802.15.4 для технологии интернета вещей [2]. Построение оптимальной модели сети рассматривается на примере здания научного института. Проведена оценка распространения радиосигнала с построением тепловой карты института и последующим анализом проблемных зон. Предлагается использовать модели для оптимизации расположения беспроводных точек доступа с учётом особенностей коэффициентов затухания материалов, количества точек доступа или ретрансляторов и мест их расположения. [3]. Уровень сигнала в задачах оптимизации будет рассчитываться по дополненной модели Мотли-Кинана, которая учитывает затухание сигнала в стенах и перекрытиях этажей [4].

Список источников

1. Srinidhi N. N., Kumar S. M. D., Venugopal K. R. Network optimizations in the Internet of Things: A review // Engineering Science and Technology, an Inter-national Journal. – 2019. 22(1). С. 1-21.
2. Wang, W., Capitaneanu, S. L., Marinca, D., Lohan, E. S. Comparative analysis of channel models for industrial IoT wireless communication //IEEE Access. 2019. V. 7. P. 91627-91640.
3. Ку Д. Т., Фам М. Т., Во Т. Х. Модели проектирования оптимальных беспроводных локальных сетей. Екб: НИЦ «Л-Журнал», 2020. РР. 78-83.
4. Zhang Y., Wang F., Shen Y., Huo W. A study of indoor distributed calculation model of mobile communication. Information Computing and Applications: Second International Conference, Qinhuangdao, China. Proceedings, Part I 2. 2011. P. 458-465.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕДУКЦИИ ОГРАНИЧЕНИЙ СУЩЕСТВОВАНИЯ СВОЙСТВ В ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРИЗНАКОВ ОБЪЕКТА

Смирнов С.В., Семенова В.А.

Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Самара
Институт проблем управления сложными системами РАН, Самара
smirnov@iccs.ru

Рассматривается проблема учета знания об ограничениях существования свойств (ОСС) в часто встречающейся задаче выявления присущих объекту признаков из априори определяемого набора M измеряемых у объекта свойств:

- несовместимость $E: M \times M \rightarrow \{True, False\}$, $E(x, y) \leftrightarrow Pg(x) \rightarrow \neg Pg(y)$, $x, y \in M$;
- обусловленность $C: M \times M \rightarrow \{True, False\}$, $C(x, y) \leftrightarrow Pg(x) \rightarrow Pg(y)$, $x, y \in M$;
- $Pg(x)$ – одноместный предикат «объекту g присуще свойство x », $x \in M$.

Предложенная в [1, 2] методика выявления всех допустимых наборов признаков объекта включает логико-комбинаторный метод выбора «лучшего» из них. В основе метода лежит ограниченный перебор всех пар свойств с обусловленностью и несовместимостью (О- и Н-пар), а дополнительное увеличение производительности метода может обеспечить редукция ОСС, которая осуществима в результате выявления в M классов эквивалентности – множества M° групп взаимообусловленных свойств (ВЗО-групп), образуемых пересекающимися ВЗО-парами свойств – и расширенных отношений несовместимости E° и обусловленности C° на ВЗО-группах [1]. Доклад посвящен исследованию эффективности такой редукции методом имитационного статистического моделирования.

При заданной величине $|M|$ структура ОСС рандомизировалась при варьировании долями ВЗО-, О-, Н-пар, и исследовался выигрыш от редукции ОСС - среднее относительное уменьшение количества сущностей $\mathcal{E}_C = 1 - |M^\circ|/|M|$ и их связей - обусловленностей $\mathcal{E}_O = 1 - |C^\circ|/|C|$ и несовместимостей $\mathcal{E}_N = 1 - |E^\circ|/|E|$. Результаты вычислительных экспериментов подтвердили высокую эффективность трансформации описания ОСС.

Самостоятельный интерес представляет примененная тактика имитационных экспериментов, обусловленная многосвязной структурой ОСС, а также использование неравенства Хёфдинга для оценки надлежащего количества статистических испытаний.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, код научной темы FMRW-2022-0030.

Список источников

1. Semenova V., Smirnov S. Revealing attributes of an object based on incomplete and inconsistent empirical data // 2022 VIII Int. Conf. on Information Technology and Nanotechnology (ITNT). IEEE Xplore. 2022. P. 1-5.
2. Семенова В.А. Эвристика и численный метод нормализации эмпирического VTF-контекста в онтологическом анализе данных // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2021. № 2 (22). С. 61-69.

СОВРЕМЕННАЯ ПАРАДИГМА ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Снимщикова И.А., Плотникова М.О., Честнихина А.Д.

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел
snimshikova@mail.ru

Сегодня вопросы персонализированного обучения с формированием индивидуальной образовательной траектории являются одной из самых сложных и дискуссионных проблем медицинского образования. Чему и как учить, чтобы сформировать профессиональные (hard skills) и гибкие коммуникативные (soft skills) навыки? Ввиду этого, приоритетным направлением является разработка и использование новых личностно-ориентированных подходов и технологий при подготовке специалистов медицинского профиля. Новая технологическая реальность образования сегодня включает распространение моделей гибридного и смешанного обучения, общий рост использования цифровых технологий, профессиональное развитие преподавателей в онлайн-форматах. Цифровое обучение, как важнейший компонент образовательного процесса с применением информационно-коммуникационных разработок, позволяет обогатить образовательные технологии. При обучении студентов специальностей Лечебное дело, Педиатрия, Стоматология и Фармация применяются различные варианты электронного обучения с использованием Web-технологий, медицинских подкастов, медиаблогов, виртуальных лабораторий, баз данных, 3D моделей химических соединений, анатомических препаратов и др. Цифровая трансформация образовательной среды позволяет широко использовать игровые он-лайн ресурсы (Kahoot® и др.), в том числе англоязычные версии. Для повышения привлекательности процесса обучения, а также повышения мотивации как педагогов, так и обучающихся, разрабатывается и используется целый ряд цифровых образовательных технологий, включающих формирование кейс-задач с фото-/видеоматериалом, написание сценариев и съемку видеороликов по актуальным блокам экспериментальной и клинической медицины, в том числе, предназначенных для отработки профессиональных навыков и алгоритмов оказания неотложной медицинской помощи. Важное место в образовательном процессе отводится применению симуляционных технологий с использованием тренажеров-симуляторов различной степени реалистичности, дополняющих традиционные методы вузовской подготовки специалистов. Междисциплинарное сотрудничество в области IT-технологий в рамках индивидуальной исследовательской проектной деятельности обеспечивает формирование дополнительных компетенций обучающихся и педагогов в области информационных систем в медицине. Таким образом, развитие цифровых инструментов и сервисов в рамках создания единого цифрового образовательного контента обеспечит дальнейшую интеграцию современных информационных технологий в медицинское образование и позволит формировать индивидуальную траекторию подготовки специалистов в условиях цифровой трансформации среды.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА БЕТОННОЙ СМЕСИ С ДОБАВЛЕНИЕМ ОТХОДОВ ПВХ

Сокольникова С.Р., Сюй Сяошу, Дмитриева М.А.

