

Ершов Александр Александрович

**МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ЗНАНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ ТРУБОПРОВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Искандеров Юрий Марсович

Санкт-Петербург - 2012

Актуальность



Цель диссертационной работы – повышение эффективности процесса разработки автоматизированных систем управления трубопроводным транспортом за счет интеллектуализации данного процесса на основе создания и внедрения базы знаний.

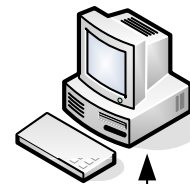
Научная задача, решаемая в диссертационной работе, заключается в разработке методов получения и представления знаний, разработке структуры и метода оценки эффективности базы знаний, что необходимо для построения базы знаний и повышения эффективности процесса разработки автоматизированных систем управления трубопроводным транспортом.

Основными научными результатами, выносимыми на защиту, являются:

1. Метод точных опорных концептов получения знаний.
2. Метод представления знаний «интеллектуальное зеркало».
3. Структура базы знаний в составе интеллектуальной системы для разработки АСУ трубопроводным транспортом.
4. Метод оценки эффективности базы знаний.

Структура АСУ для объекта автоматизации ТТ

Сбор и визуализация данных, диспетчерское управление



АРМ диспетчера

Промышленные компьютеры

Промышленная сеть (обычно на основе Industrial Ethernet)

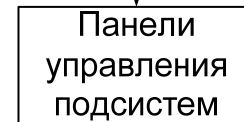
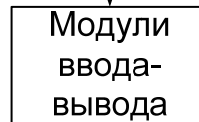
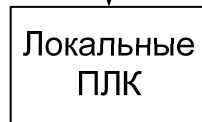
Управление технологическими процессами (комплексно), сбор и передача данных



Шкафы автоматики с «ведущими» ПЛК

Промышленная сеть

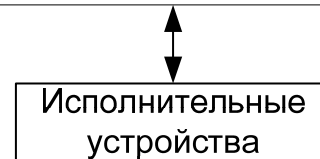
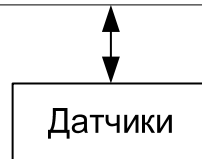
Управление подсистемами, сбор и передача данных



