



Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И УПРАВЛЕНИИ

ТЕЗИСЫ XXIX Байкальской
Всероссийской конференции
с международным участием
28 июня - 7 июля

Иркутск - Байкал 2024

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

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

29 июня – 8 июля

2024

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ С ОГРАНИЧЕНИЕМ ПО ВРЕМЕНИ В ЗАДАЧАХ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОСТАВОК ТОВАРОВ

Бахвалов С.В., Маланова Т.В.

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

В современных условиях затраты на перевозку продукции зачастую являются существенными в связи со значительной удаленностью поставщиков и потребителей. Для многих предприятий характерно планирование перевозок на какой-либо срок, например, на год, в этом случае планирование осуществляется по месяцам, неделям и т.п. При этом некоторые пункты потребления могут быть доступны не всегда, например, в северных районах или там, где дорога отрезана во время ледостава или таяния льда. Перевозка товаров может осуществляться рейсами, характеризующихся затратами времени t_{ij} (от i -го поставщика к j -му потребителю) и стоимости. Каждый рейс имеет заданный объем вместимости груза g_{ij} . В рассматриваемом случае только поставщик занимается перевозкой грузов, и оплата производится в ценах за рейс. В связи с этим время на доставку товара ограничивается заданным сроком. Таким образом, возникает задача планирования перевозки грузов с минимальными затратами на перевозку, а груз должен быть доставлен вовремя (за время s).

Транспортная задача (Т-задача) является наиболее близкой к поставленной задаче. В данном случае Т-задача приобретает дополнительные условия, ограничивающие время перевозки. Так как задача определяется ценами за рейс c_{ij} , то за переменную модели можно взять количество рейсов от поставщика до потребителя r_{ij} . Следовательно, математическая модель содержит целочисленные переменные и имеет следующий вид

$$F(r) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (c_{ij} r_{ij}) \rightarrow \min$$

при ограничениях

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n r_{ij} t_{ij} \leq s, \quad i = \overline{1, m} \\ \sum_{i=1}^m (g_{ij} r_{ij} - z_{ij}) = b_j, \quad j = \overline{1, n} \\ \sum_{j=1}^n (g_{ij} r_{ij} - z_{ij}) = a_i, \quad i = \overline{1, m} \\ g_{ij} r_{ij} - z_{ij} > 0, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n} \\ r_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n} \\ z_{ij} > 0, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n} \end{array} \right.$$

Здесь $z_{ij} = g_{ij} r_{ij} - x_{ij}$; a_i, b_j – объемы запасов и потребностей соответственно.

Полученную модель можно применить для формирования плана поставок, например, на год, в котором поставки осуществляются по периодам, например, по месяцам. На основании данной модели предложен алгоритм поставки товаров, в котором учитывается недоступность потребителей в определенные периоды. Так как модель содержит целочисленные переменные, при этом их число зависит от числа поставщиков и потребителей, то задача может решаться очень долго, поэтому возможны дополнительные модификации модели.

Список источников

1. Зайченко Ю.П. Исследование операций: учеб. для вузов / Ю. П. Зайченко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Киев: Выща шк., 1988. – 552 с.

2. Таха, Хэмди А. Введение в исследование операций: в 2 кн. / Хэмди А. Таха; пер. с англ. В. Я. Алтаева [и др.]. – М.: Мир, 1988. – 912 с.
3. Нечитайло Н.М. Транспортная задача по критерию минимума суммарного времени и модификация метода Балинского для её решения / Н.М. Нечитайло, С.В. Мартемьянов, В.Л. Панасов // Инженерный вестник Дона. 2016. – № 4 (43). – С. 64.
4. Носков С.И. Двухкритериальная транспортная задача / С.И. Носков, А.И. Рязанцев // Т-Сomm: Телекоммуникации и транспорт. 2019. Т. 13. № 2. С. 59-63.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ ОЦЕНОК В ЭНЕРГЕТИКЕ

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

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

berdvm98@gmail.com

На функционирование энергетических и водохозяйственных систем большое влияние оказывают природные факторы. Например, для планирования режимов тепловых и гидроэлектростанций необходимо учитывать как прогнозы приточности в водохранилища, так и изменения температур. Наблюдаемые за последние десятилетия изменения климата приводят к изменению статистических показателей, что усложняет проведение прогностических оценок в энергетике. Современные системы прогнозирования климата (CFS), как правило, формируют широкий диапазон изменения климатических показателей и не позволяют получить наиболее вероятный сценарий.

Для формирования прогностических оценок в энергетических и водохозяйственных системах в ИСЭМ СО РАН разработана система ГеоГИПСАР, включающая в себя компоненты для создания и работы многопараметрической нейронной сети (МНС) (рис. 1), которая использует глобальные данные реанализа и прогностических центров.

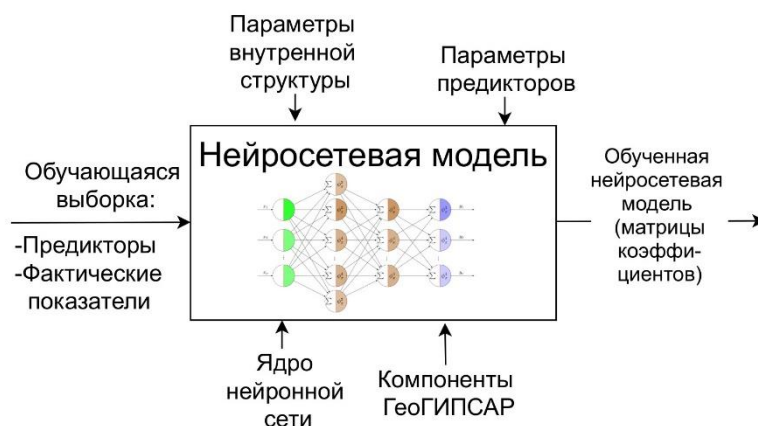


Рис. 1. Структура многопараметрической нейронной сети

МНС позволяет синтезировать отдельные нейросетевые модели на различных верификационных выборках с возможностью изменения их внутренней структуры (количество скрытых слоев, выходных интервалов и др.). Для учета отдельных экстремальных периодов и влияния различных предикторов используются ансамблевые методы глубокого обучения, такие как бэггинг, стеккинг и бустинг. Каждый из подходов позволяет учитывать различные закономерности процессов, например, бэггинг – формировать выборки по экстремальным периодам, стеккинг – изменять параметры внутренней структуры нейронной сети, бустинг – динамически добавлять и отбирать входные данные и предикторы. Применение различных методов глубокого обучения позволяет учитывать результаты множества моделей, которые используются для получения итоговых интервальных оценок при разработке режимов энергосистемы.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта государственного задания ИСЭМ СО РАН (№ FWEU-2021-0003, рег. номер: АААА-А21-121012090014-5) программы фундаментальных исследований РФ на 2021-2025 гг.

МЕТОДИКА ВЫБОРА МЕР ПО ПОВЫШЕНИЮ ЖИВУЧЕСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Береснева Н.М.¹, Еделев А.В.¹, Зоркальцев В.И.²

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

²*Байкальский государственный университет, Иркутск*

beresneva@isem.irk.ru

В представленной статье затронута проблема слабой проработанности механизма выбора мер по повышению живучести энергетических комплексов (ЭК) различной территориально-технологической сложности. В рамках этой проблемы предлагается универсальная методика, реализующая выбор инвариантных компенсирующих мероприятий (КМ), построенная на базе структурно-параметрической оптимизации моделей ЭК. Методика включает применение эволюционных методов для целенаправленного формирования наборов перспективных КМ, предполагает дополнительную комплексную аналитику оптимизированных сценариев функционирования ЭК. Универсальность методики обеспечивается поддержкой разноплановых и противоречивых характеристик функционирования ЭК, разнообразием задействованного аппарата анализа (эвристических алгоритмов, методов статистического и многокритериального анализа). Инвариантность выбираемых мероприятий достигается за счет:

- комбинаторного характера формирования временных сценариев функционирования ЭК в формате графиков падения производительности его объектов, графиков ввода КМ в эксплуатацию;
- рассмотрения наиболее представительного набора нештатных ситуаций с тяжелыми для ЭК последствиями;
- применения аппарата статистического анализа для анализа частоты включения КМ в автоматически формируемые наборы мероприятий, для анализа степени влияния отдельного мероприятия из набора на изменение живучести ЭК;
- применения разноплановых методов многокритериального анализа для выбора эффективных КМ по всем территориальным единицам.

Апробация заявленной методики предлагается на примере оценки влияния реконструкции сети Единой системы газоснабжения РФ на конечных потребителей ТЭК страны.

Благодарности. Источник финансирования проект государственного задания № FWEU-2021-0003 (рег. номер: АААА-А21-121012090014-5)

Список источников

1. Береснева Н.М., Еделев А.В., Горский С.А., Марченко М.А. Комплексный анализ уязвимости мультиэнергетической системы // Вычислительные технологии. 2022. Т. 27, №5. С. 79-88.
2. Береснева Н.М., Еделев А.В., Костромин Р.О. Методика выбора алгоритмов оптимизации живучести энергетических инфраструктур // Системы анализа и обработки данных. 2023. №4. С. 95-124.
3. Брестер, К. Ю. Исследование островной модели кооперации генетических алгоритмов для решения задач многокритериальной оптимизации / К.Ю. Брестер, И.С. Рыжиков // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2018. Т. 2, № 4(14). – С. 7-9.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ СОЗДАНИЯ ДАШБОРДОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРАКТИВНЫХ ГЕОЦИФРОВЫХ ПОРТАЛОВ

Важенин Е.Н.

Алтайский государственный университет, Барнаул

vazhenineug@yandex.ru

В докладе рассматриваются современные инструменты и технологии, позволяющие создавать веб-сервисы типа «дашборд», их функциональные возможности и применение для разработки интерактивных справочных геоинформационных систем. Проведенное исследование состояло из следующих этапов:

1. Анализ ограничений, накладываемых на выбор программного обеспечения с точки зрения доступности и информационной безопасности;
2. Анализ существующих инструментальных средств для создания веб-сервисов дашбордов, в результате был составлен перечень открытого или бесплатного программного обеспечения, позволяющего обрабатывать и визуализировать пространственные данные, для последующего анализа;
3. Анализ документированных функциональных возможностей рассматриваемого программного обеспечения;
4. Разработка прототипов интерактивных геоцифровых порталов с помощью программных средств входящих в разработанный перечень, в результате чего были созданы прототипы геоцифровых порталов, показывающие базовые возможности для визуализации и анализа пространственных данных;
5. Анализ и сравнение выявленных функциональных возможностей с точки зрения разработки интерактивных геоцифровых порталов, в результате чего были определены условия, в которых целесообразно применение данных программных средств для разработки геоцифровых порталов.

Выполнен анализ и сравнение следующих инструментальных средств:

1. Платформа Yandex.Datalens;
2. Библиотека Dash, языка Python;
3. Библиотека Shiny, языка R;
4. Платформа Metabase.

В результате проведенного анализа были определены: поддерживаемые способы и условия доступа разрабатываемых порталов с помощью обозначенных программных средств; функции для обеспечения информационной безопасности данных; существующие операции для обработки пространственных данных и возможность подключения или создания инструментов для обработки пространственных данных; виды и форматы поддерживаемых пространственных данных; возможность интеграции разработанных геопорталов со сторонними сервисами.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ В РЕАГИРУЮЩИХ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Виноградов Г.П.

Тверской государственный технический университет, Тверь

НИИ «Центрпрограммсистем», Тверь

wgp272ng@mail.ru

Актуальность. Устойчивая тенденция расширения областей применения беспроводных решений и возрастание требований к их функциональности делают актуальным исследование по повышению их «интеллектуальности». **Цель работы.** Разработка методов, расширяющих функциональности системы управления узлом беспроводной сенсорной сети на базе нечеткого логического вывода и теории паттернов. Используются методы теории нечетких множеств, теории построения нечетких моделей и сетей. **Основные результаты.** Вследствие сложности структурирования и математического описания поведения среды в зоне контроля узла, предложено использовать эффективные паттерны реагирования на изменение ее состояния. Для этого в информационных моделях обстановки вводятся лингвистические переменные и нечеткие продукционные правила. Такой подход позволил обеспечить релевантное соотнесение вектора координат ситуации с тем или иным паттерном реагирования и уменьшить объем вычислений. Правила содержат ссылки на задачи по обработке первичных данных и процедуры реагирования средствами автономного узла сети. Для актуализации базы правил предложено использовать метаправила. Метаправила определяют параметры функций принадлежности и правила вывода при вычислении значений атрибутов. Это позволило дополнить пересылку данных пересылкой знаний, требуемых для необходимой настройки параметров алгоритмов локальных узлов. При таком подходе узел сети обладает знаниями о себе и о среде, становится способным к самостоятельному принятию решений и в составе группы. Для повышения робастности алгоритмов обработки данных в узлах предложено использовать понятие «типовая ситуация». В качестве примера в работе показано использование предложенного подхода в задачах комплексирования данных от нескольких сенсоров узла и обнаружения объекта проникновения.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ РЕКУРРЕНТНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Вовиков Д.Е.¹, Массель А.Г.²

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск

²Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск

danilvovikov@gmail.com

Исследование посвящено сравнению различных архитектур рекуррентных нейронных сетей (РНС) и их применению для прогнозирования землетрясений на основе данных о радоновых выбросах [1-2]. В работе рассматриваются модели RNN, LSTM, GRU, Bidirectional RNN и Deep RNN, а также выполняется анализ их производительности с использованием различных метрик [3-4]. В таблице 1 и на рисунке 1 представлены значения используемых метрик; результаты исследования показывают, что модели LSTM и GRU демонстрируют более точные результаты при прогнозировании по сравнению с базовыми РНС моделями, а модель Bidirectional RNN показывает улучшенную подгонку к истинным значениям, но все еще имеет области с отклонениями от фактических данных. Глубокие рекуррентные нейронные сети Deep RNN способны отражать некоторые тренды в данных, но имеют значительные участки, где предсказания не совпадают с реальными значениями.

Таблица 1. Результаты сравнения моделей

	bidirectional.h5	deep_rnn.h5	lstm.h5	gru.h5	rnn.h5
MSE	0.052948	0.051372	0.051192	0.052263	0.055226
MAE	0.192638	0.185800	0.179406	0.190287	0.202131

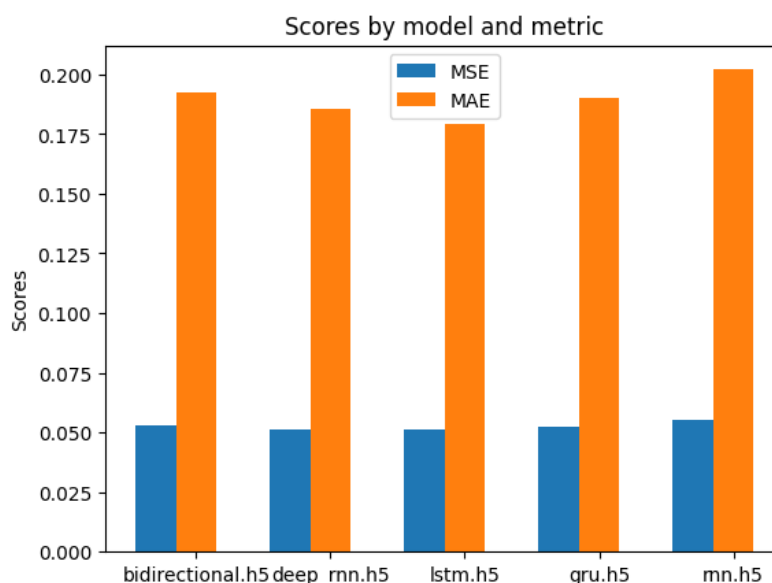


Рис. 1. Значения используемых метрик

Выводы исследования указывают на важность выбора оптимальной архитектуры РНС для прогнозирования землетрясений на основе данных о радоновых выбросах, а также на необходимость эффективного тестирования моделей для оценки их способности обобщения на новые данные и выявления возможного переобучения.

Список источников

1. Суханова, Н. В. Разработка нейросетевой модели для прогнозирования вероятности землетрясений / Н. В. Суханова // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2023. – № 2(20). – С. 40-49. – DOI 10.30987/2658-6436-2023-2-40-49. – EDN EDIMKN.

2. Azam, F. ARTIFICIAL INTELLIGENCE BASED TECHNIQUES FOR EARTHQUAKE PREDICTION: A REVIEW / F. Azam, M. Yasmin, S. Mohsin, M. Sharif // Engineering, Environmental Science, Geology, Computer Science. - 2014. - №26(4). - C. 1495-1502.
3. Yu Y. A Review of Recurrent Neural Networks: LSTM Cells and Network Architectures / Y. Yu, X. Si, C. Hu, J. Zhang // Neural Computation. - 2019. - №31 (7). - C. 1235–1270.
4. Chung J. Empirical Evaluation of Gated Recurrent Neural Networks on Sequence Modeling / J. Chung, C. Gulcehre, K. Cho, Y. Bengio // Arxiv. - 2014. - №1. - C. 1-9.

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРТАЛ ЗНАНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Ворожцова Т.Н.

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

tnn@isem.irk.ru

Онтологический портал знаний для исследований энергетики разрабатывается в рамках выполнения проекта «Методология построения ИТ-инфраструктуры для разработки интеллектуальных систем управления развитием и функционированием систем энергетики». Разрабатываемый научный портал знаний предназначен для обеспечения доступности к знаниям по конкретной тематике. Использование современных подходов к представлению знаний в виде онтологий обусловлено сложностью структуры знаний для системных исследований энергетики и необходимостью их описания и интеграции.

Основой для наполнения портала знаний является система взаимосвязанных онтологий для описания и интеграции знаний предметных областей выполняемых исследований, разрабатываемая как онтологическое пространство знаний в области энергетики. Структура научного портала соответствует тематике системных исследований, выполняемых в ИСЭМ СО РАН, которая включает основные направления исследований – комплексные проблемы энергетики, управление развитием и управление функционированием систем энергетики, а также теоретические основы, включающие закономерности и тенденции энергетических технологий, методы моделирования и системного анализа.

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 [1].

В настоящее время онтологический портал является важным компонентом ИТ-инфраструктуры системных исследований в энергетике, которая, в свою очередь, рассматривается, как научный прототип экосистемы знаний в энергетике [2].

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.

Список источников

1. Ю.А. Загорюлько, Г.Б. Загорюлько, 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.
2. Массель Л.В., Массель А.Г. Построение экосистемы знаний на основе ИТ-инфраструктуры системных исследований в энергетике / Вестник Югорского университета, 2023. – №4. – С. 78- 87. DOI: 10.18822/byusu20230478-87

АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМИ ПРОЦЕССАМИ

Воскобойников М.Л., Феоктистов А.Г.

Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, Иркутск
mikev1988@mail.ru

Научные рабочие процессы (НРП) во многом являются необходимыми средствами программных приложений для определения бизнес-логики предметной области в применении предметно-ориентированных данных, прикладного программного обеспечения (ПО) и вычислительных ресурсов в процессе подготовки и проведения вычислительных экспериментов. Как правило, для разработки и применения приложений на основе НРП применяются специализированные системы управления рабочими процессами (англ., Workflow Management Systems – WMS), которые обеспечивают необходимую инфраструктуру для настройки, выполнения и мониторинга вычислительных процессов, организуемых в виде рабочих процессов и выполняемых в распределенной среде [1]. В тоже время существует насущная проблема расширения функциональных возможностей WMS с целью повышения эффективности взаимодействия таких систем с системным ПО ресурсов вычислительной среды [2].

В докладе рассматриваются известные WMS, обсуждается спектр их функциональных возможностей относительно построения рабочих процессов и их применения в гетерогенной вычислительной распределенной среде, выделяются основные аспекты исследований по развитию подобных систем. Представлена разработка нового фреймворка для разработки и применения сервис-ориентированных приложений на основе НРП. Данный фреймворк является развитием ОТ. Он реализует дополнительные функциональные возможности представления НРП на языке BPEL, поддержки взаимодействия с WPS-сервисами, автоматизированной генерации программных модулей на языках программирования общего назначения на основе НРП, контейнеризации прикладного и системного ПО в ГРВС, построение испытательных стендов сервис-ориентированных приложений на основе НРП. Диспетчер НРП, разработанный в рамках фреймворка, представлен в [3].

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FWEW-2021-0005 «Технологии разработки и анализа предметно-ориентированных интеллектуальных систем группового управления в недетерминированных распределенных средах» (рег. № 121032400051-9).

Список источников

1. Schäl, T. Workflow management systems for process organisations / T. Schäl // Lecture Notes in Computer Science. 1996. Vol. 1096. 208 p.
2. The future of scientific workflows / E. Deelman, T. Peterka, I. Altintas et al. // The International Journal of High Performance Computing Applications. 2018. Vol. 32, № 1. P. 159–175.
3. Воскобойников М.Л. Диспетчер научных рабочих процессов: методы и средства визуализации данных // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 1. С. 16–21.

О МОДЕЛИРОВАНИИ МОРСКОГО КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМИНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕТИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Бу Х.З.¹, Жарков М.Л.², Казаков А.Л.^{1,2}

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

²Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск

qiangtrang14022016@gmail.com

Морской контейнерный терминал – комплекс, специализирующийся на временном хранении, обработке и перегрузке контейнеров между двумя и более видами транспорта. Такая система включает причалы и причальные краны, складские площади, тягачи и грузоподъемники, административные здания и другие вспомогательные объекты [1]. Обобщенная схема контейнерного терминала представлена на рис. 1.

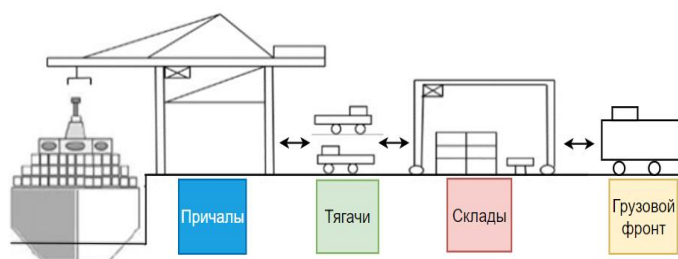


Рис. 1. Схема контейнерного терминала

В терминале с контейнерами регулярно выполняются однотипные операции, а их продолжительность и время пребывания отдельного контейнера в системе зависит от множества труднопредсказуемых факторов. Эффективным математическим аппаратом для моделирования таких систем еще с 80-х годов считается теории массового обслуживания [2].

В данном исследовании предлагается методика математического моделирования работы морского контейнерного терминала, основанная на использовании сетей массового обслуживания (СеМО). В них каждый узел представляет собой отдельную систему массового обслуживания с различными параметрами, заявки между которыми следуют согласно заданному маршруту [3]. С помощью этого аппарата в модели возможно учесть случайное поступление транспортных средств, нелинейную структуру системы, различные функции и параметры работы оборудования, а также влияние случайных факторов на его функционирование. Для исследования получаемых моделей применяются численные методы, в частности, имитационное моделирование.

В докладе будет представлена разработанная методика и ее применение для моделирования работы контейнерного терминала в г. Хайфонге, который является одним из крупнейших в северной части Вьетнама. Его модель имеет виде СеМО с 17 узлами и двумя входящими групповыми потоками заявок. Также будут представлены результаты численного исследования модели и сделанные на их основе выводы о работе терминала, найденные узкие места в его структуре и рекомендации по улучшению пропускной способности системы.

Список источников

1. Notteboom T., Pallis A., Rodrigue J.-P. Port Economics, Management and Policy. London: Routledge, 2022. 690 p.
2. UNCTAD Port Development – A Handbook for Planners in Developing Countries. New York: UNITEDNATIONS, 1985.
3. Medhi J. Stochastic Models in Queuing Theory. San Diego: Academic Press, 2002. 482 p.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ АНСАМБЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ ОЦЕНОК

Гасан В.С., Абасов Н.В., Осипчук Е.Н.

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

viktor-gasan@yandex.ru

Для долгосрочного планирования функционирования энергетических и водохозяйственных систем требуются прогностические оценки климатической и гидрологической обстановки. Различные статистические подходы к долгосрочному прогнозированию имеют значительные ограничения, особенно в период глобального изменения климата. Современные глобальные климатические модели позволяют формировать оценки метеорологических показателей до одного года. Проблемой являются точность и надежность прогностических оценок, для повышения которых широко используются ансамблевые подходы анализа.

Разработанный в информационно-прогностической системе ГеоГИПСАР (ИСЭМ СО РАН) ансамблевый подход основан на ретроспективном анализе данных центра NOAA/NCER. В данном центре ежедневно (с временным интервалом от 6 часов) формируются прогностические ансамбли на период до 9 месяцев с помощью глобальной климатической модели Climate Forecast System Version 2 (CFSv2). Компонент мониторинга и накопления данных, реализованный в ГеоГИПСАР, позволяет оперативно расширять хранилище данных для последующего анализа. В системе реализованы различные методы анализа ансамблей данных, изображенных на рис. 1.

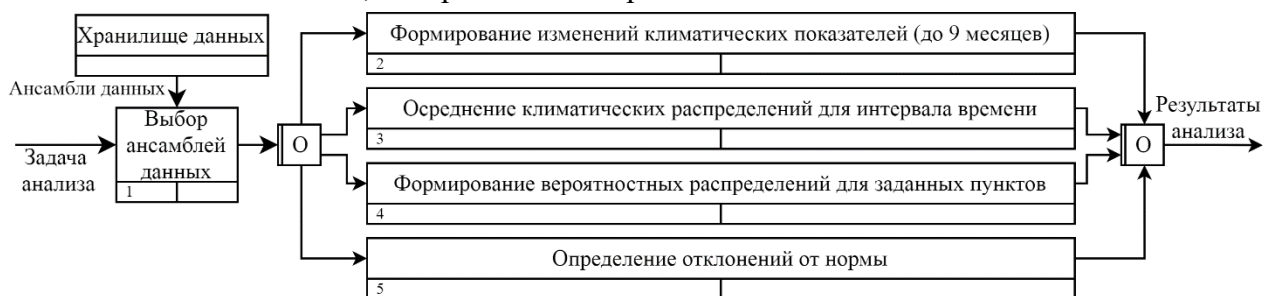


Рис. 1. Методы анализа ансамблей данных

С помощью методов классификации и кластеризации данных разработана технология формирования климатической обстановки на заданный период времени для исследуемого региона с определением вероятностных оценок. Визуализация позволяет строить климатические карты с различными цветовыми палитрами и наложением полей скоростей циркуляции атмосферы на разных изобарических поверхностях.

Для повышения надежности оценок планируется совместное использование нейросетевых моделей, а также прогностических ансамблей данных других глобальных климатических центров.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта государственного задания ИСЭМ СО РАН (№ FWEU-2021-0003, рег. номер: AAAA-A21-121012090014-5) программы фундаментальных исследований РФ на 2021-2025 гг.

РАЗРАБОТКА СОБЫТИЙНОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ИЗОЛИРОВАННОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Гаськова Д.А.

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

Для энергообеспечения изолированных и труднодоступных территорий одной из актуальных задач является внедрение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) вместе с дизельными генераторами. В настоящее время цифровая трансформация энергетики тесно связана с технологией цифровых двойников. Внедрение современных цифровых технологий на этапах проектирования и эксплуатации ВИЭ могут способствовать как повышению качества и удобства предоставляемых услуг по энергообеспечению, так и послужить основой развития фундаментального подхода к проектированию цифровых двойников в энергетике.

В докладе представлен теоретический аспект предложенного ранее онтологического подхода к построению цифровых двойников [1] и пример его программной реализации в части интеграции компонентов разрабатываемой системы. Система состоит из агентов-сервисов, которые выполняют как отдельные вычислительные задачи, так и комплексные расчёты в тесной интеграции друг с другом. Для реализации второго случая в рамках подхода представлены архитектурные шаблоны и построены событийные модели. Показан пример событийной модели взаимодействия компонентов системы, выполненной с применением Joiner-сетей и методики построения агентных сценариев [2].

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках научного проекта № 23-21-00382.

Список источников

1. Massel, L., Massel, A.: Smart Digital Twins as a Trend of Energy Systems Intellectual-ization in Russia. In: Proc. of the Seventh International Scientific Conference “Intelli-gent Information Technologies for Industry” (ITI’23). vol. 2, pp. 334-346 (2023). https://doi.org/10.1007/978-3-031-43792-2_32
2. Massel A., Galperov V., Kuzmin V. Agent-service Approach for Development of Intelligent Decision-making Support Systems // Proc. of the VIth International Workshop “Critical Infrastructures: Contingency Management, Intelligent, Agent-Based, Cloud Computing and Cyber Security” (IWCI 2019). 2019. pp. 211–215.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

Говорков А.С.

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

В последнее время, в связи с серьезной политической ситуацией, отечественные предприятия ощутили значительные ограничения в области специализированного программного обеспечения, которое применяется при проектировании в различных областях промышленности. При этом отечественных аналогов, способных в полной мере заменить импортные продукты, недостаточно, либо их функционал весьма ограничен [1]. Кроме того, используемые на предприятии САПР должны предусматривать возможность формирования базы данных, элементами которой могут быть любые объекты.

На рисунке 1 приведена иллюстрация 3, 4 и 5-го принципов организации цифрового предприятия. Все взаимодействия пользователей происходят в едином цифровом пространстве предприятия. Пользовательские интерфейсы позволяют решать промежуточные технические задачи, осуществлять контакт между отдельными пользователями и подразделениями, дополнять, модифицировать, корректировать базы данных, а также осуществлять технологические процессы внутри цифрового пространства предприятия [2].