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград
sokolsofy@mail.ru

В современном мире ежедневно используется огромное количество различных видов пластиков, однако после их потребления во многих странах мира все также остается нерешенным вопрос о переработке и утилизации пластика, большая часть пластиковых отходов сжигается или остается на полигонах ТБО, нанося при этом значительный вред окружающей среде [1].

Поливинилхлорид (ПВХ) - один из самых распространенных и при этом наименее перерабатываемый на сегодняшний день пластик, при сжигании которого выделяются токсичные вещества.

Использование измельченных отходов ПВХ в составе бетона позволяет добиться не только положительного эффекта для окружающей среды в связи с уменьшением количества сожженного и захороненного на полигонах ТБО ПВХ, но и заметно снизить расход натуральных заполнителей (песка, щебня, гравия).

Использование ПВХ в общем случае приводит к снижению прочности при сжатии и изгибе, снижается подвижность смеси, таким образом, необходима оптимизация состава бетонной смеси [2]. На практике требуется подобрать наиболее рациональное процентное замещение натуральных заполнителей на ПВХ отходы в бетонной смеси, при сохранении достаточной прочности бетона и минимально эффективном объеме утилизированных отходов ПВХ.

В проведенной работе исследованы образцы с замещением по объему 10, 20, 30 и 40% песка на измельченные отходы ПВХ. При этом было использовано В/Ц=0.4 и В/Ц=0.5.

Результаты испытаний свидетельствуют о значительном снижении подвижности при содержании ПВХ более 30%. Прочность при изгибе изменяется не значительно. При этом наблюдаются пропорциональное содержанию ПВХ снижение прочности бетона при сжатии.

Список источников

1. Sadat-Shojai, M. Recycling of PVC wastes [Electronic resource] / M. Sadat-Shojai, G. Bakhshandeh // Polymer Degradation and Stability. — 2011. — Vol. 96, № 4. — P. 404-415
2. Mohammed, A. A. Some properties of concrete with plastic aggregate derived from shredded PVC sheets [Electronic resource] / A. A. Mohammed, I. I. Mohammed, S. A. Mohammed // Construction and Building Materials. — 2019. — Vol. 201. — P. 232-245

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАЧАЛЬНОГО УСЛОВИЯ В ЗАДАЧАХ КОШИ ДЛЯ ДВУМЕРНЫХ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

Стифеев Е.М., Колесник С.А.

Московский авиационный институт (НИИ), Москва

stifeev99@mail.ru

В прямых задачах механики сплошных сред, в том числе в задачах теплопроводности, математическая модель связывает причину (начальные и граничные условия, коэффициенты, уравнения) с результатом (тепловые потоки, температурные поля и т.д.).

В обратных задачах, наоборот, по результату определяют причины, которые обычно не могут быть описаны математическими моделями, что делает их часто некорректными. В таких задачах причинные характеристики определяются на основе экспериментальных данных, которые используют прямые математические модели и методы решения обратных задач.

Если на основе этих экспериментальных данных, таких как пространственно-временное распределение температур, восстанавливаются начальные условия, то такая обратная задача называется ретроспективной.

В данной работе описана методология численного решения обратных ретроспективных задач теплопроводности в двумерной области при наличии аналитического решения прямой задачи на примере (1):

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right), & x, y \in (-\infty, +\infty), t > 0, \\ u(x, y, 0) = \varphi(x, y), & t = 0, \end{cases} \quad (1)$$

из которой требуется определить *неизвестное* начальное условие $\varphi(x,y)$ по известным температурным наблюдениям: $u(x_i, y_j, t_k) = u_{ijk}, i=1, \dots, I, j=1, \dots, J, k=1, \dots, K$.

Решение построено с использованием следующих методов: метод параметрической идентификации с использованием линейно-непрерывных базисных функций, триангуляция области, метод наименьших квадратов с регуляризацией, решётчатый поиск параметра регуляризации.

Разработан алгоритм и программный комплекс, проведены вычислительные эксперименты по восстановлению начального условия, описанной выше задачи. Показано, что разработка и использование различных регуляризирующих функционалов позволяет использовать экспериментальные данные, полученные с высокой погрешностью, при этом погрешности результатов остаются в окрестности погрешности экспериментальных данных.

Решение двумерной задачи (1) по восстановлению неизвестной функции сразу двух переменных получено *впервые*. На текущий момент известны различные методы решения обратных задач по восстановлению функции только одной переменной. Для этого обобщены методы из [1-3] для одномерных случаев.

Благодарности. Работы выполняются при поддержке гранта РФФИ №22-21-00776.

Список источников

1. Формалёв В.Ф., Колесник С.А. Математическое моделирование сопряжённого теплопереноса между вязкими газодинамическими течениями и анизотропными телами. М.: ЛЕНАНД, 2019. - 320 с.
2. Колесник С.А. Идентификация компонентов тензора теплопроводности анизотропных композиционных материалов // Механика композиционных материалов и конструкций. 2012. Т. 18. № 1. С. 111-120.
3. Формалёв В.Ф., Колесник С.А., Кузнецова Е.Л. Моделирование сопряженного теплообмена в пакетах малогабаритных плоских газодинамических сопел с охлаждением // Теплофизика высоких температур. 2015. Т. 53. № 5. С. 735.

О ПРИМЕНЕНИИ СЕТЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОДНОПУТНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЛИНИИ

Супруновский А.В.¹, Жарков М.Л.²

¹*Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск*

²*Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, Иркутск*
as.irgups@gmail.com

Под железнодорожной линией мы понимаем относительно небольшую часть железнодорожной сети, которая включает несколько станций разных типов [1]. Она характеризуется количеством направлений, с которых поступают поезда, числом станций и путей на участках между ними. При однопутном сообщении поезда следуют между станциями по единственному пути в двух направлениях, поэтому такая линия имеет более сложную технологию работы по сравнению с двухпутной. Линия может иметь два и более маршрутов движения поездов. При этом продолжительность технических процессов на станциях и время движения поездов между ними подвержены воздействию множества случайных факторов.

Эффективным инструментом для моделирования подобных объектов являются сети массового обслуживания (СеМО) [2]. Они представляют собой совокупность конечного числа систем массового обслуживания (узлов), в которых заявки переходят из одного узла в другой в соответствии с заданным маршрутом. На основе этого математического аппарата авторы разработали методику моделирования работы однопутной железнодорожной линии.

