

Международная научно-техническая конференция
«Технологический суверенитет и цифровая трансформация»

Проектирование агентов-сервисов для цифрового двойника изолированной энергосистемы на основе онтологического подхода

Гаськова Дарья Александровна*,
Массель Алексей Геннадьевич,
Цыбиков Алексей Ринчинович
отдел Систем искусственного интеллекта в энергетике
ИСЭМ СО РАН

...
Казань
4 апреля 2024 г.

Содержание

1

Постановка проблемы

актуальность,
новизна

2

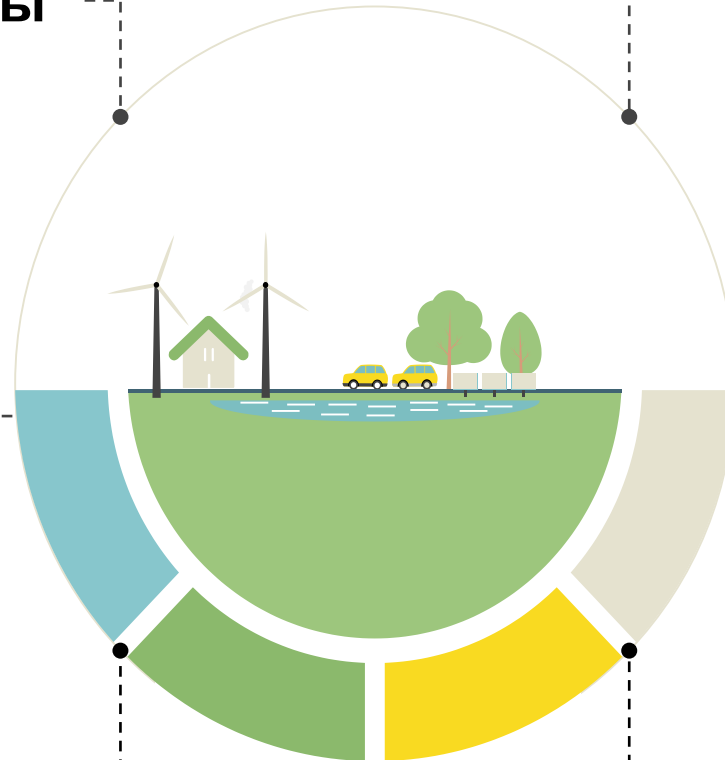
Цели и задачи

разработки цифрового
двойника изолированной
энергетической системы

3

Методы и подходы

применяемые в работе.
Онтологический подход.
Агентно-сервисный подход.



Онтологии

на примере ФЭС и ВЭС

4

Проектирование

модели данных и
архитектура

5

Заключение

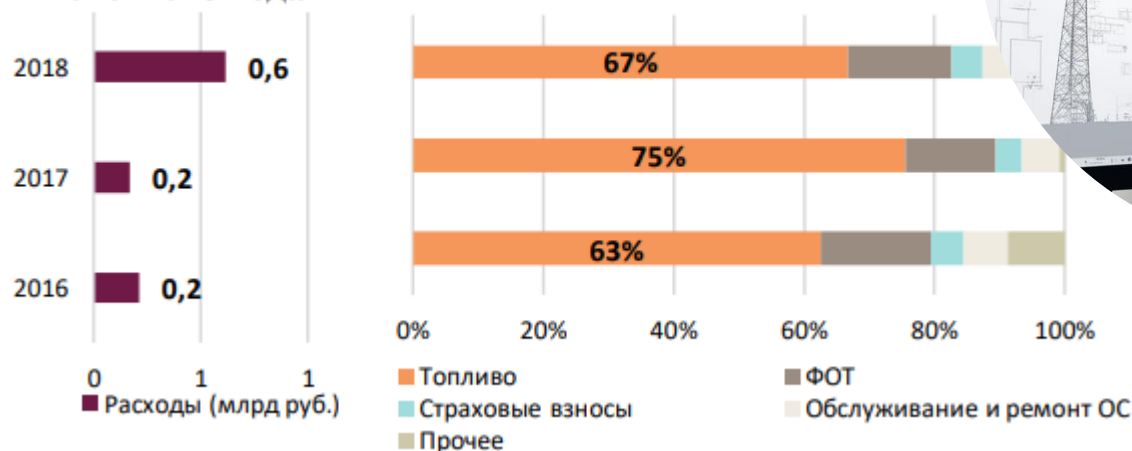
и дальнейшие
направления развития

6

Актуальность

С одной стороны, внедрение ВИЭ вместе с дизельными генераторами может быть актуальной задачей для энергообеспечения изолированных и труднодоступных территорий (ИТТ).