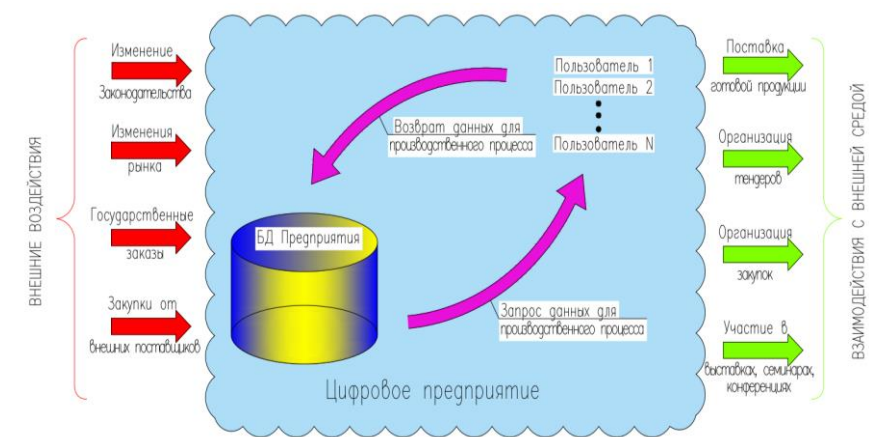


Рис. 1. Визуализация 3, 4 и 5-го принципов цифрового предприятия

По результатам проведенной работы показана многофункциональность цифрового пространства, которое позволяет создавать цифровые модели как отдельных изделий, так и достаточно сложных сооружений, объектов, зданий, различных видов техники. Внутри цифрового пространства в процессе работы над моделью, происходит взаимодействие между собой нескольких пользователей, которые одновременно могут обмениваться информацией, пополнять или забирать данные из БД, производить формирование реестра документации, осуществлять создание или корректировку документации, обработку информации.

Список источников

1. Ленчук, Е. Б. Цифровизация экономики: драйверы и результаты / Е. Б. Ленчук // Экономическое возрождение России. — 2019. — № 2 (60). С. 32–36.
2. Зайченко И.М., Горшечникова П.Д., Лёвина А.И., Дубгорн А.С. Цифровая трансформация бизнеса: подходы и определение // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2020 № 2 С. 205 - 212.

МЕТОД ВНУТРЕННЕЙ ТОЧКИ В ОЦЕНИВАНИИ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ НА ОСНОВЕ НАИМЕНЬШИХ МОДУЛЕЙ

Голованов О.А., Тырсин А.Н.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург

Институт экономики УрО РАН, Екатеринбург

golovanov.aa@uiec.ru

Метод внутренней точки является одним из известных подходов решения задачи линейного программирования, к которой сводится задача оценивания линейных регрессионных зависимостей на основе наименьших модулей. При приближении к минимуму происходит ухудшение геометрии целевой функции у метода наименьших модулей – стенки изломов становятся все более мелкими и почти параллельными, что затрудняет сходимость алгоритмов вблизи минимума [1].

Исследована вычислительная эффективность двух известных алгоритмов В.И. Зоркальцева (алгоритм А) и И.И. Дикина (алгоритм В) метода внутренней точки для решения подобных задач [2]. Эти алгоритмы относятся к классу аффинно-масштабируемых и совмещают в себе особенности решения взаимно двойственных задач линейного программирования.

Вычислительные эксперименты показали, что алгоритм А способен формально привести к точному решению за конечное число шагов, в то время как алгоритм В проявил неустойчивость, что может быть вызвано невыполнением предположения [3], обязывающего к строгому выполнению всех ограничений-неравенств. Точным назовем решение, сохраняющееся после итеративного перехода. Чтобы избежать неконтролируемого роста числа итераций была определена оптимальная заданная точность, составляющая 10-5, гарантирующая высокую точность и небольшое время работы алгоритма.

Анализ алгоритмов показал, что они сопоставимы в плане вычислительной сложности с реализациями решения прямой и двойственной задач линейного программирования при помощи симплекс-метода, но уступают им по времени вычислений. При этом алгоритмы А и В значительно уступают модифицированному градиентному спуску [1] как в вычислительной сложности, так и в плане времени вычислений. Ввиду отсутствия в литературе информации о новых алгоритмах, кардинально превосходящих алгоритмы А и В по быстродействию, можно говорить о том, что спуск по узловым прямым более эффективен по сравнению с методом внутренней точки.

Список источников

1. Голованов О.А., Тырсин А.Н. Модификация метода наименьших модулей на основе градиентного спуска по узловым прямым // Математические методы в технологиях и технике. 2023. № 11. С. 43-46. DOI: 10.52348/2712-8873_MMTT_2023_11_43
2. Дикин И.И., Зоркальцев В.И. Итеративное решение задач математического программирования (алгоритмы метода внутренних точек). Новосибирск: Наука, 1980. 144 с.
3. Филатов А.Ю. Развитие алгоритмов внутренних точек и их приложение к системам неравенств // Дисс. канд. физ.-мат. наук., 05.13.18. Иркутск, 2001. 123 с.

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ И ПОДКЛЮЧАЕМЫХ ВНЕШНИХ СЕРВИСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ В ЗАДАЧАХ ГИДРОДИНАМИКИ

Городилов Д.В., Иванов К.С.

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

При решении задач в области вычислительной гидродинамики крайне важно обладать необходимой инфраструктурой для полной автоматизации гидродинамических расчетов. Эти расчеты включают в себя множество этапов и требуют значительных вычислительных ресурсов. Вручную подготавливать каждый этап может быть сложной и трудоемкой задачей, которая отнимает слишком много времени у исследователей [1]. Поэтому важную роль играют автоматизация управления процессом вычислений и визуализация результатов расчетов.

Данная работа посвящена разработке веб-ориентированной платформы, которая позволит широкому кругу исследователей автоматизировать проведение гидродинамических расчетов через интерактивную веб-среду, а также подключать дополнительные вычислительные ресурсы и сервисы. Для пользователя такая среда скрывает различные технические и программные детали.

Для выполнения таких задач требуются системы оркестрации, которые управляют процессами на удаленных вычислительных ресурсах. [2]. Главная цель данной системы заключается в учете и распределении задач выполнения процессов между активными агентами с учетом заданных параметров. Кроме того, она обеспечивает взаимодействие внешних систем с выполнением процессов расчета. Для эффективного управления фоновыми заданиями внедрен планировщик JobRunr для оркестратора. С его помощью можно добавить задачу в очередь на выполнение, запланировать ее выполнение или установить повторение задачи.

Для проведения моделирования необходимо подготовить расчетный кейс, включающий набор геометрий сеток, файлы конфигураций, граничные и начальные условия, пользовательские функции и результаты. [4]. Все эти элементы структурированы в различных файлах и папках.

На разных частях платформы подготавливаются данные, которые в конечном итоге объединяются в конфигурацию с описанием численной модели. Внешние сервисы подготавливают расчетный кейс на основе начальных параметров, которые формируются на основе конфигурации от платформы. В следующие этапы 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 работы был разработан личный кабинет для регистрации вычислительных ресурсов и управления расчетами, который включает возможности настройки скрипта для запуска расчета, прикрепления архива с файлами конфигурации OpenFoam-кейса и настройки интеграции микросервиса и автономного виджета. Управление расчетом осуществляется через действия: запуск, мониторинг и прерывание, с возможностью вывода файлов журнала (logs). Также была доработана подсистема «Оркестратор Рабочих Процессов», в которую встроена библиотека JobRunr для планирования фоновых заданий. Разработаны программные интерфейсы для оркестрации расчетов, что позволяет масштабировать нагрузку путем добавления дополнительных рабочих серверов.

Список источников

1. Городилов Д. В. Применение веб-ориентированной облачной платформы для проведения гидродинамических расчетов // Фундаментальные и прикладные исследования в физике,

химии, математике и информатике: Материалы симпозиума в рамках XVI (XLVIII) Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Образование, наука, инновации: вклад молодых исследователей», приуроченной к 300-летию Кузбасса / Сост. Ю.А. Степанов, С.Ю. Завозкин. Вып. 22. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2021. С. 107–110.

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 YBZRSRG.
3. Documentation: The architecture and terminology behind JobRunr. URL: <https://www.jobrunr.io/en/documentation/> (дата обращения: 14.04.2024).
4. OpenFOAM® tutorial collection: Steady-state laminar flow. URL: https://rheologic.net/sites/default/files/pdf/taylor_couette_tutorial-20160913.pdf (дата обращения: 14.04.2024).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУР С ПОМОЩЬЮ IMDG-ТЕХНОЛОГИЙ

Данилов Г.К.

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

Поиск критических элементов ориентирован на определение тех компонент энергетических инфраструктур, одиночный или групповой отказ которых вызывает наибольшее снижение системной работоспособности. Эта процедура даёт подробное представление о том, какие компоненты в основном вносят вклад в уязвимость энергетической инфраструктуры. Таким образом, это именно те элементы, защита которых особенно важна для снижения уязвимости энергетической инфраструктуры.

Группа из k элементов, отказ которых наступает одновременно, в работе [1] называется множеством отказов кратностью k . Кратность выбирается в зависимости от общего количества элементов n сети G , которые могут отказать или быть отключены. Исходя из практических соображений, k не должен превышать 3 или 4, так как число возможных множеств отказов, равное $n!/((n-k)!k!)$ быстро растёт по мере увеличения k . Для уменьшения вычислительной нагрузки в литературе описаны различные способы ограниченного перебора множеств отказов. Однако данные способы могут пропускать множества отказов с синергетическим эффектом, который заключается в том, что негативные последствия совместного отказа всей группы выше, чем суммарный ущерб от одиночных отказов каждого из k элементов, формирующих эту группу.

Полный перебор множеств отказов кратностью 3 и выше для современных энергетических инфраструктур достигается за приемлемое время только за счёт применения высокопроизводительных вычислений, например, с помощью технологии In-Memory Data Grid (IMDG). IMDG-технологии достигают высокой скорости работы с данными за счёт того, что данные, во-первых, могут размещаться полностью в оперативной памяти и, во-вторых, они распределяются между несколькими серверами. В статье рассматривается применение IMDG Apache Ignite для определения критических элементов Единой системы газоснабжения России. Подготовка и проведение вычислительных экспериментов осуществляется с помощью нового диспетчера научных рабочих процессов [2].

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

Список источников

1. Jonsson H., Johansson J., Johansson H. Identifying critical components in technical infrastructure networks // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part O: Journal of Risk and Reliability. 2008. Vol. 222. No. 2. P. 235-243.
2. Воскобойников М.Л. Диспетчер научных рабочих процессов: методы и средства визуализации данных // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 1. С. 16-21.

ПЛАСТИЧНОСТЬ САМОПОДОБНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Дорогов А.Ю.

ПАО «Информационные телекоммуникационные технологии», Санкт-Петербург,
vaksa2006@yandex.ru

В нейрофизиологии под пластичностью биологических нейронных сетей понимают способность нейронов сети изменять свои свойства под воздействием внешней среды. В применении к искусственным нейронным сетям это понятие можно трактовать как способность нейронной сети к обучению. В основу оценки пластичности можно положить известное из механики понятие числа степеней свободы.

При анализе пластичности многослойная нейронная сеть рассматривается как некоторая точка-оператор в пространстве операторов. Изменение синаптических весов сети приводит к перемещению этой точки в пространстве операторов. Число возможных степеней свободы операторной точки может служить характеристикой пластичности сети. Следует отметить, что задача оценки числа степеней свободы перестраиваемых операторов давно вызывала интерес исследователей, еще в 1971 году Andrews H.C., Caspari K.L [1] предложили метод расчета числа степеней свободы для линейных операторов, полученных произведениями слабозаполненных квадратных матриц. Суть метода сводилась к прямому подсчету всех варьируемых коэффициентов, однако, при этом не учитывалась, что при перемножении матриц варьируемые коэффициенты становятся зависимыми, в результате исследователи получили завышенный результат.

Для нейронных сетей с произвольной структурой в настоящее время неизвестен способ вычисления оценки пластичности, однако, для самоподобных многослойных сетей [2] такую оценку можно получить для ряда практически важных случаев. Самоподобную сеть можно отнести к классу модульных нейронных сетей. Структура модульной сети может быть представлена графом где вершинами являются нейронные модули, которые характеризуются размерностью по входу и выходу, а межмодульные связи - это транслирующие операторы фиксированного ранга.

В работе приведен расчет пластичности самоподобных нейронных сетей в которых модули представляется однослойными персептронами малой размерности – нейронными ядрами. Расчет пластичности может быть выполнен непосредственно по структурной модели сети. Для сетей с регулярной структурой, получены конечные аналитические выражения. Приведены структуры самоподобных сетей, полностью использующих, ресурс пластичности в задачах классификации и хранения образов.

Список источников

1. Andrews H.C., Caspari K.L. Degrees of Freedom and Modular Structure in Matrix Multiplication // IEEE. Tr. Compt.-1971.- Vol. C-20.-feb.-P.113-141."
2. Дорогов А.Ю. Быстрые преобразования и самоподобные нейронные сети глубокого обучения. Часть 1. Стратифицированные модели самоподобных нейронных сетей и быстрых преобразований. - Информационные и математические технологии в науке и управлении, №4(32), с. 5-20. ISSN 2413 - 0133

КОЛЛЕКТИВНЫЕ КЛАССИФИКАТОРЫ ПОВТОРНОГО ВХОДА И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В КЛАССЕ САМОПОДОБНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Дорогов А.Ю.

*ПАО «Информационные телекоммуникационные технологии», Санкт-Петербург,
vaksa2006@yandex.ru*

Метод коллективного решения задачи классификации заключается в объединении моделей одиночных классификаторов в комитет с некоторым общим принципом агрегации прогнозов частных классификаторов [1]. При формировании комитета необходимо оптимизировать два критерия – качество обучения частных классификаторов и оптимальность их объединения.

Лауреат нобелевской премии американский нейрофизиолог Д. М. Эдельман в 1977 году выдвинул гипотезу [2,3] о том, что реентерабельная (повторно-вводимая) передача сигналов служит общим механизмом для накопления знаний в коре головного мозга. С точки зрения теории динамических систем повторный вход подобен итерационному процессу, сходящемуся к некоторому устойчивому аттрактору, обобщающему накопленные знания.

В статье предложен новый метод обучения частных классификаторов, а также способ агрегации их прогнозов в составе комитета. Обучение основано на гипотезе итерационного повторного входа биологических нейронных сетей и использует для своей реализации метод главных компонент. Для частных классификаторов задаются области компетенции в совокупности покрывающих обучающее множество примеров. Стимулом к эволюции является наличие ошибок частного классификатора в области компетенции. Показано, что процесс итерационного обучения за несколько шагов сходится, обеспечивая точность распознавания 100% в области компетенции классификатора. Агрегация прогнозов реализуется по принципу максимальной проекции образа на собственные подпространства классов частных классификаторов.

Эволюционный принцип повторного входа расширяется также на весь комитет классификаторов. В эволюционирующем комитете побуждающим мотивом эволюции для частного классификатора являются ошибки комитета, попавшие в область компетенции этого классификатора. В статье обсуждается принцип непрерывного обучения классификатора. Представлены методы реализации классификаторов в классе самоподобных многослойных нейронных сетей. Предложена модель непрерывного обучения комитета классификаторов пригодная для построения самообучающихся систем распознавания. Приведены примеры использования комитета компетентных классификаторов для набора данных MNIST.

Список источников

1. Городецкий В. И., Серебряков С. В. Методы и алгоритмы коллективного распознавания: обзор // Труды СПИИРАН. Вып. 3, т. 1. — СПб.: Наука, 2006.
2. Edelman, G. M. (1978). "Group selection and phasic reentrant signaling: a theory of higher brain function," in *The Mindful Brain: Cortical Organization and the Group-Selective Theory of Higher Brain Function*, eds G.
3. Дж. Эделман, В. Маунтклас. Разумный мозг. — Мир, 1981.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАГРАММ ПЕРЕХОДОВ СОСТОЯНИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОЗДАНИЯ БАЗ ЗНАНИЙ

Дородных Н.О., Юрин А.Ю.

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

Создание интеллектуальных систем является перспективным направлением в области информационных технологий. Системы подобного типа способны обрабатывать большие объемы данных, анализировать информацию и принимать решения на основе полученных результатов, что позволяет повысить эффективность работы организаций в различных отраслях экономики. Более того, интеллектуальные системы широко применяются для решения сложных и слабо-формализованных задач в области медицины, энергетики, техники, природной и техногенной безопасности. Как правило, в основе подобного рода систем лежит база знаний. Разработка баз знаний является трудоемкой и сложной задачей, которая до сих пор не решена в полной мере. Поэтому исследования, направленные на создание эффективных методов и средств разработки баз знаний интеллектуальных систем являются актуальными. В контексте этого, перспективным подходом является использование различных информационных источников (например, баз данных, документов, концептуальных моделей). В качестве такого источника могут быть использованы концептуальные (информационные) модели, которые являются удобным и понятным для эксперта способом представления знаний. К таким моделям можно также отнести диаграммы переходов состояний [1], используемые для моделирования поведения системы в зависимости от ее состояний и внешних воздействий. Каждая подобная модель представляет собой граф, где узлы – это состояния системы, а дуги (переходы) – это события или действия, которые приводят к изменению состояния системы.

В данной работе предлагается подход и программная система – Knowledge Modeling System (KMS) [2], поддерживающая моделирование знаний экспертов в различных предметных визуальных нотациях, в том числе в виде диаграмм переходов состояний, и синтез кодов баз знаний на основе построенных диаграмм. В качестве целевых формализмов представления знаний выбраны продукции, в частности, язык представления знаний – CLIPS (C Language Integrated Production System), таблицы решений и онтологии в формате OWL (Web Ontology Language). Предлагаемый подход основан на концепции трансформации моделей, которая является одной из основных составляющих модельно-ориентированного подхода к разработке программного обеспечения (Model-Driven Engineering) [3].

Предлагаемый подход состоит из следующих основных этапов:

1. Построение диаграммы переходов состояний пользователем (экспертом предметной области) при помощи визуального редактора – State Transition Diagram Editor (STDE) [4], входящего в состав системы KMS.
2. Представление (сериализация) построенной диаграммы в формате XML с использованием специально разработанной спецификации.
3. Анализ XML-структуры исходной диаграммы переходов состояний с целью выделения состояний и отношений.
4. Автоматическое формирование модели продукции или онтологии (согласно выбору пользователя) на основе выделенных элементов диаграммы.
5. Модификация полученных моделей (например, с использованием графической нотации RVML).
6. Генерация кода целевой продукционной базы знаний в формате CLIPS или таблицы решений и онтологической базы знаний в формате OWL.

Разработанный подход и программная система KMS использовалась для прототипирования базы знаний при решении практических задач в области техногенной и

природной безопасности, в частности, для формирования плана анализа отказов нефтехимического оборудования.

Благодарности. Работа выполнена в рамках 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» (№ гос регистрации: 121030500071-2).

Список источников

1. Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений, 2-е издание: пер. с англ. М.: Вильямс, 2008. 528 с. [Hopcroft J.E., Motwani R., Ullman J.D. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. 3rd ed. Pearson, 2006. 560 p.].
2. Knowledge Modeling System (KMS). URL: <http://kms.knowledge-core.ru/> (дата обращения: 21/01/2024).
3. da Silva A.R. Model-driven engineering: A survey supported by the unified conceptual model. Computer Languages, Systems & Structures, 2015, vol.43, pp. 139-155.
4. Дородных Н.О., Шпаченко Д.Н., Юрин А.Ю. State Transition Diagram Editor // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. М. Рег. № 2022664023 от 22.07.22.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОМ ПОДЪЕМА КОВША ШАГАЮЩЕГО ЭКСКАВАТОРА

Дунаев М.П., Довудов С.У.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск
mdunaev10@mail.ru

Производственные комплексы по добыче минерального сырья, включающие мощные шагающие экскаваторы разных типов, составляют важную часть современного промышленного оборудования производственных и транспортных систем. Производительность промышленного оборудования производственных систем во многом зависит от качества управления электроприводами (ЭП) переменного тока, являющихся основой силового электрооборудования шагающих экскаваторов (ШЭ) и управляемых с помощью современных полупроводниковых приборов – IGBT-транзисторов и силовых полупроводниковых модулей.

В настоящее время самыми востребованными способами управления ЭП переменного тока механизма подъема ковша ШЭ по праву можно считать способы управления с применением непосредственных преобразователей частоты (НПЧ), реализующих импульсно-фазовое управление (ИФУ), и двухзвенных преобразователей частоты (ДПЧ) с широтно-импульсным управлением (ШИУ), которые могут обеспечить необходимые параметры управления ЭП переменного тока механизма подъема ковша ШЭ.

Тем не менее у способа управления НПЧ с ИФУ можно отметить ряд недостатков, касающихся его эффективности: сравнительно низкое быстродействие системы управления, сравнительно низкий коэффициент мощности, значительные искажения формы напряжения питающей сети. Способ ДПЧ с ШИУ также имеет ряд недостатков, а именно: сравнительно низкий коэффициент полезного действия (КПД) преобразователя и значительные потери мощности при включении и выключении полупроводниковых ключей автономного инвертора напряжения (АИН), входящего в состав ДПЧ.

Повышению эффективности ЭП переменного тока может способствовать применение в ДПЧ АИН с частотно-импульсным управлением (ЧИУ).

Однако следует отметить, что этот способ управления ЭП переменного тока механизма подъема ковша ШЭ до сих пор полностью не изучен.

Проанализировано современное состояние разработок в области ЭП переменного тока механизма подъема ковша ШЭ и предложен способ повышения производительности ШЭ. Разработана функциональная модель ЭП переменного тока механизма подъема ковша ШЭ, использующего ДПЧ с ЧИУ, позволяющая определять динамические характеристики ЭП механизма подъема ковша ШЭ. Реализована имитационная модель ЭП механизма подъема ковша ШЭ с ЧИУ в среде Matlab/Simulink. Показано, что использование ДПЧ с ЧИУ приводит к снижению динамических потерь в ЭП механизма подъема ковша ШЭ по сравнению с ЭП, использующего ДПЧ с ШИУ на 40 %.

СОЗДАНИЕ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖИВУЧЕСТИ

Еделев А.В.¹, Данилов Г.К.¹, Башарина О.Ю.^{2,3}

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

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

³*Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург*

flower@isem.irk.ru

Существенными недостатками моделей отраслевых систем энергетики (СЭ), предназначенных для исследований живучести больших трубопроводных систем [1], являются:

- отсутствие динамики, не позволяющее использовать модели в полной мере в современных исследованиях, построенных на анализе кривых живучести.
- упрощенное моделирование экстремальных условий функционирования СЭ в виде неизменно постоянной пиковой потребности в энергоресурсах.

Новые функциональные модели больших трубопроводных систем позволят более реалистично и точно моделировать функционирование этих СЭ в экстремальных условиях. Например, падение давления газа вследствие воздействия крупного возмущения на газотранспортную сеть, может сказываться на ближайших к месту аварии потребителях через несколько часов, а на наиболее удалённых – через сутки и более. Также новые модели позволят исследовать зависимость системной производительности от непостоянства нагрузки и вариативности технических характеристик оборудования СЭ во время крупного возмущения и после него. Последнее даст возможность снизить влияние перечисленных и прочих факторов неопределённости, учёт которых является неотъемлемой частью исследований живучести, на процесс принятия решений по повышению живучести СЭ. В статье рассматривается создание подобной модели системы газоснабжения Европейского союза на основе открытых массивов данных, являющихся результатом проекта SciGRID_gas [2], который выполнялся в Ольденбургском институте сетевых энергетических систем.

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FWEW-2021-0005 «Технологии разработки и анализа предметно-ориентированных интеллектуальных систем группового управления в недетерминированных распределённых средах» (рег. № 121032400051-9).

Список источников

1. Храмов А.В., Еникеева С.М. и др. Программное и информационное обеспечение решения задач живучести Единой системы газоснабжения СССР // Методы и модели исследования живучести систем энергетики. Под ред. Руденко Ю.Н. Новосибирск: Наука, Сиб. отд. 1990. С.86-91.
2. Pluta, A., Medjroubi, W., Diettrich, J.C., Dasenbrock, J., Tetens, H.P., Sandoval, J.E. and Lünsdorf, O., 2022, April. SciGRID_gas-Data Model of the European Gas Transport Network. In 2022 Open Source Modelling and Simulation of Energy Systems (OSMSES) (pp. 1-7). IEEE.

ПРОТОТИП УНИФИЦИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Ерёменко В.С., Наумова В.В., Загумёнов А.А.

Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН, Москва

vitaer@gmail.com

Сегодня ИТ-технологии сосредоточены на разработке передовых технологий и рабочих процессов для поддержки успешных открытий всех геологов, геофизиков и геохимиков, чтобы сделать их работу более простой, естественной, мощной. Меньшие затраты времени на обработку данных дают больше свободы в исследованиях и помогают идти в ногу с современными требованиями и возможностями науки. Бурное развитие информационных технологий, в том числе организация хранения больших данных в облаках, их обработки и анализа на территориально распределенных интерактивных вычислительных ресурсах стимулируют также разработку территориально-распределенных тематических информационных систем, в том числе в геологии.

Целью данного исследования является разработка унифицированной платформы разнотипных геологических данных, осуществляющей интеграцию геологической информации для более эффективного использования, а также числового анализа разнотипных геологических ресурсов. Система реализуется на базовой основе Портала <https://geologyscience.ru>. В рамках работы осуществлялось создание авторской динамически развивающейся цифровой платформы, аккумулирующей уникальные знания экспертов, интегрирующей стандартное и специализированное ПО.

Платформа предоставляет доступ к территориально распределенным источникам геологических данных и современным инструментам открытого доступа, обработки и анализа геологических данных. Предлагаемый подход к построению унифицированной платформы позволяет расширить имеющийся набор источников данных и инструментов обработки с использованием системы плагинов и общей шины данных. Взаимодействие пользователей с компонентами платформы осуществляется через веб-приложение рабочего кабинета с элементами совместной работы и сервисами на основе генеративного искусственного интеллекта. На основе предлагаемых решений разработан прототип программной платформы.

Новое решение сочетает в себе ПО интеграции разнотипных данных из разнородных источников, ПО организации структурированного хранения, поиска и визуализации геологических данных и набор сервисов и инструментов по анализу и обработке различных типов геологических данных. Все это вместе и составляет унифицированную платформу геологических данных.

Благодарности. Работы выполняются в рамках Государственного задания ГГМ РАН по Теме № 1021061009468-8-1.5.1 «Цифровая платформа интеграции и анализа геологических и музейных данных».

КОГНИТИВНО-СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРМИНА «ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ ФИНАНСАМИ»

Ерженин Р.В.

Иркутский государственный университет, Иркутск

rerzhenin@gmail.com

Актуальность исследования обусловлена проблемой формирования адекватных описаний новых сложных многокомпонентных понятий, образованных от слияния терминологии государственного управления с понятиями сферы информационных технологий. В качестве объекта исследования выбрано понятие «информационная система управления государственными финансами». Предложенный алгоритм определения смысла сложного многокомпонентного понятия основан на структурно-семантическом подходе и принципах композиционной семантики. На первом этапе семантического анализа терминологического словосочетания выделены ключевые партнеры по речевой цепи: определяемый и атрибутивный компонент. На втором - представлена структура составных (свободных и несвободных) терминов сложного словосочетания, выделены базовые термины-компоненты. На третьем этапе определены ключевые категории терминологического словосочетания, а также установлены семантические связи между ними. Полученные результаты исследования позволили более точно и обоснованно определить класс информационной системы и охарактеризовать объект информационной технологии. В дальнейшем это позволит более качественно выбирать точку зрения при архитектурном моделировании сложной информационной системы управления.

АНАЛИЗ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ 3D-ПЕЧАТИ

Злобина И.В.

Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., Саратов
irinka_7@mail.ru

В настоящее время широкое распространение получила технология FDM с использованием непрерывных волокон. В частности, углеродных. Однако известно, для ребализации FDM печати используются термопласты, которые имеют недостаточную адгезию к волокну. В связи с этим приобретают актуальность решения, способные повысить связанность термопластов и волокон.

В нашей работе в качестве наполнителя было использовано углеродное волокно, а в качестве связующего – полимер ПА 6. Были изготовлены образцы различных толщин, значения которых находились в интервале от 5 мм до 50 мм с шагом в 5 мм. В качестве упрочняющего воздействия использовали СВЧ электромагнитное поле с частотой 2450 МГц.

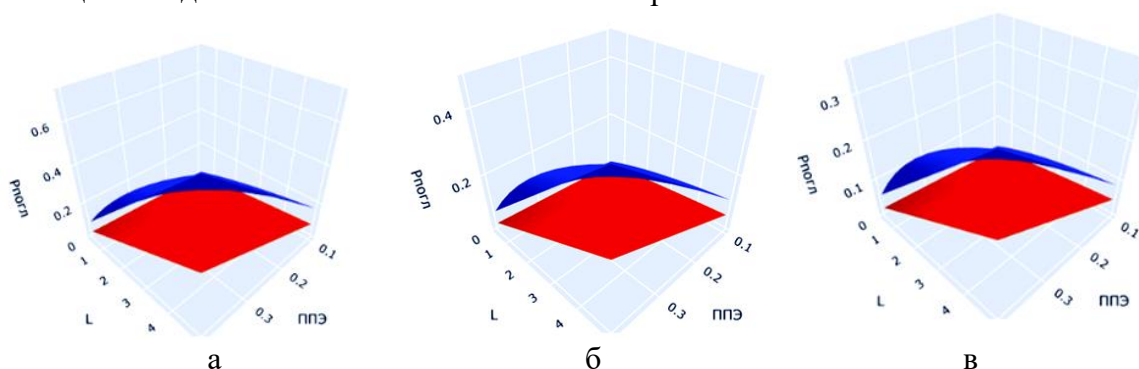


Рис. 1. Зависимость поглощенной мощности СВЧ излучения от плотности потока энергии (ППЭ) и толщины образца L на длине волны 12,2 см / частота 2450 МГц (верхняя поверхность) и 32,66 см / частота 915 МГц (нижняя поверхность):

а – $\epsilon = 3,3$; $\text{tg } \delta = 0,3$; б – $\epsilon = 7,15$; $\text{tg } \delta = 0,3$; в – $\epsilon = 11,0$; $\text{tg } \delta = 0,3$

На основе экспериментальных данных, полученных в ходе воздействия на образцы при частоте 2450 МГц, были смоделированы результаты использования воздействия с частотой 915 МГц (рис. 1). Результаты моделирования позволяют отметить, что снижение частоты, на которой производится обработка, позволяет снизить поглощенную мощность в единицу времени и повысить равномерность ее распределения в объеме материала.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 23-79-00039 «Обоснование методологии комплексного модифицирования композиционных материалов для экстремальных условий эксплуатации на основе изучения фазово-структурных превращений под влиянием электрофизических воздействий различного частотного диапазона».

ФОРМИРОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ГАЗОСНАБЖАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЕЕ РАЗВИТИЯ

Калинина Ж.В., Дзюбина Т.В., Илькевич Н.И.

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

tvleo@isem.irk.ru

Газоснабжающая система нашей страны представляет собой сложную многониточную систему с множеством элементов. Исследование ее развития на перспективу проводится с помощью оптимизационных расчетов на основе расчетной схемы. Невозможно создать подробную расчетную модель системы, достаточно точно описывающую все ее компоненты. Отсюда возникает актуальность и важность создания методов укрупнения схем и определения укрупненных показателей их объектов. В данной работе предлагается методика создания более простой расчетной схемы сложной газоснабжающей системы, которая будет иметь меньшее число узлов и связей по сравнению с первоначальной, при этом должны сохраняться все ее основные характеристики. Такая схема также облегчает анализ результатов расчетов и использование их для принятия необходимых решений. Объектом исследования выступает Единая система газоснабжения Российской Федерации, она формируется предприятиями добычи и транспорта газа, потребителями природного газа и хранилищами газа. В работе используются метод теории графов и алгоритм пошагового агрегирования исходных протяженных газоснабжающих схем. Предложенная методика моделирования исходной схемы позволяет создать укрупненную расчетную схему Единой системы газоснабжения России, и на её основе проводить расчеты по развитию газовой отрасли России на перспективу.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта государственного задания (№ FWEU-2021-0002) программы фундаментальных исследований РФ на 2021-2030 гг. Регистрационный номер: АААА-А21-121012090012-1.

Список источников

1. Многоуровневое моделирование развития систем газоснабжения / Н. И. Илькевич, Т. В. Дзюбина, Ж. В. Калинина. – Новосибирск: Наука, 2014. – 217 с.
2. Экономика предприятий (организаций) нефтяной и газовой промышленности / В. Ф. Дунаев, В. А. Шпаков, В. Н. Лындин [и др] – Москва: ЦентрЛитНефтеГаз, 2015.– 330 с.
3. Козлов В. В. Агрегирование показателей свойств сложных технических систем на основе информационной свертки / В. В. Козлов, А. В. Лагун, Е. А. Миронов [и др] // Информация и космос, 2018. – № 3. – С. 44-48.
4. Козлов В. В. Особенности оценивания свойств сложных технических систем на этапе проектирования / В. В. Козлов [и др] // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования: Научный интернет-журнал, 2017. – № 4. – URL: http://iea.gostinfo.ru/files/2017_04/2017_04_05.pdf.
5. Ten year network development plan 2024. URL:<https://www.entsog.eu/sites/default/files/2023-09/Draft%20Guidelines%20for%20Project%20Inclusion%20for%20TYNDP%202024.pdf>
6. In focus: EU energy security and gas supplies. URL:https://energy.ec.europa.eu/news/focus-eu-energy-security-and-gas-supplies-2024-02-15_en.
7. И. Ю. Миронова. Газовые рынки стран Восточной Азии / Миронова И. Ю. // ЭНЕРПО, 2016. – URL: https://eusp.org/sites/default/files/archive/centres/ENERPO_RC/Reports/2016-08-16_WP_Mironova.pdf.
8. Gas Market Report 2023. URL:<https://www.iea.org/reports/gas-market-report-q1-2023>.
9. Global Gas Report 2023. URL:https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2023/10/IGU-Global-Gas-Report_2023_10.pdf.
10. Global Energy Monitor / M. Inman, G. Aitken, S. Zimmerman. San Francisco, April 2021, 25 p. URL:<https://globalenergymonitor.org/wpcontent/uploads/2021/03/GEM-Europe-Gas-Tracker-Report-2021.pdf>.

11. B. F. Hobbs. Imperfect Models of Imperfect Competition in EU Gas Markets: Great Potential, Great Shortcomings, University of Cambridge, 2010, P. 12.
12. R. Carvalho, L. Buzna, F. Bono, M. Masera, D. K. Arrowsmith, et al. Resilience of Natural Gas Networks during Conflicts, Crises and Disruptions, PLoS ONE, 2014, P. 9.
13. Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина; ИНЭИ РАН–Московская школа управления СКОЛКОВО – Москва, 2019. – 210 с. - ISBN 978-5-91438-028-8
14. Zh.V. Kalinina, T.V. Dzyubina, N.I. Ilkevich. An Approach to Determining Techno-Economic Characteristics of Aggregated Gas Systems. Energy Systems Research. Vol. 6. N 3 (2023). P. 21-30.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ГАЗОСНАБЖАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Калинина Ж.В., Дзюбина Т.В., Илькевич Н.И.

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

tvleo@isem.irk.ru

Одной из основных проблем при проведении исследований развития такой большой технической системы, как газовая отрасль, стало моделирование расчетной схемы системы, которая содержит меньшее число элементов, но при этом с определенной точностью соответствует исходной и сохраняет все необходимые ее характеристики. Такая схема позволяет проводить анализ системы и использовать результаты расчетов для принятия необходимых решений. Моделирование расчетной схемы включает два этапа: 1) создание укрупненной расчетной схемы; 2) определение технико-экономических показателей объектов полученной расчетной схемы. Данная работа посвящена второму этапу. Объектом исследования является Единая система газоснабжения РФ, включающая формирующие ее газотранспортные и газодобывающие предприятия, потребителей природного газа. Рассматриваются методы разнесения затрат и потерь газа по газотранспортным связям схемы и узлам-источникам, комбинаторный метод оптимизации, основанный на максимальном чистом дисконтированном доходе, учитывающий срок окупаемости новых объектов. Полученные технико-экономические показатели объектов расчетной схемы являются исходными данными для проведения оптимизационных расчетов по системе. Предложенная методика позволяет учитывать небольшие месторождения, независимых производителей газа, потоки газа по неосновным магистральным газопроводам, а также потери газа на собственные нужды и утечки при добыче и транспорте газа. Предложенная методика позволила создать базу данных для многоуровневого моделирования развития газоснабжающей системы.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта государственного задания (№ FWEU-2021-0002) программы фундаментальных исследований РФ на 2021-2030 гг. Регистрационный номер: АААА-А21-121012090012-1.

Список источников

1. Белогорьев А. Перспективы экспорта российского газа в новых условиях. Энергетическая политика. <https://energypolicy.ru/perspektivy-eksporta-rossijskogo-gazav-novyh-usloviyah/gaz/2022/15/20/>
2. Ford L.R., Fulkerson D.R. Flow sinnet works. – New Jersey: Princeton university press, 1962 – Р. 276.
3. Юдин Д. Б., Гольштейн Е. Г. Линейное программирование. — М.: Наука, 1969. – 424 с.
4. Габасов Р., Кириллова Ф. М. Методы линейного программирования. — Минск: БГУ, 1977. – 176 с.
5. Kalinina Zh.V., Dzubina T.V. A Metod to Aggregate Schemes of Gas Systems for an In-Depth Study of Their Expansion. Energy Systems Research. Vol.5. N 1 (2022). P. 21-30. doi.org/10.38028/esr.2022.01.0002.
6. Илькевич Н.И., Дзюбина Т.В., Калинина Ж.В. Многоуровневое моделирование развития систем газоснабжения. Новосибирск: Наука, 2014, – 217 с.
7. OPEC Annual Statistical Bulletin 2023
8. World Energy Outlook 2022 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2022/10/IEA-World-Energy-Outlook-2022-2022_10.pdf.
9. Распоряжение Правительства РФ от 16.03.2021 N 640-р О долгосрочной программе развития производства сжиженного природного газа в Российской Федерации. <https://e-ecolog.ru/docs/LhWIkksAeETQAz5rTmp8n/full>

10. <https://www.gazprom.ru/press/news/2023/october/article568250/> International conference of Arctic transport accessibility: networks and systems Economic and environmental aspects of the development possibilities for the northern sea route Irina Makarova, Larysa Gubacheva, Dmitry Makarov, Polina Buyvola.
11. IGU World LNG Report 2022 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://maritimecyprus.com/wp-content/uploads/2022/08/World-LNG-Report2022.pdf>.

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ПРАВИЛ ДЛЯ PLM СИСТЕМ

Камалетдинова Л.Р., Романов А.А.

Ульяновский государственный технический университет, Ульяновск
lribragimova1995@gmail.com

На сегодняшний день многие крупные производства используют PLM системы [1] для управления жизненным циклом изделий. Часто возникает необходимость интеграции PLM-системы и сторонней информационной системы (далее в тексте будем называть ее интегрируемая ИС), не входящей в состав комплекса PLM, но участвующей в решении задач, связанных с информационной поддержкой управления производственными процессами. На данный момент задачу такой интеграции выполняет аналитик. Он должен сформировать структурную и процессную модели интегрируемой ИС, на основе которых формируются правила взаимодействия с системой. В процессе эксплуатации помимо аналитика участвует оператор, который выполняет задачу поддержания актуальности данных как интегрируемой ИС, так и всего комплекса, и лицо, принимающее решение (ЛПР), который выполняет процесс управления интегрируемой ИС, а именно поддержание её работоспособного состояния. Аналитик должен учитывать изменения структуры данных интегрируемой ИС. Оператор отслеживает возможные риски, связанные с обеспечением соответствия данным комплекса PLM. ЛПР принимает решения относительно возможной минимизации рисков.

Предлагается подход, позволяющий снизить нагрузку как на аналитика, обеспечивающего настройку взаимодействия и отображения данных, так и на оператора, участвующего в обеспечении актуальности структур данных, и ЛПР, участвующего в принятии важных решений, связанных с возможными рисками на производстве.

За счет использования подхода управления на основе данных [3], предполагается снижение трудозатрат аналитика и оператора за счет выполнения задачи интеграции и частично задачи управления интегрируемой ИС разработанной управляющей системой. Подход управления на основе данных подразумевает:

1. выполнение моделирования системы, но не в классическом понимании [2], а за счет формирования метамоделей данных интегрируемой ИС на основе анализа ее хранилища;
2. отображение данных при интеграции систем PLM и интегрируемой ИС предприятия за счет использования базы правил поведения интегрируемой ИС;
3. снижение рисков перехода в состояние отказа и поддержание системы в работоспособном состоянии без участия в данном процессе ЛПР.

В данной работе рассматривается алгоритм принятия решений управляющей системы (далее УС) на основе базы правил интегрируемой ИС с использованием нечеткого логического вывода. В качестве основных методов, используемых при принятии решения, выступают алгоритм задания функции принадлежности и валидация входных данных. Процесс принятия решений зависит от нескольких факторов:

- Существование возможной реакции интегрируемой ИС на входные данные в базе правил поведения интегрируемой ИС;
- Существование возможной реакции интегрируемой ИС на входные данные при условии, что значение функции принадлежности не меньше допустимой погрешности;
- Влияние полученной реакции на состояние PLM системы (возможность добавления данных в комплекс без ошибок и рисков для всего производственного комплекса).

Таким образом, общее количество сценариев, где должен участвовать человек (аналитик, оператор и ЛПР) при работе с интегрируемой ИС без управляющей системы составляет 11 (85%), а общее количество сценариев при работе с интегрируемой ИС с использованием управляющей системы составляет 2 (22%). Основной задачей ЛПР является снижение рисков и реакция на ошибки в случае использования управляющей системы. Получаем снижение роли ЛПР на 63%.

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания № 075-03-2023-143 по проекту «Исследование интеллектуальной предиктивной аналитики на базе интеграции методов конструирования признаков гетерогенных динамических данных для машинного обучения и методов предиктивного мультимодального анализа данных».

Список источников

1. S. Terzi, A. Bouras, D. Dutta, M. Garetti, D. Kiritsis, Product lifecycle management – from its history to its new role, *Int. J. Product Lifecycle Management*, Vol. 4, No. 4, 2010 p. 360-389
2. Z.S. Hou, J.X. Xu, On data-driven control theory: the state of the art and perspective / *Acta Automatica Sinica* 35 (6) (2009) 650–667.
3. Z.S. Hou, Z. Wang, From model-based control to data-driven control: Survey, classification and perspective, *Information Sciences* 235 (2013) 3-35.

ГРАФОВЫЕ МОДЕЛИ, МЕТОДЫ ИХ ПОСТРОЕНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОТОКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Каримов Н.Е., Михеев А.В.

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

Графовые модели являются одним из основных инструментов в анализе и обработке данных. Они представляют данные в виде графа, где вершины соответствуют объектам, а ребра - связям между ними. Графовые методы используются в различных областях, таких как анализ социальных сетей, оптимизация бизнес-процессов, машинное обучение и многих других [1, 2]. Для построения и анализа потока научно-технических знаний также активно используются графовые модели. Методика построения графов базируется на использовании моделей цитирования (прямое цитирование, совместное цитирование, библиографическое связывание и т. д.) [3] и семантических сетей, которые строятся на основе научной-технической документации, например, патентов или научных статей [4].

В работе рассмотрены основные понятия и определения графовых моделей, моделей цитирования и семантических сетей, а также примеры их использования. Рассмотрены методы построения графовых моделей, где в качестве источника данных выступает научно-техническая документация. В работе представлены методы анализа графов, такие как поиск кратчайших путей, определение связности и другие. Рассмотренные методы визуализации графовых моделей для их целостного представления и анализа предметной области

Кроме того, выполнен обзор библиотек для работы с графами, таких, как NetworkX и igraph, а также инструментов для визуализации графов, таких как Gephi.

Список источников

1. Арсеньев Д. Г., Баскаков Д. Е., Шкодырев В.П. Интеллектуальные графовые модели обработки связанных данных // информационные технологии в управлении. - Санкт-Петербург: "Концерн "Центральный научно-исследовательский институт "Электроприбор", 2020. - С. 17–22.
2. Шибанов С. В., Зудов А. Б. Графовые модели для анализа взаимодействий правил в активных базах данных // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2016. – No 1 (17). – С. 345–354.
3. Ольгина И. Г., Пронин И. В., Абдрахманов А. Н. Построение графовых моделей сети цитирования научных публикаций // Системы управления, информационные технологии и математическое моделирование. - Омск: Омский государственный технический университет, 2020. - С. 118–125.
4. Палагин А. В., Кривой С. Л., Петренко Н. Г. Концептуальные графы и семантические сети в системах обработки естественно-языковой информации // Математичні машини і системи. - 2009. - №3. - С. 67–79.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕГРАДАЦИИ ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОЙ ЁМКОСТИ

Кашкаров К.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск

kirillkashkarov@icloud.com

Литий-ионные аккумуляторные батареи широко используются в различных устройствах, включая транспортные средства, стационарные энергосистемы, а также системы электропитания космических аппаратов. С течением времени аккумуляторы в батарее подвержены деградации, что приводит к уменьшению их ёмкости и производительности [1, 2].

Прогнозирование деградации литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) является важной задачей, поскольку это позволяет оптимизировать их использование и увеличить их срок службы. Существует несколько способов прогнозирования деградации аккумуляторов, включая математические модели, мониторинг параметров ЛИА и анализ изменений его характеристик.

Для повышения адекватности математических моделей необходимо постоянное измерение напряжения, тока, температуры, вычисление параметров модели аккумулятора [3].

В докладе рассматривается математическая модель деградации ЛИА, учитывающая электрохимические процессы во время заряда и разряда аккумулятора.

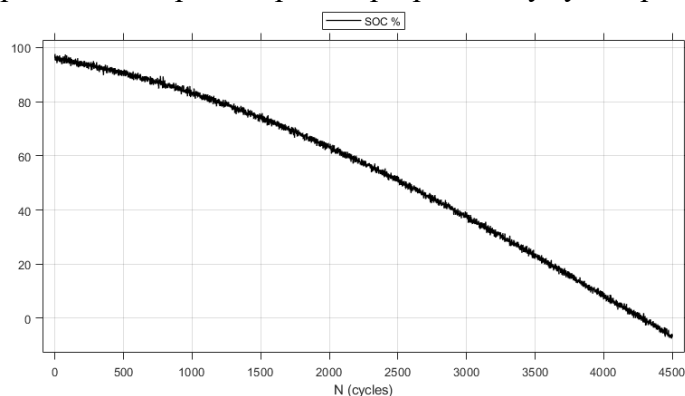


Рис. 1. График изменения ёмкости ЛИА с учётом деградации

Результаты моделирования показали (рис. 1), что некоторые факторы, такие как температура, ток заряда/разряда и частота циклов оказывают существенное влияние на процесс деградации аккумулятора. Это подчеркивает необходимость правильного управления и мониторинга условий использования аккумуляторов для увеличения их срока службы.

Список источников

1. Хандорин М.М. Метод, алгоритмы и микропроцессорное устройство оценивания параметров литий-ионной аккумуляторной батареи космического аппарата: дис. ... канд. техн. наук:05.13.05. – Томск, 2018. – 147 с.
2. Проценко Н.А. Разработка байпасного устройства аккумуляторных батарей космического назначения с термомеханическим преобразователем на основе материала с эффектом памяти формы: дис. канд. техн. наук:05.16.09. – Томск, 2013. – 167 с.
3. C. R. Birkl, M. R. Roberts, E. McTurk, P. G. Bruce, D. A. Howey. Degradation Diagnostics for Lithium Ion Cells. *Journal of Power Sources*, 341:373-386, 2017.

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАСУХ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Климов Е.С., Иваньо Я.М.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, п. Молодежный
kes17.99@mail.ru

Засуха — одно из самых разрушительных природных явлений, чье влияние распространяется на широкий спектр человеческой деятельности, от сельского хозяйства до водоснабжения и сохранения биоразнообразия. В условиях глобального изменения климата с высокой частотой засух возрастает потребность в разработке точных и эффективных методов моделирования этих явлений. Моделирование засухи не только способствует лучшему пониманию их природы, но и обеспечивает критически важные данные для принятия обоснованных решений в планировании использования ресурсов и минимизации ущерба.

В работе рассматриваются подходы к моделированию засух с использованием машинного обучения и нейронных сетей.

Одними из основных индикаторов засухи являются временные ряды урожайности сельскохозяйственных культур [1], поэтому предсказание этой характеристики тесно связано с предсказанием засух.

Огромное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур оказывают метеорологические характеристики, поэтому возможность их адекватного прогнозирования позволит создавать качественные факторные модели.

Важной и сложной задачей является предсказание метеорологических характеристик - суточных температур и осадков. Для прогнозирования временных рядов этих характеристик используются, как классические модели - авторегрессия и экспоненциальное сглаживание, так и продвинутое нейронные сети: DeepAR [5] на основе рекуррентных нейронных сетей и Temporal Fusion Transformer [3], базирующихся на трансформерной архитектуре.

В качестве целевой метрики используется симметричная относительная ошибка SMAPE [6]. Методом сравнения метрик на отложенной выборке определяется наилучшая модель. Таким образом, выбранные модели для температуры и осадков используются для получения итоговых прогнозов. Прогностические значения характеристик могут использоваться в виде факторов для построения моделей изменчивости урожайности сельскохозяйственной культуры или иметь самостоятельное значение.

Временные ряды суточных осадков и температуры за вегетационный период применимы для построения линейных моделей изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур. Из рядов метеорологических характеристик выделяются значения для разных временных интервалов методом сдвига: окно размером в фиксированное количество суток сначала вегетационного периода до ранней даты, предшествующей сбору урожая, смещается с некоторым шагом. Из полученных таким образом окон с помощью различных агрегаций выделяются признаки для модели машинного обучения.

Так как полученное пространство признаков может иметь сильную корреляцию, то в качестве моделей машинного обучения используются бустинги над деревьями решений [4]. При этом за счет хорошей интерпретируемости деревьев решений дополнительным результатом данного исследования является анализ влияния метеорологических факторов на урожайность сельскохозяйственных культур в конкретно заданные периоды.

В качестве целевой метрики для прогнозирования урожайности используется среднеквадратичная ошибка MSE [2]. Результатом исследования являются модели прогнозирования урожайности.

Список источников

1. Барсукова, М.Н. Об одной модели оптимизации производства аграрной продукции в благоприятных и неблагоприятных внешних условиях /М.Н. Барсукова, Я.М. Иваньо, С.А.

Петрова // Информационные и математические технологии в науке и управлении. - 2020. – № 3 (19). - С. 73-85.

2. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. — 2-е изд. — М., 1962.
3. Lim, B., Arik, S. O., Loeff, N., & Pfister, T. Temporal Fusion Transformers for Interpretable Multi-horizon Time Series Forecasting [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2019. Дата обновления: 19.12.2019. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1912.09363> (дата обращения: 25.02.2024).
4. Mason, L.; Baxter, J.; Bartlett, P. L.; Frean, Marcus (1999). Boosting Algorithms as Gradient Descent. //Advances in Neural Information Processing Systems 12. MIT Press. 1999, pp. 512–518.
5. Salinas, D., Flunkert, V., & Gasthaus, J. DeepAR: Probabilistic Forecasting with Autoregressive Recurrent Networks. [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2017. Дата обновления: 13.04.2017. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1704.04110> (дата обращения: 21.02.2024).
6. Tofallis, C. A Better Measure of Relative Prediction Accuracy for Model Selection and Model Estimation // Journal of the Operational Research Society, 2015, no. 66, pp. 1352-1362.

РЕКОМЕНДАЦИЯ СЕРВИСОВ НА ГЕОПОРТАЛЕ ИДСТУ СО РАН

Климонов М.С., Фёдоров Р.К.

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

Основными пользователями геопортала ИДСТУ СО РАН [1] являются учёные, которым для работы необходимо использовать, обрабатывать и отображать пространственные данные. Для этого созданы специальные сервисы, реализующие разную функциональность. Например, это сервисы предоставления данных дистанционного зондирования земли, обработки пространственных данных, расшифровки генома и т. д. Созданные сервисы значительно упрощают решение многих задач. В области обработки ПД определены и активно используются стандарты Open Geospatial Consortium (OGC), которые унифицируют применение сервисов. На основе существующих стандартов разработаны программные системы и библиотеки, которые позволяют использовать любой сервис.

С ростом количества сервисов возникла задача поиска сервиса и распространения информации о новом сервисе или опыте использования существующего сервиса. То есть необходимо реализовать систему ранжирования и рекомендации сервисов для конкретного пользователя. Задача сводится к построению функции оценки релевантности сервисов для пользователя:

$$r(u_i, s_j) \rightarrow [0,1], \text{ где } u_i \in U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} - \text{множество пользователей,} \\ s_j \in S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\} - \text{множество сервисов.}$$

При этом важно учитывать, что сервисы могут быть ориентированы на определенные предметные области или могут быть универсальными и использоваться в разных предметных областях.

При использовании специалистом нового сервиса можно его рекомендовать другим специалистам из этой же области или коллегам из других областей, но работающим над похожими задачами или имеющими общие области интереса. Другим словами возникает подзадача определения близости пользователей.

$$d(u_i, u_j) \rightarrow [0, \infty),$$

Предлагается решение этой подзадачи на основе анализа векторов частот вызовов сервисов пользователями и поиска ближайших соседей по описанным векторам. Для каждого пользователя u_i вычисляется вектор $p_i = \{p_{i1}, \dots, p_{im}\}$, где p_{ij} – нормированное количество вызовов сервиса s_j пользователем u_i к количеству всех вызовов сервисов u_i . В качестве функции для определения близости пользователей u_i, u_j используется косинусное расстояние между векторами p_i и p_j .

На основе предложенной функции близости пользователей строится функция оценки сервисов, описанная выше.

Список источников

1. Фёдоров Р. К., Бычков И. В., Шумилов А. С., Ружников Г. М. Система планирования и выполнения композиций веб-сервисов в гетерогенной динамической среде // Вычислительные технологии. 2016. Т. 21, № 6. С. 18 – 35.

БЫСТРЫЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ГРАНИЧНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ОБТЕКАНИЯ ПРОФИЛЯ

Кобзарь Д.Ю., Колганова А.О.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва
cobzardash@yandex.ru

Математические модели многих физических процессов предполагают решение краевой задачи для уравнения Лапласа. Подобные постановки задач возникают в теории теплопроводности, теории упругости, теории фильтрации, электростатике, гидродинамике потенциальных течений несжимаемой жидкости. Решение в области можно представить в виде интеграла от значений некоторой функции (плотности потенциала) на границе:

$$u(\vec{r}) = \int_{\partial V} \Phi(\vec{r} - \vec{\xi}) g(\vec{\xi}) dS_{\xi}$$

Здесь Φ – фундаментальное решение уравнения Лапласа или его нормальная производная; g – плотность потенциала простого или двойного слоя соответственно. Для обеспечения выполнения граничных условий вычисляют краевые значения функции $u(\vec{r})$ или ее производной на границе области, в результате получается некоторое граничное интегральное уравнение относительно неизвестной плотности потенциала. В этом состоит суть методов граничных интегральных уравнений (или метода граничных элементов). При моделировании плоских течений несжимаемой среды с использованием вихревых методов возникает аналогичное интегральное уравнение (ГИУ) вида

$$\int_S \frac{\vec{n}(\vec{r}) \cdot (\vec{r} - \vec{\xi})}{2\pi|\vec{r} - \vec{\xi}|^2} \gamma(\vec{\xi}) dl_{\xi} - \alpha(\vec{r})\gamma(\vec{r}) = f(\vec{r}), \vec{r} \in S,$$

является СЛАУ; разработаны эффективные схемы дискретизации для кусочно-постоянного и кусочно-линейного представления решения на участках профиля [1]. На практике использование подобного подхода сопряжено со значительными вычислительными сложностями: матрица полностью заполнена (при этом несимметрична), для решения СЛАУ прямым методом Гаусса требуется выполнить порядка N^3 , N^2 , N . (*BiCG*, *BiCGStab*, *GMRES*)(), [2] ..., $O(N)$ ($-O(N \ln^2 N)$). Алгоритм реализован в виде программного модуля для пакета VM2D.

Список источников

1. Марчевский И.К., Сокол К.С., Измайлова Ю.А. Т-схемы для математического моделирования генерации завихренности на гладких профилях в вихревых методах // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер.: Естественные науки. 2022. № 6. С. 33-59. doi: 10.18698/1812-3368-2022-6-33-59
2. Marchevsky I., Ryatina E., Kolganova A. Fast Barnes—Hut-based algorithm in 2D vortex method of computational hydrodynamics // Computers & Fluids. 2023. V. 266. Art. 106018. doi: 10.1016/j.compfluid.2023.106018.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАФОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ КАК ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПОМОЩНИКОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ КОГНИТИВНЫХ КАРТ

Козлов М.В.^{1,2}, Михеев А.В.¹, Дьякович М.П.³

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

²*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск*

³*Ангарский государственный технический университет, Ангарск*

max28k@gmail.com

Одной из актуальных проблем исследования сложных динамических систем, таких как развитые технико-экономические или социально-экономические системы, является разнородность факторов, непосредственно влияющих на их развитие. С этим сталкиваются исследователи и при анализе такого сложного социально-экономического явления как качество жизни населения. Использование когнитивного моделирования позволило определить отношения между физическими элементами исследуемой системы, обусловленные неочевидной, опосредованной зависимостью влияющих внешних факторов [1]. Показано, что качественно и количественно охарактеризовать структуру индикаторов качества жизни и их взаимосвязи между собой и внешними факторами можно с инструментальным использованием когнитивной карты [2].

В то же время, эти внешние факторы могут быть комплексными и неоднозначными, иметь сложную природу, формировать зависимости, которые могут претерпевать изменения во времени. В качестве одного из подходов для исследования сложных динамических систем используется динамическое когнитивное моделирование, которое позволяет через понятное графическое представление объекта рассматривать развитие слабоструктурированных сложных систем в отсутствии достаточной количественной информации [3]. Оценка влияния факторов на систему, включая отслеживание изменений их ключевых параметров состояния и взаимосвязей, позволяет эксперту прогнозировать возможные будущие пути развития системы, необходимые для принятия научно обоснованных решений.

Подход к исследованию сложных динамических систем посредством построения моделей системной динамики [4] успешно применялся для анализа развития энергетики, как развивающейся во времени системы. Так как метод построения динамических когнитивных карт также является методом исследования сложных динамических систем, и во многом схож с методом построения моделей системной динамики, он также может быть применен для исследований в других сферах.

Построение динамических когнитивных карт требует глубоких познаний эксперта в предметной области. Эксперту необходимо не только оценить и подобрать необходимые факторы исследуемой предметной области, но и выстроить между ними взаимосвязи, подобрав при этом характер связей между ними и границы для изменяемых ключевых параметров. Кроме того, у эксперта может быть необходимость в корректном и точном концептуальном определении множества слабоформализуемых факторов, что в свою очередь значительно усложняет и замедляет составление и изменение динамических когнитивных карт. Наличие вышеперечисленных трудностей делает необходимым разработку средств, значительно упрощающих процессы при составлении динамических когнитивных карт.