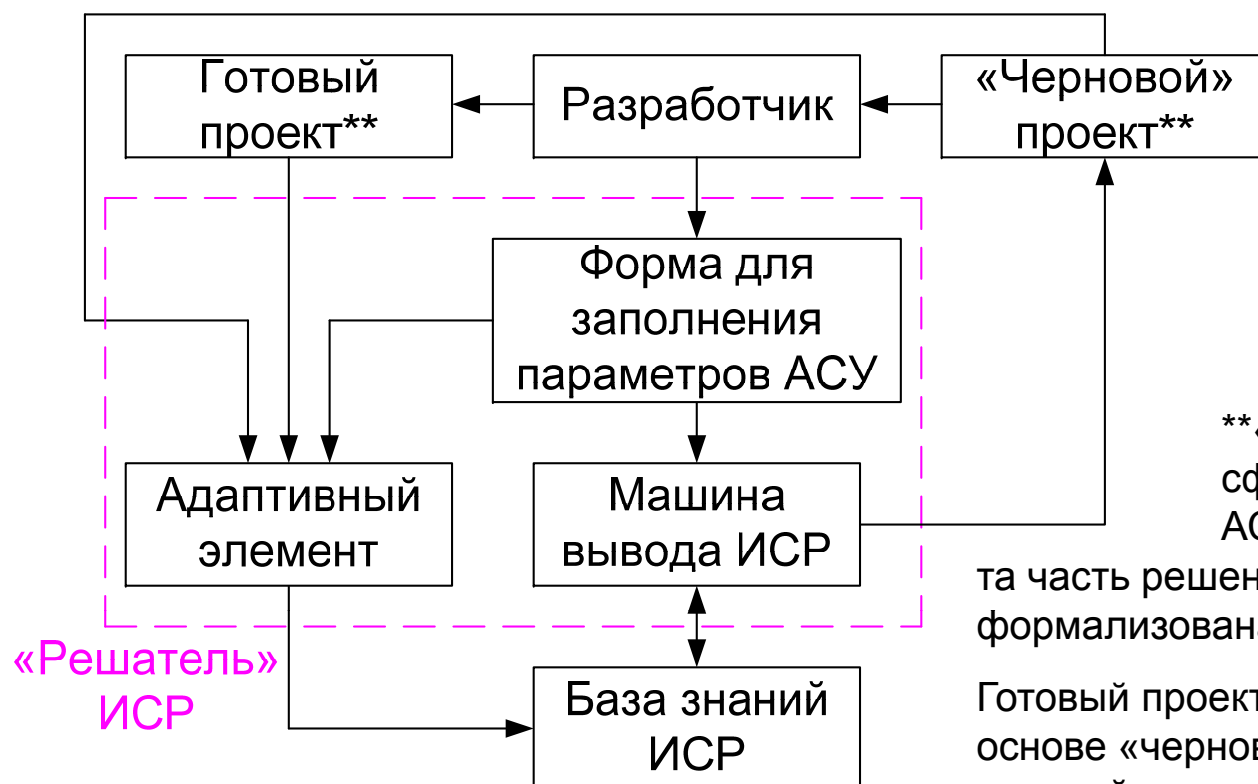
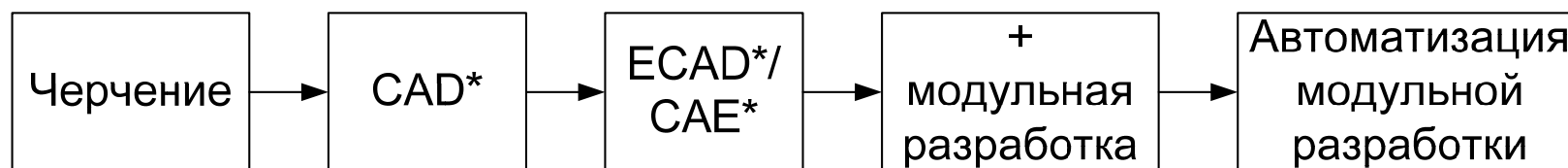
Локальные системы управления и визуализации, системы ввода-вывода

Цепи сигналов контроля и управления (+ HART-протокол)/
Промышленная сеть

Передача данных, прием управляющих воздействий



Традиционные инструменты проектирования и разработки, структура интеллектуальной системы для разработки АСУ ТТ



*CAD (Computer-aided design) – технология автоматизированного проектирования;
ECAD (Electrical computer-aided design) – специализированный CAD-пакет для электронной и/или электротехнической отрасли;
CAE (Computer-aided engineering) – технология автоматизированной разработки.

**«Черновой» проект – автоматически сформированный набор документации на АСУ, в нем не может содержаться

та часть решений, разработка которых не была формализована;

Готовый проект – подготовленный разработчиком, на основе «чернового» проекта, набор документации на АСУ, который прошел все согласования, и может быть принят для выполнения работ.

Состав базы знаний интеллектуальной системы для разработки АСУ ТТ

База знаний должна включать в себя:

- 1) Подробное описание изделий (элементов), применяемых в разработке, включая графические изображения для размещения изделий на чертеже, то есть базу изделий.
- 2) Подробное описание типовых модулей (функциональных узлов АСУ трубопроводным транспортом), применяемых в разработке, включая схемотехническое описание данных модулей, то есть базу типовых решений.
- 3) Информацию о возможных структурах проекта и каждого документа, требуемый вид и форму документации, то есть требования к оформлению документации.
- 4) Правила создания «чернового» проекта из баз изделий и типовых решений (на основе заданных параметров АСУ).