Структура расходов на выработку электроэнергии в 2016–2018 годах



С другой стороны, цифровая трансформация энергетики сейчас тесно связана с технологией цифровых двойников.

Применение технологии цифровых двойников для решения задач в энергетике на примере изолированных энергетических систем может послужить основой развития фундаментального подхода к проектированию цифровых двойников в энергетике.

Доля расходов на топливо в общем объеме расходов на выработку электроэнергии на объектах в ИТТ Иркутской области превышает 60% в 2016–2018 годах*.

*Объекты генерации в изолированных и труднодоступных территориях в России / Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, ac.gov.ru

Цели, задачи, новизна

Новизна состоит в разработке и применении агентно-сервисного и онтологического подхода для разработки цифровых двойников.

Объектом исследования являются изолированные энергосистемы, включающие ВИЭ.

Предмет исследования – методы построения ЦД ВИЭ и их интеграции в рамках изолированной энергосистемы.

Целью является разработка и интеграция методов и технологии построения цифровых двойников изолированных энергетических систем, в задачи которых входит проектирование, управление функционированием и прогнозирование поведения в различных ситуациях.

Основные задачи:

- Онтологический инжиниринг предметной области и построение модели данных;
- Проектирование общей архитектуры и отдельных сервисов;
- Прототипирование агентов сервисов.

Методы и подходы

Онтологический подход к построению цифровых двойников

- Построение онтологий предметной области.
- Построение моделей данных на основе онтологий.
- Интеграция моделей на основе онтологий.
- Генерация знаний с использованием онтологий.

Массель Л.В., Массель А.Г. Семантическое моделирование при построении цифровых двойников энергетических объектов и систем // Онтология проектирования. 2023. Т.13, №1(47). С.44-54

Агентно-сервисный подход

- Построение модулей в виде агентов-сервисов.
- Определение сценариев взаимодействия сервисов и агентов-сервисов.
- Агентно-сервисная архитектура.

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" (IWC1 2019). 2019. pp. 211–215.

Цифровой двойник. Основные термины.



Общее значение термина заключается в создании постоянно обновляемой цифровой модели, используемой для проведения экспериментов и проверки гипотез, прогнозирования поведения объекта и решения задач управления его жизненным циклом, основанная на реальных или экспериментальных данных

- цифровая модель
- данные, поступающие из
 - датчики
 - мат. модели
 - статистические данные
 - др.