Ввиду большой сложности при построении динамических когнитивных карт предлагается использование обученных генеративных нейронных сетей в качестве помощников. Нейронные сети достигли значительных результатов в генерации различных данных, кроме того, они также стали способны генерировать графы. Генерация графов широко применяется для формирования так называемых графов знаний, структур, позволяющих визуализировать знания конкретной предметной области. Благодаря строгому формальному описанию, графовые данные также могут быть использованы для генерации новых знаний.

Модель нейросети Graph Neural Network (GNN) [3], способна генерировать графы различной сложности. Задача модели сводится к предсказанию возможных связей между вершинами, что достаточно применимо для поддержки при построении динамических когнитивных карт, посредством частичной автоматизации процесса. Обучение таких моделей можно обеспечить за счёт построенных ранее динамических когнитивных карт, содержащих факторы, их взаимосвязи и ключевые параметры. Такой подход позволит помогать пользователю при составлении динамических когнитивных карт, а именно предлагать возможные взаимосвязи и ключевые параметры факторов.

Список источников

1. Финогенко И.А., Дьякович М.П., Блохин А.А. Методология оценивания качества жизни, связанного со здоровьем. Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2016. Т. 21. № 1. С. 121-130.
2. Блохин А.А. Направления использования когнитивных моделей качества жизни. Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2018 № 1 (9). С. 56-62 Массель А. Г., Динамические когнитивные карты для обоснования решений по стратегическому управлению развитием энергетики / А. Г. Массель // Проблемы управления и моделирования в сложных системах. – Самара: Общество с ограниченной ответственностью "Офорт", 2016. – С. 253-257. – ISBN 978-5-473-01088-6.
3. Bolwig, S., Bazbauers, G., Klitkou, A., Lund, P. D., Blumberga, A., & Blumberga, D. (2019). Review of modelling energy transitions pathways with application to energy system flexibility. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 101(November 2018), 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.11.019>
4. Futia, Giuseppe & Vetro, Antonio & De Martin, Juan Carlos. (2020). SeMi: A SEmantic Modeling machIne to build Knowledge Graphs with graph neural networks. SoftwareX. 12. 100516. 10.1016/j.softx.2020.100516.

АЛГОРИТМЫ КВАЗИЛИНЕЙНОЙ СЛОЖНОСТИ В ВИХРЕВЫХ МЕТОДАХ ДЛЯ ПРЯМОГО ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ДВУМЕРНЫХ ЗАДАЧАХ АЭРОГИДРОУПРУГОСТИ

Колганова А.О., Марчевский И.К.

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

Необходимость рассмотрения сопряженных задач аэрогидроупругости возникает при моделировании колебаний элементов конструкций технических систем, взаимодействующих с потоком жидкости или газа. Наиболее затратной частью алгоритма их численного решения является моделирование течения, которое само по себе интереса может и не представлять, однако должно производиться с достаточно высокой точностью для верного расчета действующих аэрогидродинамических нагрузок. Дополнительно решение сопряженных задач осложняется тем, что обтекаемые поверхности подвижны и при использовании традиционных сеточных методов требуется перестраивать или деформировать сетку на каждом шаге расчета.

В случае малых дозвуковых скоростей, когда сжимаемостью среды можно пренебречь, могут быть эффективно использованы вихревые методы вычислительной гидродинамики, относящиеся к классу бессеточных лагранжевых методов. В них первичной расчетной величиной является поле завихренности, по которому могут быть восстановлены поле скоростей среды и поле давления; имеется также возможность интегральных нагрузок, действующих на обтекаемые тела, а также силы вязкого трения.

Использование вихревых методов требует многократного (на каждом шаге по времени) решения граничного интегрального уравнения, описывающего генерацию завихренности на поверхности, решения нескольких задач типа N тел, а также выполнения иных операций, также сводящихся к учету взаимодействия частиц. «Прямые» алгоритмы решения указанных задач имеют квадратичную по числу частиц вычислительную сложность, что существенно ограничивает возможность применения вихревых методов для решения задач, требующих подробной дискретизации.

В настоящем докладе представлены программные реализации быстрых алгоритмов, основанные как на известных подходах, так и на собственных разработках авторов [1]. Во всех случаях обеспечена квазилинейная вычислительная сложность алгоритмов, предложены их реализации как для центральных процессоров, так и для графических ускорителей, использование которых позволяет дополнительно многократно снизить время счета.

В качестве примера рассмотрена задача об определении критической скорости флаттера для модели мостов Great Belt и Тасома (для сечения основного пролета в двумерной постановке); показана возможность выполнения нестационарного расчета в течение сотен секунд «физического» времени; для этого требуется всего несколько часов машинного времени. Полученные результаты хорошо согласуются с экспериментальными и расчетными данными других авторов. Расчеты выполнены в программном комплексе VM2D, который позволяет моделировать течение вязкой несжимаемой среды, основан на наиболее современных модификациях вихревых методов [2] и реализует быстрые алгоритмы для выполнения основных операций: генерации завихренности на профиле (решение граничного интегрального уравнения); расчета конвективных и диффузионных скоростей вихревых частиц; моделирования движения вихревых частиц в области течения; восстановления поля скоростей и давления.

Список источников

1. Marchevsky I., Ryatina E., Kolganova A. Fast Barnes—Hut-based algorithm in 2D vortex method of computational hydrodynamics // Computers & Fluids. 2023. Vol. 266. Art. 106018. DOI: 10.1016/j.compfluid.2023.106018

2. Marchevsky I., Sokol K., Ryatina E., Izmailova Y. The VM2D open source code for two-dimensional incompressible flow simulation by using fully Lagrangian vortex particle methods // Axioms. 2023. Vol. 12(3). Art. 248. DOI: 10.3390/axioms12030248

ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЁМОВ ПРОИЗВОДСТВА РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ НА УРОЖАЙ САРАНЧОВЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Колокольцева И.М., Иванько Я.М.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, п. Молодежный
89025190281@yandex.ru

На протяжении последних лет в России основными хозяйственно значимыми объектами аграрного производства остаются особо опасные многоядные вредители, способные при массовом размножении или распространении вызывать имущественный ущерб, связанный с повреждением продукции и снижением ее качества. Причиненный только саранчовыми вредителями ущерб может достигать 7-8 млн т недобора только зерна и приводить к снижению его качества в целом по стране на 25-30%. Эти вредители наносят также значимый ущерб сельскому хозяйству Иркутской области.

В проведенных авторами исследованиях выявлена значимая обратная зависимость урожайности многолетних трав на сено от численности личинок саранчовых вредителей с коэффициентом корреляции $R = -0,72 \dots -0,70$. Менее значимая зависимость получена между урожайностью зерновых и зернобобовых и численностью личинок саранчовых ($R = -0,4 \dots -0,35$), что объясняется их пищевыми предпочтениями. При этом выявлено, что численность личинок саранчовых имеет высокую зависимость от таких метеорологических факторов как суточная температура воздуха и осадки, прежде всего, в июне месяце, в редких случаях – июле. Строго прослеживается прямая зависимость от температуры и обратная – от осадков. Эти результаты получены по данным Качугского, Черемховского и Заларинского районов за период 2017 - 2023 годы.

Полученные особенности влияния саранчовых вредителей на урожайность сельскохозяйственных культур могут быть использованы для оптимизации объемов производства сельскохозяйственных культур с учетом возможных ущербов. Для этого предлагается использовать задачу параметрического программирования, в которой параметром, влияющим на биопродуктивность, является численность личинок саранчовых культур.

Потери урожайности сельскохозяйственных культур от вредителей влияют на выручку и прибыль сельскохозяйственных товаропроизводителей за счет колебания цен на продукцию. В такой неблагоприятной ситуации уменьшается производство, прежде всего, кормовых культур и увеличиваются трудозатраты на борьбу с вредителями посевов.

Разработанная модель параметрического программирования с неопределенными характеристиками в виде урожайности некоторых сельскохозяйственных культур реализована на примере сельскохозяйственной организации. Кроме того, задача может быть решена для муниципального района.

ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛАЧНЫХ И ГРАНИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗВИТИИ ИЭС

Колосок И.Н., Коркина Е.С.

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

Важной функцией при реализации концепции Smart Grid является процедура мониторинга сети и принятия решений по управлению интеллектуальной энергосистемой (ИЭС) на основе множества постоянно меняющихся и взаимосвязанных данных большого объема. Эти данные поступают от различных измерительных устройств географически распределенных объектов ИЭС различного уровня: передающих и распределительных сетей, источников традиционной и распределенной генерации на базе ВИЭ и различных потребителей электроэнергии.

Для решения задач обработки больших объемов данных, связанных с производством и бизнесом предприятий, не имеющих своих собственных достаточных вычислительных ресурсов (вычислительные мощности, хранилища данных, программное обеспечение и др.), используются облачные технологии (ИТ-сервисы). Облачные технологии представляют собой программно-аппаратное обеспечение, размещенное в «облаке» на удаленных центрах обработки данных (ЦОД) и доступное пользователю через локальную сеть или сеть Интернет [1]. Облачные технологии нашли достаточно широкое применения в различных областях электроэнергетики в России и за рубежом: при создании цифровых двойников (ЦД) энергообъектов, виртуальных электростанций, мультиагентных систем управления и диагностики, систем автоматизированного контроля энергообъектов в период эксплуатации и др. [2,3].

К недостаткам облачных технологий относятся: зависимость от поставщика ИТ-услуг, необходимость подключения к интернету, задержки при передаче данных и угроза нарушения их конфиденциальности. Еще одна проблема состоит в том, что в условиях санкций российские потребители сталкиваются с ограничениями на приобретение и продление лицензий на зарубежное программное обеспечение.

Для преодоления этих недостатков было предложено использовать граничные (пограничные, периферийные) технологии (в англоязычной литературе чаще используется термин граничные вычисления -Edge Computing), которые появились позднее облачных, но имеют ряд преимуществ по сравнению с ними. Граничные вычислительные ресурсы расположены ближе к источнику данных или конечному пользователю, это снижает задержку при передаче данных, обеспечивает большую безопасность и большую эффективность [4,5].

Развертывание edge-инфраструктуры предусматривает два сценария. В первом случае обработка данных, которые генерируют устройства, осуществляется локально, без отправки в корпоративное облако или удаленный ЦОД, тем самым обеспечивая требования реального времени. Во втором случае обработка чувствительных к пропускной способности данных осуществляется на границе сети (Edge Computing), а данные, необходимые для решения задач off-line (аналитика, планирование, прогноз), передаются в облачные системы [6]. Более перспективным для применения в ИЭС является второй подход, который позволяет сократить объемы данных, передаваемых в облако, а, соответственно, и уровень трафика.

В докладе будут рассмотрены возможности применения облачных и граничных технологий при функционировании новых объектов, создаваемых в рамках цифровой трансформации и интеллектуализации энергетики, таких как «умная» сеть, микрогрид, активный энергетический комплекс (АЭК), ЦД, «умный дом» и др. [7,8].

В качестве примера рассмотрена проблема задержки данных при управлении «умной» распределительной сетью в процессе регулирования потока активной мощности между сетями среднего и высокого напряжения. Показано, что для обеспечения максимально

допустимой задержки при передаче данных через информационно-коммуникационную сеть, не оказывающей негативного влияния на качество управления, необходимо использовать локальную обработку данных на базе граничных вычислений либо комбинированный подход, при котором данные, полученные с датчиков и сенсоров, оперативно обрабатываются на граничном устройстве (контроллере); а в случае фиксирования аномальных значений поступает соответствующая команда на исполнительные устройства или оповещение оператору. И только часть данных передается для обработки и хранения в облако. Такой подход позволяет обеспечить требуемую задержку и снизить затраты на передачу данных.

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. <https://www.reg.ru/blog/obzor-oblachnyh-servisov/> (дата обращения 10.04.2024)
2. Гаджиев М., Кравец Д., Мурзаханов И., Плотников В., Василенко Н. Облачные технологии в энергетике. // Электроэнергия. Передача и распределение, 2016, №6, С.52-58.
3. <https://www.datadynamicsinc.com/quick-bytes-transforming-the-energy-landscape-and-opening-up-a-world-of-possibilities-in-2023/> (дата обращения 10.04.2024)
4. Колосок И.Н., Коркина Е.С. Применение технологии граничной аналитики (Edge Analytics) при создании цифровых двойников объектов ЕЭС России // Информационные и математические технологии в науке и управлении, 2021, №3 (23), С.28-39.
5. <https://www.dusuniot.com/ru/blog/edge-computing-vs-cloud-computing-what-is-the-difference/> (дата обращения 10.04.2024)
6. [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Периферийные_вычисления_\(Edge_computing\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Периферийные_вычисления_(Edge_computing)) (дата обращения 10.04.2024)
7. Воропай Н.И., Ретанц К., Хэгер У. и др. Разработка инновационных технологий и средств для оценки и повышения гибкости современных энергосистем // Электроэнергия. Передача и распределение. 2021, Т. 1, № 64, С. 52—63.
8. Паскевич Ж. Знакомьтесь, АЭК. <https://www.eprussia.ru/epr/399/2131692.htm> (дата обращения 10.04.2024)

АЛГОРИТМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ, ОСНОВАННЫЕ НА ТЕОРИИ ОПОЗНАВАНИЯ СО СЖАТИЕМ, В МАЛОДОЗНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ: ОБЗОР

Коновалов А.Б.

*Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский
институт технической физики, Снежинск*

a_konov@mail.vega-int.ru

Важнейшей проблемой современной медицинской рентгеновской компьютерной томографии (computed tomography, CT) является минимизация дозы, которую пациент получает при обследовании. Один из основных путей ее решения – это уменьшение числа ракурсов съемки при CT-сканировании. Созданная в середине 2000-х годов теория опознавания со сжатием (compressed sensing, CS) произвела революцию в области обработки сигналов и способствовала разработке нового класса эффективных алгоритмов реконструкции томографических изображений в условиях сильной ограниченности данных. Эти алгоритмы, которые автор доклада называет алгоритмами на основе CS-теории (или сокращенно CSI-алгоритмами), применяют регуляризацию на основе минимизации нормы L_p ($0 \leq p \leq 1$) изображений и позволяют точно реконструировать томограммы по очень ограниченному числу ракурсов. В докладе дается обзор наиболее эффективных CSI-алгоритмов, разработанных в течение последних 20 лет и нашедших применение в малоракурсной и малодозной CT. Наиболее подробно описаны базовые CSI-алгоритмы, которые используются наиболее часто и на основе которых построены производные от них алгоритмы. К числу базовых алгоритмов автор доклада условно относит:

- алгебраический алгоритм реконструкции с регуляризацией посредством минимизации нормы полной вариации (algebraic reconstruction technique (ART) with total variation (TV) regularization, ART-TV) [1].
- алгоритмы сопряженных градиентов для минимизации норм TV (conjugate gradient algorithm for TV norm minimization, CGTV) [2] и L_1 (L_1 -regularized conjugate gradient algorithm, L1CG) [3],
- итерационный алгоритм с мягкой пороговой фильтрацией (iterative shrinkage-thresholding algorithm, ISTA) [4],
- раздельный алгоритм Брегмана (split Bregman algorithm, SBA) [5].

В докладе представлены наглядные примеры, демонстрирующие эффективность применения CSI-алгоритмов в малодозной CT. Также обсуждаются перспективы внедрения этих алгоритмов в практику коммерческой CT.

Список источников

1. Yu H., Wang G. Compressed sensing based interior tomography // Phys. Med. Biol. 2009. Vol. 54. No. 9. P. 2791–2805.
2. Yang X., Hofmann R., Dapp R. et al. TV-based conjugate gradient method and discrete L-curve for few-view CT reconstruction of X-ray in vivo data // Opt. Express. 2015. Vol. 23. No. 5. P. 5368–5387.
3. Lustig M., Donoho D., Pauly J.M. Sparse MRI: the application of compressed sensing for rapid MR imaging // Magn. Reson. Med. 2007. Vol. 58. No. 6. P. 1182–1195.
4. Daubechies I., Defrise M., Mol C.D. An iterative thresholding algorithm for linear inverse problems with a sparsity constraint // Comm. Pure Appl. Math. 2004. Vol. 57. No. 11. P. 1413–1457.
5. Goldstein T., Osher S. The split Bregman method for L_1 -regularized problems // SIAM J. Imaging Sci. 2009. Vol. 2. No. 2. P. 323–343.

АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ КЛАСТЕРОМ

Костромин Р.О.

Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, Иркутск
kostromin@icc.ru

В последние годы наблюдается значительная тенденция к расширению сферы применения суперкомпьютеров, включая решение новых задач из области машинного обучения, искусственного интеллекта, микросервисного подхода и других передовых технологий [1, 2]. Это расширение подчеркивает не только сохраняющуюся актуальность суперкомпьютеров, но и их растущее значение в качестве мощного инструмента для развития современных научных и технологических направлений. Традиционно, суперкомпьютерные центры (СКЦ) представляют собой комплексные системы, поставляемые специализированными подрядчиками и требующие значительных усилий для поддержания их работоспособности. Инфраструктура вычислительного кластера СКЦ не предполагает частых изменений приложений и системных библиотек, что ограничивает спектр выполняемых научных приложений. Для расширения этого спектра в работе предложена архитектура модели управления вычислительным кластером на основе контейнеризации, позволяющая как сохранить традиционный подход к предоставлению доступ к ресурсам, так и добавить новые сценарии их использования. Совокупность применяемых методов и средств обеспечивают значительное ускорение подготовки и проведения научных исследований, снижение накладных расходов на поддержку инфраструктуры и повышение общей производительности работы СКЦ, что делает их более доступными и эффективными для широкого круга научных задач и исследований [3, 4]. Задача модернизация модели управления кластером продиктована новыми вызовами и решаемыми задачами на узлах Центра коллективного пользования «Иркутский СКЦ СО РАН».

Реализация предложенной архитектуры обеспечивает не только удержание существующих пользователей СКЦ, но и привлечение новых заинтересованных исследователей и разработчиков благодаря предоставлению улучшенных условий для реализации разнообразных сценариев использования вычислительных мощностей, а также за счет расширения спектра поддерживаемых систем и внедрения передовых технологий. Модель предусматривает выход за рамки традиционного применения классических параллельных приложений, открывая новые возможности для выполнения комплексных и масштабных научных исследований.

Список источников

1. Shabanov B.M., Samovarov O.I. Building the Software-Defined Data Center. Programming and Computer Software. 2019. Vol. 45. P. 458–466. DOI: 10.1134/S0361768819080048.
2. Deng S. Cloud-Native Computing: A Survey From the Perspective of Services. Proceedings of the IEEE. 2023. Vol. 112. P. 12–46. DOI: 10.1109/JPROC.2024.3353855.
3. Rodriguez M.A., Rajkumar B. Container-based cluster orchestration systems: A taxonomy and future directions. Software: Practice and Experience. 2018. Vol. 49. P. 698–719. DOI: 10.1002/spe.2660.
4. Feoktistov A. et al. An Approach to Implementing High-Performance Computing for Problem Solving in Workflow-based Energy Infrastructure Resilience Studies // Computation. 2023. Vol. 11, no. 12. P. 243. DOI: 10.3390/computation11120243.

ПОСТРОЕНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ НАГРЕВА ИЗДЕЛИЙ В ПРЕСС-ФОРМЕ

Кудзинович П.Ю.

Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова, Москва
mailbox75@vniia.ru

Определение времени нагрева изделий в пресс-форме является важной задачей при проведении процессов горячего прессования. На первом этапе прессования пресс-пакет разогревается до температуры, необходимой для отверждения связующего, при небольшом значении приложенного давления (давление первой ступени). Под воздействием температуры связующее расплавляется, заполняет полости и вытесняет воздух из зазоров между слоями. С ростом температуры и продолжительности воздействия начинается полимеризация связующего. Это критический момент прессования, так как необходимо увеличить давление (давление второй ступени). Если давление создать раньше до момента гелеобразования, то при приложении давления выдавливается большое количество смолы. Если давление второй ступени прикладывается с запозданием, то заполняются не все пустоты.

Определение времени перехода к давлению второй ступени обычно осуществляется эмпирическим путем, однако автором было предложено использовать для решения данного вопроса методы математического моделирования.

Моделирование тепловых процессов производилось в программном пакете ELCUT Professional. Для определения более эффективного процесса прессования моделировался старт как с холодного, так и горячего состояния. Для валидации полученной модели также проводились экспериментальные исследования нагрева образцов-имитаторов в пресс-форме.

Оптимизация полученной модели производилась путем сравнения расчётных и экспериментальных данных при различных значениях наиболее влияющего на время нагрева параметра (коэффициент теплопроводности материала пресс-формы). Также при моделировании процесса прессования при старте с холодного состояния подбирались функция, наилучшим образом аппроксимирующая экспериментальную кривую нагрева плит пресса.

В результате работы была получена модель, позволяющая определять время нагрева изделий в пресс-форме в процессе прессования, показана более высокая эффективность процесса при старте с горячего состояния.

Список источников

1. А. Медведев. Технология производства печатных плат. М.: Техносфера, 2005. – 360с.

ИВС WICS КАК КОМПОНЕНТ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО РАЗВИТИЮ ТЭК РОССИИ

Кузьмин В.Р.

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

В отделе Систем искусственного интеллекта в энергетике разрабатывается ИТ-инфраструктура системных исследований в энергетике, подробно описанная в [1].

При проведении системных исследований в энергетике и принятии стратегических решений по развитию ТЭК России одной из важных задач становится оценка влияния принимаемых решений на экологическую обстановку, для чего требуется наличие соответствующих средств поддержки принятия решений. Для этого предлагается использовать информационно-вычислительную систему WICS, которая позволяет оценить текущее влияние объектов энергетики на окружающую среду, оценить влияние принимаемых управленческих решений, визуализировать полученные результаты (в т.ч. с использованием геовизуализации), а также может выступать в роли базы данных объектов энергетики и результатов вычислительных экспериментов, системы поддержки принятия решений с использованием инфографики. В докладе будут рассмотрены её основные компоненты:

- подсистемы расчёта, распространения загрязнений от объектов энергетики, а также оценки экономического ущерба от загрязнения окружающей среды;
- подсистема визуализации результатов расчётов в табличном и геовизуальном представлении;
- база данных и база знаний;
- система поддержки принятия решений.

Также будет показано, как использование ИВС WICS позволяет решить ряд задач, необходимых для построения цифровой платформы.

Благодарности. Результаты получены в рамках выполнения проекта по госзаданию ИСЭМ СО РАН FWEU-2021-0007 № AA-AA-A21-121012090007-7.

Список источников

1. Массель, Л. В. Построение Экосистемы знаний на основе ИТ-инфраструктуры системных исследований в энергетике / Л. В. Массель, А. Г. Массель // Вестник Югорского государственного университета. – 2023. – № 4. – С. 78-87. – DOI 10.18822/byusu20230478-87. – EDN TOSKOL.

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ РЕГУЛЯТОРА С ПЕРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ, СОДЕРЖАЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО СИГНАЛА В ДИСКРЕТНОЕ ВРЕМЯ

Куликов В.В., Куцый Н.Н.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск
<mailto:godefired@mail.ru>

В работе рассматривается получение функций чувствительности для автоматической системы, содержащей пропорционально-интегральный регулятор с переменной структурой и блоки преобразования непрерывного сигнала в дискретное время. Блоками преобразования являются экстраполяторы нулевого порядка, реализующие преобразование непрерывного сигнала в кусочно-постоянный. Представим выражения, описывающие процессы в рассматриваемых автоматических системах:

$$\begin{aligned}\varepsilon(t, q_i) &= \lambda(t) - x(t), \\ u(t, q_i) &= G_c(p) \varepsilon[kT], \\ x(t) &= G_p(p) u[kT], (k = 0, 1, \dots; i = 1, \dots, n),\end{aligned}\tag{1}$$

где $\varepsilon[kT]$ - ошибка системы, входная координата регулятора $G_c(p)$ в дискретные моменты времени; $u[kT]$ - выходная координата регулятора $G_c(p)$ в дискретные моменты времени; $x(t)$ - выходная координата автоматической системы; $G_c(p)$ - оператор регулятора с переменной структурой [1]; $G_p(p)$ - оператор объекта; p - оператор дифференцирования по времени; $\lambda(t)$ - задающее воздействие; $q_i, (i = 1, \dots, n)$ - настраиваемые параметры регулятора с переменной структурой; T - период повторения экстраполятора нулевого порядка. Выражения для вычисления функций чувствительности с учётом элементов системы (1) в данной работе определены как [2]:

$$\begin{aligned}\frac{\partial u(t)}{\partial q_i} &= \frac{\partial G_c(p)}{\partial q_i} \varepsilon[kT] - G_c(p) \xi_i[kT], \\ \xi_i(t) &= G_p(p) \frac{\partial u[kT]}{\partial q_i}, (k = 0, 1, \dots; i = 1, \dots, n),\end{aligned}\tag{2}$$

где $\xi_i(t)$ - функции чувствительности ($i=1, \dots, n$) [2].

На основе сформированных функций чувствительности в дальнейшем строится градиентный алгоритм параметрического синтеза пропорционально-интегрального регулятора с переменной структурой в таких автоматических системах.

Список источников

1. Kulikov V.V., Kutsyi A.P., Kutsyi N.N. The Gradient-Based Algorithm for Parametric Optimization of a Variable Structure PI Controller with Dead Band. *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*. 2020; 21(9): pp. 530-534.
2. Розенвассер, Е.Н. Чувствительность систем управления / Е.Н. Розенвассер, Р.М. Юсупов. – М.: Наука, 1981. – 464 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬФА-СТАБИЛЬНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТЕСТОВОГО ТРАФИКА ВНУТРИЧИПОВОЙ КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ NOC

Кутузов Д.В., Осовский А.В.

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

d_kutuzov@mail.ru

Сеть на кристалле (NoC, Network on Chip) — это сетевая структура [1], в которой вычислительные блоки (IP cores) оборудованы коммуникационными интерфейсами (Network Interface, NI). Внутричиповые устройства соединены между собой с использованием встроенных маршрутизаторов (Router), а передача данных выполняется методом коммутации пакетов. NoC могут иметь различные топологии [2], а при моделировании их работы используют различные виды трафика: Fixed-Flit Traffic, Variable-Flit Traffic, Random Traffic, Pattern Traffic, Bit-Reversal Traffic, Distributed Traffic. Но в современных телекоммуникационных приложениях, он имеет распределения, отличные от пуассоновского. Так, видеотрафик 5G имеет альфа-стабильные распределения с различными параметрами, то есть, существуют параметры $0 < \alpha \leq 2$; $-1 \leq \beta \leq 1$; $\sigma > 0$; $\mu \in \mathbb{R}$, такие, что характеристическая функция распределения имеет вид [3]:

$$E \exp i\theta X = \begin{cases} \exp \left\{ -\sigma^\alpha |\theta|^\alpha \left(1 - i\beta (\text{sign} \theta) \tan \frac{\pi\alpha}{2} i\mu\theta \right) \right\}, & \text{if } \alpha \neq 1 \\ \exp \{ -\sigma |\theta| (1 + i\beta (\text{sign} \theta) \ln |\theta| + i\mu\theta) \}, & \text{if } \alpha = 1 \end{cases}$$

где

$$\text{sign} \theta = \begin{cases} 1 & \text{if } \theta > 0 \\ 0 & \text{if } \theta = 0 \\ -1 & \text{if } \theta < 0 \end{cases}$$

Параметры α , β , σ и μ определяют характеристики распределения. Предлагается в качестве шаблона тестового трафика NoC использовать табличный шаблон альфа-стабильных распределений с параметрами, определёнными для трафика 5G.

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ No 23-21-00196, <https://rscf.ru/project/23-21-00196/>

Список источников

1. Развитие средств параллельной коммутации в системах связи 5G / Д. В. Кутузов, А. В. Осовский, Д. В. Старов, Е. А. Моторина // Радиотехника. – 2019. – № 3. – С. 70-78.
2. Tsai W-C., Lan Y-C., Yu-H. Hu, Chen S-J. Networks on Chips: Structure and Design Methodologies. Journal of Electrical and Computer Engineering. V. 2012. Article ID 509465. 15 p. <https://doi.org/10.1155/2012/509465>.
3. Xiaohu G., Guangxi Z., Yaoting Z. On the testing for alpha-stable distributions of network traffic // Computer Communications. 2004. № 5 (27). pp. 447–457.

АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ АДЕКВАТНОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛИ ШЕФЕРДА ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА

Ле Жа Хоанг Хай Шон

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск
sonsevas98@gmail.com

Литий-ионные батареи являются важными элементами современных технологий, но имеют недостатки, такие как перегрев и ограниченный срок службы. Для анализа возможных предаварийных состояний литий-ионного аккумулятора (ЛИА) и батареи в целом широко используется математическое и имитационное моделирование. Особый интерес представляет эмпирическая модель Шеферда, которая позволяет достаточно адекватно представить вольт-амперные характеристики ЛИА в различных режимах его работы [1]. Например, для режима разряда аккумулятора модель Шеферда записывается следующим выражением [1, 2]:

$$U_{\text{вых}}(t) = E_0 - K \frac{Q}{Q + 0,1i(t)} i_{AK}(t) - K \frac{Q}{Q - i(t)} + Ae^{(-Bi(t))} - R_0 i_{AK}(t), \quad (1)$$

Принятые обозначения: E_0 – максимальное напряжение аккумулятора, В; R_0 – внутреннее сопротивление, Ом; K – поляризационная составляющая, В; A – экспоненциальная составляющая, В; B – инверсная экспоненциальная составляющая, $Aч^{-1}$; Q – полная емкость аккумулятора, $Aч$; $i_{AK}(t)$ – текущее значение тока разряда аккумулятора, А; интегральная величина $i(t) = \int i_{AK}(t)dt$, определяется протекающим током в аккумуляторе, $Aч$.