Базовые принципы представления знаний, этапы создания БЗ

Базовые принципы представления знаний:

- релевантность;
- достоверность;
- непротиворечивость и однозначная интерпретируемость;
- соответствие стандартам (международным, государственным, корпоративным);
- сведение к минимуму наличия эквивалентных типовых решений;
- минимальность типовых решений, описываемых знаниями (то есть при доработке разработчиком «чернового» проекта, предпочтительной является такая доработка, при которой в «черновой» проект будут добавляться уникальные решения, а не исправляться автоматические);
- единство стилей при представлении инженерной графики.

Этапы создания БЗ: подготовительный (формулирование проблемы, формирование группы разработчиков, изучение особенностей предметной области и теории инженерии знаний, выбор инструментальных средств, оценка требуемых ресурсов, планирование осуществления разработки БЗ) и основной (выявление знаний, получение знаний, концептуализация (структурирование) знаний, формализация (представление) знаний, реализация и верификация БЗ).

Метод точных опорных концептов получения знаний



$[A_1, A_2, \dots, A_n]$,
 $[B_1, B_2, \dots, B_l]$

A_i – обозначение вида изделий ($i = 1..n$);

B_i – обозначение типового функционального узла ($i = 1..l$);

n – количество видов изделий в наборе A ;

l – количество узлов в наборе B .

Метод представления знаний «интеллектуальное зеркало»



Точность соответствия:

$$Kp_i = \min\left(\frac{C_i}{Cr_i}, \frac{Iz_i}{Izr_i}\right),$$

C_i – количество соответствующих реальной схеме соединений между изделиями в восстанавливаемом представлении; Cr_i – количество соединений между изделиями в реальной схеме;

Iz_i – количество соответствующих реальной схеме изделий в восстанавливаемом представлении; Izr_i – количество изделий в реальной схеме.

Структура базы знаний в составе интеллектуальной системы для разработки АСУ ТТ

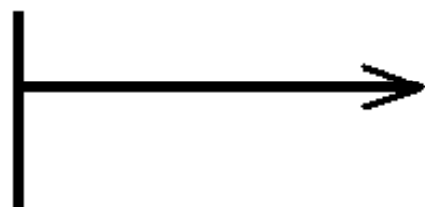


*API (application programming interface) – интерфейс программирования приложений

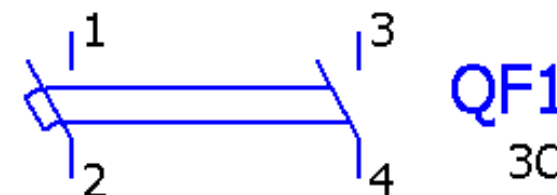
База знаний ИСР

База знаний (элементы: «описание объектов БД инструментальной САПР», «объекты в формате БД инструментальной САПР»)

Фрейм-структура "Автомат"	
Имя	стр01
Род	стр01-0
Увх., В	х..у
Увх. тип: (число фаз, частота, Гц)	DC/AC: (1/3 х..у)
Число полюсов	1/2/3/4
Ином., А	х
Характеристика	A/B/C/D/K
Иком., кА	х
Тип монтажа	нет/din: х
Ширина, мм	х
Высота, мм	х
Глубина, мм	х
Масса, кг	х
Температура работы, °C	х..у
IP	ху
Стоимость, р.	х
Ссылка	>>A.BBB



Фрейм-экземпляр "A01"	
Имя	SCE.24333
Род	стр01-1
Увх., В	230..400
Увх. тип: (число фаз, частота, Гц)	AC: (1 49..51)
Число полюсов	2
Ином., А	3
Характеристика	C
Иком., кА	6
Тип монтажа	din: 35
Ширина, мм	36
Высота, мм	81
Глубина, мм	76
Масса, кг	0,25
Температура работы, °C	-30..70
IP	20
Стоимость, р.	1200
Ссылка	>>SCE.24333



Описание объектов БД инструментальной САПР

Объекты в формате БД инструментальной САПР

База знаний (элемент «модуль формирования документации»)

...

Структура проекта:

...

Если проект по СПДС, то состав проекта: А, В, С...;

Если проект по 34-ой серии ГОСТов, то состав проекта: D, E, F...;

...

Оформление страниц документа:

...

Если документ D и это первая страница, то формат и рамка A4-1-big,
иначе, – формат и рамка A4-1-small;

...

Наполнение проекта:

...

Если контролируемый аналоговый вход типа 1, и

Если

то параметры требуемого схмотехнического решения для узла 1 – (a, b, c);

...

Редактор базы данных изделий (множества для набора А)

База данных изделий - IVS_DataBase.mdb

Фильтр по полю:
Электротехника ... ☐ Активн.

Полнотекст. фильтр:
[Поиск] [Очистка]

Дерево

- Fluid-Техника
- Механика
- Не определено
- Технология производственных процессов
- Электротехника
 - Отдельная часть
 - Защитные устройства
 - Источник напряжения и генератор
 - Кабели / соединения
 - Клеммы
 - Лампы, полупроводники
 - Механическое оборудование с электрическим приводом
 - Модуляторы
 - Общ.
 - ПЛК
 - Преобразователи
 - Разное
 - Резисторы
 - Реле, контакторы
 - Сенсорная техника, выключатель и кнопочный переключатель
 - Сигнальные устройства
 - Трансформаторы
 - Штекеры

Список Комбинация

... Це... Пр... Ат... Мо... Пр... Те... До... Да... Ш... Да...

Главная группа продуктов: Электротехника

Группа продуктов: Источник напряжения и генер

Подгруппа продуктов: Общ.

Раздел / подраздел: Электротехника ...

Номер изделия: SIE.6EP1332-2BA10

ERP-номер:

Номер типа: SITOP SMART

Обозначение 1: Блок питания 120/230 В AC/24 Е

Обозначение 2:

Обозначение 3: Блок питания 120/230 В AC/24 Е

Производитель: Siei ... Siemens

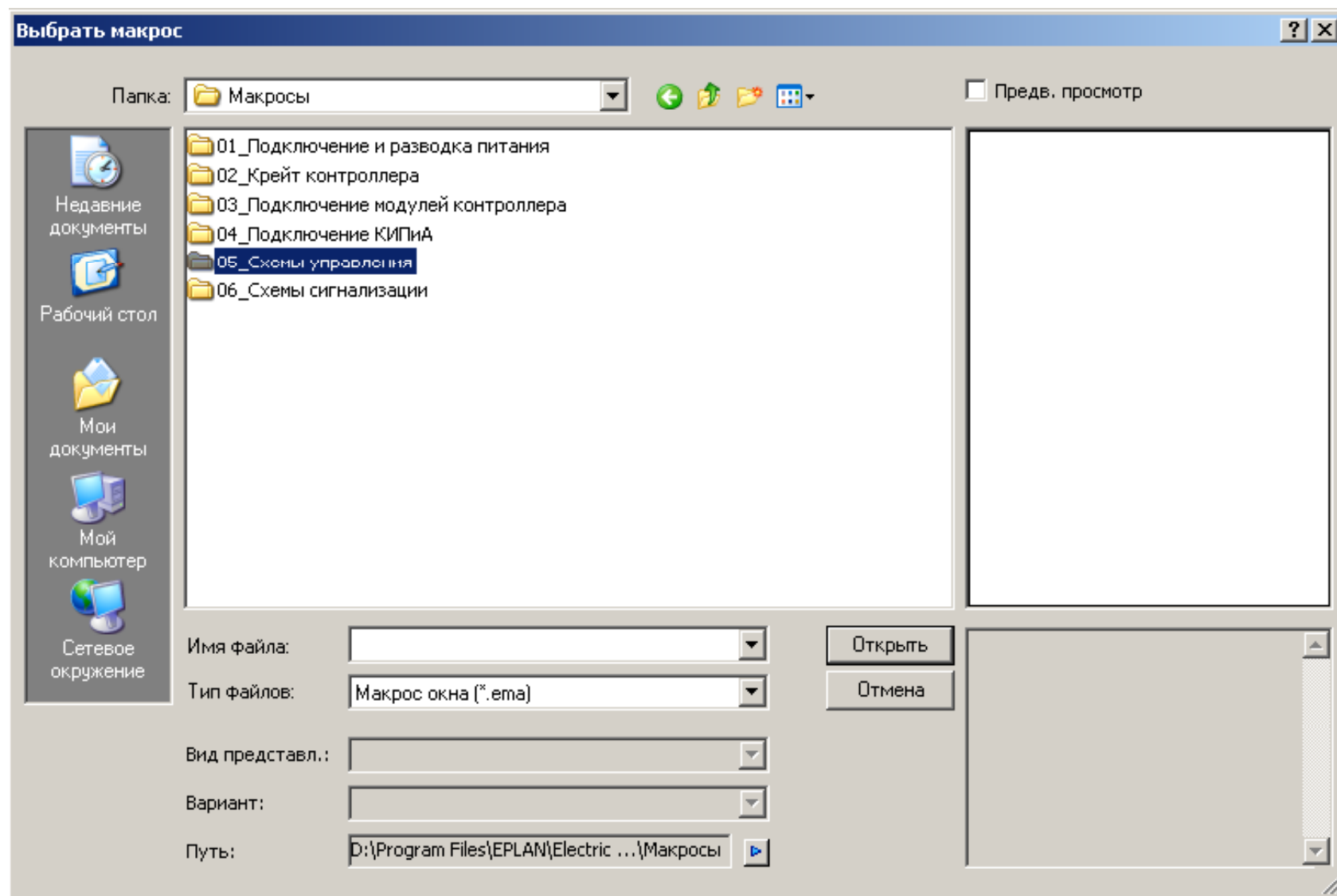
Поставщик:

