

Агентная система обучения работе с VISUAL SCADA

на основе графовых индексов и спецификаций

Ивахненко В.М

ЮФУ, Институт математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича

Научно-производственное предприятие
«Югпромавтоматизация»



Обучение работе с SCADA системами

- **Видеокурсы**

Master SCADA 4D

- **Курсы от компаний**

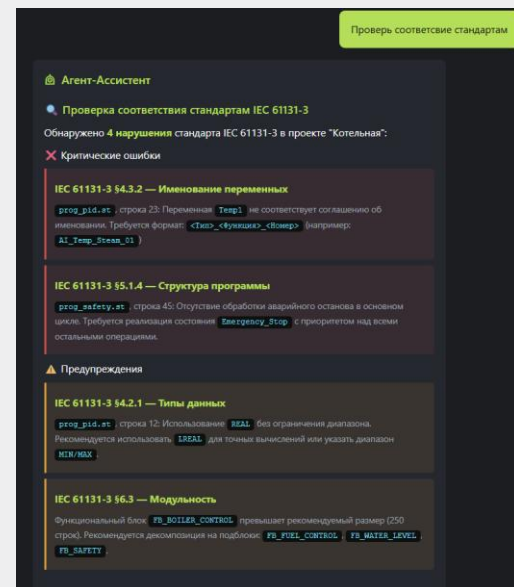
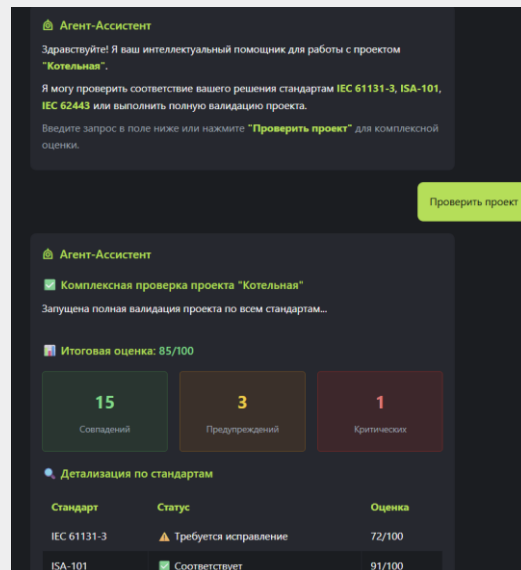
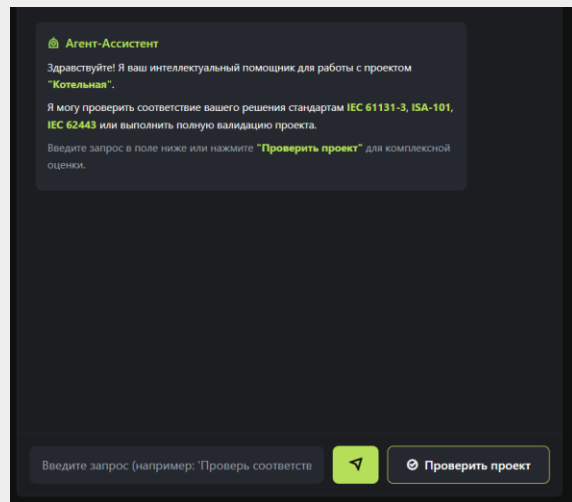
Siemens TIA Portal, Rockwell, Master SCADA 4D



Проблемы

- **Отсутствие объективной обратной связи**
- **Минимальная интерактивность**
- **Длительность обучения**

Как это работает?



Компоненты системы

База знаний

Набор правил и стандартов для каждого кейса

Модуль индексов

Создание, обновление, получение и сравнение индексов различных типов

Модуль ИИ агентов

Интерактивное взаимодействие с пользователем, использование инструментов работы с индексами

Архитектура агентной системы



База знаний

Спецификации как источник истины

Котельная.md

МЭК 61131-3-ST.md

МЭК 61850.md

ISA-101 (ANSIISA-101.01-2015).md

Формат описания кейсов

Метаданные

```
| Поле | Значение |
|---|---|
| specName | boiler_house_control |
| specVersion | 1.0.0 |
| createdAt | 2026-04-16 |
| language | ru |
|---|
```

Метаданные

Поле	Значение
specName	boiler_house_control
specVersion	1.0.0
createdAt	2026-04-16
language	ru

Tasks

```
| id | name | priority | period_ms | programs | enabled | description |
|---|---|---|---|---|---|---|
| fast_loop | Быстрый контур регулирования | 80 | 100 | boiler_control, heating_control, dhw_control | true | Основное алгоритмы регулирования |
| safety_loop | Контур безопасности | 100 | 50 | safety_monitor | true | Критически важные защитные блокировки |
| seq_loop | Контур автомата горелки | 70 | 200 | burner_sequencer | true | Конечный алгоритм управления горелкой |
| pump_loop | Контур насосов | 60 | 250 | pump_control | true | Управление и защита насосов |
| slow |
```