Одним из вариантов проверки адекватности модели Шеферда может служить сравнительный анализ ее характеристик с расчетными данными другого типа моделей аккумулятора. В качестве эталонной модели ЛИА часто используется электрохимическая модель *Doyle-Fuller-Newman* [3], построенная на основе библиотеки *Rybatm* среды программирования Python (рис.1).

Использование моделей для прогнозирования и оценки состояния ЛИА предполагает достаточно высокую вычислительную точность определения на интервале прогноза значений напряжения аккумулятора. В нашем случае, возникает необходимость минимизации влияния на оценку напряжения аккумулятора погрешности вычисления коэффициентов в уравнении (1).

В докладе рассматривается алгоритм подстройки коэффициентов модели Шеферда, предварительно определенных в результате эксперимента, обеспечивающих максимальное приближение значений (1) напряжения аккумулятора и эталонной модели (рис.1).

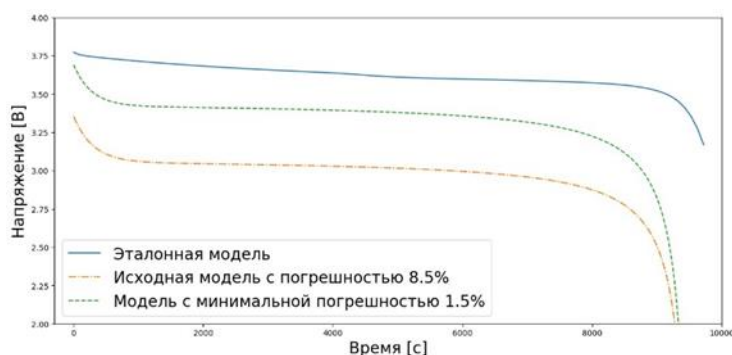


Рис. 1. График зависимости напряжения аккумулятора от времени в режиме разряда

Список источников

1. Tremblay O., Dessaint L.A. Experimental validation of a battery dynamic model for EV applications // World electric vehicle journal. 2009. № 3 (2). С. 289–298.

2. Брянецев А.А., Букреев В.Г. Алгоритм определения параметров модели Шеферда для построения имитатора литий-ионного аккумулятора // Доклады Томского государственного уни-верситета систем управления и радиоэлектроники. 2019. № 22 (1). С. 95–99.
3. Marquis S. G. An asymptotic derivation of a single particle model with electrolyte // Journal of The Electrochemical Society. 2019. № 166 (15). С. A3693.

ОБРАБОТКА АРТЕФАКТОВ ДАННЫХ ПРИ ИНДУКТИВНОМ ВЫВОДЕ НА ОСНОВЕ НЕСТРОГОЙ ВЕРОЯТНОСТИ

Лебедев В.С., Аршинский Л.В.

Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск
lebedevs97@yandex.ru

Один из важных этапов анализа больших данных (АБД) – устранение влияния артефактов на результаты анализа. Это так называемый этап предобработки в ходе которого удаляются или редактируются сомнительные данные. Специалисты используют различные методы работы с ними, вплоть до отказа от анализа, когда доля дефектной информации в источнике превышает некоторый порог (к примеру 20%). Если анализ выполняется, то артефакты корректируются, после чего соответствующая информация считается «достоверной». Этот подход хорош, когда нет необходимости учитывать влияние исправлений, а решение о продолжении или остановке анализа принимать «релейно» – либо делать, либо нет, исходя из доли выявленных артефактов. Однако более предпочтительным видится подход, позволяющий не прерывать анализ, а просто учесть влияние артефактов на результат.

В докладе обсуждается анализ с помощью индуктивного вывода в форме объединённого метода сходства и различия. Его целью является проверка достоверности гипотез вида:

$$A(a_{i1}, \dots, a_{ij}) \rightarrow b, \quad (1)$$

где a_i – количественные или качественные факторы, связанные с явлением b . Для этого с помощью таблиц совместной встречаемости явлений рассчитывается вектор нестрогой вероятности импликации как усреднённый вектор истинности утверждений

$$A(a_{i1}, \dots, a_{ij}) \& b \vee \neg A(a_{i1}, \dots, a_{ij}) \& \neg b.$$

Нестрогая вероятность характеризует обоснованность (1). Утверждения формируются для каждой строки таблицы совместной встречаемости [1].

Влияние артефактов, точнее результатов их устранения, учитывается с помощью векторов истинности, когда каждому значению исследуемого фактора приписывается истинность в виде вектора $\langle a^+; a^- \rangle$; $a^+, a^- \in [0, 1]$. Для достоверных значений факторов это вектора $\langle 1; 0 \rangle$ (строгая истина) или $\langle 0; 1 \rangle$ (строгая ложь). Для изменённых в ходе предобработки, – например, $\langle 0.5; 0.5 \rangle$ или иные значения (позитивный и негативный компоненты являются взаимонезависимыми).

Факторы могут быть качественные и количественные. Если фактор количественный, он превращается в качественный путём утверждения о его попадании в заданный интервал. Например, больше или меньше порога; меньше нормального значения, нормальное значение, больше нормального значения и т.д. Для каждого интервала, как варианта числового показателя, формируется соответствующий вектор. Например, для исправленных числовых артефактов это может быть $\langle 0; 0.5 \rangle$, $\langle 0.5; 0 \rangle$, $\langle 0; 0.5 \rangle$, когда отредактированное значение попало в интервал «норма» (для достоверных данных соответствующие значения векторов – это $\langle 0; 1 \rangle$, $\langle 1; 0 \rangle$, $\langle 0; 1 \rangle$).

Использование такого приёма приводит к тому, что рост числа артефактов влечёт уменьшение показателя определённости импликации (1), причём тем существеннее, чем больше их доля. Это позволяет количественно оценить не только обоснованность импликации, но и влияние артефактов на результат, их совокупный эффект.

Список источников

1. Аршинский Л.В., Лебедев В.С. Конкурс гипотез при индуктивном выводе на основе нестрогих вероятностей // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами: электрон. науч. журн. 2022. №4(16). С. 10-15.

ПРИМЕНЕНИЕ КАРТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ КАК ОДНОГО ИЗ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ЗНАНИЙ ИСЭМ СО РАН

Лезин А.Г.

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

Идея "экосистемы знаний" – это подход к управлению знаниями, направленный на развитие взаимодействий между участниками обмена (агентами), упрощение принятия решений и продвижение инноваций посредством развития сотрудничества между агентами.

В отличие от руководящих принципов, используемых для управления результатами, экологический подход предлагает стратегии, основанные на самоорганизации в ответ на внешние изменения. Соответствие существующим знаниям и вызовам, с которыми сталкивается организация, определяет "пригодность" экосистемы [1].

Одним из основных ресурсов организаций является знаниевый ресурс. В настоящее время в ходе быстроменяющейся и развивающейся жизни прогрессивные организации стремятся к усовершенствованию работы со знаниями, путем разработки экосистемы знаний. Для достижения данной цели применяются различные методы и инструменты управления знаниями. Одним из таких методов является картирование знаний.

Картированием знаний занимаются для решения ряда организационных задач и отображения областей знаний, компетенций сотрудников, бизнес-процессов или стратегических потребностей организации.

В международной практике (APQC - American Productivity & Quality Center) выделяют три основные цели построения цифровой карты знаний:

1. Выявлять, сохранять и воспроизводить ключевые знания и экспертизу.
2. Планировать стратегические улучшения деятельности по управлению знаниями.
3. Стандартизировать и системно применять схожие практики.

В данной работе применены методы картирования знаниями в рамках Института Систем Энергетики имени Мелентьева (ИСЭМ) СО РАН для достижения вышеперечисленных целей. Специфика разработки карты знаний, рассмотренная в данной работе, заключается в сочетании бизнес-подходов и онтологического инжиниринга. В роли активов для картирования будут использоваться компетенции сотрудников (знания, навыки, опыт), а также статьи и документы, в создании которых они принимали участие. Именно использование возможностей оперирования знаниевым ресурсом сотрудников в виде цифровых данных является ключевым аспектом в создании экосистемы знаний организации. Такая концепция позволит легче и быстрее реализовать потенциал организации [2].

Список источников

1. Массель Л.В. Экосистема знаний как развитие и специализация цифровой экосистемы. Труды Международного научно-технического конгресса «Интеллектуальные системы и информационные технологии–2023». Научн. издание в 2-х томах. Т.2. –Таганрог: Издатель Ступин С.А., 2023. – С. 155-164.
2. Гринберг Э.Я. Разработка и апробация методики картирования знаний наукоемкой организации / Э.Я. Гринберг, Е.А. Верзин // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2023. – № 4(32). – С. 148-159. – DOI:10.25729/ESI.2023.32.4.013

ОПЕРИРОВАНИЕ СВЕРХБОЛЬШИМИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ

Логинов Е.Л.¹, Грабчак Е.П.², Григорьев В.В.³

¹*Научно-исследовательский институт экономических стратегий, Москва*

²*Объединенный институт высоких температур РАН, Москва*

³*МГИМО МИД России, Москва*

loginovel@mail.ru

Предлагается использование цифрового онтологического подхода к оперированию сверхбольшими организационными системами с использованием суперкомпьютеров для решения проблем мировой экономики. Использование цифрового онтологического подхода обусловлено необходимостью использования суперкомпьютеров для реализации элементов искусственного интеллекта с опорой на квантовые вычисления.

Применение квантовых вычислений позволяет проанализировать разнообразные результаты анализа реальных процессов и результатов управления путем выявления семантики анализируемых связей нейро описаний, социальных описаний и описаний семантики поведения в социальных сетях на основе извлечения данных из физических, когнитивных и цифровых пространств деятельности и сред управления. Систематика когнитивно-семантических взаимосвязей и взаимозависимостей является одним из базовых элементов, подхода к формированию алгоритма сопоставления нейросетью индивидуальных данных информационных потребителей цифровой квази-реальности с разработанными профилями рефлексивных матриц требуемой моделей поведения участника коммуникативных контактов.

Список источников

1. Grigoriev V.V., Loginov E.L., Loginova V.E. Agent-based human interaction with the digital educational environment, based on a set of digital intelligent agents // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. Сер. "Computer Applications for Management and Sustainable Development of Production and Industry, CMSD 2021" 2022. С. 122510L.
2. Bugaev A., Grabchak E., Grigoriev V., Loginov E. Ensuring the security of cyber-physical systems in the energy sector in the context of the expansion of digital management services // CEUR Workshop Proceedings. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Intelligent Decision Making Systems" (ITIDMS-II-2021). Aachen, Germany, 2021. С. 164-173.

МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АНАЛИЗА МИКРОСТРУКТУРЫ АЛЮМИНИЯ

Лосев А.С.

ООО «РУСАЛ ИТЦ», Красноярск
losef.aleksei@gmail.com

В области металлургии и материаловедения, традиционный микроструктурный анализ алюминия основывается на качественных оценках, проводимых опытными лаборантами. Этот анализ включает в себя множество этапов, требующих согласованных оценок для достижения консенсуса. Более того, выполнение полного анализа обычно требует значительного времени.

На пике развития технологий искусственного интеллекта [1] начали появляться научные исследования, предлагающие различные способы применения ИИ в аспектах анализа микроструктуры материалов. На сегодняшний день существует множество программных продуктов, основанных на искусственном интеллекте, однако они не обеспечивают автоматическое выполнение всех этапов анализа с минимальным участием лаборанта.

В настоящем исследовании мы представляем систему, способную проводить многоэтапный анализ микроструктуры алюминия с применением технологий компьютерного зрения и искусственного интеллекта. Мы рассматриваем проблемы, связанные с достижением лабораторной точности результата и предлагаем методы их решения с применением разработанной системы.

Список источников

1. Holm, E.A., Cohn, R., Gao, N. et al. Overview: Computer Vision and Machine Learning for Microstructural Characterization and Analysis. Metall Mater Trans A 51, 5985–5999 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11661-020-06008-4>
2. Khaled Alrfou, Amir Kordijazi, Tian Zhao Computer Vision Methods for the Microstructural Analysis of Materials: The State-of-the-art and Future Perspectives. 2022 <https://doi.org/10.48550/arXiv.2208.04149>
3. Lun Che, Zhongping He, Kaiyuan Zheng, Tianyu Si, Meiling Ge, Hong Cheng, Lingrong Zeng, Deep learning in alloy material microstructures: Application and prospects, Materials Today Communications, Volume 37, 2023, 107531, ISSN 2352-4928, <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2023.107531>.
4. Ercetin, A.; Akkoyun, F.; Şimşir, E.; Pimenov, D.Y.; Giasin, K.; Gowdru Chandrashekarappa, M.P.; Lakshmikanthan, A.; Wojciechowski, S. Image Processing of Mg-Al-Sn Alloy Microstructures for Determining Phase Ratios and Grain Size and Correction with Manual Measurement. Materials 2021, 14, 5095. <https://doi.org/10.3390/ma14175095>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ СППР В RECASP ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Малиновцев И.А.¹, Массель А.Г.²

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск

²Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск

mix06062001@bk.ru

В контексте данного проекта осуществляется реинжиниринг программного комплекса «Компьютерный анализ сейсмических процессов» (КАСП), который был разработан в Институте земной коры СО РАН в 1990-х годах [1, 2].

КАСП служит для визуализации развития сейсмического процесса во времени и пространстве. Этот программный комплекс предназначен для специалистов в области сейсмологии и сейсмогеологии, занимающихся исследованием сейсмических режимов, определением сейсмической опасности определенных районов и прогнозированием сильных землетрясений [3]. В настоящее время КАСП классифицируется как унаследованное программное обеспечение (legacy system). Новая система была названа RECASP (REengineering of «Computer Analysis of the Seismic Process»).

Для предсказания землетрясений необходимо спроектировать, разработать и внедрить систему помощи принятия решений в качестве одного из модулей RECASP. Предполагается использование кластерной экспертной системы, основанной на правилах и случаях [4-6]. Архитектура экспертной системы представлена на рисунке 1.

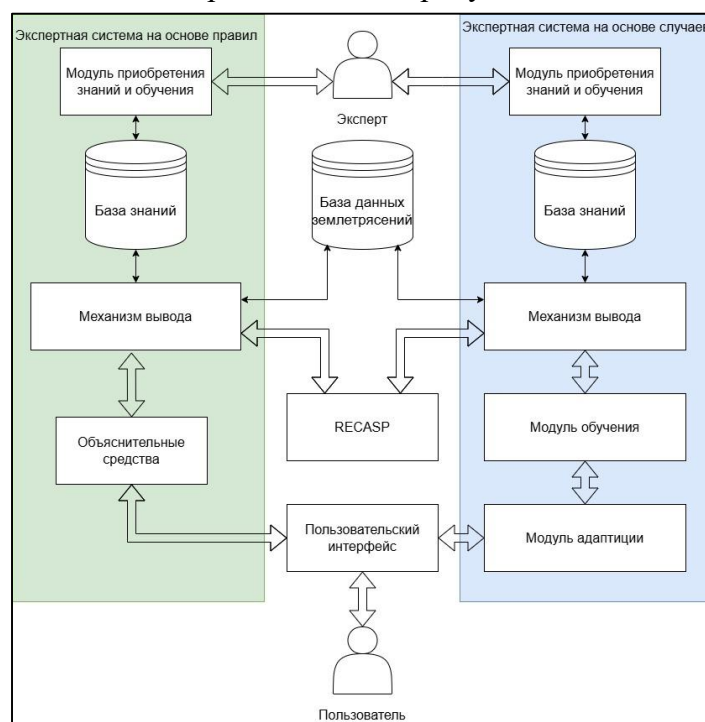


Рис. 1. Архитектура кластерной экспертной системы

Работа выполняется совместно со специалистами Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (отдел Систем искусственного интеллекта в энергетике) и Института земной коры СО РАН (лаборатория тектонофизики).

Список источников

1. Ружич В. В. Сейсмотектоническая деструкция в земной коре Байкальской рифтовой зоны / В. В. Ружич. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1997. – 144 с.

2. Пономарёва Е. И., Ружич В. В., Левина Е. А. Оперативный среднесрочный прогноз землетрясений в Прибайкалье и его возможности. Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле» 2014. Т. 38. С. 67-79.
3. Гвишиани, А. Д. Проблема распознавания мест возможного возникновения сильных землетрясений: актуальный обзор / Гвишиани А. Д., Соловьев А. А., Дзедобоев Б. А. // Физика Земли. – 2020. – №1. – С. 5-29.
4. Бердышев, А. С. О методологии проектирования экспертных систем / А. С. Бердышев, К. А. Калиева, М. А. Кантуреева // Проблемы информатики. – 2013. – № 1(18). – С. 56-62. – EDN PYQVQR.
5. Частиков, А. П. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ КЛАСТЕРНЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ / А. П. Частиков, М. П. Малыхина, М. В. Янаева // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2004. – № 3. – С. 17-19. – EDN NEDTDR.
6. Khatami, S. M. A Clustering Expert System Using Particle Swarm Optimization And K-Means++ For Journal Recommendation To Publish The Papers / S. M. Khatami, M. Maadi, R. Ramezani // Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. – 2018. - №12. – С. 814-823 – ISSN: 2502-4752, DOI: 10.11591/ijeecs.v12.i2

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС "ИНТЭК-А" КАК КОМПОНЕНТ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО РАЗВИТИЮ ТЭК

Массель А.Г., Мамедов Т.Г.

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

Для поддержки принятия стратегических решений по развитию топливно-энергетического комплекса (ТЭК) разработать использовать цифровую платформу для анализа условий функционирования ТЭК при взаимосвязанной работе энергетических отраслей, с учетом взаимосвязей энергетики и экономики, и поддержки обоснования и принятия управленческих решений в целях обеспечения рационального и надежного топливо- и энергоснабжения потребителей энергоресурсов в перспективе. Цифровая платформа включает использование моделей энергетических отраслей страны, модели ТЭК, модели взаимосвязей энергетики и экономики и их взаимодействия в рамках единого ТЭК страны.

Для прогнозных исследований ТЭК с позиции энергетической безопасности в ИСЭМ СО РАН был разработан программный комплекс (ПК) ИНТЭК. Новая версия ПК ИНТЭК-А позволяет использовать разные линейные модели, например, модель ТЭК страны, регионов и отраслевые модели. В настоящее время модели формируются экспертами и используются статистические данные из ресурсов с открытым доступом. Авторы предлагают использовать ПК ИНТЭК-А, как компонент цифровой платформы. Для этого требуется определить состав данных для каждой используемой модели. Определение состава данных, формирование алгоритма их передачи в базу данных ПК и их агрегации, в случае необходимости, а также настройка соответствующей инфраструктуры позволит осуществлять мониторинг функционирования ТЭК в реальном времени и постоянно иметь актуальную модель состояния ТЭК для прогнозных расчётов.

В ПК ИНТЭК реализован сценарный подход. Сценарий для прогнозных исследований с позиции энергетической включает в себя упорядоченный набор вариантов моделей ТЭК. В начале формируется модель начального состояния ТЭК. Затем на ее основе путем корректировок ограничений начальной модели формируются варианты развития ТЭК. В эти варианты входят модели с реализацией угроз ЭБ и реализацией мероприятий для недопущения возникновения дефицитов топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) среди потребителей. Результаты расчётов представлены в балансовых таблицах по ТЭР. Для задания сценариев развития ТЭК в ПК ИНТЭК-А предложено интегрировать когнитивное и математическое моделирование. Для применения результатов интеграции требуется база знаний о влиянии факторов угроз и мероприятий на объекты энергетики. Накопленная база знаний позволит выполнять экспресс анализ вариантов развития ТЭК с наглядной иллюстрацией причинно-следственных связей изменений значений факторов на эффективность ТЭК.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта государственного задания (№ FWEU-2021-0007, регистрационный номер: AAAA-A21-121012090007-7) программы фундаментальных исследований РФ на 2021-2030 гг.

УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЙ РАВНОВЕСИЯ ПРОФИЛЯ В ПОТОКЕ

Марчевский И.К.

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

Изучение поведения конструкций в потоке среды – весьма сложная задача, относящаяся к классу сопряженных задач аэрогидроупругости, в которой действующие на тело со стороны потока нагрузки определяются режимом обтекания, а характер обтекания, в свою очередь, обусловлен параметрами его движения.

Представленный доклад содержит результаты теоретического исследования устойчивости положений равновесия профиля, находящегося в плоскопараллельном потоке и закрепленного посредством трех упруго-вязких связей, определяющих горизонтальную и вертикальную (по и поперек потока соответственно), а также крутильную степени свободы.

В качестве допущений принято, что профиль является тяжелым и плохообтекаемым, т.е. масса профиля больше массы вытесняемой им среды, а два его характерных («габаритных») размера имеют один порядок. Обтекание полагается квазиустановившимся, что означает возможность использования т.н. стационарных аэродинамических коэффициентов профиля для выражения аэродинамических сил лобового сопротивления, подъемной силы и аэродинамического момента по формулам

$$F_{xa} = \frac{1}{2} \rho V_{\infty}^2 b C_{xa}(\alpha), F_{ya} = \frac{1}{2} \rho V_{\infty}^2 b C_{ya}(\alpha), M_z = \frac{1}{2} \rho V_{\infty}^2 b C_m(\alpha)$$

где V_{∞} – скорость набегающего потока; b – хорда профиля; ρ – плотность потока; C_{xa} , C_{ya} , C_m – соответствующие коэффициенты, которые полагаются зависящими только от угла атаки профиля α .

Первые результаты исследования устойчивости в подобных постановках были получены в первой трети XX века Х. Глауэртом и Дж. Ден-Гартогом [1, 2], впоследствии они были обобщены на случаи некоторых специальных постановок задач и включены в методики расчета строительных конструкций на воздействие ветра [3]. Подробные исследования устойчивости проводов воздушных ЛЭП были проведены В.И. Ванько [4].

В настоящей работе принята расчетная схема, представленная на рисунке 1, показано существование при любой скорости потока положений равновесия; поставлена и решена в указанных предположениях задача об исследовании их устойчивости по Ляпунову [5].

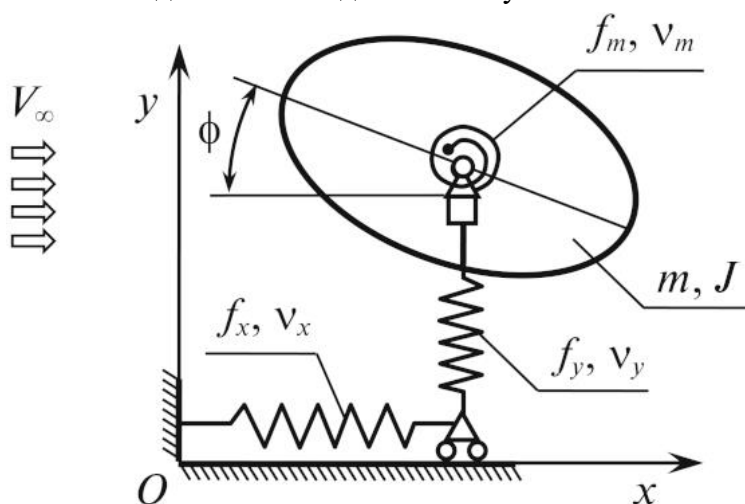


Рис. 1. Расчетная схема

Из полученных в настоящей работе результатов в качестве частных случаев получаются ранее известные условия устойчивости. Выяснена причина, почему условия, получаемые в предположении об идеально-упругих связях, отличаются от таковых для

случая упруго-вязких связей с малой диссипацией; то же относится к колебаниям системы с равными и различающимися собственными частотами.

Список источников

1. Glauert H. The rotation of an aerofoil about a fixed axis // Reports and Memoranda (Advisory Committee for Aeronautics, UK). 1919. Vol. 595.
2. Den-Hartog J.P. Transmission line vibration due to sleet // Trans. AIEE. 1932. Vol. 51. Pp. 1074–1076. <https://doi.org/10.1109/T-AIEE.1932.5056223>
3. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения. М.: Стройиздат, 1984. 358 с.
4. Ванько В.И., Соловьева Е.В. Об условиях аэродинамической неустойчивости положений равновесия профилей // Прикладная механика и техническая физика. 1996. Т. 37, № 5. С.
5. Marchevsky I.K., Karabanova V.D., Martynova V.E. Airfoil equilibrium stability conditions in the flow // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2022. Vol. 43. Pp. 3562–3572. <https://doi.org/10.1134/S1995080222150197>

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ИНЖИНИРИНГА

Массель Л.В., Массель А.Г., Щукин Н.И.

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

В условиях современного мира, когда вопросы экологии и устойчивого развития становятся всё более актуальными, возобновляемые источники энергии (ВИЭ) приобретают особое значение. Цифровые модели ВИЭ могут стать мощным инструментом для оптимизации процессов проектирования, строительства и эксплуатации объектов ВИЭ.

Построение цифровых моделей является нетривиальной задачей, так как требует разработки или применения существующей математической модели и последующего перевода ее в программный код, что требует определенных знаний, как в математическом моделировании, так и программной инженерии. Из этого следуют определенные сложности, так как специалист по математическому моделированию должен иметь навыки в построении программных систем и не может свободно передать разработанную модель программисту, который мог бы ее реализовать.

Подход, предлагаемый авторами, предполагает использование онтологий при разработке математических моделей и имеет следующий ряд преимуществ:

- Унификация и стандартизация математических моделей ВИЭ. Онтологический инжиниринг позволяет создать единую систему понятий и отношений, которая может быть использована для разработки и интеграции различных моделей. Это обеспечивает согласованность и эффективность работы с данными.
- Снижение рисков ошибок и недопониманий между участниками процесса. Онтологический подход обеспечивает чёткое определение понятий и отношений между ними. Это помогает избежать недопониманий и ошибок при работе с данными.
- Возможность интеграции с существующими информационными системами. Цифровые модели, основанные на онтологическом инжиниринге, могут быть легко интегрированы в существующие информационные системы.

В результате подхода будет построена онтология математической модели отражающая моделируемые объекты (переменные модели).

Применение онтологического инжиниринга в области ВИЭ может помочь в создании унифицированных моделей, которые будут понятны всем участникам процесса. Дальнейшее развитие методического подхода к построению цифровых моделей ВИЭ на основе онтологического инжиниринга может привести к созданию более совершенных и эффективных моделей, которые будут способствовать дальнейшему развитию ВИЭ.

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

ОТ ЭКОСИСТЕМЫ ЗНАНИЙ – К ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЕ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО РАЗВИТИЮ ТЭК РОССИИ

Массель Л.В.

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

Экосистема знаний – это конкретная, или специализированная экосистема [1]. Экосистемы знаний определяют, как новый подход к управлению знаниями. Экосистемы знаний подчеркивают процесс участия участников экосистемы в создании, изучении и использовании общей базы знаний на благо всех участников. Результатом на уровне экосистемы обычно являются знания, основанные на исследованиях, и связанные с ними приложения, в которых участники экосистемы совместно создают и исследуют новые знания в качестве общего ресурса.

Выделяют ряд отличий экосистемы знаний от цифровой экосистемы [2]. Экосистемы знаний отличаются от первоначальной концепции бизнес-экосистемы по нескольким параметрам: 1) в основном они географически сгруппированы или локализованы вокруг ключевого актора (опорного владельца); 2) ключевым краеугольным актором, как правило, выступает университет или исследовательская организация; 3) основная деятельность экосистемы знаний сосредоточена на разработке и создании общей базы знаний, при этом основное внимание уделяется совместному исследованию, а не использованию знаний; 4) экосистема знаний состоит из иерархически независимых, но взаимосвязанных разнородных участников, которые продвигают преобразование исследовательских знаний.

Субъектов, которые охватывают структуру экосистемы знаний и основную организацию, подразделяют на две категории: участники (основные вкладчики) и бенефициары (пользователи). Эти две категории не обязательно исключают друг друга, и вкладчики (участники) могут стать членами-бенефициарами и наоборот.

Ранее рассматривалась проблема построения экосистемы знаний в области энергетики, в качестве научного прототипа которой предлагалась разрабатываемая коллективом под руководством автора¹ ИТ-инфраструктура системных исследований в энергетике [3].

ИТ-инфраструктура системных исследований в энергетике. Архитектура ИТ-инфраструктуры [2] отражает модели, программные компоненты и технологии для четырех уровней ИТ-инфраструктуры (агрегат, объект энергетики, энергетическая система и ТЭК в целом) и соответствующих уровней управления (оперативное управление объектами и агрегатами; оперативное управление энергосистемами; тактический и стратегический уровни управления).

Уровень моделей включает математические, семантические и информационные модели, интеграция которых осуществляется с помощью Языка управления знаниями. *Уровень инструментальной среды* включает: базу знаний, базу агрегированных данных и базу операционных данных, интегрируемых в рамках Хранилища данных и знаний. На этом уровне используются также Онтологический портал знаний, *Интеллектуальная ИТ-среда поддержки семантического моделирования* (онтологического, когнитивного, событийного и вероятностного) и экспертных систем и *Инструментальная среда построения цифровых двойников* (ЦД), включающая пять базовых компонентов, необходимых для построения ЦД и умных ЦД.

Цифровая платформа. “Классическое” определение цифровой платформы – система средств, поддерживающая использование цифровых процессов, ресурсов и сервисов

¹ Отдел систем искусственного интеллекта в энергетике Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН

значительным количеством субъектов цифровой экосистемы и обеспечивающую возможность их бесшовного взаимодействия².

В нашем случае цель – разработка цифровой платформы для анализа условий функционирования ТЭК при взаимосвязанной работе энергетических отраслей, с учетом взаимосвязей энергетики и экономики, и поддержки обоснования и принятия управленческих решений в целях обеспечения рационального и надежного топливно- и энергоснабжения потребителей энергоресурсов в перспективе.