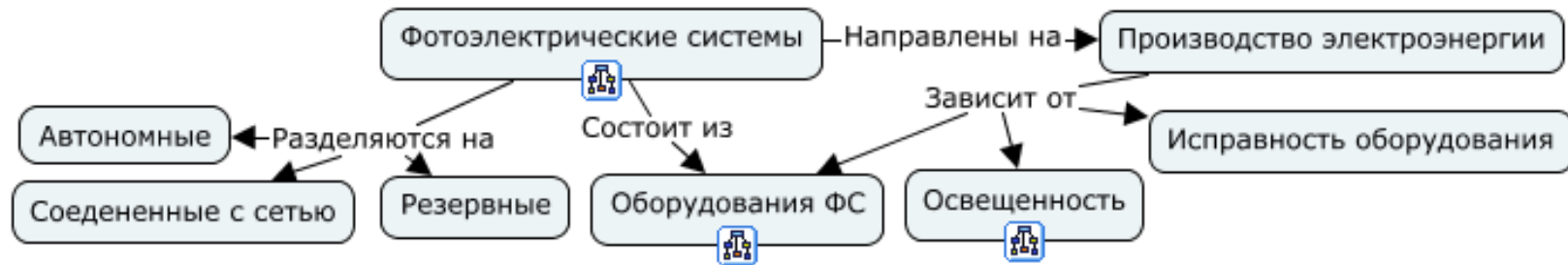


Физические объекты и оборудование

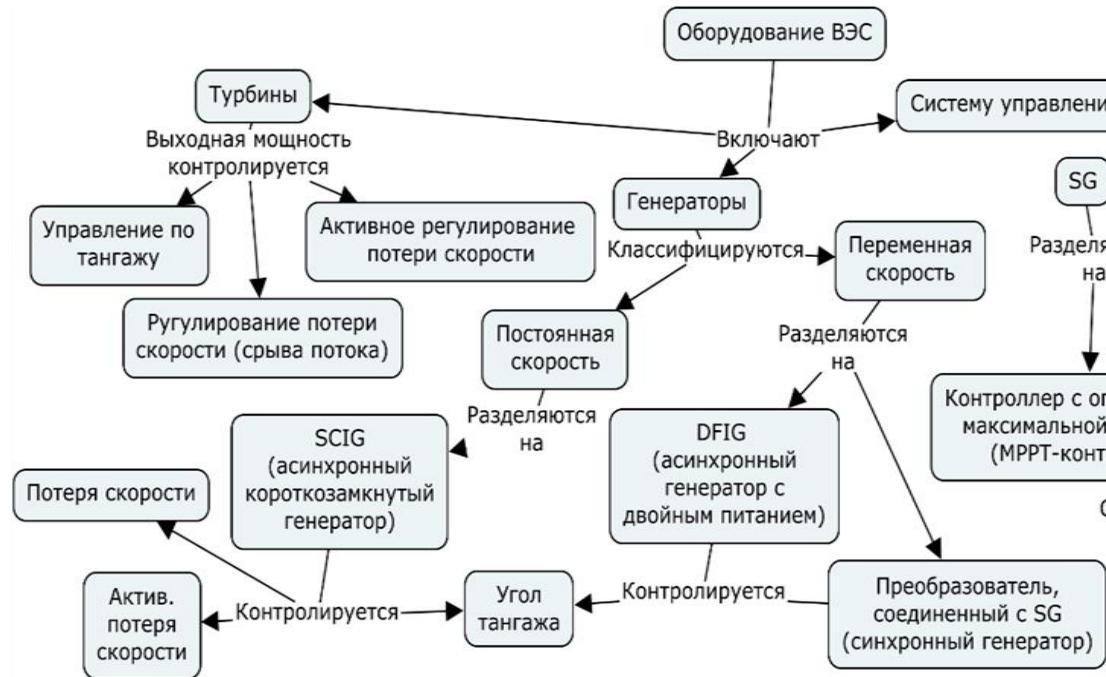
- Датчики
- ВИЭ
- Дизель-генераторы
- Потребитель
- Электрические сети

