

Методика построения промышленных аналитических систем сбора и обработки данных

Мисник А.Е.
МОУ ВО «Белорусско-
Российский университет»
Могилев,
Республика Беларусь
anton@misnik.by

Лукиянов Е.П.
ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр»
Москва,
Российская Федерация
lukjanovep@giapdc.ru

Крутолевич С.К.
МОУ ВО «Белорусско-
Российский университет»
Могилев,
Республика Беларусь
s_krutolevich@tut.by

Прокопенко С.А.
МОУ ВО «Белорусско-
Российский университет»
Могилев,
Республика Беларусь
puss95@yandex.by

Abstract — This article is devoted to methods of the development of industrial analytical data collection and processing systems. It is shown how to obtain a synergistic effect by combining well-known approaches and ensuring interaction between them using analytical and neural network modules.

Ключевые слова — промышленные аналитические системы сбора и обработки данных, хранение данных, анализ данных

I. ВВЕДЕНИЕ

Современные предприятия, как организационно-техническая система, становятся всё более сложными как по структуре, так и по внутренним связям между структурными компонентами. Предпосылками этих процессов являются: активная работа на международных рынках; высокая конкуренция; тенденция к снижению затрат; обеспечение безопасности производства; необходимость динамичного реагирования на потребности рынка.

В связи с развитием технологий в области контрольно-измерительных приборов, существенно вырос доступный для анализа объём данных о состоянии технических устройств, кроме того, очевидно, что автоматизация процессов приводит к снижению количества ошибок, вызванных человеческим фактором. Эти аспекты должны контролироваться с использованием соответствующих аналитических информационных систем обработки данных, обеспечивающих достижение поставленных целей в условиях значимых неопределённостей, особенно в контексте длительных временных горизонтов.

II. ТРАДИЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

В рамках традиционного подхода к организации промышленных аналитических систем сбора и обработки данных каждая отдельная часть такой системы представляет из себя, фактически, отдельный программный модуль, со своей, как правило, статичной системой хранения данных и логикой работы, жёстко определённой на этапе проектирования и реализации системы.

Данный подход имеет следующие недостатки:

- дублирование данных в системе;
- сложность, а, зачастую, и невозможность организации связей между данными в различных модулях;

- необходимость привлечения программистов для создания новых модулей, внесения изменений в логику работы существующих модулей, отображение данных и внешний вид модулей.

III. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

В качестве основы для организации хранения данных, предлагается использовать объектно-ориентированный подход, в рамках которого формируется подсистема «**Дерево типов**».

Под типом, в полном соответствии с классическим подходом, понимается описание совокупности объектов через их общие атрибуты. Атрибутом типа объекта является именованное свойство или характеристика объекта данного типа. Каждый атрибут типа характеризуется именем, уникальным в этом типе, и видом данных, которые данный атрибут будет хранить. Все экземпляры (объекты) одного типа имеют одинаковый набор атрибутов. Экземпляры типа отличаются друг от друга значениями атрибутов. Атрибуты, по значениям которых можно идентифицировать каждый объект от других объектов этого типа называются ключевыми. Если ключевых атрибутов несколько, то формируется составной ключ. Предлагается использовать следующие основные виды атрибутов: строка, число, счетчик, дата, дата и время, текст, файл. Для атрибутов вида строка, число, дата, дата и время, файл должна быть доступна возможность задать свойство «массив». Кроме того, атрибуту может выступать ссылка на другой тип системы [1].

Типы должны находиться в иерархических отношениях и могут быть произвольно связаны как друг с другом, так и сами с собой, если этого потребует структура данных, либо бизнес-процесс. [3]

Подобный подход позволяет без привлечения программистов и инженеров по базам данных формировать силами подготовленного пользователя иерархические структуры данных произвольной вложенности с необходимыми связями между уровнями иерархии.

На практике бизнес-процессы крайне редко идеально повторяют структуру хранения данных. Для формирования отображения данных, для конечного пользователя системы, необходима подсистема, способная связать данные, находящиеся на различных уровнях иерархии, так и в различных ветвях «**Дерева типов**». [3]



В качестве такой подсистемы предложены **«Интерфейсы»**.

В рамках этой подсистемы должны быть реализованы возможности по настройке отображения данных, как в виде форм, так и в виде таблиц для просмотра и редактирования информации. Диапазон настроек должен позволять формировать широкое разнообразие бизнес-процессов.

Пользовательские интерфейсы должны иметь иерархическую структуру, которая обеспечивает последовательный вывод связанных данных.

Такой подход позволяет отказаться от предварительной настройки всех возможных вариантов использования бизнес-процесса.

В рамках промышленных аналитических систем сбора и обработки данных для полноценного их функционирования недостаточно только лишь возможностей для ввода и вывода информации. Особенностью систем обработки данных, ориентированных на использование инженерно-техническим персоналом, является необходимость предоставления пользователю аналитических данных, на основе доступной внутри системы информации.