Основные задачи, необходимые для достижения цели, определяются как:

- построение информационной модели ТЭК, включая разработку онтологических моделей энергетических систем и ТЭК в целом, необходимых моделей данных и структуры взаимосвязанных баз данных, используемых математическими моделями;
- определение системы необходимых математических моделей, включая модели энергетических отраслей страны, модели ТЭК, модели взаимосвязей энергетики и экономики и их взаимодействия в рамках единого ТЭК страны;
- определение требований к web-сервисам, реализующим математические модели, и интерфейсам разных категорий пользователей (ЛПР (лиц, принимающих решения); экспертов, обеспечивающих обоснование решений; и лиц, обеспечивающих подготовку информации для экспертов);
- подготовка информации для принятия управленческих решений в областях:
 - оценки состояния ТЭК (области, региона, федерального округа, страны) в стабильных условиях;
 - оценки состояния ТЭК и формирования решений в условия предкризисных и кризисных ситуаций;
 - прогнозирования направлений развития ТЭК и необходимых мероприятий, с учетом требований энергетической безопасности;
 - обоснования решений по модернизации и/или строительству новых объектов ТЭК;
- адаптация и обеспечение возможности использования интеллектуальных систем (экспертных систем, систем семантического моделирования, систем машинного обучения) для подготовки и обоснования управленческих решений;
- разработка интерактивной геоинформационной системы, обеспечивающей визуальное представление объектов энергетики на электронной карте с возможностью получения релевантной информации о состоянии объектов.

Представляется, что решение проблемы построения цифровой платформы для обоснования и поддержки принятия стратегических решений по развитию ТЭК России вполне достижимо с использованием концепции экосистемы знаний и имеющихся наработок и научных прототипов основных компонентов ИТ-инфраструктуры системных исследований в энергетике.

Список источников

1. Jeandri Robertson. Competition in Knowledge Ecosystems: A Theory Elaboration Approach Using a Case Study. Sweden (2020). <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7372>. Дата доступа 11.04.2023
2. Массель Л.В. Экосистема знаний как развитие и специализация цифровой экосистемы. Труды Международного научно-технического конгресса «Интеллектуальные системы и информационные технологии–2023». Научн. издание в 2-х томах. Т.2. –Таганрог: Издатель Ступин С.А., 2023. – С. 155-164.
3. Массель Л.В., Массель А.Г. Построение экосистемы знаний на основе ИТ-инфраструктуры системных исследований в энергетике / Вестник Югорского университета, 2023. – №4. – С. 78- 87. DOI: 10.18822/byusu20230478-87

² Решение Высшего Евразийского экономического совета от 11.10.2017 № 12 «Об основных направлениях реализации цифровой повестки Евразийского экономического союза до 2025 года».

АГЕНТНО-СЕРВИСНЫЙ ПОДХОД ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ИЗОЛИРОВАННОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Массель А.Г.

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

АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТОКА ЗНАНИЙ В ОБЛАСТИ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Михеев А.В.

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

mikheev@isem.irk.ru

Биоэнергетика играет ключевую роль в контексте перехода к устойчивым экологически чистым источникам энергии с возможностью смягчить последствия изменения климата, позволяя: сократить зависимость от нефти и газа, снизить выбросы углерода, обеспечить устойчивое развитие сельского хозяйства и сельскохозяйственных ресурсов, дать основу для новых технологий и рабочих мест в экономике, повысить региональную самообеспеченность [1]. Анализ научно-технологического потока знаний представляет собой комплексный подход к изучению и оценке текущего состояния и перспектив развития научно-технологических направлений, который может быть применен к предметной области биоэнергетических технологий [2].

Представлены результаты анализа эволюционирующего ландшафта исследований и разработок [3], сформированного потоком научных статей, отчетов и других источников, связанных с технологиями производства энергии на основе биомассы. Помимо представления обзора научной литературы используются статистические методы обработки данных, и семантический анализ текста, наукометрические методы для выявления ключевых тематик, актуальных трендов и перспективных инновационных разработок в области биоэнергетики. Анализ охватывает широкий спектр аспектов, включая производство биотоплива, производство водорода и синтез-газа, генерацию электрической и тепловой энергии на основе биомассы, сопутствующие технологические процессы, эффективное использование древесных отходов и отходов сельского хозяйства и др.

Выявлены не только текущие достижения и проблемы в области биоэнергетических технологий, но и сферы потенциального роста и инноваций. Результаты позволяют идентифицировать ключевые вызовы, с которыми сталкиваются исследователи и инженеры в этой области, а также выявить перспективные направления для будущего развития.

Список источников

1. Perea-Moreno, M.-A., Samerón-Manzano, E., Perea-Moreno, A.-J., 2019. Biomass as Renewable Energy: Worldwide Research Trends. Sustainability 11, 863. <https://doi.org/10.3390/su11030863>
2. Jiang, M., Yang, S., Gao, Q., 2024. Multidimensional indicators to identify emerging technologies: Perspective of technological knowledge flow. Journal of Informetrics 18, 101483. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2023.101483>
3. Jahanshahi, A., Lopes, M., Brandão, M., De Castro, E.A., 2023. Development of bioenergy technologies: A scientometric analysis. Heliyon 9, e20000. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20000>

МОДУЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ «ОАЗИС»

Невский Р.Е., Крючков И.

Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова, Москва
mns9@mail.ru

Во ФГУП «ВНИИА» создан прототип модульной цифровой кибернетической системы контроля и управления производством «ОАЗИС» (Объединенная Автоматизированная Защищенная Интеллектуальная Система).

На сегодняшний день в мире существует множество систем обработки информации для решения частных конструкторских, технологических и организационных задач, классифицированных по различным признакам, однако, на данном этапе развития предприятия, использование данных систем обработки информации в разрозненном виде уже не позволяет получить явные преимущества при оптимизации процессов деятельности предприятия. Ключ к совершенствованию механизмов технологического развития предприятия лежит не в самом факте применения вышеуказанных систем, а в создании интегрированной инфраструктуры интеллектуальной цифровой кибернетической системы контроля и управления производством, объединяющей узкоспециализированные модули.

В основу создания прототипа цифровой кибернетической системы контроля и управления производством были положены следующие цели:

- повышение производительности технологических участков предприятия за счет оперативного управления материальными потоками технологических линий;
- уменьшение временных издержек оперативного управления производством посредством организации единого информационного пространства производственного учёта;
- повышение уровня анализа данных работы технологических систем за счет использования архивных данных, создания структурированных иерархий данных, развитой визуализации, интеграции существующих на предприятии различных информационных систем;
- повышение качества принимаемых специалистами и руководителями технологических служб предприятия управленческих решений за счет обеспечения оперативными данными о текущем состоянии производства;
- обеспечение внешних информационных систем достоверными данными о производстве;
- повышение безопасности производственных процессов за счет внедрения тренажеров опасных производственных процессов;
- уменьшение аварийных остановок производства и увеличение межремонтных интервалов за счет анализа состояния оборудования и предиктивного распознавания дефектов происшествий;
- увеличение экономической эффективности за счет раннего выявления ошибок и создания кибернетических рототипов производственных процессов.

СЕРВИС МОНИТОРИНГА И ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ТУРИЗМА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ИЗ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ

Николайчук О.А., Пестова Ю.В., Павлов А.И., Косоголов Д.Е.

Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, Иркутск
nikoly@icc.ru

Развитие устойчивого туризма территории требует осуществления мониторинга всех разнородных аспектов сферы туризма и создание информационных технологий, обеспечивающих сбор, анализ, обработку и визуализацию соответствующей информации. Целью работы является создание прототипа сервиса мониторинга и поддержки принятия решений в сфере регионального туризма на примере Иркутской области.

Создание сервиса [1] включает разработку и программную реализацию методов сбора, обработки, визуализации данных, поддержки принятия решений, а также обеспечение использования функциональных возможностей основных процессов обработки информации существующих облачных платформ. Методы сбора данных основаны на технологиях использования API и Web-scraping, методы обработки включают статистические методы и методы искусственного интеллекта (большие языковые модели, Sentiment analysis, Aspect based Sentiment Analysis, Prompt-engineering и др.), поддержка принятия решений основана на прецедентном подходе (Case-based reasoning), визуализация – на технологии BI-систем. Для реализации поддержки принятия решений определены модели прецедентов, алгоритм их поиска и извлечения. Модели прецедентов включают описание свойств достопримечательностей, средств размещения, объектов питания и услуг. Результаты районирования позволяют определить преобладающие виды туризма в муниципальных образованиях, рейтинг муниципальных образований по заданному виду туризма, плотность расположения достопримечательностей заданного вида, их популярность и др.

Основными результатами работы являются описание информационной технологии анализа и визуализации данных, районирования территории, поддержки принятия решений, реализация прототипа сервиса и демонстрация результатов, полученных в ходе исследования. Новизну исследования обуславливает обеспечение возможности анализа информации о территории на основе открытых источников данных. В исследовании использованы открытые источники информации о Байкальской природной территории.

Благодарности. Исследования поддержаны грантом РНФ, проект No23-28-00844.

Список источников

1. Николайчук О.А., Пестова Ю.В., Павлов А.И., Косоголов Д.Е. Концепция сервиса мониторинга сферы туризма территории на основе анализа веб-ресурсов // Вычислительные технологии. 2023. Т. 28. № 6. С. 118-134.

МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Ничепорчук В.В., Пенькова Т.Г.

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

Применение интеллектуальных технологий в территориальном управлении сдерживается несколькими причинами. Это дефицит размеченных данных, позволяющих гарантированно минимизировать неопределённости; сложность когнитивного восприятия больших объёмов информации; требования к качеству решений в критически важных сферах управления. Исследования подходов к решению перечисленных задач актуальны и востребованы.

На основе организационной модели управления предложен способ формирования согласованных решений по обеспечению безопасности территорий государственными и местными органами управления, ведомствами и исполнителями мероприятий. Модель содержит онтологические описания информационного обеспечения, ранжирование управленческих решений и способов их контроля. Описано развитие авторского метода интегрального оценивания состояния сложных систем, позволяющего вычислять вклад гетерогенных показателей независимо от шкал и интервалов измерений.

Для комплексного описания проблемных ситуаций, постановки задач управления для конкретного риска, формирования решений и контроля их эффективности разработаны обобщённые форматы описания для базовых представлений: «Объект», «Процесс», «Структура», «Ситуация», «Решение». Такие описания позволяют алгоритмизировать процессы анализа ситуаций, синтезировать решения с использованием машиночитаемых представлений; систематизировать и согласовать деятельность лиц, принимающих решения.

Разрабатываемая на основе методов интеллектуальная платформа предназначена для согласованного принятия решений разными акторами с учётом их полномочий, располагаемых ресурсов и информационной обеспеченности. В качестве практического приложения рассмотрена задача обоснования мероприятий по подготовки территорий к лесопожарному сезону. Для нижнего уровня управления – населённых пунктов получены количественные оценки рисков на основе сценарного моделирования. Сформированы правила проведения превентивных мероприятий.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта государственного задания ФИЦ КНЦ СО РАН программ фундаментальных исследований Российской Федерации (рег. № 0287-2021-003, 0287-2021-0004).

Список источников

1. Ничепорчук В.В., Постникова У.С., Тасейко О.В. Проектирование интеллектуальной системы управления безопасностью территорий // Онтология проектирования. 2024. Т.12, №1. С.42-54. DOI:10.18287/2223-9537-2024-14-1-42-54

АНАЛИЗ СИСТЕМ БАЛАНСИРОВКИ АККУМУЛЯТОРОВ В ЛИТИЙ-ИОННОЙ БАТАРЕЕ

Пайгин К.Д.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск
kdp4@tpu.ru

Аккумуляторы литий-ионной батареи изначально различаются по параметрам, из-за чего в течение жизненного цикла могут начать существенно различаться емкость, максимальное напряжение и т.д., что приводит неравномерному использованию аккумуляторов, что может стать причиной преждевременного выхода батареи из строя.

Для выравнивания заряда, запасенного каждой из последовательно соединенных аккумуляторных ячеек (аккумуляторов), применяются различные системы балансировки [1].

В докладе рассматриваются следующие системы балансировки:

1. Пассивные системы - состоят из резисторов, подключаемых через ключи параллельно аккумуляторам. Достоинство таких систем – высокая скорость балансировки. Недостатки – энергия от аккумулятора рассеивается на резисторе, а напряжения на ячейках балансируются по самой разряженной, также во время балансировки необходимо контролировать температуру каждого аккумулятора, чтобы не допустить перегрева, требуется интеллектуальное управление [2].
2. Активные системы балансировки с буферными элементами - состоят из одного или нескольких буферных элементов, емкостных или индуктивных, подключаемых к каждой ячейке и переносящих заряд из одного аккумулятора в другой. Достоинства – энергия не рассеивается, а перераспределяется, что приводит к снижению выделения тепла, балансировка происходит без внешнего управления [3]. Недостаток – большое время балансировки.
3. Активные системы балансировки с преобразователями энергии состоят из двунаправленных преобразователей, подключенных к аккумуляторным ячейкам и соединенных друг с другом, либо с управляемым источником, преобразователи могут быть использованы как для заряда, так и для разряда ячейки. Достоинства – сопоставимая с пассивными системами скорость балансировки, при этом энергия перераспределяется между ячейками, а также возможность управлять непосредственно зарядом ячеек и балансировать их по верхнему уровню. Недостатки – более сложная и дорогая схемотехника и необходимость интеллектуального управления [1].

Несмотря на то, что все представленные способы могут применяться в определенных задачах, наиболее эффективными и универсальными являются активные системы балансировки с преобразователями энергии, подходящие как для равномерного получения энергии во время цикла заряда, так и для ее перераспределения вне него.

Список источников

1. Рыкованов А. С., Беляев С. С. Активные и пассивные системы баланса Li-ion аккумуляторных батарей // Компоненты и технологии. – 2014. – № 3. – С. 121–124.
2. Сердечный Д. В., Томашевский Ю. Б. Управление процессом заряда многоэлементных литий-ионных аккумуляторных батарей // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2017. №3 (21). – С.115–123
3. Nath A., Rajpathak B. Analysis of Cell Balancing Techniques in BMS For Electric vehicle // International Conference on Intelligent Controller and Computing for Smart Power (ICICCCSP). 2022, pp. 1–6

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ ТЭС ПРИ ОЦЕНКЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Пискунова В.М.

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск
vitapiskunova98@gmail.com

Моделирование крупномасштабных энергосистем связано с рядом трудностей, в основном зависящих от большого количества элементов таких систем [1]. В связи с этим, выбор типа математических моделей является ключевым при построении моделей крупномасштабных систем.

Выбор между линейными и нелинейными моделями зависит от конкретной задачи и характера данных. Если данные хорошо описываются линейной зависимостью, то линейные модели предпочтительнее, так как методы их оптимизации значительно проще и быстрее, нежели у нелинейных моделей. В некоторых случаях можно преобразовать нелинейную задачу в линейную, используя различные методы линеаризации. Однако такое преобразование может привести к потере точности, а в частных случаях и к усложнению модели.

В рамках этой работ делается вывод о целесообразности применения нелинейных моделей тепловых электростанций при моделировании топливно-энергетического комплекса для анализа надёжности топливо- и энергоснабжения.

В данной работе был проведен вычислительный эксперимент для трехзонной тестовой энергосистемы по шести сценариям, в которых имитировалось отключение источников топлива и тепловых электростанций, аварии на линиях электропередач и остановку железной дороги. В ходе вычислительного эксперимента сравнивались результаты оценки дефицита с использованием линейной и нелинейной моделей ТЭС.

Нелинейная модель показала меньший дефицит, чем линейная, во всех сценариях. Поскольку исходные данные для обеих моделей были одинаковыми, разница в значениях целевой функции может быть объяснена более точным расчетом необходимого количества топлива для ТЭС в нелинейной модели. Так, в ходе вычислительного эксперимента было установлено, что нелинейная модель с высокой степенью точности находит минимальное значение дефицита энергоресурсов в различных аварийных ситуациях. Для верификации предложенной математической модели энергетического сектора необходимо провести имитационное моделирование реальной энергосистемы и воссоздать ряд аварийных ситуаций

Список источников

1. Пяткова, Н. И. Методические особенности исследования угроз надёжному энергоснабжению в современных условиях / Н. И. Пяткова // Методические вопросы исследования надёжности больших систем энергетики: Материалы 95-го заседания Международного научного семинара, пос. Хужир (оз. Байкал), 09–15 июля 2023 года / Отв. редактор В.А. Стенников. Том Выпуск 74. – Иркутск: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, 2023. – С. 82-90. – EDN OBGRSW.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ФУНКЦИИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ШИМ РЕГУЛЯТОРОВ

Куцый Н.Н., Подкорытов А.А., Кузнецова Е.В.

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

Цель – разработать подход программной реализации функции чувствительности при реализации параметрической оптимизации широтно – импульсных регуляторов в системах управления.

В качестве языка программирования выбран язык Python. Данный подход, описываемый в статье позволит реализовать алгоритм автоматической параметрической оптимизации для шим регуляторов с использованием функции чувствительности.

Рассмотрим в качестве примера следующую структурную схему АСР. Данная схема включает ШИМ регулятор, исполнительный механизм, объект управления с запаздыванием.

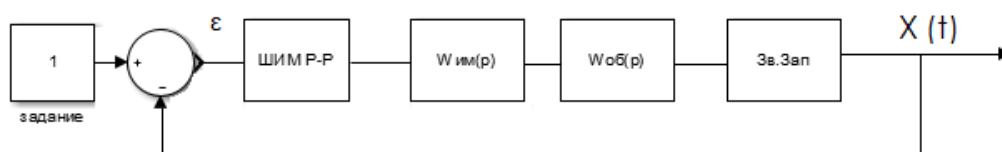


Рисунок 1 Схема АСР

В качестве объекта управления выбран котельный агрегат марки БКЗ 420. В данной статье рассматривается канал управления «Топливо – Разрежение в топочной камере» Данная зависимость представлена в виде передаточной функции.

Для удобства передаточная функция исполнительного механизма включена в состав передаточной функции объекта управления.

$$Wp(p) = K_{им}/P * Wp1(p)$$

В представленной схеме управление системой осуществляется при помощи шим регулятора. Для реализации алгоритма параметрической оптимизации для данной системы необходимо определять составляющие градиента, поскольку в алгоритме АПО используется градиентная процедура. Одним из этих составляющих является функция чувствительности, которую необходимо определить.

Однако, как известно ШИМ – регулятор представляет собой «разрывное управление» поэтому при определении функции чувствительности применить стандартные подходы ее определения не представляется возможным. В частности, в данном случае нельзя применять метод вычисления частных производных, а необходимо прибегать к методам обобщенного дифференцирования.

В данной статье предлагается использовать другой подход вычисления функции чувствительности, описанный в книге «Методы теории чувствительности» авторов Е.Н. Розенвассер и Р.М. Юсупов.

В данном подходе вычисление функции чувствительности основывается на формуле 1, представленной ниже.

$$I_j = - \sum_k \Delta U t k * \frac{\partial t k}{\partial q_j} * Gp(p) \delta(t - t k) \quad (1)$$

Данное уравнение состоит из следующих составляющих:

$\Delta U t k$ – коэффициент характеризующий скачок функции.

$\frac{\partial t k}{\partial q_j}$ - частные производные по модуляционной характеристике и коэффициентам q .

$Gp(p) \delta(t - t k)$ – смещенная дельта функция.

На основании данной формулы предлагается сформировать программный алгоритм, позволяющий вычислять функцию чувствительности, и далее использовать ее значение для работы алгоритма параметрической оптимизации.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ РАССЛЕДОВАНИЯ ПРОИСШЕСТВИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Аршинский Л.В., Подобедова Е.В., Жукова М.С.

Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск

larsh@mail.ru

Российские железные дороги – один из важнейших компонентов транспортного комплекса Российской Федерации. Железная дорога оказывает огромное влияние на экономическое благополучие государства, оказывает воздействие на формирование его федерального и регионального бюджетов и также играет важное значение в транспортной логистике. Железная дорога считается главным межрегиональным видом транспорта в пределах экономически освоенной территории страны.

Вопросы эффективности функционирования транспортного комплекса и развития транспортной инфраструктуры играют важную роль в развитии российской экономики. Одним из препятствий к росту эффективности перевозок являются происшествия на железнодорожном транспорте, которые замедляют его работу и ведут к дополнительным потерям при перевозках. Последствия от происшествий можно ослабить, если повысить качество их расследования и сократить время его проведения. Повышения качества и сокращения сроков расследования можно добиться привлечением компетентных специалистов и автоматизацией отдельных его этапов. Одним из подходов здесь служит технология экспертных систем (ЭС).

Одним из наиболее распространённых происшествий на железнодорожном транспорте является сход. Сходом железнодорожного подвижного состава называется событие, при котором хотя бы одно колесо сошло с головки рельса и для его постановки на рельс требуется применение подъемных средств и (или) приспособлений. К сходу железнодорожного подвижного состава приводят разные факторы: нарушения технологии загрузки/разгрузки вагона, особенности маршрута, несвоевременный перевод стрелки, сейсмические события и др. Но основные факторы, влияющие на сход, – это состояние пути и технические параметры вагона.

В докладе рассматривается один из подходов к разработке ЭС поддержки расследования сходов на железнодорожном транспорте.

Предназначение обсуждаемой ЭС – консультирование по причинам возникновения схода. В качестве экспертов, при помощи которых будут накапливаться знания в базе знаний (БЗ), выступает ревизорский аппарат, состоящий из ревизоров службы движения, электроснабжения, инфраструктуры, СЦБ и связи, а также ревизора локомотивной бригады. Могут привлекаться и иные лица, имеющие опыт расследований, а также специальная литература.

В связи с тем, что БЗ должна быть расширяемой (это позволит ЭС оставаться открытой для усовершенствования и обновления информации), выбрана продукционная модель знаний. В основу разработки продукций положены диаграмма Исикавы – метод отображения и анализа причинно-следственных связей, который позволяет систематизировать причины тех или иных событий в виде специального графического представления.

Для реализации прототипа ЭС и его БЗ была выбрана система моделирования правдоподобных рассуждений «Гераклит 2.Х».

На данный момент ЭС содержит 684 факта и 431 правило.

НОВАЯ МОДЕЛЬ ЭКОСИСТЕМЫ ВОДОЕМА НА ОСНОВЕ ДИНАМИКИ ФИТОПЛАНКТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Поляк М.Д.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,

Санкт-Петербург

markpolyak@gmail.com

Целью создания новой модели водной экосистемы является описание процесса "цветения" водоёма, вызываемого массовым развитием фитопланктона, с упором на разделение цветения, вызванного токсичными видами фитопланктона, и не токсичными. Для этого в модели учитываются основные ресурсы, потребляемые фитопланктоном (азот, фосфор), а также следующее после фитопланктона звено пищевой цепи - зоопланктон, ответственный за выедание в среднем более 50% ежедневной первичной продукции фитопланктона [1].

В основе предлагаемой новой модели лежат несколько самостоятельных моделей, предложенные ранее: система из трех дифференциальных уравнений (ДУ), описывающая взаимодействие фитопланктона с азотом и фосфором [2]; система из трех ДУ, описывающая взаимодействие нетоксичного фитопланктона, токсичного фитопланктона и зоопланктона [3; 4]. Сформированная на их основе новая модель имеет следующий вид:

$$N = I_N = b_1 N(t) = f_1(N(t))x_1 - f_2(N(t))x_2 + U_1(t)$$

$$P = I_P - b_2 P(t) = f_3(P(t))x_1 - f_4(P(t))x_2 + U_2(t)$$

$$x_1 = e_1 f_1(N(t))x_1 + e_2 f_3(P(t))x_1 - \beta_1 x_1 x_2 - \gamma_1 x_1^2 - f_5(x_1(t))x_3$$

$$x_2 = e_3 f_2(N(t))x_2 + e_4 f_4(P(t))x_2 - \beta_2 x_1 x_2 - \gamma_2 x_2^2 - f_6(x_1(t), x_2(t))x_3$$

$$x_3 = e_5 f_5(x_1(t))x_3 + e_6 f_6(x_1(t), x_2(t))x_3 - \beta_3 x_3$$

где $N(t)$ – концентрация растворенного в воде азота, мг/л; $P(t)$ – концентрация растворенного в воде фосфора, мг/л; $x_1(t)$ – биомасса нетоксичного ("хорошего") фитопланктона, мг/л; $x_2(t)$ – биомасса токсичного ("плохого") фитопланктона, мг/л; $x_3(t)$ – биомасса зоопланктона, мг/л; $f_i(G(t)) = a_i G(t) / (c_i + G(t))$ – трофические функции; $a_i, b_i, c_i, e_i, b_i, g_i, I_N, I_P$, – коэффициенты; $U_i(t)$ – векторное управление.

Предлагаемая модель основана на системе уравнений Лотки-Вольтерра, используемой для описания сразу двух параллельных процессов, происходящих в биологическом сообществе. Взаимодействие между зоопланктоном и фитопланктоном характеризуется отношением «хищник»–«жертва», причем поедание токсичного фитопланктона приводит к уменьшению популяции зоопланктона. Отношения между токсичным и нетоксичным фитопланктоном характеризуются конкуренцией за общие ресурсы – азот и фосфор. Динамика изменения растворенных в воде биогенных элементов описывается простыми балансовыми уравнениями.

Применение метода аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР) [5; 6] для внедрения в модель управляющего воздействия позволяет проводить моделирование таких процессов, как возникновение токсичного цветения [7; 8], его спад, а также замещения нетоксичных видов фитопланктона токсичными. Положительное управляющее воздействие соответствует случаю увеличения объема биогенных элементов, поступающих в водоем. Отрицательное управляющее воздействие интерпретируется как повышение качества очистки сточных вод, а также применение химических реагентов для связывания и осаждения фосфатов и нитратов.

В работе рассматриваются следующие цели управления:

- $x_{1,2} \xrightarrow{t \rightarrow \infty} x_{1,2}^* = const$, соответствующая достижению заданной численности/биомассы фитопланктоном. Случай $x_{1,2} \gg x_{1,2}(0)$ описывает возникновение цветения, в то время как случай $x_{1,2} \ll x_{1,2}(0)$ описывает его спад.

- $x_1 - px_2 \xrightarrow{t \rightarrow \infty} d$, описывающая баланс между популяциями токсичного и нетоксичного фитопланктона.

Поведение модели при различных режимах работы исследовано с помощью компьютерного моделирования. Проведен анализ устойчивости модели и переходных процессов при возникновении цветения и его спаде.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 23-29-00336).

Список источников

1. Calbet A., Landry M. R. Phytoplankton growth, microzooplankton grazing, and carbon cycling in marine systems // *Limnology and Oceanography*. — 2004. — Т. 49, No 1. — С. 51—57
2. Dynamical Analysis of a Nitrogen-Phosphorus-Phytoplankton Model / Y. Deng [и др.] // *Discrete Dynamics in Nature and Society*. — 2015. — Февр. — Т. 2015. — С. 823026. — ISSN 1026-0226. — DOI: 10.1155/2015/823026.
3. The role of avoidance by zooplankton for survival and dominance of toxic phytoplankton / S. Chakraborty [и др.] // *Ecological complexity*. — 2012. — Т. 11. — С. 144—153.
4. Roy S., Alam S., Chattopadhyay J. Competing effects of toxin-producing phytoplankton on overall plankton populations in the Bay of Bengal // *Bulletin of Mathematical Biology*. — 2006. — Т. 68. — С. 2303—2320.
5. Колесников А.А. Синергетика и проблемы теории управления / А. А. Колесников. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 504 с.
6. Kolesnikova S.I. Synthesis of Controller for Vector Plant, Based on Integral Adaptation Method for Disturbance Suppression // *Differential equations and control processes*, N. 3, 2022. pp. 27-45.
7. Щеголева А.А., Поляк М.Д. Модель "хищник-жертва с питанием" // *Обработка, передача и защита информации в компьютерных системах '21 : Международная научная конференция : сб. докл.* — Санкт-Петербург: СПб ГУАП, 2021. — С. 86-91.
8. Поляк М.Д., Щеголева А.А. Применение метода аналитического конструирования агрегированных регуляторов к модели производящего токсины фитопланктона // *Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям.* — 2023. — Т. 1. — С. 401-405.

НАДЕЖНОСТЬ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Сенькив Д.А.

*Нижегородский Государственный Технический Университет им. Р.Е. Алексеева,
Нижний Новгород
senkiv152@mail.ru*

В статье рассматривается работа финансовых организаций – банков, а также техническая сторона обеспечения их работоспособности, а именно работа с автоматизированной банковской системой и системой дистанционного банковского обслуживания, необходимой для предоставления услуг банка клиентам и взаимодействия между клиентами и сотрудниками банка. Несовершенство этих систем с точки зрения информационной безопасности, а также рост клиентов банков и разнообразия технических средств для обеспечения работы банка увеличивают количество мошеннических действий, совершаемых против банков и потребителей их услуг.

Рассматривается обеспечение информационной безопасности системы дистанционного банковского обслуживания со стороны банка, т. е. со стороны администраторов безопасности банка. В статье предлагается использовать систему мониторинга для регистрации инцидентов информационной безопасности с акцентом на анализе событий, поступающих от средств обеспечения информационной безопасности. При возникновении проблем в компонентах системы мониторинга ее эффективность может снизиться. В частности, аномальное поведение при поступлении событий от средств защиты информации может свидетельствовать о перебоях в их работе, что может затруднить обнаружение или пропуск инцидентов защиты информации. Для анализа аномалий и снижения степени неопределенности при устранении причин и сбоев в работе средств защиты информации предлагается модель системы мониторинга, которая должна сократить время простоя средств защиты информации.

Ценность всей статьи заключается в единой модели системы мониторинга, обеспечивающей более эффективное обнаружение инцидентов информационной безопасности за счет сокращения времени простоя средств защиты информации, что достигается регулярным контролем их состояния и функционирования.