Технологии автоматизации взаимодействия между этими средами

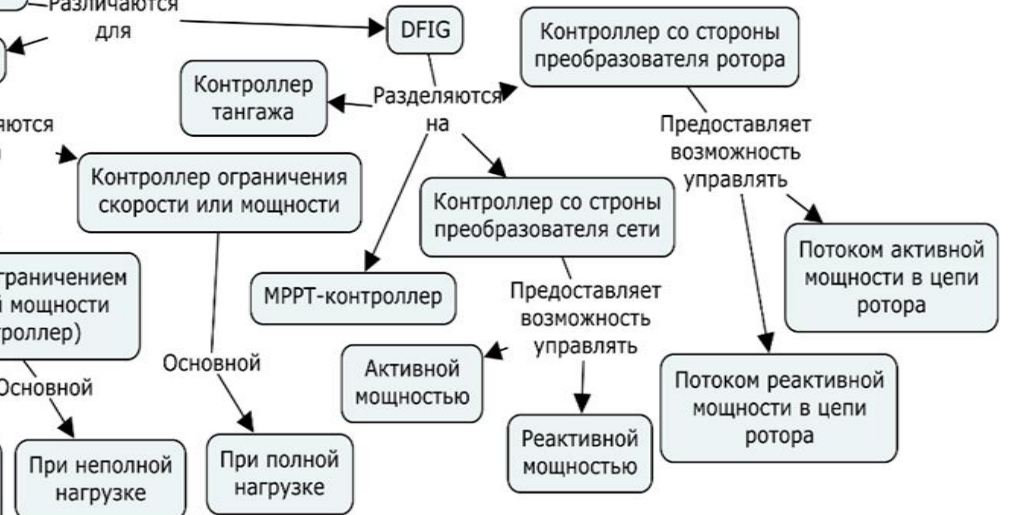
Примеры онтологий предметной области



Онтология фотоэлектрических систем