Работа станций и участков между ними моделируется определенным количеством узлов СеМО. Для описания поступления разных категорий поездов (пассажирских и грузовых) используется ВМАР-поток. Для учета направления движения поездопотоков мы применяем несколько типов заявок. Для исследования получаемой СеМО разработана ее имитационная модель на основе дискретно-событийного подхода к моделированию и методов Монте-Карло. Она реализована в виде программного комплекса и позволяет определить показатели эффективности выбранной СеМО.

В докладе будет более подробно представлены методика и программный комплекс, а также их применение для оценки пропускной способности Северомуйской линии Байкала Амурской магистрали. Мы обсудим результаты вычислительных экспериментов и выработанные на их основе рекомендации по совершенствованию работы этого объекта.

Список источников

1. Акулиничев В.М., Кудрявцев В.А., Корешков А.Н. Математические методы в эксплуатации железных дорог. М.: Транспорт, 1981. 223 с.
2. Жарков, М. Л., Супруновский А. В. О моделировании железнодорожных узлов на основе теории массового обслуживания // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2022. № 1(25). С. 120–132.

ПОВЕДЕНЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕТОДАМИ КВАНТОВОЙ СЕМАНТИКИ. ЧАСТЬ 1: ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ КОГНИТИВНЫХ ВОЛН

Суров И.А.

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

ilya.a.surov@itmo.ru

Прогнозирование коллективного поведения является одной из основных задач анализа данных. Применяемые для этого методы (например, агентного моделирования) обычно предполагают рациональность действующих лиц. В действительности, напротив, поведение человека часто отклоняется от рациональности под влиянием бессознательных побуждений, предубеждений и аффектов [1]. Устранение этого расхождения требует разработки моделей принятия решений, более точно имитирующих естественное мышление.

В докладе представлен подход к решению этой задачи на основе квантовой теории вероятности, согласно которому когнитивные единицы представляются волновыми состояниями. Ключевой особенностью этого подхода является комплекснозначная структура волновых когнитивных состояний и амплитуд переходов между ними. Фазовые параметры этих величин не определяются вероятностями решений однозначно, но связаны с ними косвенно посредством интерференции когнитивных волн. Это свойство позволяет количественно моделировать субъективность действующих лиц, игнорируемую в классических подходах. Фазовые параметры при этом подчиняются смысловым закономерностям, отражающим функциональные соотношения контекстов принятия решений. Математический формализм квантовой теории и физики волн позволяет использовать эти закономерности для вероятностного прогнозирования решений, в том числе иррациональных [2].

В первой части доклада изложены принципы этого подхода, а также впервые представлены результаты его применения для серии экспериментов "Дилемма заключённого". В соответствии с обнаруженным ранее феноменом фазовой стабильности (там же) установлено, что разность фаз между интерферирующими когнитивными волнами находится в диапазоне $104 \pm 11^\circ$. Как и для Двухэтапной игровой задачи, эта закономерность позволяет предсказывать исходы новых экспериментов с высокой точностью. Кроме того, обнаруженная близость значений фазовых параметров в этих экспериментах позволяет прогнозировать вероятности принятия решений в Дилемме заключённого на основе данных о Двухэтапной игровой задаче и наоборот. Эта закономерность расширяет возможности семантических методов поведенческого моделирования.

Список источников

1. Ардашев, Р.Г. Иррациональность общественного сознания // Гуманитарный вектор. 15, 76–84 (2020).
2. Суров И.А. и др. Quantum Phase Stability in Human Cognition // *Frontiers in Psychology* Vol. 10. (2019).

ПОВЕДЕНЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕТОДАМИ КВАНТОВОЙ СЕМАНТИКИ. ЧАСТЬ 2: ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ КУБИТНЫХ СОСТОЯНИЙ

Суров И.А.

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

ilya.a.surov@itmo.ru

Одним из основных требований к прогнозно-аналитическим системам и системам поддержки принятия решений является их интерпретируемость, т.е. возможность объяснить ответ пользователю системы. Для нейросетевой парадигмы это требование представляет большую проблему, т.к. алгоритмы на этой основе обычно работают в режиме т.н. чёрного ящика, выдача которого не понятна ни пользователям, ни разработчикам системы. Этот недостаток является критическим для многих актуальных задач [1].

Подход к поведенческому моделированию на основе закономерностей квантово-волновой логики открывает пути решения этой проблемы. Как показано в первой части доклада, модели этого типа устанавливают и используют высокоуровневые смысловые закономерности поведения сколь угодно сложных систем, не входя в их детальное описание. Тем не менее, используемые при этом фазовые параметры также требуют интерпретации в терминах естественного мышления. Эта т.н. "проблема фазы" является одной из основных трудностей в развитии квантовой когнитивистики.

В докладе представлено решение этой проблемы для простейшего класса квантовых моделей на основе кубитных состояний. Такая модель, описывающая принятие двухвариантных решений типа да - нет, интерпретируется в эмоционально-смысловых категориях и охватывает большое разнообразие поведенческих ситуаций [2]. Установлено соответствие между фазовыми параметрами этой модели и интерференционной фазой, закономерности которой рассмотрены в первой части доклада. По сравнению с волновой моделью кубитная модель позволяет получить более высокую точность прогнозирования для обоих рассмотренных экспериментов. Показано, что контексты принятия решений в каждом случае соответствуют смысловым классам проблема - действие - результат, образующим фундаментальную смысловую триаду [3]. Полученный результат открывает возможности для создания интерпретируемых методов поведенческого моделирования и семантического анализа данных.

Список источников

1. Kaur D. et al. Trustworthy Artificial Intelligence: A Review // ACM Computing Surveys. 2023. Vol. 55, № 2.
2. Суров И.А. Какая разница? Прагматическая формализация смысла // Искусственный интеллект и принятие решений. 2023. № 1. Р. 78–89.
3. Суров И.А. Жизненный цикл: смысловая матрица процессного моделирования // Онтология проектирования. 2022. Vol. 12, № 4. Р. 430–453.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ СИСТЕМЫ

Тасейко О.В.^{1,2}, Москвичев В.В.², Постникова У.С.^{1,2}

¹*СибГУ имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск*

²*Федеральный исследовательский центр Информационных и вычислительных технологий,
Красноярск*

taseiko@gmail.com

Классификация существующих категорий рисков является задачей нерешенной до настоящего времени. Несмотря на множество существующих подходов к классификации большая часть из них является формальным перечислением видов и групп рисков и не облегчает дальнейшую работу с ними. Отсутствие общей концепции развития системы оценки рисков приводит к возникновению огромного множества пересекающихся, но не идентичных определений, причем различия в терминах не всегда приводят к разным методам оценки или учету новых опасных факторов, но препятствуют развитию единой системы оценки рисков. В настоящей работе предложен подход совмещения нескольких классификаций видов и групп риска с точки зрения их дальнейшего учета при разработке комплексного подхода к их оценке. С-П-Т система промышленного региона представляется в виде функции базовых рисков, включающей потенциальные и реализованные стратегические риски социосферы, экосферы и техносферы. Получение общей комплексной аддитивной модели для рисков реализованных и потенциальных нецелесообразно, поскольку эти риски имеют разную природу используемых при их оценке моделей. Но, с точки зрения решения задачи управления, необходим учет обеих категорий рисков.