В работе предложена модель работы системы мониторинга, выраженная в виде набора этапов обработки сообщений в вычислительной системе о произошедшем в ней инциденте информационной безопасности, включающего в себя этапы, позволяющие администратору безопасности проанализировать их, как индикаторы наличия нарушений в системе мониторинга. неполадки, в системе мониторинга, в частности, при мониторинге средств защиты информации, могут выдать администратору безопасности ложные сведения о корректности работы данных средств. Следовательно, возможны перебои, отказы в работе средств защиты информации и, соответственно, возможны пропуски инцидентов информационной безопасности. Для решения задач были использованы методы теории надежности, информационной безопасности и защиты информации.

Список источников

1. Половко А. М., Гуров С. В. Основы теории надежности. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 704 с.
2. Бондарев В. В. Введение в информационную безопасность автоматизированных систем. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. 252 с.
3. Рудый, А. Н. Элементы математической теории надежности // Конспект лекций. Минск: БНТУ, 2014. 131 с.
4. Скабцов Н. Аудит безопасности информационных систем. СПб.: Питер, 2018. 272 с.

5. Курило А.П., Милославская Н.Г., Михайлов С.Ф., Толстой А.И. Основы информационной безопасности автоматизированных банковских систем // Учеб. пособие. М.: МИФИ, 2001. 100 с.
6. Сизоненко А.Б., Меньших В.В. Обоснование подходов к совершенствованию логиковычислительной подсистемы защиты информации систем критического применения // Вестник Воронежского института ФСИН России. 2015. № 4. С. 48–56.
7. Сугак, Е. В. Надежность технических систем / Е. В. Сугак, Н. В. Василенко, Г. Г. Назаров [и др.]. — Красноярск : Раско, 2001. — 608 с.
8. Мельников, Ю.Н. Возможности нападения на информационные системы банка из Интернета и некоторые способы отражения этих атак. Ч.1 /Ю.Н. Мельников, А.А. Теренин // Банковские технологии. – 2003. – №1.– С.42-48.

АЛГОРИТМ ПОИСКА КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ НА ТРИАНГУЛИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Серебровская Е.А., Марчевский И.К., Ерофеева М.А.

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва
e.a.serebrovskaya@gmail.com

В процессе разработки новой модификации бессеточного лагранжева метода вихревых петель 1 для моделирования пространственного обтекания тел и вычисления действующих на них аэрогидродинамических нагрузок возникла проблема коррекции пространственной кривой сложной формы, которая определяет форму каждой такой петли. В силу неизбежных погрешностей, связанных в том числе с заданием триангулированной формы обтекаемой поверхности вместо гладкой, конечного шага расчета по времени и многими другими допущениями, некоторые участки петель в ходе расчета их движения в потоке «проникают» в обтекаемое тело. В результате проникнувшие фрагменты необходимо «вынести» на поверхность тела, обеспечив при этом достаточную гладкость вновь формируемой траектории. Вместо последней задачи можно решить задачу поиска кратчайшего пути на триангулированной поверхности.

Нулевым приближением является результат использования алгоритма Дейкстры, найденный путь будет проходить по ребрам тела (рис. 1).

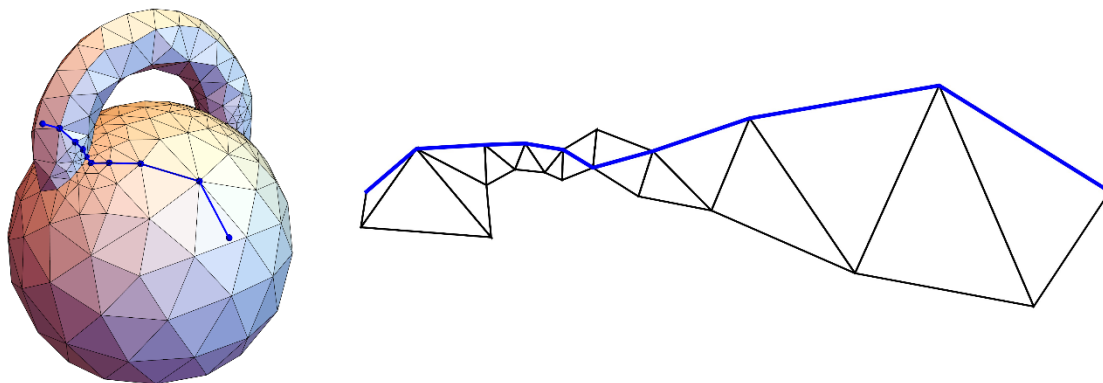
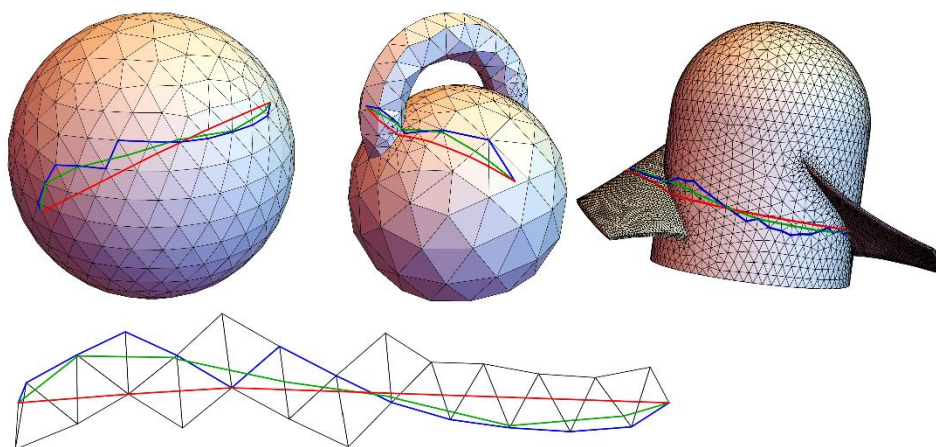


Рис. 1. Алгоритм Дейкстры

Для улучшения результата разработан оригинальный алгоритм, позволяющий получить более гладкое решение. Оптимальным является такой путь, разверткой которого являются отрезки прямых, а углы соответствуют тем вершинам, которые задают «седловые точки» на триангулированной поверхности. Предлагаемый алгоритм оптимизации состоит из двух стадий: на первой (крайне простой в вычислительном плане) производится «локальная» оптимизация: путь при этом сглаживается и укорачивается, однако всегда остается на развертке, состоящей из треугольников, примыкающих к исходному пути Дейкстры. Вторая стадия требует изменения развертки и может быть пояснена при помощи механической аналогии: путь следует представить в виде нити, проходящей по развертке, и «натянуть». Результирующая форма пути будет кусочно-прямолинейной, «цепляющей» угловыми точками некоторые вершины треугольников. Далее необходимо последовательно исключать угловые точки (кроме седловых), меняя развертки частей пути вокруг упомянутых вершин.



Разработанный алгоритм реализован в системе компьютерной алгебры Wolfram Mathematica и на языке программирования C++.

Список источников

1. Dergachev S.A., Marchevsky I.K., Shcheglov G.A. Flow simulation around 3D bodies by using Lagrangian vortex loops method with boundary condition satisfaction with respect to tangential velocity components // Aerospace Science and Technology. 2019. Vol. 94. Art. 105374. doi: 10.1016/j.ast.2019.105374

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИЕМОВ АРГУМЕНТАЦИИ В НАУЧНОМ ДИСКУРСЕ

Сидорова Е.А., Кононенко И.С.

Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН, Новосибирск
lsidorova@iis.nsk.su

Анализ дискурсивных приемов аргументации является одной из современных тенденций в области моделирования рассуждений. Рассуждение в научном дискурсе (дискурсивная стратегия) организуется как последовательность дискурсивных приемов, т.е. шагов рассуждения, соответствующих определенным мыслительным операциям над объектом предметной области. С формальной точки зрения элементарной структуре рассуждения соответствует аргумент, который представляет собой переход от посылки/посылок к доказываемому тезису.

Онтологический анализ структур дискурса обеспечивает концептуальную основу для моделей рассуждения и помогает понять природу сущностей и отношений, связанных с конкретным контекстом. Онтологическая модель аргументации, описывающая типовые схемы рассуждения, основана на теории Дугласа Уолтона.

В качестве материала для практического исследования использовался аннотированный корпус научных текстов: жанр аналитических статей с комментариями пользователей с сайта Хабр <https://habr.com/ru/> (научно-популярный дискурс) и жанр научных статей с комментариями рецензентов. (собственно научный дискурс).

Особый интерес представляют конфликтные аргументативные приемы, которые используются в текстах исследуемых жанров: Антитезис („атака“+ „на_тезис“) и Контраргумент („атака“+ „на аргумент“). Дальнейшая классификация этих приемов зависит от жанра. Так, конфликтные приемы первого типа реализуются преимущественно в замечаниях рецензентов, когда рецензент указывает автору статьи на неверный тезис, - «Логический Конфликт», - на «Неясность» или «Неточность определения» некоторого свойства. Приемами второго типа являются указания на «Альтернативные цели и средства», «Сомнение в общепринятом мнении», «Недостаток Надежности», «Знаки Других событий» и др. В них реализуются исключения, заложенные в описании соответствующих им аргументов. Полученная классификация основана на 17 типовых приемах первого типа и 15 приемах второго типа.

Для анализа и аннотирования текстов совокупность схем аргументированного дискурса была представлена в виде онтологии и размещена в открытом доступе на платформе ArgNetBank Studio (<https://uniserv.iis.nsk.su/arg>).

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 23-11-00261, <https://rscf.ru/project/23-11-00261>).

МОДЕЛЬ КОНСТРУКТОРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОРТАЛОВ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ РЕСУРСОВ И ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Сидорова Е.А., Лисин В.А.

Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН, Новосибирск

lsidorova@iis.nsk.su

Компьютерные технологии играют все более важную роль в развитии наукоемких областей по причине увеличивающегося объема необработанной информации, требующей хранения, поиска, формализации и систематизации. Происходит непрерывная разработка новых систем, способных систематизировать ключевую информацию по предметной области, автоматизировать процессы ее обновления из различных источников данных и предоставлять интеллектуальный доступ для принятия решений. В рамках развивающейся концепции SemanticWeb ключевыми компонентами методики разработки информационных систем являются понятия об онтологии, графовой модели знаний, паттернов онтологического проектирования.

Целью данной работы является разработка конструктора информационных порталов на основе онтологии. Особенностью предлагаемого подхода является интегрированное в единое информационное пространство множество базовых онтологий предметных областей и онтологий ресурсов, а также использование графовой модели знаний для хранения и визуализации данных.

Предлагаемый конструктор информационных порталов включает графовый редактор онтологий и онтологических паттернов, конструктор страниц портала, систему контекстного поиска, систему аутентификации пользователей, а также открытый набор базовых онтологий, который можно использовать при создании собственной предметной онтологии.

Ключевым компонентом для конструирования структуры портала является онтология ресурсов, поскольку она содержит основные понятия, которые используются системой для визуализации корректных форм сущностей и мультимедиа ресурсов. Базовая онтология ресурсов базируется на CIDOC-CRM, признанном стандарте ISO, который представляет формальную онтологию для интеграции информации о культурном наследии.

Конструктор включает стандартный набор страниц: страница просмотра и редактирования онтологий предметных областей, страница просмотра и редактирования унаследованной онтологии ресурсов, а также инструмент для создания и редактирования настраиваемых пользовательских страниц. Редактор страниц включает настраиваемые блоки: списки, мозаики, изображения, слайд-шоу и текстовые элементы в информационном портале проекта.

С помощью конструктора были разработаны два информационных портала: "Ассистенты" и "Компьютерная лингвистика", демонстрирующих эффективность предложенных методов автоматизации, а также простоту и низкий порог входа в разработку информационных интернет-ресурсов.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «МНОГОЭТАПНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»

Синицын М.Н., Иваньо Я.М.

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, п. Молодежный
maks.sinitsyn.94@mail.ru

Многоэтапные модели могут быть использованы для моделирования производства аграрной продукции, сочетания производства аграрной продукции и заготовки дикоросов, реализации цепочки - производство, переработка и сбыт продукции. При этом подобные модели затрагивают разные уровни деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей: организации, муниципальные образования, агроклиматические территории.

Многоэтапные модели описывают сложные системы взаимодействия технических, технологических, экономических, климатических и экологических факторов, многие из которых являются неопределенными. Поэтому для применения многоэтапных моделей на практике необходимо специализированное программное обеспечение, позволяющее эффективно решать задачи оптимизации получения, переработки и сбыта продовольственной продукции.

Для создания программного комплекса «Многоэтапное моделирование производства сельскохозяйственной продукции» предлагается использовать следующие математические модели: планирования с учетом предшественников и неопределенности характеристик; планирования производства продукции с оценкой изменчивости цен по сезонам; планирования производства продукции для разных условий ведения сельского хозяйства; планирование производства продукции с учетом сезонности цен и предшественников. При этом для решения многоэтапных задач применимы модели параметрического, стохастического программирования и их сочетания.

Разработаны алгоритмы для реализации приведенных многоэтапных моделей. Оптимальными решениями многоэтапной задачи с предшественниками является вероятностное распределение площадей или объемов производства с соответствующими значениями прибыли. Результатом моделирования произведенных объемов продукции с разными сезонными ценами являются оптимальные планы наиболее выгодных продаж для разных сезонов, если рассматривается детерминированная задача. В условиях неопределенности рассчитываются разные варианты с оценкой их вероятностей. Решением детерминированной многоуровневой многоэтапной задачи с предшественниками являются оптимальные планы объемов производства продукции со значением целевой функции в виде максимума прибыли в усредненных и неблагоприятных условиях деятельности сельскохозяйственного товаропроизводителя. К особому случаю можно отнести многоэтапное моделирование в условиях проявления неблагоприятных событий.

Для реализации алгоритмов предлагается создание программного комплекса с интерфейсом системы на основе интегрированной среды разработки Embarcadero Berlin 10.1. Хранение данных предполагается осуществлять с помощью СУБД PostgreSQL. Для выгрузки результатов работы, статистической обработки данных, а также формирования отчетов и графического материала можно использовать приложение MS Excel. Для решения задач линейного программирования выбран программный продукт lp_solve.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ОПТИМАЛЬНОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

Сиротинин А.А., Володько О.С.

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

Беспроводная сенсорная сеть (БСС) является перспективным инструментом для создания безопасного и комфортного автоматизированного рабочего пространства. БСС – это распределенная система миниатюрных электронных устройств, таких как датчики дыма, открытия дверей, влажности, протечки, температуры и исполнительных устройств. Такая сеть собирает данные о параметрах среды и передает их на сервер с помощью беспроводного подключения. Так как большинство параметров от датчиков являются критически важными, необходимо обеспечить стабильную и надежную работу сети [1].

В устройствах интернета вещей для обмена данными внутри помещений самыми распространёнными являются стандарты Wi-Fi, Bluetooth, Z-Wave, Thread и ZigBee [2]. Для функционирования БСС требуются точки доступа (хабы), поэтому при выборе их мест расположения должны учитываться конструктивные особенности здания, материалы конструкций и отделки.

Для решения задачи оптимального расположения точек доступа необходимо комбинировать радиоволновое моделирование с подходящими оптимизационными методами, например, такими как генетические алгоритмы [3].

Целью настоящей работы является проектирование структуры оптимальной базовой сети для технологии интернета вещей на трехмерной модели здания. Построение БСС рассматривается на примере здания научного института. Задача оптимизации заключается в оптимальной расстановке хабов с учётом максимально возможного уровня мощности сигнала и минимально возможных затрат на хабы и коммуникации.

Поставленная задача оптимизации решается при помощи генетического алгоритма. В качестве хромосомы выбран бинарный вектор, который описывает расстановку хабов во всём институте.

Список источников

1. Арефьев А.В., Афанасьева О.В., Вешев Н.А. и др. Проблемы построения больших локальных сетей интернета вещей // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. Т. 10. С. 261-267.
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. Singh A., Sharma S., Singh J. Nature-inspired algorithms for wireless sensor networks: A comprehensive survey // Computer Science Review. 2011. V.39. P. 100342.

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ВИРТУАЛЬНОГО АССИСТЕНТА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Столбов А.Б.^{1,2}, Болотов И.В.², Павлов Д.Е.², Пилипенко Е.В.²

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

²*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск*
stolboff@icc.ru

В настоящее время широкое распространение получила практика использования электронных курсов в образовательной деятельности ВУЗов. Несмотря на то, что степень проработанности создаваемых курсов может отличаться, наблюдаемая тенденция показывает, что в ближайшее время количество качественных цифровых образовательных ресурсов (ЦОР) будет только расти. Одновременно с этим развиваются технологии взаимодействия человека с информацией: взрывной рост показывают такие средства как чат-боты, голосовые помощники, ИИ-ассистенты на базе генеративного искусственного интеллекта. В связи с этим, задача разработки виртуального ассистента для поддержки учебной деятельности (ВА-ПУД) на основе электронных курсов и соответствующих цифровых ЦОР представляется особенно актуальной.

Под виртуальным ассистентом понимается контекстно-ориентированный набор сервисов, взаимодействующий с пользователем различными способами, включая графический пользовательский интерфейс, голосовые команды и текстовые сообщения. Каналами взаимодействия могут быть веб-страницы, мессенджеры и платформы голосовых ассистентов. Основными пользователями ВА-ПУД являются: преподаватель (разработчик электронного курса) и обучающийся. При этом модель ВА-ПУД на верхнем уровне рассмотрения представляет собой совокупность: 1) ЦОР; 2) аннотаций ЦОР; 3) сценариев диалога; 4) спецификаций разговорного интерфейса фреймового типа.

Для поддержки процесса создания ВА-ПУД разрабатывается специализированная программная система, обеспечивающая импорт ЦОР (полностью или частично) из платформы Moodle и формирование дополнительной информацией, необходимой для функционирования ВА. В качестве примера учебной дисциплины выбран курс по программированию, преподаваемый в течении двух семестров на первом курсе.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ (LLM) СО СЛОЯМИ СОБСТВЕННЫХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ЗАДАЧИ ПОДБОРА И АНАЛИЗА СОДЕРЖАНИЯ НАУЧНЫХ ТРУДОВ И ПУБЛИКАЦИЙ

Трофимов И.Л., Трофимов Л.Н.

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск
t_john88@mail.ru

Проект направлен на создание интеллектуальной поисковой системы для подбора и анализа различной информации, необходимой для проведения исследований перспектив развития электроэнергетики Евразии и других регионов.

Основная цель - разработка эффективного инструмента для подбора и анализа содержания локальных документов (статистических отчетов, научных трудов, публикаций), внешних веб-документов и энергетических БД (доступных онлайн), а также иных больших массивов необработанных (неструктурированных) данных, необходимых для проведения исследований. В качестве ключевого решения планируется использование передовых нейросетевых больших языковых моделей (LLM) и их интеграция в поисковую систему с последующим дообучением на локальных данных. Это позволит значительно улучшить релевантность, точность и семантический поиск научной информации, а также обеспечить возможность ответов системы на естественно-языковые запросы пользователей.

Использование векторных баз данных в сочетании с локальными языковыми моделями и RAG-архитектурой открывают широкие возможности для создания интеллектуальных систем с доступом к конфиденциальным данным организаций, настройкой на предметную область и высокой степенью независимости. RAG представляет собой перспективное решение для создания интеллектуальных поисковых систем, способных понимать контекст запросов и предоставлять осмысленные ответы с учетом извлечения актуальных данных из предметной области.

Интеграция этих технологий предоставляет более глубокое понимание данных, предотвращает "галлюцинации" и передачу неверной информации, а также позволяет использовать локальные данные и знания для улучшения качества результатов поиска.

МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАНИЖАЮЩИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Туктарова П.А.

Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, п. Молодежный
ptuktarova@gmail.com

Предприятие можно представить как систему, состоящую из множества взаимосвязанных элементов, таких как сотрудники, оборудование, производственные процессы и т. д. Эти элементы взаимодействуют друг с другом и с внешней средой, стремясь к достижению общих целей и сохранению стабильности. Предприятие можно рассматривать как открытую систему, которая обменивается ресурсами и информацией с внешним миром. В связи с этим любое предприятие сталкивается с рисками как внешними, так и внутренними.

Метод оценки рисков с использованием занижающих коэффициентов предусматривает рассмотрение всех видов рисков по каждому элементу системы. Анализуются причины и последствия риска, а также методы обнаружения и условия компенсации риска.

В методе используются значения вероятности наступления риска, тяжести последствий риска и оценка вероятности обнаружения риска, для этого составляются таблицы с значениями. Приведенные балльные оценки разрабатываются применительно к конкретному предприятию. Значения вероятностей наступления риска, тяжести последствий риска, вероятности обнаружения риска могут быть рассчитаны на основе моделей типа «деревьев событий» или прогнозируются экспертными методами.

В целях качественной оценки и ранжирования рисков по показателю критичности могут быть использованы матрицы «вероятность наступления риска – тяжесть последствий риска». Пример подобной матрицы приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица «вероятность – тяжесть последствий»

Вероятность наступления риска	Тяжесть последствий риска			
	Риск представляет угрозу безопасности для предприятия	Риск приводит к заметным последствиям для предприятия	Последствия риска незначительны для предприятия	Риск не приводит к заметным последствиям для предприятия
Частый риск	I	I	I	III
Вероятный риск	I	I	II	III
Редкий риск	I	II	III	IV
Практически невероятный риск	II	III	III	IV

Показатели критичности рисков имеют следующие значения:

I – обязателен качественный и количественный анализ риска и принятие особых мер безопасности;

II – обязателен качественный и количественный анализ риска и принятие дополнительных мер безопасности;

III – рекомендуется качественный и количественный анализ риска и принятие некоторых (дополнительных) мер безопасности;

IV – анализ и принятие дополнительных мер безопасности не требуется.

Оценка показателя критичности риска W может быть выполнена в виде произведения:

$$W=P*Q*V, \quad (1)$$

где

P – оценка вероятности наступления риска;

Q – оценка тяжести последствий риска;

V – оценка вероятности обнаружения риска.

Показатель V имеет занижающее значение, чем выше вероятность обнаружения риска в кратчайшие сроки, тем ниже коэффициент.

Метод оценки риска с использованием занижающих коэффициентов отличается от остальных методов «вероятность – отказ» тем, что использование занижающего коэффициента для наиболее легко обнаруживаемых рисков, приведет к тому, что риски даже с высокой критичностью, но высокой определимостью, в последствии становятся менее значимыми и не вызывают больших затрат на их обнаружение и устранение.

Список источников

1. Мансурова Ю. Т., Туктарова П. А., Дмитриева И. В., Антипина Г. Р. Методы оценки рисков: учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлению подготовки специалистов 38.05.01 Экономическая безопасность // Уфа: УГАТУ, 2021. 128 с.
2. Покровский А. К. Риск-менеджмент на предприятиях промышленности и транспорта [Электронный ресурс]. Москва: КноРус, 2016. 160 с.
3. Чекудаев К.В., Музалевский Ф.А. Формирование системы управления операционными рисками банковскими организациями в соответствии с требованиями ЦБ РФ [Текст] // Материалы LX отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2021 год. - 2022. - №3. - с. 215.

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ПАССИВНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Хныкин А.В., Невский Р.

Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова, Москва
nanotechnik@yandex.ru

На предприятиях-изготовителях сложной электрофизической аппаратуры используется большое количество пассивных электрических компонент (ПЭК) различных типов, как внешней поставки, так и собственной разработки. На этапах входного и операционного контроля они проходят различные этапы проверки, где основным является контроль электрических параметров. Для увеличения производительности контрольных операций и сокращения влияния человеческого фактора необходима полная или частичная автоматизация данного процесса. При мелкосерийном или опытном производстве автоматизация некоторых этапов контроля электрических параметров ПЭК может быть затруднена ввиду следующих факторов:

- большое количество типов компонентов различной конструкции;
- большое количество проверяемых параметров;
- сложность электрической коммутации элементов;
- небольшое количество и неритмичность выпускаемых изделий;
- большое количество участков и рабочих мест, разнесенных по территории предприятия.

Данные факторы исключают возможность создания поточного производства и контроля ПЭК из-за низкой рентабельности. Поэтому целью данной работы является разработка измерительно-информационной системы контроля пассивных электронных компонентов с автоматизацией ручных операций измерения параметров для мелкосерийного или опытного производства. В ходе работы были разработаны:

- универсальные программные модули для фиксирования показаний измерительных приборов;
- алгоритм анализа качества контакта измерительных щупов с измеряемым элементом;
- последовательность действий оператора, позволяющая оптимизировать и ускорить процесс измерения;
- принципы работы звуковой и световой индикации для помощи оператору;
- алгоритм анализа соответствия производственной партии техническим требованиям;
- принципы организации хранения данных и доступа к ним;
- алгоритмы анализа результатов проведенных измерений с выработкой корректирующих мероприятий при проведении технологических операций.

На основе данных разработок была реализована автоматизированная контрольно-измерительная система, которая была внедрена в серийный процесс выпуска аппаратуры.

ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Массель Л.В., Цыбиков А.Р.

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

tsibikow@mail.ru

Концепция «цифрового двойника» является частью «четвертой промышленной революции». Впервые концепция цифрового двойника предложена Майклом Гривзом в 2002 г., где определено, что цифровой двойник состоит из трех основных частей:

1. Физический продукт (или объект) в реальном пространстве.
2. Виртуальный продукт (или объект) в виртуальном пространстве (или среде).
3. Данные и информация, которые объединяют виртуальный и физический продукты (или объекты).

Для создания виртуального объекта требуется реализовать цифровую модель, которая позволяет описать структуру, функциональность и поведение объекта. Основой цифровой модели может быть математическая или компьютерная модель. Для использования цифровой модели в цифровом двойнике требуется обмен данными либо с датчиками физического объекта, либо с виртуальной средой объекта.

Входные и внешние данные объекта, цифровой двойник которого создается, возможно эмулировать с использованием виртуальной среды. Создание виртуальной среды позволяет решить основную проблему построения цифровых двойников (ЦД) – обмен данными с реальными устройствами, что невозможно выполнить на этапе проектирования и отладки ЦД. Для формирования виртуальной среды предлагается использовать методы машинного обучения, которые позволят эмулировать данные внешней среды.

Методы машинного обучения являются подразделом искусственного интеллекта, изучающим методы построения алгоритмов, способных обучаться. При помощи методов машинного обучения возможно построить виртуальную среду, состояния которой будут рассчитываться при помощи нейронных сетей.

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

РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ РЕСУРСОВ

Чекан М.А.¹, Феоктистов А.Г.¹, Еделев А.В.²

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

²*Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск*

chekoopa@mail.ru

Регулирование спроса и предложения ресурсов является актуальной проблемой в различных сферах человеческой деятельности. Существует широкий спектр подходов к решению данной проблемы в разных областях [1], включая теорию игр, агентное моделирование, использование разнообразных экономических механизмов и др. Особого внимания заслуживает сочетание основных положений теории игр и агентного моделирования, которое, например, обеспечило достижение хороших результатов при исследовании современных систем энергетики (см., например, [2]).

Доклад посвящен мультиагентному подходу к разработке экономических механизмов регулирования спроса и предложения ресурсов на примере взаимодействия микросетей. В рамках исследования регулирование обменом электроэнергией в коалиции микросетей осуществляется посредством двухуровневой иерархической игры, реализуемой с помощью мультиагентной системы. Описывается модель этой игры и структура системы, поддерживающей ее реализацию. Агент и среда, в которой он функционирует, определяют основополагающие концепты агентного моделирования взаимодействия микросетей. Агенты представляют собой программные сущности, стремящиеся к достижению поставленных перед ними целей [3]. В процессе регулирования учитываются критерии эффективности функционирования как отдельной микросети, так и их коалиции в целом.

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FWEW-2021-0005 «Технологии разработки и анализа предметно-ориентированных интеллектуальных систем группового управления в недетерминированных распределенных средах» (рег. № 121032400051-9).

Список источников

1. Pournaras, E. Self-regulating supply–demand systems / E. Pournaras, M. Yao, D. Helbing // Future Generation Computer Systems. 2017. Vol. 76. P. 73–91.
2. Guyot, P. Agent-based participatory simulations: Merging multi-agent systems and role-playing games / P. Guyot, S. Honiden // Journal of artificial societies and social simulation. 2006. Vol. 9, No. 4. P. 8.
3. Бычков, И.В. Модель поведения агента микросети / И.В. Бычков, А.Г. Феоктистов, М.А. Чекан // Вычислительные технологии. 2023. Т. 28, № 6. С. 108–117.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОДГОТОВКИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ПЕРСОНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ VR-ТЕХНОЛОГИЙ

Чубруков Ф.В., Малышев А.А., Жуков А.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова, Москва
FVChubrukov@vniia.ru

Современное высокотехнологичное производство сложно представить без использования цифровых технологий, внедрение которых в производственный процесс позволяет не только значительно увеличить производительность труда, но и повысить качество выпускаемой продукции. Технологии виртуальной реальности в последнее время получают все большее развитие и внедряются во многие научные и производственные направления деятельности человека.

В статье представлено описание разработанного на базе ФГУП «ВНИИА» программно-аппаратного комплекса, использующего VR-технологии для обучения аварийно-спасательного персонала. Описаны основные этапы процесса разработки программно-аппаратного комплекса, отражен состав аппаратной и программной частей. Показана структура комплекса, включающая платформу виртуальной реальности с периферийным оборудованием гарнитур VR/AR, рабочими местами обучающихся и разработчиков 3D-приложений, а также технические зоны для размещения технологического оборудования, обеспечивающего сетевую бесперебойную работу комплекса.

Комплекс предназначен для подготовки аварийно-спасательного персонала путем интерактивного и аудиовизуального 3D-моделирования различных сценариев аварий, которые могут возникнуть в процессе транспортирования или хранения изделий различного назначения, а также может быть использован для подготовки персонала к различным видам работ по техническому обслуживанию и (или) ремонту оборудования и систем. Комплекс обеспечивает одновременное проведение обучения девяти пользователей в режимах индивидуальной и (или) коллективной работы.