Номер для заказа: 6EP1332-2BA10

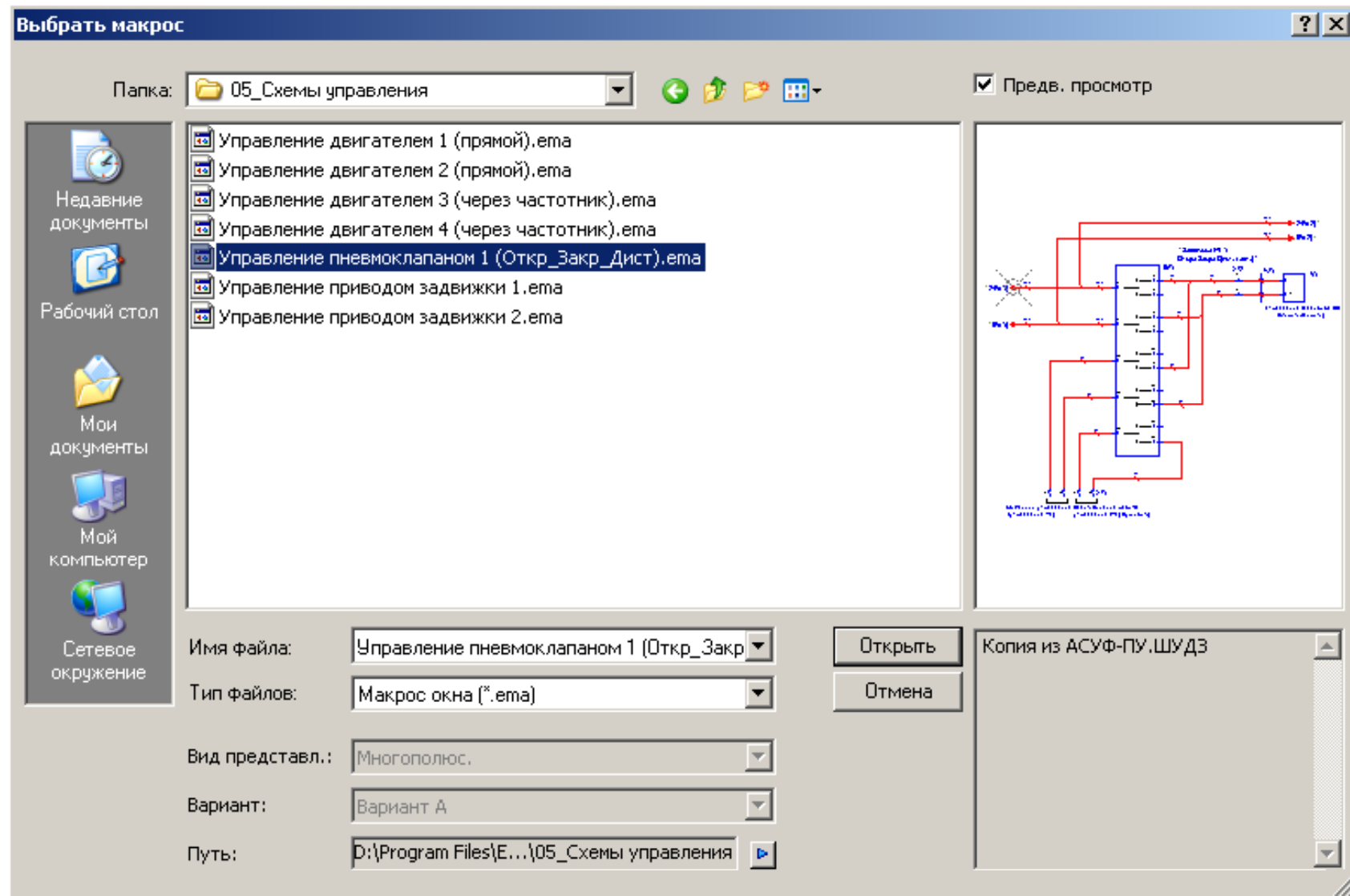
Описание: Рекомендуемый автоматический выключатель от 3 А, кривая С