Для регионов Сибири основными опасными процессами и явлениями, формирующими риски территориального развития, являются загрязнение окружающей среды, опасные ЧС природного и техногенного характера, климатические условия, формирующие угрозы для жизни и здоровья людей. В работе выполнена оценка базовых рисков социосферы, техносферы и экосферы промышленных регионов СФО как для потенциальных, так и для реализованных опасных явлений и происшествий. Оценка рисков реализованных выполнялась преимущественно с использованием моделей, рекомендуемых нормативными документами. Для оценки рисков потенциальных использовались соотношения и модели, полученные на основе анализа статистических данных мониторинга опасных явлений и процессов. Оценка комплексного риска выполнялась с учетом всех вероятностей неблагоприятных событий, сопровождающих их ущербов и показателей защищенности социо-, техно-, экосфер промышленных регионов СФО.

Выявление факторов, вносящих наибольший вклад в формирование комплексных рисков потенциальных и реализованных опасных событий и явлений, позволило разработать рекомендации по снижению территориальных рисков.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕГИОНОВ: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Трофимов И.Л., Трофимов Л.Н.

Институт систем энергетики им. Мелентьева СО РАН, Иркутск

t_john88@mail.ru

В исследованиях развития объединенных ЭЭС требуется анализ энергетической инфраструктуры регионов, координатная привязка населенных пунктов, рассматриваемых в качестве энергообъектов-потребителей, обработка их технико-экономических показателей. Будут рассмотрены возможные варианты применения существующих нейросетей для анализа энергетической инфраструктуры регионов, их сравнение с традиционными исследованиями: преимущества и недостатки.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КРИОГЕННОЙ СИСТЕМОЙ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ МАГНИТОВ НА ОСНОВЕ МЯГКИХ И КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Ульянов С.В., Зрелов П.В., Решетников А.Г., Зрелова Д.П.

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

agreshetnikov@gmail.com

Работа посвящена представлению программно-алгоритмической платформы интеллектуального управления (на примере квантовых самоорганизующихся регуляторов в контуре управления) для аппаратной части действующей системы управления технологическим процессом охлаждения сверхпроводящих магнитов с гарантированным достижением устойчивой зоны сверхпроводимости.

Основной идеей применения интеллектуального управления является разработка унифицированного инструментария для проектирования встраиваемых самоорганизующихся интеллектуальных контроллеров в физическую установку с целью повышения эффективности и надежности ее функциональности и эксплуатации. При этом обеспечиваются оптимальные параметры качества управления, такие как температура, расход азота, быстродействие, требуемый уровень давления и минимальная сложность реализации управления.

В данной работе рассматриваются информационные технологии проектирования интеллектуальных систем управления на основе нечеткой логики, нейронных сетей, генетических алгоритмов и квантовых вычислений. Представлено описание действующей системы дистанционного управления со встроенными самоорганизующимися квантовыми регуляторами. В материалах на примере расхода азота рассматривается и обосновывается выбранная структура интеллектуальной системы управления, экспериментально продемонстрирована работоспособность и эффективность разработанной интеллектуальной системы управления на технологиях квантовых мягких вычислений.

Результаты исследований и экспериментов подтверждают, что разработанный инструментарий, основанный на мягких и квантовых вычислениях, является эффективным инструментом, а разработанного программного инструментария позволяет:

- 1) осуществить принцип проектирования оптимальной ИСУ с максимальным уровнем надежности и управляемости сложным ОУ в условиях неопределенности исходной информации;
- 2) сократить до требуемого минимума необходимое количество датчиков сбора и передачи информации, как в контуре управления, так и в измерительной системе без потери точности и качества управления.
- 3) эффективно применять для плохоформализованных и слабоструктурированных объектов управления, извлекая знания непосредственно из сигналов с реального физического объекта.
- 4) не изменяя нижний уровень системы управления повысить её робастность и эффективность

ТЕЗАУРУС ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ ФИЦ ИВТ

Федотова О.А., Барахнин В.Б.

*Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий
(ФИЦ ИВТ), Новосибирск*

o4f8@mail.ru

Доклад посвящен описанию тезауруса по информационным технологиям, разработанному в рамках целевой программы развития информационных ресурсов «Электронная библиотека Сибирского отделения РАН». Для реализации тезауруса была выбрана схема данных Zthes, главное преимущество которой состоит в ее соответствии модели сетевого протокола Z39.50, что позволяет не только работать с собственным локальным тезаурусом, но и подключать при необходимости тезаурусы, расположенные в сети Интернет, при этом в схему данных Zthes нами добавлены новые элементы. В настоящий момент тезаурус реализован на трех языках: русском, английском, казахском – и содержит свыше 20 000 терминов. Тезаурус активно используется для автоматической связи документов в электронной библиотеке, созданной и эксплуатируемой в ФИЦ ИВТ, а также студентами НГУ, изучающими информационные технологии.

АЛГОРИТМ ПРОДОЛЖЕНИЯ МУЗЫКАЛЬНОГО РЯДА НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА

Фомин Д.А.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
Санкт-Петербург
demetrey@ro.ru

Автоматизация генерации музыкальных композиций может быть сведена к предсказанию последовательностей нот, звуков (волн). Несмотря на существование четкой формализации основ составления музыкальных композиций, правила эти нередко нарушаются самими композиторами, поэтому воссоздать процесс сочинения мелодии человеком крайне проблематично. Такая задача, как правило, решается нейросетевыми методами, позволяющими строить предсказание последовательности нот на основе обучающей выборки, представляющей собой результаты человеческой мыслительной деятельности. Однако, если представить музыкальную композицию как временной ряд (поступательного изменения амплитуды сигнала), являющегося суммой амплитуд звуковых волн (рис. 1), возникает вопрос о возможности генерации «продолжения» исходного фрагмента методами прогнозирования нестационарных временных рядов.