В статье представлен сравнительный анализ технологий VR/AR и проведена оценка возможностей применения в интерактивном аудиовизуальном 3D моделировании действий персонала. Разработка программно-аппаратного комплекса выполнена с использованием отечественной программной платформы Unigine 2 на операционной системе Astra Linux, что особенно актуально в современных реалиях, особенно для предприятий ОПК.

СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДАННЫХ ОБ АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДАХ

Чусова А.Е., Артемьева И.Л.

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток
chusova.ae@dvfu.ru

В наши дни стремительный рост объема текстовой информации делает автоматизированное извлечение данных весьма перспективным направлением для исследований [1-3]. Данные механизмы могут существенно облегчить пополнение баз знаний новыми правилами, так как ручная актуализация представляет собой трудоемкий и дорогостоящий процесс.

В данной статье предлагается подход к автоматизированному извлечению данных об акустических методах из научных статей на английском языке. Система основана на логико-лингвистической модели и совмещает в себе несколько подходов: извлечение именованных сущностей, словари научной лексики, специфичной для архитектурной акустики, а также грамматики. Лексика для словаря предметной области получена вручную из текстов на темы, связанные с акустикой в целом.

Перед началом процесса извлечения фактов текст проходит предварительную обработку, включая очистку от непечатаемых символов и лемматизацию. Далее, для уменьшения объема текста, удаляются все предложения кроме тех, которые содержат научные термины из словаря. Затем происходит поиск именованных сущностей, правила извлечения которых передаются токенайзеру. Для определения принадлежности метода к определенной области знаний об акустике используется соответствующий лексический словарь.

Для подтверждения корректности извлечения информации о помещении и акустических методах был проведен ряд экспериментов. В качестве тестовой площадки для их проведения использован набор данных, содержащий 31 научную публикацию на английском языке по теме акустики.

Поскольку база знаний создана для рекомендаций методов решения акустических задач, факты о характеристиках помещения (размеры, назначение комнаты) и теории в основе алгоритмов акустического моделирования, представляют наибольший интерес. Выборка содержала 3 группы публикаций: во-первых, содержащих информацию о предложенном методе и размере помещения, во-вторых, содержащих сведения только о методе или, в-третьих, только о размере. Определение принадлежности метода к одной из 3 категорий акустических знаний осуществлялось на основе количества упомянутых слов: метод относился к категории, словарь которой содержит больше всего лексем в статье.

По результатам экспериментов средний показатель F корректно извлечённой информации о размерах помещения составил 78.5% и 85.1% для признака принадлежности метода к одной из акустических теорий. С учётом доуточнённых фактов показатели составляют 86.6% и 92.9% соответственно.

Основные сложности связаны с выделением значимых предложений и нестандартными способами задания информации о помещении. Первая проблема решается за счёт пополнения словарей новыми значимыми словами. Вторая проблема решается путём задания особых правил, обрабатывающих исключительные случаи. Также отмечаются сложности классификации гибридных методов и качественных методов для признака «акустическая теория».

При проведении эксперимента было показано, что автоматизированное извлечение данных об акустических методах из научных статей на английском языке позволяет сократить затраты по наполнению базы знаний новыми правилами, однако полностью исключить участие человека в этом процессе невозможно. В будущем планируются

расширения набора правил распознавания информации о помещении, а также возможность создавать шаблоны для определения нестандартных форм записи размеров помещения.

Список источников

1. Khairova N., Kolesnyk A., Mamyrbayev O., Ybytayeva G., Lytvynenko Yu. Khairova N., Kolesnyk A., Mamyrbayev O., Ybytayeva G., Lytvynenko Yu Automatic Multilingual Ontology Generation Based on Texts Focused on Criminal Topic // Proceedings of the 5th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems. - Lviv: CEUR-WS.org, 2021. – Vol.1. - P. 108-117.
2. Лещева И.А. Метод автоматизированного наполнения баз знаний онтологического типа: дис. канд. техн. наук: 2.3.5.. - СПб., 2022. - 103 с.
3. Сытник, А. А. Метод полуавтоматического наполнения русскоязычных онтологий на основе лексико-семантических шаблонов / А. А. Сытник, Т. Э. Шульга // Информатизация образования и науки. – 2021. – № 4(52). – С. 77-89.

АРХИТЕКТУРНАЯ ПОСТАНОВКА ПРОГРАММНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ВЕКТОРНОМ ФОРМАТЕ

Кожемякина О.Ю., Шашок Н.А.

*Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий,
Новосибирск*

Научная обоснованность принимаемых мер в области климата – один из основных принципов климатической политики РФ: использование передовых технологий позволяет осуществлять наукоемкую поддержку принятия решений широкого круга проблем, связанных с антропогенными и техногенными факторами, что, в свою очередь, предполагает систематические наблюдения, мониторинг и обработку данных для получения адекватной оценки рисков и, соответственно, принятия решений, а также фундаментальные и прикладные научные исследования для разработки необходимых анализирующих и управляющих систем. Проектирование информационной системы, обрабатывающей и анализирующей климатические данные, является задачей, связанной с мониторингом природных и техногенных процессов и оценкой антропогенных рисков.

Поскольку климатические данные могут быть представлены в разных форматах и, таким образом, быть мультимодальными, то их использование требует адекватных алгоритмов и инструментов обработки и хранения данных, в частности, в векторном формате, пригодном для дальнейшего использования в системах поддержки принятия решений и системах «вопрос-ответ». Разработка подобного инструмента требует предварительного согласования архитектуры приложения, соответствующей поставленной задаче, с учетом вариантов использования, а также функциональных и нефункциональных требований.

Описание архитектуры приложения в рамках настоящей работы поделено на три части:

1. Определение архитектурной постановки программного продукта (общих положений и целей разработки программного обеспечения);
2. Определение подробной архитектуры продукта (архитектурная постановка с подробной реализованной структурой приложения, отвечающей постановке);
3. Определение архитектурных постановок изменений программного продукта.

На данном этапе разработки программного приложения определяется архитектурная постановка. Описание подробной архитектуры продукта предполагается только после фиксации программного кода, реализующего разработанное приложение; архитектурная постановка изменений, которая требуется для отслеживания разницы между версиями приложения и для описания решенных задачи, улучшающих и изменяющих работоспособность программного приложения, на данном этапе разработки приложения не требуется.

В докладе описана архитектурная постановка программного приложения хранения и обработки климатических данных в векторном формате: определены назначения и цели, представлена концептуальная модель в виде UML-диаграммы, заданы требования к программному обеспечению, обозначены варианты использования в виде use-case и IDEF-диаграмм, а также сценарии использования программного приложения, отвечающие диаграммам вариантов использования.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ КРАТКОСРОЧНОЙ АРЕНДЫ

Шешуков Л.С.

ООО «СЭНДБОКС»

В условиях современного рынка предприятия краткосрочной аренды сталкиваются с необходимостью адаптации к новым технологическим реалиям и вызовам цифровой эпохи. Цифровая трансформация становится ключевым фактором успеха для компаний, предоставляющих услуги краткосрочной аренды, поскольку позволяет повысить эффективность работы, улучшить качество обслуживания клиентов и укрепить конкурентные позиции на рынке.

Актуальность: сервисы краткосрочной аренды становятся все более популярны, а следовательно, с каждым днем количество сделок в этой сфере увеличивается. Цифровые технологии позволяют упростить процесс аренды, сделать его более удобным и быстрым для арендаторов и арендодателей, а также повысить безопасность сделок.

Объект исследования: управление предприятием краткосрочной аренды

Предмет исследования: цифровизация процессов управления предприятиями краткосрочной аренды

Цели исследования: анализ применения цифровых технологий в управлении предприятиями краткосрочной аренды, выявление основных тенденций и проблем, а также разработка рекомендаций по повышению эффективности использования цифровых технологий.

Задачи исследования:

- Определить основные цифровые технологии, которые могут быть применены в управлении предприятиями краткосрочной аренды, и оценить их потенциал для повышения эффективности и конкурентоспособности.
- Изучить опыт применения цифровых технологий в управлении предприятиями краткосрочной аренды и выявить успешные практики, которые можно использовать для улучшения работы.
- Проанализировать влияние цифровых технологий на качество услуг, предоставляемых предприятиями краткосрочной аренды, и определить, как они могут улучшить опыт клиентов.
- Оценить экономическую эффективность применения цифровых технологий в управлении предприятиями краткосрочной аренды и определить, какие технологии наиболее выгодны для внедрения.
- Выявить проблемы и ограничения, связанные с применением цифровых технологий в управлении предприятиями краткосрочной аренды, и предложить пути их решения.
- Разработать рекомендации по применению цифровых технологий в управлении предприятиями краткосрочной аренды для повышения их эффективности и конкурентоспособности.

Методы исследования: в работе используются методы анализа научной литературы и публикаций, сбор и анализ данных реальных предприятий, а также опросы руководителей заведений краткосрочной аренды и моделирование процессов управления предприятиями.

Основные выводы исследования: Информационные технологии могут быть полезны в управлении предприятием следующими способами:

- автоматизация бизнес-процессов, позволяющая повысить производительность труда и улучшить качество продукции или услуг;
- оптимизация и улучшение контроля над материальными ресурсами и бизнес-процессами;
- предоставление информации для поддержки принятия управленческих решений;

- мониторинг и управление бизнес-процессами, анализ и улучшение финансовых показателей;
- управление персоналом, включая контроль рабочего времени, обучение и развитие сотрудников;
- создание и поддержка информационных систем, обеспечивающих концептуальную модель и информационное пространство для управления предприятием.

Список источников

1. Московский Автомобильно-Дорожный Государственный Технический Университет (МADI), Трушкова С.В., Квеквескири Е.А. КОВОРКИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ КОЛЛЕКТИВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ // Кронос. 2019. №12 (39). URL: <https://cyberleninka.ru/arwcle/n/kovorking-kak-instrument-organizatsii-kollektivnoy-professionalnoy-deyatelnosti> (дата обращения: 07.04.2024).
2. Игнатьева Юлия Андреевна Коворкинг как новая модель бизнеса // Бизнес-образование в экономике знаний. 2018. №3 (11). URL: <https://cyberleninka.ru/arwcle/n/kovorking-kak-novaya-model-biznesa> (дата обращения: 07.04.2024).
3. Matyus, Eniko. (2021). Digitalization of Coworking Space Services. Proceedings of the International Conference on Business Excellence. 15. 1060-1068. 10.2478/picbe-2021-0100.
4. Соколова Ольга Николаевна, Рудакова Оксана Юрьевна, Марьина Светлана Константиновна Коворкинг в системе инновационной инфраструктуры // Экономика Профессия Бизнес. 2017. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/arwcle/n/kovorking-v-sisteme-innovatsionnoy-infrastruktury> (дата обращения: 08.04.2024).

АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСОМ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Шешукова А.В.

АО «Электрогорский научно-исследовательский центр по безопасности атомных
электростанций», Электрогорск
teeannet13@gmail.com

Алгоритмы машинного обучения стали неотъемлемой частью современной жизни, обеспечивая автоматизацию процессов и улучшение качества в различных отраслях. Одной из таких областей является управление ресурсом аппаратных средств вычислительной техники (АСВТ), где применение этих алгоритмов позволяет оптимизировать количество используемых алгоритмов и повысить эффективность работы. В этой статье рассмотрены основные алгоритмы машинного обучения, которые используются для принятия решений в управлении ресурсом АСВТ, а также их преимущества и недостатки. По выбранному алгоритму разработан прототип информационной модели и проверена его эффективность на реальных данных.

Актуальность: разработка и использование алгоритмов машинного обучения в управлении ресурсами становится все более важной с развитием технологий и увеличением объемов данных, требующих анализа и оптимизации.

Объект исследования: управление ресурсом аппаратных средств вычислительной техники

Предмет исследования: системы поддержки принятия решений в части управления ресурсом АСВТ.

Цели исследования: изучение и анализ эффективности алгоритмов машинного обучения в принятии решений в части управления ресурсом АСВТ. Исследование будет направлено на определение наиболее оптимальных алгоритмов для конкретного вида АСВТ и разработку модели, способной оптимизировать их использование. Результаты исследования позволят улучшить эффективность управления ресурсом АСВТ и повысить эффективность системы в целом.

Задачи исследования:

- Изучение возможностей применения алгоритмов машинного обучения в управлении ресурсом АСВТ.
- Разработка алгоритмов, способных принимать решения по оптимальному использованию алгоритмов в части управления ресурсом АСВТ.
- Практическое применение разработанных алгоритмов для повышения эффективности управления ресурсом АСВТ.

Методы исследования: в работе используются методы математического и информационного моделирования, в частности математические модели оптимизации, в том числе вероятностно-статистические методы, а также методы машинного обучения.

Основные выводы исследования:

- Алгоритмы машинного обучения используются для оптимизации использования ресурсов и повышения эффективности управления ресурсом АСВТ.
- Алгоритмы машинного обучения требуют подготовки данных, обучения модели и оценки ее эффективности.
- Для успешного применения алгоритмов машинного обучения необходимо учитывать их ограничения и требования, такие как объем и качество данных, вычислительные ресурсы и время обучения.

- Постоянное обновление моделей и совершенствование алгоритмов машинного обучения является ключевым фактором для обеспечения их актуальности и эффективности в условиях изменяющихся требований и условий.
- Алгоритмы машинного обучения в управлении ресурсом АСВТ – это следующий этап развития информационной системы.

Список источников

1. Современные методы обработки статистической информации о надежности объектов ядерной энергетической установки. Антонов Александр Владимирович [Электронный ресурс] – URL: <https://clck.ru/37jkuJ>
2. Расчет и оценка показателей ресурса изделий с использованием модели аддитивного накопления повреждений. Г.С. Садыхов, В.Г. Крапоткин, О.И. Казакова [Электронный ресурс] – URL: <https://clck.ru/37jm6U>
3. ГОСТ Р 58341.13-2022 Элементы системы контроля и управления атомных станций. Учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса.
4. Редько В. Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики. Москва: Наука, 2017. 224 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЯДОВ ВИНОГРАДНИКА МЕТОДАМИ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Шквиро С.А., Сениченкова Я.О., Поляк М.Д.

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,

Санкт-Петербург

serg200211@mail.ru

Нейросетевые технологии способны помочь человеку в вопросе контроля качества продукции в сельскохозяйственной области, в том числе и в виноградарстве. Детализированная информация о наличии пропусков в рядах виноградника позволяет виноградарям отслеживать здоровье растений, принимать решения об их пересадке. Применение методов машинного зрения в этой области направлено на повышение качества сельхозпродукции, снижение ее себестоимости, увеличение урожайности. Перспективным является применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга сельхозугодий, в т.ч. и виноградников [1, 2].

Анализ изображений, полученных в ходе аэрофотосъемки виноградников, показал, что они имеют ярко выраженную структуру: Виноградная лоза высаживается параллельными линиями, образуя ряды из кустов винограда. Расстояние между рядами, как и расстояние между кустами внутри ряда стандартизовано и в большинстве случаев неизменно в рамках одного виноградника. Для удобства доступа колесной техники по периметру виноградника и каждые несколько десятков метров внутри него делают просеки. На рис. 1 показан пример аэрофотосъемки виноградника.



Рис. 1. Снимок виноградника с беспилотного летательного аппарата

В данной работе рассматривается подход к решению задачи обнаружения рядов виноградника с помощью нейросетевой модели, имеющей архитектуру U-Net. Изначально архитектура была разработана для сегментации биомедицинских изображений [3], однако в дальнейшем была адаптирована для решения и других задач, в частности – для сегментации дорог по спутниковым изображениям [4].

Предложенная модель для выделения рядов виноградника состоит из двух основных блоков: кодировщика (encoder) и декодировщика (decoder). В кодировщике изображение последовательно пропускается через сверточные слои с активациями и пулингами, чтобы извлечь признаки на различных уровнях абстракции. В декодере происходит обратное

масштабирование (upsampling) признаков и их объединение с признаками из кодировщика для восстановления пространственной информации и генерации сегментированных масок.

Для обучения модели была подготовлена обучающая выборка, состоящая из 93 пар изображений. На рис. 2 приведен пример одной такой пары.

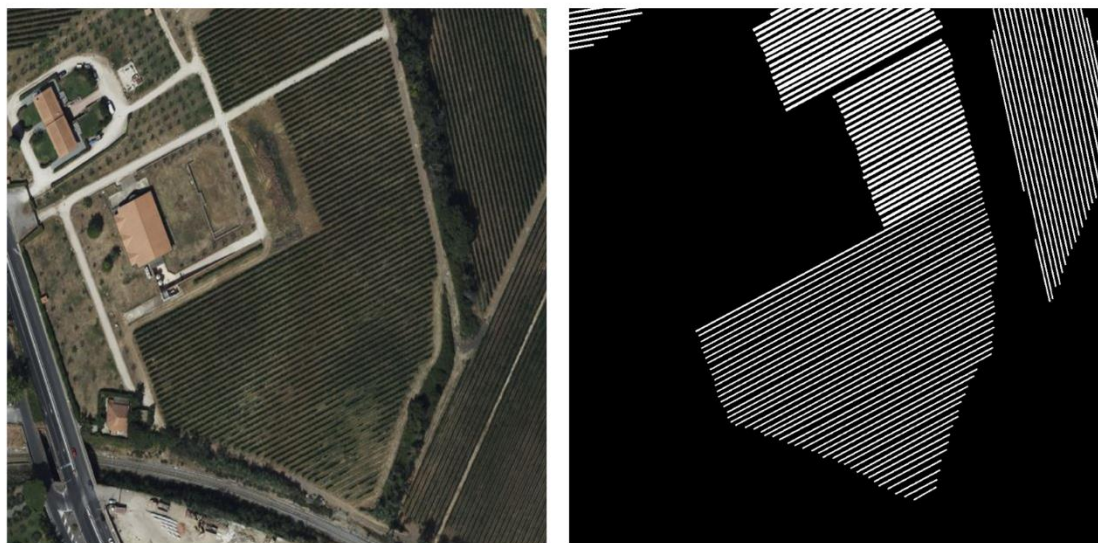


Рис. 2. Виноградник (слева) и результат ручной разметки рядов винограда (справа)

Точность обученной модели на валидационной выборке составила 0,95, значение метрики mean IoU равно 0,6. Для оценки количества кустов винограда и потенциального объема урожая была проведена дополнительная пост-обработка с помощью преобразования Хафа. Благодаря этому удалось эффективно выделить контуры рядов на черно-белом изображении, полученном после работы нейросетевой модели.

Результаты экспериментов показали, что предложенная модель показывает высокую эффективность в обнаружении рядов виноградников на изображениях сельскохозяйственных угодий, даже при малом размере обучающей выборки. Высокая точность работы модели делает ее весьма перспективным инструментом для автоматизации процессов управления и анализа сельскохозяйственных угодий и повышения эффективности сельского хозяйства.

Список источников

1. Maes W. H., Steppe K. Perspectives for remote sensing with unmanned aerial vehicles in precision agriculture // Trends in plant science. 2019. V. 24(2). Pp. 152-164.
2. Sassu A., Gambella F., Ghiani L., Mercenaro L., Caria M. and Pazzona A.L. Advances in unmanned aerial system remote sensing for precision viticulture // Sensors. 2021. V. 21(3)/ p. 956.
3. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation, 2015.
4. Abderrahim N.Y.Q., Abderrahim S., Rida A. Road Segmentation using U-Net architecture. // 2020 IEEE International conference of Moroccan Geomatics (Morgeo), Casablanca, Morocco, 2020, pp. 1-4

Содержание

Бахвалов С.В., Маланова Т.В.	Применение транспортной задачи с ограничением по времени в задачах планирования поставок товаров	1
Бердников В.М., Осипчук Е.Н., Абасов Н.В.	Применение глубокого обучения для повышения надежности прогностических оценок в энергетике	3
Береснева Н.М., Еделев А.В., Зоркальцев В.И.	Методика выбора мер по повышению живучести энергетического комплекса	4
Важенин Е.Н.	Анализ применения инструментов создания дашбордов для разработки интерактивных геоцифровых порталов	5
Виноградов Г.П.	Интеллектуализация системы управления узлом в реагирующих беспроводных сенсорных сетях	6
Вовиков Д.Е., Массель А.Г.	Прогнозирование землетрясений с помощью рекуррентных нейронных сетей	7
Ворожцова Т.Н.	Онтологический портал знаний для исследований энергетики	9
Воскобойников М.Л., Феоктистов А.Г.	Анализ систем управления рабочими процессами	10
Ву Х.З., Жарков М.Л., Казаков А.Л.	О моделировании морского контейнерного терминала с использованием сети массового обслуживания	11
Гасан В.С., Абасов Н.В., Осипчук Е.Н.	Технология применения глобальных климатических ансамблей для повышения надежности долгосрочных прогностических оценок	12
Гаськова Д.А.	Разработка событийной модели взаимодействия компонентов цифрового двойника изолированной энергосистемы	13
Говорков А.С.	Организация цифрового двойника предприятия	14
Голованов О.А., Тырсин А.Н.	Метод внутренней точки в оценивании линейной регрессии на основе наименьших модулей	15
Городилов Д.В., Иванов К.С.	Разработка платформы и подключаемых внешних сервисов для проведения расчетов в задачах гидродинамики	16
Данилов Г.К.	Определение критических элементов энергетических инфраструктур с помощью IMDG-технологий	18
Дорогов А.Ю.	Пластичность самоподобных нейронных сетей	19
Дорогов А.Ю.	Коллективные классификаторы повторного входа и их реализация в классе самоподобных нейронных сетей	20
Дородных Н.О., Юрин А.Ю.	Использование диаграмм переходов состояний для автоматизированного создания баз знаний	21
Дунаев М.П., Довудов С.У.	Моделирование подсистемы управления механизмом подъема ковша шагающего экскаватора	23
Еделев А.В., Данилов Г.К., Башарина О.Ю.	Создание моделей систем энергетики на основе открытых данных для исследования живучести	24
Ерёменко В.С., Наумова В.В., Загумённых А.А.	Прототип унифицированной платформы геологических данных	25
Ерженин Р.В.	Когнитивно-семантический анализ термина «Информационная система управления государственными финансами»	26
Злобина И.В.	Анализ поглощения СВЧ-излучения объектами 3D-печати	27
Калинина Ж.В., Дзюбина Т.В.,	Формирование расчетной схемы газоснабжающей системы для прогнозирования ее развития	28

Илькевич Н.И.		
Калинина Ж.В., Дзюбина Т.В., Илькевич Н.И.	Моделирование технико-экономических показателей объектов расчетной схемы газоснабжающей системы	30
Камалетдинова Л.Р., Романов А.А.	Формирование базы правил для PLM систем	32
Каримов Н.Е., Михеев А.В.	Графовые модели, методы их построения и визуализации для анализа потока научно-технических знаний	34
Кашкаров К.А.	Математическая модель деградации литий-ионного аккумулятора для оценки остаточной ёмкости	35
Климов Е.С., Иваньо Я.М.	Методы моделирования засух и их применение	36
Климонов М.С., Фёдоров Р.К.	Рекомендация сервисов на геопортале ИДСТУ СО РАН	38
Кобзарь Д.Ю., Колганова А.О.	Быстрые алгоритмы решения граничного интегрального уравнения при моделировании обтекания профиля	39
Козлов М.В., Михеев А.В., Дьякович М.П.	Возможности использования графовых нейронных сетей как интеллектуальных помощников при построении динамических когнитивных карт	40
Колганова А.О., Марчевский И.К.	Алгоритмы квазилинейной сложности в вихревых методах для прямого численного моделирования в двумерных задачах аэрогидроупругости	42
Колокольцева И.М., Иваньо Я.М.	Оптимизация объёмов производства растениеводческой продукции с учетом влияния на урожай саранчовых вредителей	44
Колосок И.Н., Коркина Е.С.	Применение облачных и граничных технологий при развитии ИЭС	45
Коновалов А.Б.	Алгоритмы реконструкции, основанные на теории опознавания со сжатием, в малодозной компьютерной томографии: обзор	47
Костромин Р.О.	Аспекты применения контейнеризации для управления вычислительным кластером	48
Кудзинович П.Ю.	Построение и оптимизация математической модели определения времени нагрева изделий в пресс-форме	49
Кузьмин В.Р.	ИВС WICS как компонент Цифровой платформы для обоснования и поддержки принятия стратегических решений по развитию ТЭК России	50
Куликов В.В., Куцый Н.Н.	Параметрическая чувствительность регулятора с переменной структурой, содержащего преобразование непрерывного сигнала в дискретное время	51
Кутузов Д.В., Осовский А.В.	Использование альфа-стабильных распределений при формировании тестового трафика внутричиповой коммуникационной сети NOC	52
Ле Жа Хоанг Хай Шон	Алгоритм повышения адекватности характеристик модели Шеферда литий-ионного аккумулятора	53
Лебедев В.С., Аршинский Л.В.	Обработка артефактов данных при индуктивном выводе на основе нестрогой вероятности	55
Лезин А.Г.	Применение картирования знаний как одного из методов построения экосистемы знаний ИСЭМ СО РАН	56
Логинов Е.Л., Грабчак Е.П., Григорьев В.В.	Оперирование сверхбольшими организационными системами с использованием суперкомпьютеров	57
Лосев А.С.	Методы искусственного интеллекта для анализа микроструктуры	58

	алюминия	
Малиновцев И.А., Массель А.Г.	Проектирование модуля СППР в RECASP для прогнозирования землетрясений	59
Массель А.Г., Мамедов Т.Г.	Программный комплекс "ИНТЭК-А" как компонент Цифровой платформы для поддержки принятия стратегических решений по развитию ТЭК	61
Марчевский И.К.	Условия устойчивости положений равновесия профиля в потоке	62
Массель Л.В., Массель А.Г., Щукин Н.И.	Методический подход к построению цифровых моделей возобновляемых источников энергии на основе онтологического инжиниринга	64
Массель Л.В.	От экосистемы знаний – к Цифровой платформе для обоснования и поддержки принятия стратегических решений по развитию ТЭК России	65
Массель А.Г.	Агентно-сервисный подход при реализации цифровых двойников изолированной энергосистемы	67
Михеев А.В.	Анализ научно-технологического потока знаний в области биоэнергетических технологий	68
Невский Р.Е., Крючков И.	Модульная цифровая кибернетическая система контроля и управления производством «ОАЗИС»	69
Николайчук О.А., Пестова Ю.В., Павлов А.И., Косогоров Д.Е.	Сервис мониторинга и поддержки принятия решений в области туризма на основе данных из открытых источников	70
Ничепорчук В.В., Пенькова Т.Г.	Методы интеллектуальной поддержки территориального управления	71
Пайгин К.Д.	Анализ систем балансировки аккумуляторов в литий-ионной батарее	72
Пискунова В.М.	Анализ эффективности применения нелинейных моделей ТЭС при оценке энергетической безопасности	73
Куцый Н.Н., Подкорытов А.А., Кузнецова Е.В.	Программная реализация вычисления функции чувствительности для ШИМ регуляторов	74
Аршинский Л.В., Подобедова Е.В., Жукова М.С.	Экспертная система поддержки расследования происшествий на железнодорожном транспорте	76
Поляк М.Д.	Новая модель экосистемы водоема на основе динамики фитопланктона с использованием синергетической теории управления	77
Сенькив Д.А.	Надежность средств обеспечения информационной безопасности в системе дистанционного банковского обслуживания	79
Серебровская Е.А., Марчевский И.К., Ерофеева М.А.	Алгоритм поиска кратчайшего пути на триангулированной поверхности	81
Сидорова Е.А., Конonenко И.С.	Онтологический анализ приемов аргументации в научном дискурсе	83
Сидорова Е.А., Лисин В.А.	Модель конструктора информационных порталов на основе онтологий ресурсов и предметной области	84
Синицын М.Н. Иванько Я.М.	Математические модели и алгоритмы программного комплекса «Многоэтапное моделирование производства сельскохозяйственной продукции»	85
Сиротинин А.А.,	Проектирование структуры оптимальной беспроводной	86

Володько О.С.	сенсорной сети	
Столбов А.Б., Болотов И.В., Павлов Д.Е., Пилипенко Е.В.	Разработка прототипа виртуального ассистента для поддержки учебной деятельности	87
Трофимов И.Л., Трофимов Л.Н.	Использование локальных больших языковых моделей (LLM) со слоями собственных данных на примере задачи подбора и анализа содержания научных трудов и публикаций	88
Туктарова П.А.	Метод оценки рисков с использованием занижающих коэффициентов	89
Хныкин А.В., Невский Р.	Технические и программные решения при разработке измерительно-информационных систем контроля пассивных электронных компонентов	91
Массель Л.В., Цыбиков А.Р.	Построение цифровых двойников возобновляемых источников энергии с применением методов машинного обучения	92
Чекан М.А., Феоктистов А.Г., Еделев А.В.	Разработка экономических механизмов регулирования спроса и предложения ресурсов	93
Чубруков Ф.В., Малышев А.А., Жуков А.В.	Программно-аппаратный комплекс для подготовки аварийно-спасательного персонала с использованием VR-технологий	94
Чусова А.Е., Артемьева И.Л.	Система для автоматизации извлечения данных об акустических методах	95
Кожемякина О.Ю., Шашок Н.А.	Архитектурная постановка программного приложения хранения и обработки климатических данных в векторном формате	97
Шешуков Л.С.	Анализ применения цифровых технологий в управлении предприятий краткосрочной аренды	98
Шешукова А.В.	Алгоритмы машинного обучения в принятии решений управления ресурсом аппаратных средств вычислительной техники	100
Шквиро С.А., Сениченкова Я.О., Поляк М.Д.	Определение рядов виноградника методами машинного зрения с использованием данных дистанционного зондирования Земли	102