Дополнительно ... Закреть Применить

Вставка типового схемотехнического решения (макроса), множества для набора *B*



Вставка типового схмотехнического решения (макроса), выбор конкретной схемы (элемента одного из множеств набора *B*)



Метод оценки эффективности базы знаний. Качество работы

Построенные БЗ оценивают с позиций двух групп критериев: качества работы и полезности. Первая группа критериев характеризует выполнение системных требований к БЗ, а вторая группа критериев характеризует выполнение пользовательских требований к БЗ.

$$R_s = \frac{\sum_{i=1}^N r_i}{N}, \quad (1)$$

$$r_i = \min\left(\frac{Cp_i}{Ce_i}, \frac{Izp_i}{Ize_i}\right), \quad (2)$$

где R_s – системная релевантность базы знаний, определяемая для определенного заданного набора параметров на АСУ;

r_i – степень соответствия между заданным набором параметров на АСУ и полученным результатом в ИСП для i -ого узла принципиальной схемы;

N – общее число узлов в требуемой схеме;

Cp_i – количество совпадающих соединений между схемой, восстановленной экспертом по заданному набору параметров на АСУ, и полученной схемой в ИСП (для i -ого узла);

Ce_i – количество соединений между изделиями в восстановленной экспертом схеме;

Izp_i – количество совпадающих изделий между схемой, восстановленной экспертом по заданному набору параметров на АСУ, и полученной схемой в ИСП (для i -ого узла);

Ize_i – количество изделий в восстановленной экспертом схеме.