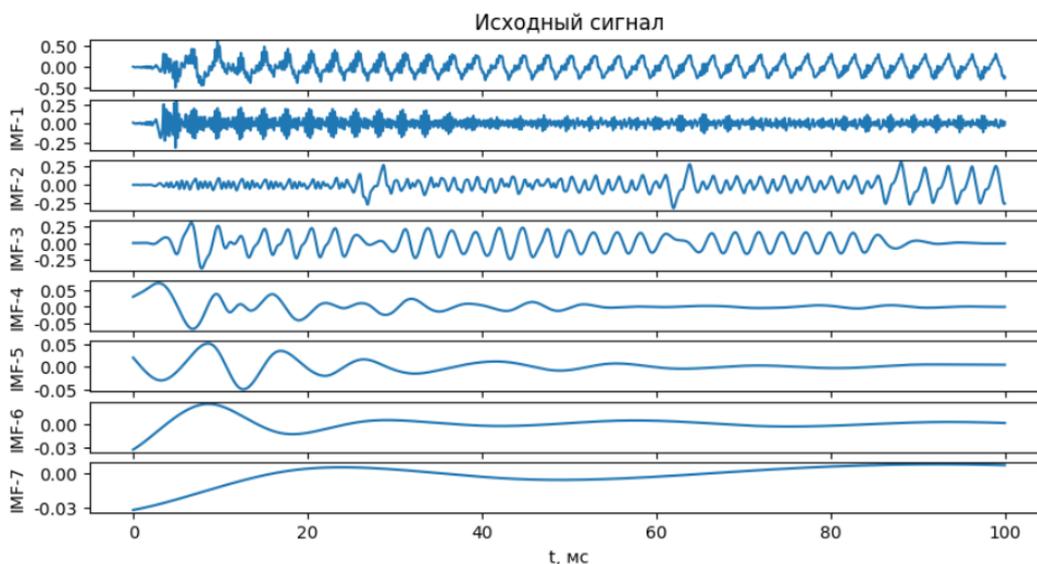


Рис. 1. Представление осциллограммы фрагмента аудиофайла (исходный сигнал) и декомпозиции данного временного ряда на эмпирические моды по методу EMD [1]

Целью работы, в связи с этим, является построение алгоритма прогнозирования нестационарного временного ряда амплитуды звукового сигнала, и, следовательно, решение вопросов определения «наилучших» окна и горизонта прогноза.

Основной результат исследования представляет собой модель построения прогноза исходного временного ряда на основе совокупности алгоритмов декомпозиции [1] и прогнозирования [2], выводы о границах применимости рассмотренных подходов для решения данной задачи.

Список источников

1. Huang N. E. Shen Z., Long S. R., Wu M. C., Shih H. H., Zheng Q., Yen N.-C., Tung C. C., and Liu H. H. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis. Proceedings of R. Soc. London, Ser. A, 1998. 454 с.
2. Hyndman, R. J. Forecasting: principles and practice / R. J. Hyndman, G. Athanasopoulos. – Monash University, Australia, 2018. – 504 с.

МОДЕЛЬ ВЫБОРА ПРИОРИТЕТОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ПУНКТОВ ОКАЗАНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ПОМОЩИ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Хребтова Т.П.¹, Ерженин Р.В.²

¹*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск*

²*ООО «Криста-Иркутск», Иркутск*

tasya132002@gmail.com

Доступность медицинской помощи в сельской местности является важнейшей проблемой организации здравоохранения, влияющей на качество жизни сельских жителей, составляющих почти 26 % населения страны.

Ежегодно в сельской местности вводится в эксплуатацию в среднем 1-2 тыс. медицинских пункта (фельдшерско-акушерских пунктов (ФАП), амбулаторий и т.п.). Увеличение числа медицинских пунктов на селе одновременно сопровождается ростом количества пунктов, переходящих в аварийное состояние и требующих сноса. В сложившихся условиях существует постоянная проблема принятия решений в выборе населенного пункта, наиболее нуждающегося в постройке нового здания для медицинского пункта или в ремонте существующего.

Для решения сложной проблемы многокритериального выбора объектов капитального строительства (реконструкции) или объектов недвижимого имущества, в которых необходимо осуществить капитальный ремонт, предлагается использовать принципы антагонистических игр и гарантированного результата. Модель многокритериального выбора позволяет обозначать отношения на множестве частных критериев в виде весовых коэффициентов важности и, одновременно, учитывать априорные предпочтения ЛПР на множестве альтернатив в виде частичного порядка. Множество критериев включает: транспортную доступность; возраст и износ здания; укомплектованность медперсоналом; наличие водоснабжения, канализации, отопления и связи.

Предложенная методика решения задачи многокритериального выбора может быть использована для формирования базы знаний экспертной системы, предназначенной для помощи принятия решений в выборе приоритетов при организации пунктов оказания медицинской помощи в сельской местности.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНЫХ 3D-АТЛАСОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Чубруков Ф.В., Малышев А.А., Дулепов П.К.

Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова, Москва
FVChubrukov@vniia.ru

Повышение качества изготовления изделий и увеличение производительности труда в современном высокотехнологичном производстве электронных приборов сложно представить без внедрения цифровых инструментов в производственный процесс. В статье представлен материал по разработке 3D-атласа технологического процесса производства электронного прибора, обеспечивающего исполнителю наглядное представление выполняемых операций, используемого инструмента и соблюдение необходимых требований по охране труда.

3D-атлас технологического процесса – это виртуальное и интерактивное представление каждой операции, производимой в технологическом цикле изготовления изделия, с указанием необходимого для ее выполнения инструмента и оборудования, согласно технологической карте. Описаны основные этапы процесса разработки 3D-атласа типового технологического процесса изготовления электронного прибора, включающего большое количество ручных операций. 3D-атласы могут использоваться для обучения сотрудников технологическим процессам производства новых изделий, для подготовки персонала к различным видам работ по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования, в том числе связанным с опасностью для жизни людей и сохранностью дорогостоящего оборудования. Описываемая в статье технология создания 3D-атласов также может использоваться для осуществления удаленного обучения персонала.

В статье показана возможность разработки 3D-атласов с использованием отечественных и свободно распространяемых программных продуктов доступных на операционной системе Astra Linux, что особенно актуально в современных реалиях, особенно для предприятий ОПК.

Разработка проведена с использованием отечественной программной платформы Unigine 2, что особенно актуально в современных реалиях, особенно для предприятий ОПК.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СИГНАЛА В ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Япаров Д.Д.

Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск
iaparovdd@susu.ru

Работа посвящена методам решения задачи восстановления сигнала в динамических системах, возникающие при управлении техническими системами, связанными с быстропротекающими энергоемкими процессами, когда для оценки текущего состояния системы необходимо обладать информацией об исходном сигнале или значениях параметров модели физического процесса, которые возможно определить только на основе выходных сигналов, поступающих с различных датчиков. В работе представлены результаты сравнительного анализа численных методов восстановления сигнала, основанных на различных регуляризирующих подходах. В первом методе регуляризация осуществляется за счет эффекта саморегуляризации. Основная идея первого метода заключается в построении конечно-разностной схемы, обладающей эффектом саморегуляризации [1]. Идея второго метода заключается в переходе к конечно-разностной явной схеме, включающей аддитивный стабилизирующий функционал [2].