Онтология оборудования ВЭС



Проектирование баз данных с применением системы онтологий предметной области

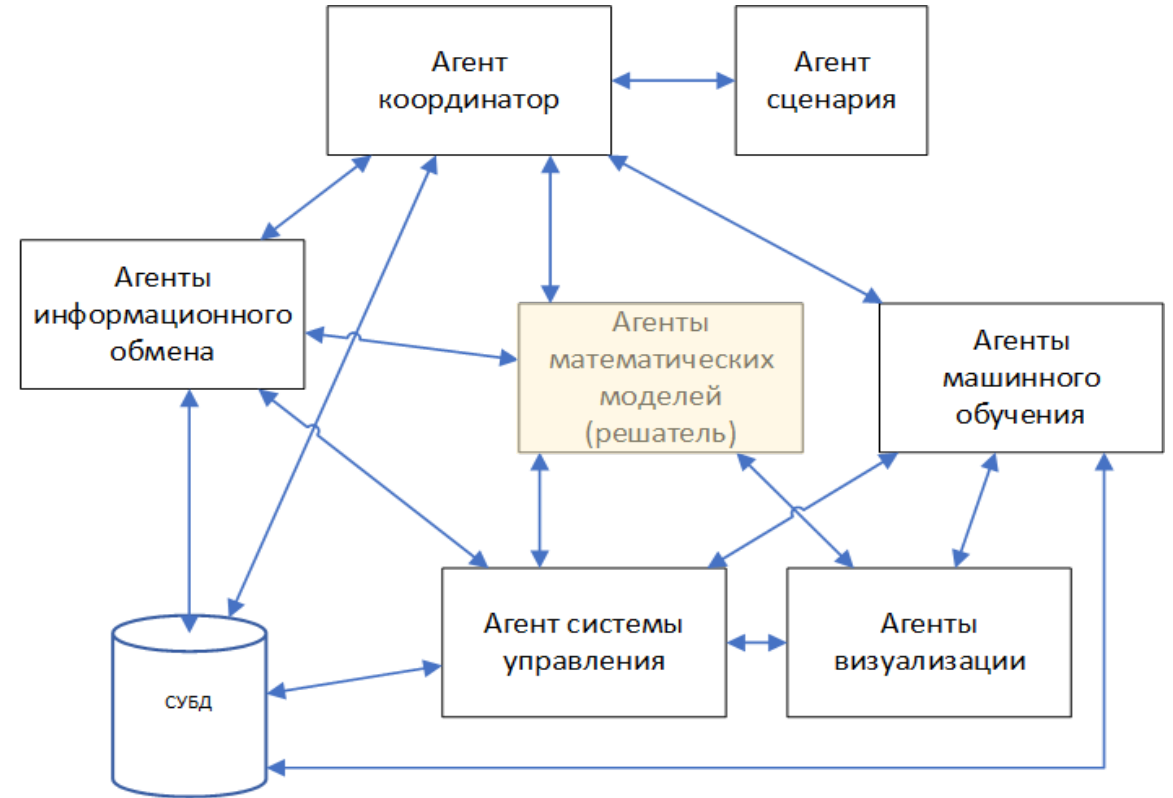
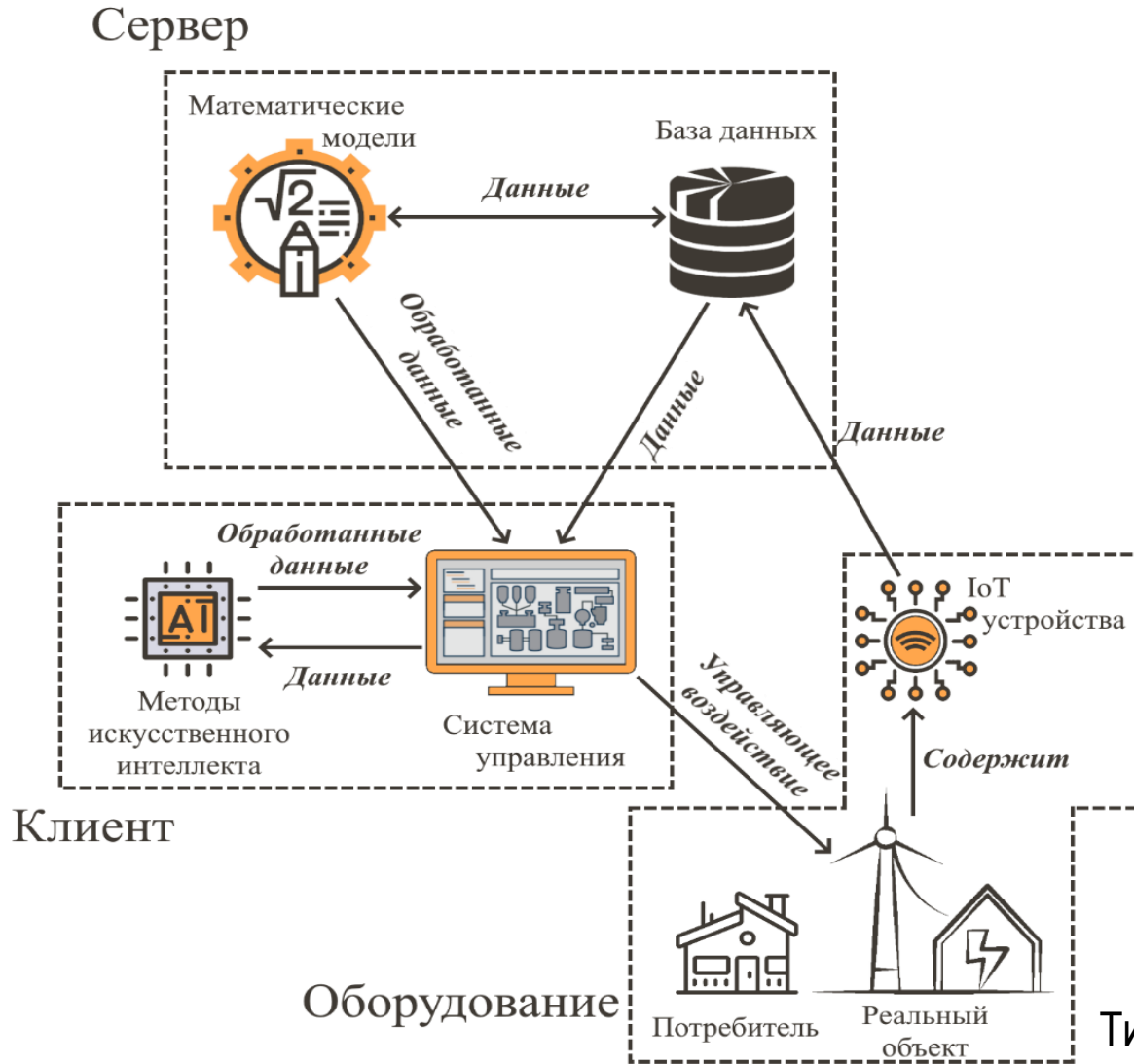