Метод оценки эффективности базы знаний. Полезность

$$R_p = \frac{k_A \cdot \sum_{i=1}^N p_i \cdot r_i}{N}, \quad (3)$$

$$t_I = (1 - R_p) \cdot t_S, \quad (4)$$

где R_p – пользовательская релевантность базы знаний, определяемая для определенного заданного набора параметров на АСУ;

k_A – точность представления знаний, определяемая на этапе представления знаний;

p_i – часть знаний из множества для i -ого узла, внесенная в БЗ в соответствии с заданной точностью представления знаний;

r_i – степень соответствия между заданным набором параметров на АСУ и полученным результатом в ИСП для i -ого узла принципиальной схемы;

N – общее число узлов в требуемой схеме;

t_I – время, затрачиваемое разработчиком на создание принципиальных схем с применением интеллектуальной системы на основе БЗ;

t_S – время, затрачиваемое разработчиком на создание принципиальных схем с применением инструментальной САПР.

При максимальном значении R_S , с учетом заданной точности представления знаний (80%) и достижения 90% для части знаний, внесенных в соответствии с заданной точностью, получим: $R_p = 0,72$. То есть разработчик будет получать более чем наполовину разработанные принципиальные схемы проекта, и, соответственно, **время разработки принципиальных схем при использовании ИСП на основе БЗ сократится в 3,6 раза.**

Основные научные результаты

1. Метод точных опорных концептов получения знаний, применение которого обеспечивает получение ключевых знаний с учетом специфики предметной области разработки АСУ трубопроводным транспортом и закладывает основу для параметризации знаний.
2. Метод представления знаний «интеллектуальное зеркало», методически дополняющий метод точных опорных концептов и позволяющий параметризовать и представить схемотехнические знания с применением существующих средств САПР и традиционных моделей инженерии знаний;
3. Структура базы знаний в составе интеллектуальной системы для разработки АСУ трубопроводным транспортом, уточняющая принципы работы системы в целом.
4. Метод оценки эффективности базы знаний, позволяющий оценить построенную базу знаний с позиций двух основных групп критериев: качества работы и полезности.

Внедрение и апробация результатов работы

Результаты диссертационного исследования внедрены в Департаменте Автоматизации совместного предприятия в форме ЗАО «Изготовление, внедрение, сервис» (СП ЗАО «ИВС»), входящем в НПО «РИВС»:

- создана постоянно действующая в проектировании АСУ корпоративная база изделий;
- разработана структура базы типовых схемотехнических решений;
- разработана концепция интеллектуализации проектирования АСУ.

Результаты работы докладывались и обсуждались на:

- всероссийских научно-практических конференциях «Транспорт России: проблемы и перспективы»: Москва, 2007; Москва, 2008; Санкт-Петербург, 2010;
- 10-ой международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2010)», Москва, 2010;
- международном форуме «Безопасность транспортных комплексов», Санкт-Петербург, 2010.

Основные публикации по теме диссертации:

- 1) Ершов А.А. Интеллектуальная система проектирования автоматизированных систем управления трубопроводным транспортом // Транспорт Российской Федерации. — 2011. — №4 (35). — С. 76-78.
- 2) Ершов А.А. Метод точных опорных концептов получения знаний // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2010». — СПб.: ИПТ РАН, 2010. — С. 236-238.
- 3) Ершов А.А. Метод «интеллектуальное зеркало» для использования данных базовой САПР при создании базы знаний интеллектуальной системы проектирования АСУТП // Тезисы 10-й международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2010)». — М.: Институт проблем управления РАН, 2010. — С. 27.
- 4) Ершов А.А. Обеспечение безопасности транспортных комплексов с использованием интеллектуальных систем // Избранные материалы докладов и выступлений международного форума «Безопасность транспортных комплексов». — СПб.: «СИБЕЛ», 2010. — С. 64-65.
- 5) Искандеров Ю.М., Ершов А.А. Интеллектуализация проектирования систем автоматизированного управления трубопроводного транспорта // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Транспорт России: проблемы и перспективы – 2008». — М.: МИИТ, 2008. — С. 51-53.
- 6) Ершов А.А. Анализ проблемы создания базы знаний как ядра интеллектуальной системы для организации процессов мультимодальных перевозок // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Транспорт России: проблемы и перспективы». — М.: МИИТ, 2007. — С. 29-30.

Доклад окончен,
спасибо за внимание