Сравнительный анализ осуществлялся путем проведения вычислительных экспериментов, когда восстановленный сигнал сравнивался с тестовыми значениями. Тестовые функции формировались на основе имитационного моделирования. Выявлены области применения каждого из методов, подтверждена устойчивость вычислительных схем относительно различных уровней шума, а также получены оценки погрешности численных решений. Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что предложенные методы снижают негативное влияние шума на восстановление сигнала в динамических системах.

Список источников

1. Япаров Д.Д., Шестаков А.Л. Метод восстановления входного сигнала в динамических системах на основе дискретной модели с исключением корректирующих обратных связей // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2022. Т. 22, № 4. С. 56–66.
2. Япаров Д.Д., Шестаков А.Л. Численный метод обработки результатов динамических измерений // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2021. Т. 21, № 4. С. 115–125.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛООВОГО ИСТОЧНИКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТА ПО ДИНАМИЧЕСКИМ ГРАНИЧНЫМ ИЗМЕРЕНИЯМ

Япарова Н.М., Капелюшин Ю.Е.

Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск
iaparovnm@susu.ru

В статье рассмотрена задача идентификации внутреннего теплового источника и оценки его влияния на изменения температуры контролируемого объекта. Проблема идентификации теплового источника возникает при тепловом контроле передачи электроэнергии, при термообработке, при неразрушающем контроле зданий, конструкций и материалов. Математическая модель теплопереноса внутри объекта представлена уравнением теплопроводности с неизвестной функцией источника и граничными условиями, сформированными из результатов зашумленных температурных измерений. В статье предложен подход к идентификации внутреннего теплового источника, основанный на переходе от обратной задачи к интегральному уравнению, численный метод его решения, а также алгоритм расчета нестационарных внутренних тепловых полей, формируемых под влиянием внутреннего теплового источника. Устойчивость методов относительно погрешности исходных данных обеспечивается выбором параметров регуляризации. В статье приведены оценки погрешности методов, найденные в результате сравнительного анализа вычисленных температур и тестовых значений. Полученные результаты свидетельствуют о том, что предложенные методы снижают негативное влияние шума на точность обработки данных и позволяют определять внутренне тепловое состояние объекта из косвенных измерений.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (государственное задание №FENU-2021-0014)

Содержание

Firoz Neda, Берестнева О.Г., Аксенов С.В.	Multimodal depression detection: integrating LSTM and fuzzy logic for accurate diagnosis	2
Абдувалиев Абдумурод Абдумутал угли	Применение виртуальной реальности для обучения пожарной безопасности	3
Абрашова Е.В., Платонов А.В.	Использование методики блоков внимания для исследования возможности улучшения качества распознавания и кластеризации изображений с применением анализа независимых компонент	5
Авдюшина А.Е., Королёва Ю.А., Бессмертный И.А.	Применение методов географического информационного поиска для анализа новостных данных	6
Аверина Т.А., Моисеев С.И., Серебрякова Е.А.	Применение случайных марковских процессов для продвижения товаров и услуг в условиях конкуренции	7
Алдошкина А.М., Пенькова Т.Г., Ноженкова Л.Ф.	Поддержка принятия решений в территориальном управлении на основе метода интегрального оценивания качества жизни (на примере Красноярского края)	8
Алексеюк В.Э., Клер А.М., Левин А.А., Хан П.В.	Эффективная методика настройки математических моделей по результатам выполненных теплофизических экспериментов	10
Алексеюк В.Э., Клер А.М.	Оптимизация конструкции и теплогидравлический расчет кольцевой тепловой сети	11
Антипов А.Л., Труфанов А.И.	Онтология целевой комплексной программы организации авиационной деятельности в условиях действия активной чужеродной среды	12
Аршинский Л.В., Гармышев В.В., Михеев М.С., Сафонов С.В.	Комплексная оценка пожарной опасности на территории Иркутской области	13
Асалханов П.Г., Бендик Н.В., Федурина Н.И.	Формирование цифрового образовательного контента Иркутского ГАУ	14
Аушев В.М.	Программная реализация быстрого метода мультиполей и сравнение с методом Барнса – Хата	15
Баранов Н.А.	Восстановление вектора скорости ветра по данным лидарного зондирования методом сплайн-аппроксимации	16
Баркалов С.А., Курочка П.Н., Аверина Т.А.	Гибкие правила приоритета работ	17
Баркалов С.А., Курочка П.Н., Серебрякова Е.А.	Алгоритм построения оценки компетентности экспертов	18
Барсукова М.Н., Иваньо Я.М., Цыренжапова В.В.	Особенности моделирования производства аграрной продукции в разных природно-климатических условиях	19
Бахтиева Л.У., Нгуен Тхи Тху	О применимости математической модели Нобла к исследованию потенциала действия клеток миокарда	20

Бердников В.М., Осипчук Е.Н., Абасов Н.В.	Формирование прогностических оценок природообусловленных факторов энергетики с помощью нейронной сети	21
Боголюбов В.М., Бахтияева Л.У.	Имитационная модель параметрически возбуждаемого модуляционного микромеханического гироскопа	22
Борисоглебская Л.Н.	Применение технологии цифрового двойника в коммерческих сетях	23
Бузина Т.С., Иванько Я.М., Белякова А.Ю.	Параметрическая оптимизация получения продовольственной продукции на разных уровнях агрегирования	25
Быков Н.В., Кульметьева В.А.	Имитационная модель транспортного потока, включающая агентов-перехватчиков	26
Бычков И.В., Клименко О.А., Рычкова Е.В., Шабальников И.В.	Вопросы ресурсов корпоративной информационной системы СО РАН: история и современное состояние	27
Варламов О.О., Адамова Л.Е.	Большие знания: расширение областей применения миварных технологий логического ИИ	28
Виноградов Г.П., Шаронов Д.А.	Моделирование алгоритмов позиционирования в сенсорной сети на основе DV-NOP	30
Власевский А.А.	Предиктивная аналитика при построении цифровых двойников	31
Волков И.А., Вольфенгаген В.Э.	Проблемы семантической безопасности в системах сбора и анализа данных (АСУТП- BigData. Мониторинг интернет вещей)	33
Ворожцова Т.Н., Пестерев Д.В.	Структура и компоненты научного портала знаний для исследований энергетики	34
Гальперова Е.В., Кононов Ю.Д.	Методический подход и модели для численной оценки ценовой эластичности спроса на электроэнергию в прогнозных исследованиях энергопотребления	35
Гасан В.С., Абасов Н.В., Осипчук Е.Н.	Мониторинг и накопление данных в информационно-прогностической системе ГеоГИПСАР	36
Гаськова Д.А.	Инженерия знаний при построении цифрового двойника изолированной энергосистемы	37
Говорков А.С.	Аспекты моделирования производственных процессов в рамках производственной системы предприятия	38
Гонченко А.С.	Бифуркации возникновения дискретных аттракторов Лоренца в отображениях с осевой симметрией	39
Гонченко С.В.	Три типа динамического хаоса	40
Городилов Д.В., Салтыков И.Е., Иванов К.С.	Разработка платформы для автоматизации расчетов в задачах гидродинамики	41
Гринберг Э.Я., Верзин Е.А.	Разработка и апробация методики картирования знаний для блока разведки и добычи Газпромнефти	43
Грищенко А.А., Сулейманова Е.М., Виноградова Л.В., Сысоев И.В.	Поиск связанности с помощью математических методов в мозге крыс-моделей лимбической эпилепсии	45
Груздева А.С., Бессмертный И.А.	Метод анализа коротких текстов и перспективы его применения в решении задач управления	47
Гуськов А.Е.	Методика анализа научного ландшафта в области Computer Science	48