Модель данных СЭС



Модель данных ВЭС

Проектирование сервисов и агентов-сервисов



Типовая архитектура ЦД ВИЭ

Проектирование сервисов и агентов-сервисов

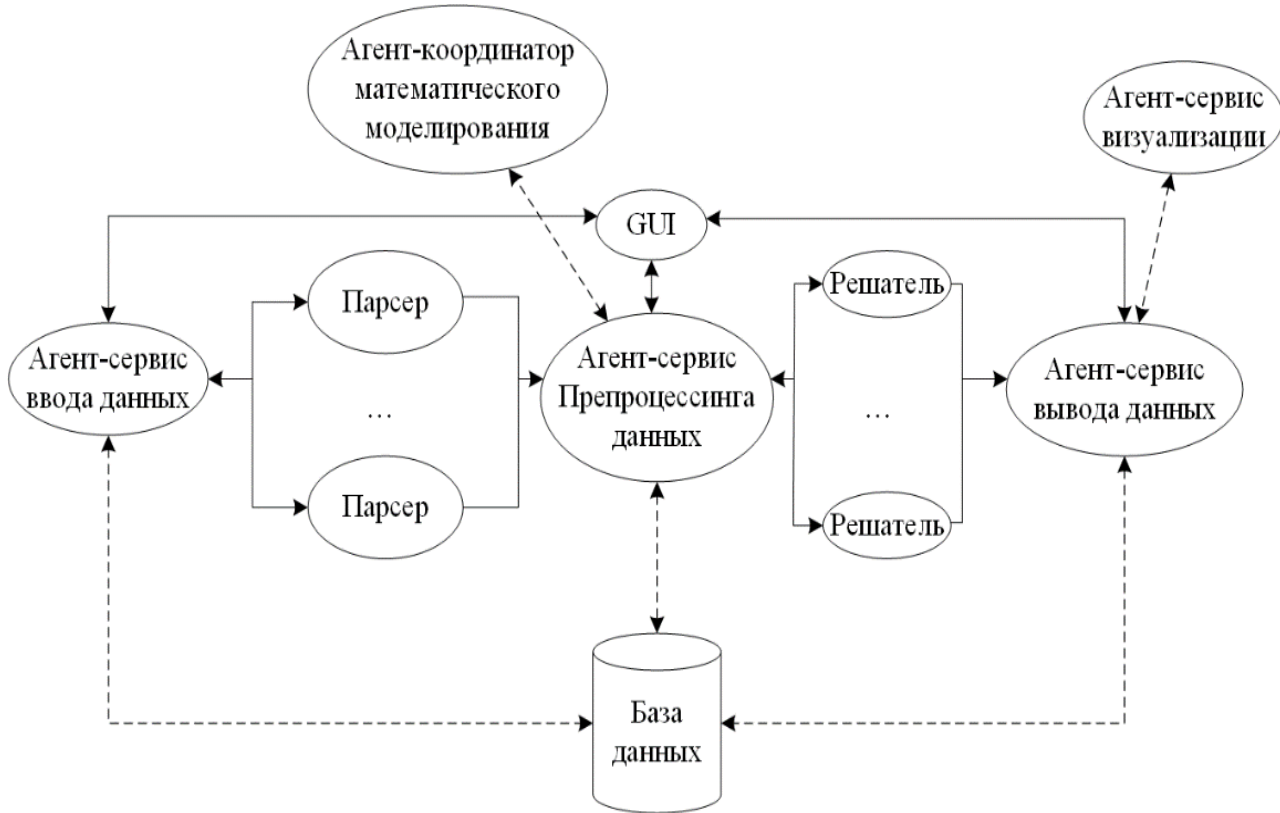


Схема взаимодействия сервисов для математического моделирования

Задача	Исполняющий модуль	Результат
Ввод математических формул	Интерфейсный модуль, модуль ввода данных, база данных	Формула, написанная по определенному стандарту
Перевод формул в программный формат	Парсер, база данных	Формула в структурированном программном формате
Формирование сценария расчёта	Интерфейсный модуль, модуль препроцессинга, агент-сервис сценариев, база данных	Сценарий выполнения расчётов с учётом выбранных решателей и входных параметров
Расчёт	Решатели	Результаты выполнения расчёта в виде набора данных для передачи и хранения
Сохранение / отображение результатов расчётов	Интерфейсный модуль, модуль выходных данных, база данных, агент-сервис визуализации	Таблицы, дашборды, отображающие результаты расчётов

Прототипирование

MathParser

DataBase DataSetMaster

D:/Users/Aleksey/Desktop/work/PyProject/parserMath/SolarRad_test.csv

...

Открыть

	n	V_w(t)	T	I_a	n(t)	A	P_pv
7	7.0	2.0	16.2	0.0	10922212	2.52	0.0
					122212	2.52	0.0
					122212	2.52	0.0
					122212	2.52	0.0
					122212	2.52	3047.133839
					122212	2.52	6036.453624
					122212	2.52	10552.21945
					122212	2.52	16379.95228

MathParser

DataBase DataSetMaster

P_pv

	Key	Value	Type	Delete
1	_id	660271698c88387d8268e337	<class 'bson.objectid.ObjectId'>	
2	name	P_pv	<class 'str'>	
3	lang	default	<class 'str'>	
4	formula	I_a*n(t)*A*k_L	<class 'int'>	del
5	variables_list	['I_a', 'n(t)', 'A', 'k_L']	<class 'list'>	del
6	const	{'k_L': 0.95}	<class 'str'>	del
7	variables	{'I_a': 247.72, 'n(t)': 17.45, 'A': 2.52}	<class 'str'>	del
8	out_value	10348.57	<class 'int'>	del
9	Add row			

Найти переменные

Расчитать

Сохранить

Добавить

Удалить

Расчитать

Сохранить

Заключение

- Онтологический подход к построению цифровых двойников позволяет проектировать сложные системы на основе онтологий и структурировать знания в предметной области.
- В исследовании решаются задачи:
 - Разработка единого подхода к проектированию цифровых двойников для различных моделей.
 - Ориентация на процесс обучения пользователя (и команды).
 - Геймификация при проектировании изолированной энергосистемы и моделировании параметров её работы.
- Результаты расчетов в текущем исследовании будут использоваться при имитационном моделировании, приближенном к реальным условиям, или при разработке симуляторов.