Tasks

id	name	priority	period_ms	programs	enabled	description
fast_loop	Быстрый контур регулирования	80	100	boiler_control, heating_control, dhw_control	true	Основные алгоритмы регулирования
safety_loop	Контур безопасности	100	50	safety_monitor	true	Критически важные защитные блокировки
seq_loop	Контур автомата горелки	70	200	burner_sequencer	true	Конечный автомат управления горелкой
pump_loop	Контур насосов	60	250	pump_control	true	Управление и защита насосов
slow						

Programs

```
| id | entry_point | source | priority | description |
|---|---|---|---|---|
| boiler_control | boiler_control | programs/boiler_control.st | 10 | Основное регулирование температуры котла |
| burner_sequencer | burner_sequencer | programs/burner_sequencer.st | 15 | Управление последовательностью розжига горелки |
| pump_control | pump_control | programs/pump_control.st | 20 | Управление циркуляционными насосами |
| heating_control | heating_control | programs/heating_control.st | 12 | Регулирование контура отопления по погодозависимой кривой |
| dhw_control | dhw_control | programs/dhw_control.st | 12 | Регулирование температуры бака ГВС |
| safety_monitor | safety_monitor | programs/safety_monitor.st | 5 | Контроль защитных блокировок и аварий |
| efficiency_calc | efficiency_calc | programs/efficiency_calc.st | 30 | Расчёт КПД котла |
| data_logging | data_logging | programs/data_logging.st | 40 | Агрегация данных для архива |
| heartbeat | heartbeat | programs/heartbeat.st | 1 | Генератор сторожевого импульса |
| modbus_diag | modbus_diag | programs/modbus_diag.st | 50 | Диагностика коммуникаций Modbus |
```

Programs

id	entry_point	source	priority	description
boiler_control	boiler_control	programs/boiler_control.st	10	Основное регулирование температуры котла
burner_sequencer	burner_sequencer	programs/burner_sequencer.st	15	Управление последовательностью розжига горелки
pump_control	pump_control	programs/pump_control.st	20	Управление циркуляционными насосами
heating_control	heating_control	programs/heating_control.st	12	Регулирование контура отопления по погодозависимой кривой
dhw_control	dhw_control	programs/dhw_control.st	12	Регулирование температуры бака ГВС
safety_monitor	safety_monitor	programs/safety_monitor.st	5	Контроль защитных блокировок и аварий
efficiency_calc	efficiency_calc	programs/efficiency_calc.st	30	Расчёт КПД котла
data_logging	data_logging	programs/data_logging.st	40	Агрегация данных для архива
heartbeat	heartbeat	programs/heartbeat.st	1	Генератор сторожевого импульса
modbus_diag	modbus_diag	programs/modbus_diag.st	50	Диагностика коммуникаций Modbus

Модули индексов

Spec Index

тип объекта $\rightarrow$ label объекта $\longleftrightarrow$ объект проекта

Spec Index

- **Вычисление diff**
- **Быстрый доступ**
- **Структурная валидация**

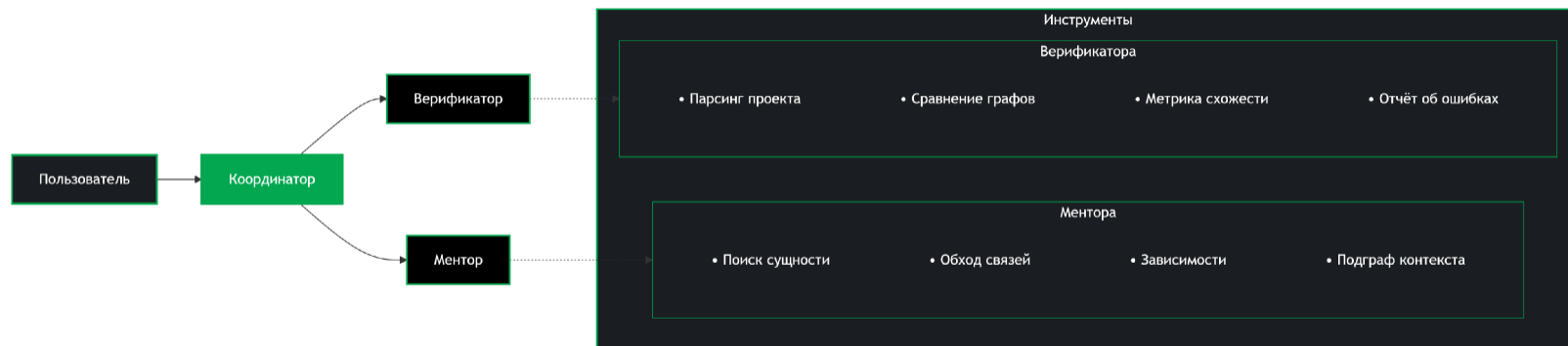
Graph Index

Граф по связям между объектами проектов

Graph Index

- **Семантические связи**
- **Анализ влияния изменений**
- **Валидация связей**

Инструменты агентов



Перспективы

**Формирование набора
учебных кейсов**

**Разработка модулей
агентной системы**

**Интеграция с Visual
SCADA**

Интеграция с основной IDE и
бэкендом

Тестирование системы

Выводы

- Объективная оценка
- Глубина обучения
- Интерактивность
- Ускорение обучения