Долинина А.Ю., Сысоев И.В., Сысоева М.В.	Нелинейность процесса эпилептической активности	49
Дорогов А.Ю.	Быстрые преобразования и самоподобные нейронные сети глубокого обучения	50
Дородных Н.О., Николайчук О.А., Столбов А.Б., Юрин А.Ю.	Концепция и прототип инструментального средства создания задачно-ориентированных интеллектуальных помощников	51
Дородных Н.О., Юрин А.Ю., Амирасланов И.В.	Программное средство извлечения сущностей из семантически аннотированных табличных данных	52
Егоров Н.М., Сысоев И.В., Сысоева М.В.	Моделирование нейроподобной активности средствами аналоговой схмотехники	54
Ежова З.В., Портоне С.С., Миронова Е.Ю., Семенов О.И., Миронов А.Ю.	Реинжиниринг бизнес-процесса проведения физического эксперимента в области управляемого термоядерного синтеза	55
Елисеев В.Л., Брагин Д.С.	Разработка модели защищенной системы доверенного терминального доступа к облачным рабочим местам с учетом перспективных квантовых угроз	56
Елисеев В.Л., Ван Сюэчунь	Применение функции взаимной корреляции в качестве характеристики динамики нестационарных, нелинейных объектов и нейросетевых моделей	57
Ерлыгин В.С., Труфанов А.И.	Устойчивое развитие крупной FMSG компании на удаленных территориях: сетевой подход	58
Зарубин К.А., Труфанов А.И.	Выявление чувствительности сетевых метрик в стилометрии русскоязычных литературных произведений	60
Зеленков Д.В., Труфанов А.И.	Разработка средств визуализации сетевых исследований природных систем	62
Измайлова Ю.А., Марчевский И.К.	Программный комплекс VM2D для решения плоских задач гидродинамики и гидроупругости: текущее состояние и перспективы.	64
Ильюшин А.С., Абдоллазаде М.А., Аношко А.Ф., Джафари Г.М., Жуков А.В., Куулар Э.К., Труфанов А.И., Хритова М.А.	Сетевой анализ сейсмических волн	66
Исаев С.В.	Выделение групп пользователей Интернет для обнаружения внутренних источников киберугроз	67
Исаева О.С.	Построение цифрового профиля устройств Интернета вещей	68
Калянов Г.Н., Лукинова О.В.	Методологические аспекты выявления ошибок в процессах управления инженерными сетями	69
Карпов В.Э.	Об одной модели социального паразитизма в групповой робототехнике	70
Когай А.Д., Дмитриева М.А.	Экспериментально-теоретический подход оценки параметров макрокинетики гидратации многокомпонентных цементных систем	72

Колпинский С.В., Елисеев В.Л.	Алгоритм инкрементного построения архитектуры искусственной нейронной сети для реализации булевой функции	73
Коркина Е.С., Колосок И.Н.	Анализ кибербезопасности компонентов кибер-физической системы с учетом механизма и кинетики нежелательных событий	74
Коробко А.В.	Архитектура и приложения No-code платформы построения прикладных VI-систем	76
Коробова И.А., Марчевский И.К.	О моделировании плоских течений вязкой жидкости вихревыми методами в программном комплексе VM2D	77
Королева М.Н., Лахтин С.Е.	Этические принципы систем искусственного интеллекта и буддизм	78
Косяков Д.В.	Цифровые двойники для установок класса мегасайенс: примеры и перспективы	79
Коценко А.А., Варламов О.О.	Подход к созданию методики автоматической генерации миварной базы знаний трехмерного логического пространства	81
Коценко А.А., Варламов О.О.	Подход к созданию методики планирования маршрутов роботов в трехмерном логическом пространстве на основе миварных технологий	82
Кочков Н.В.	Критерии роста и падения криптовалюты	83
Кудрявцева О.В.	Структурная перестройка российской экономики: вызовы для устойчивого развития	84
Кузнецова А.С., Пушкарев А.А., Краснощеков К.В., Якубайлик О.Э., Ерунова М.Г.	Геоинформационное обеспечение системы аграрного мониторинга морфометрическими характеристиками рельефа	85
Кузьменко В.В., Гаврилов Д.А.	Использование возможностей программы MedCalc для расчета границ сравнения фракций холестерина	87
Кузьмин В.Р.	Язык управления знаниями в многоагентной интеллектуальной среде для исследований устойчивости энергетических и экологических систем	88
Кулик В.А., Маркелов И.А., Авдюшина А.Е.	Разработка геоинформационной модели для решения задач цифровизации сельских районов	89
Куликов В.В., Куцый Н.Н., Осипова Е.А.	Анализаторы чувствительности регулятора с ШИМ при переключении его параметров	90
Курашкин С.О., Серегин Ю.Н., Мурыгин А.В.	Моделирование тепловых процессов в металлоконструкциях	91
Курейчик В.В., Бова В.В.	Научная школа биоинспирированных методов. Биоинспирированный метод оптимизации, основанный на поведении социальных пауков	93
Лаврентьев Н.А., Родимова О.Б., Фазлиев А.З.	Информационная система GrafOnto. Поиск и интеграция научных графиков, контроль качества и статистика научных графиков и рисунков	94
Логинов Е.Л., Грабчак Е.П.	Проблемы ресурсного планирования в энергетике России в условиях нелинейного изменения экспортно-импортных поставок и ценовой волатильности	97
Максаков Н.В., Иванов Р.А.	Система обработки и визуализации результатов мониторинга данных стенда солнечных панелей	99

Малимонов М.И., Якубайлик О.Э.	Визуализация и анализ данных метеорологического температурного профилемера	101
Малимонов М.И.	Система учета заявок для ИТ-подразделений КНЦ СО РАН	102
Малиновцев И.А., Массель А.Г.	Реинжиниринг программного комплекса «КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»	103
Марчевский И.К., Колганова А.О., Рятина Е.П.	Об сочетании современных алгоритмов и вычислителей на примере моделирования в задачах гидродинамики и гидроупругости, решаемых вихревыми методами	104
Марчевский И.К., Серафимова С.Р.	Разработка и программная реализация алгоритмов вычисления интегралов от логарифмического и ньютоновского потенциала и их градиентов по отрезкам и треугольникам	105
Массель А.Г.	Цифровые двойники в энергетике: концепция построения	107
Массель А.Г., Мамедов Т.Г.	Интеграция когнитивных и математических моделей в прогнозных исследованиях топливно-энергетического комплекса РФ	108
Массель А.Г., Цыбиков А.Р.	Сравнение методов машинного обучения для предсказания данных в цифровом двойнике солнечной электростанции	109
Массель А.Г., Щукин Н.И.	Разработка подсистемы визуализации в цифровом двойнике ветровой электростанции	110
Массель Л.В.	Методологический подход к исследованиям устойчивости энергетических и социо-экологических систем	111
Массель Л.В.	Современные тренды искусственного интеллекта и экосистема знаний в энергетике	112
Милантьев С.А., Святкина В.И., Бессмертный И.А., Зайченко К.В.	Анализ снимков кожных новообразований с применением комбинированной архитектуры сверточных нейронных сетей	114
Михеев М.А., Михеев А.В.	Разработка Web-инструментария для визуализации развития направлений научных исследований	116
Надирадзе А.Б.	Применение темпоральных баз данных в многовариантных расчетах	117
Надирадзе А.Б.	Персональная система визуальной индексации файлов	118
Надирадзе А.Б., Червонная М.А.	Оптимизация вычислений по методу трассировки лучей Монте-Карло с использованием выборок по значимости	119
Ничепорчук В.В.	Технология проектирования управляющих систем природно-техногенной безопасности	120
Осипов Г.В.	Фазовая модель спайковой и берстовой активности нейрона	121
Пашинин А.А., Опарин Г.А., Богданова В.Г.	Инструментальные средства автоматизации разработки и применения пакета прикладных микросервисов	122
Первушина А.А., Марухина О.В.	Определение эпидемиологической опасности и прогнозирование распространения COVID-19 в странах мира на основе открытых данных	123
Пестерев Д.В.	Применение паттернов проектирования онтологий в исследованиях устойчивости энергетических и экологических систем	124
Петрова С.А., Иванько Я.М.	Моделирование циклов для прогнозирования биопродуктивности сельскохозяйственных культур	125
Пискунова В.М.	Формирование модели Ново-Иркутской ТЭЦ для оценки надежности энергоснабжения	126

Поддубный И.А., Пестова Ю.В., Николайчук О.А.	Анализ мест отдыха оз. Байкал на основе информации из социальных сетей	127
Полковская М.Н.	Планирование производства растениеводческой продукции с учетом оптимального севооборота	128
Попова О.М., Драчев П.С.	Формирование базы данных Regions	129
Постникова У.С., Тасейко О.В.	Анализ опасных природных явлений на основе риск-ориентированного подхода	130
Прокудина Л.А., Вихирев М.П.	Математическое моделирование неустойчивости течения неизотермической жидкой пленки	132
Пушкарев А.А., Кузнецова А.С., Кадочников А.А., Ерунова М.Г., Якубайлик О.Э.	Разработка модулей каталогизации и визуализации данных в системе аграрного мониторинга	133
Пшеничный К.А.	Опыт формализации предметных областей в науках о Земле средствами теории совокупностей	135
Родзин С.И., Родзина О.Н.	Метаэвристики, инспирированные природой: современное состояние, классификация, тестирование и области применения	136
Ротанова И.Н., Байкалова Т.В., Вагнер А.А., Гайда В.В., Юнаков В.С.	Формирование регионального геоинформационного ресурса в Алтайском крае	137
Серебрякова Е.А.	Схема ресурсного управления для обеспечения объектов строительной инфраструктуры	138
Сиротинин А.А.	Оптимизация беспроводной внутренней сети для использования технологии Интернета вещей	139
Смирнов С.В., Семенова В.А.	Эффективность редукции ограничений существования свойств в задаче идентификации признаков объекта	140
Снимщикова И.А., Плотникова М.О., Честнихина А.Д.	Современная парадигма лично-ориентированных технологий профессионального медицинского образования	141
Сокольникова С.Р., Сюй Сяошу, Дмитриева М.А.	Оптимизация состава бетонной смеси с добавлением отходов ПВХ	142
Стифеев Е.М., Колесник С.А.	Математическое моделирование восстановления начального условия в задачах коши для двумерных параболических уравнений	143
Супруновский А.В., Жарков М.Л.	О применении сетей массового обслуживания для оценки пропускной способности однопутной железнодорожной линии	144
Суров И.А.	Поведенческое прогнозирование методами квантовой семантики. Часть 1: интерференция когнитивных волн	145
Суров И.А.	Поведенческое прогнозирование методами квантовой семантики. Часть 2: интерференция кубитных состояний	146
Тасейко О.В., Москвичев В.В., Постникова У.С.	Разработка алгоритма управления рисками развития социально-природно-техногенной системы	147
Трофимов И.Л., Трофимов Л.Н.	Применение нейросетей для анализа энергетической инфраструктуры регионов: преимущества и недостатки	148

Ульянов С.В., Зрелов П.В., Решетников А.Г., Зрелова Д.П.	Интеллектуальная система управления криогенной системой сверхпроводящих магнитов на основе мягких и квантовых вычислений	149
Федотова О.А., Барахнин В.Б.	Тезаурус по информационным технологиям ФИЦ ИВТ	150
Фомин Д.А.	Алгоритм продолжения музыкального ряда на основе прогнозирования нестационарного временного ряда	151
Хребтова Т.П., Ерженин Р.В.	Модель выбора приоритетов при организации медицинских пунктов оказания первичной помощи в сельской местности	152
Чубруков Ф.В., Мальшев А.А., Дулупов П.К.	Разработка интерактивных 3D-атласов производственных операций изготовления изделий на основе отечественного программного обеспечения	153
Япаров Д.Д.	Сравнительный анализ методов восстановления сигнала в динамических системах	154
Япарова Н.М., Капелюшин Ю.Е.	Идентификация внутреннего теплового источника и определение теплового состояния объекта по динамическим граничным измерениям	155