Для обработки данных и формирования аналитической информации, предлагается использовать подсистему **«Аналитика»**, которая, фактически, должна представлять собой внутрисистемный мета-язык программирования, позволяющий в первую очередь оперировать данными в системе в максимально дружественном для пользователя виде, преимущественно с помощью системных диалогов - «мастеров». Сравнение различных вариантов реализации такого модуля приведено в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПОДСИСТЕМЫ «АНАЛИТИКА»

	Логика в ядре системы	Встраиваемая логика на языке ядра системы	Логика на внутреннем языке системы
Уровень знаний языков программирования	Отсутствует	Высокий	Базовый
Безопасность модуля	Высокая	Низкая	Высокая
Зависимость от разработчиков	Высокая	Низкая	Низкая
Сложность разработки модуля	Отсутствует	Низкая	Высокая
Универсальность и гибкость	Низкая	Низкая	Высокая

С целью снижения порога вхождения пользователя для работы с данной подсистемой и повышения уровня безопасности, не рекомендуется использовать традиционные языки программирования, а разработать свой внутренний мета-язык программирования. Данный мета-язык должен реализовывать принципы линейного программирования, включать основные алгоритмические конструкции, иметь доступ к структуре данных подсистемы **«Дерево типов»** в дружественном для пользователя виде.

Практика показывает, что основной потребностью пользователей при работе с промышленными аналитическими системами сбора и обработки данных является получение необходимых данных, их несложная обработка и запись результатов. Какие-либо алгоритмически сложные для пользователя операции могут быть реализованы программистами в рамках подключаемых к подсистеме **«Аналитика»** функций. [2]

Применение такого подхода позволит подготовленным пользователям без привлечения программистов формировать бизнес-логику обработки данных внутри системы.

Актуальной проблемой промышленных аналитических систем сбора и обработки информации является качество данных, как поступающих на вход системы, так и полученных в результате анализа. Для входных данных проблема обостряется, если полностью или частично они вводятся операторами. Что касается аналитических данных, полученных с помощью расчётов, помимо рисков, касающихся исходных данных, на их точность влияют риски несовершенства методики расчётов.

Существующие подходы, такие как, например, двойной ввод информации или постоянный контроль за её вводом, являются достаточно затратными как финансово, так и по времени. Такие способы решения не всегда оправданы и эффективны.

Одним из возможных решений проблемы качества исходных и аналитических данных в промышленных системах является использование нейросетевого модуля **«Супервизор»**, который в режиме реального времени способен проверять изменяющиеся в системе данные. Реализация такого **«Супервизора»** в каждом отдельном случае должна быть индивидуальна, потому наиболее удобна в виде некоего конструктора, в рамках которого архитектор системы может выбрать архитектуру и топологию сети, а также входные и выходные параметры. В случае если существует вероятность некорректного ввода данных, супервизор сообщает оператору о необходимости проверки введенных данных. Если же вероятность ошибки зафиксирована в аналитических данных, сообщение об этом передаётся эксперту или архитектору системы. Для дополнительного обучения нейросетевой **«Супервизор»** отслеживает реакцию пользователей на переданные им сообщения о вероятных ошибках. Кроме того, обучение может происходить под управлением подготовленного пользователя системы. [4]

Использование нейросетевого **«Супервизора»** позволяет повысить качество вводимых данных и усилить контроль за результатами аналитических расчётов. [5,6]

Подводя итог, можно представить следующую упрощённую схему взаимодействия подсистем в рамках промышленной аналитической системы сбора и обработки данных (рис. 1).

Помимо вышеописанных, на схеме присутствуют подсистемы **«Аутентификация и авторизация»**, **«Импорт данных»** и **«Отчёты»**, назначение которых очевидно.



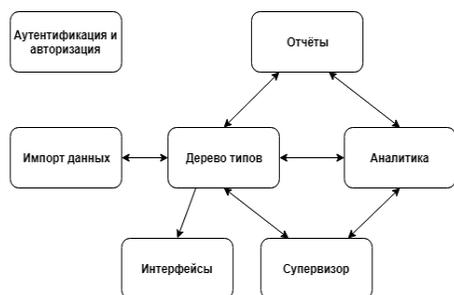


Рис. 1. Схема взаимодействия подсистем

IV. ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Закрытое акционерное общество «ГИАП-ДИСТЦентр» создано в 1995 году, основным видом деятельности являются работы по обеспечению промышленной безопасности опасных производственных объектов.

При проведении крупных проектов, таких как создание систем контроля технических устройств, в том числе в рамках уникальных работ по увеличению интервалов между капитальными ремонтами объектов нефтегазового и химического комплексов, консолидируются для выполнения поставленных задач силы профильных ведущих институтов и экспертных организаций страны.

Для обеспечения надежности и безопасности промышленных установок необходимо учитывать накопленные научные знания и некоторые существующие подходы, подкрепленные хорошей инженерной практикой, которые включены в международные стандарты и руководящие принципы.

Разработанные методические документы, такие как ИСТЕ 1-002-14, ИСТЕ 3-002-14, ИСТЕ 3-003-14, а также создаваемое собственным IT-отделом программное обеспечение позволяют оптимизировать процесс анализа фактического состояния оборудования, своевременно выявлять критически опасные объекты и обеспечивать промышленную безопасность.

На основании многолетнего опыта и анализа существующих систем, было принято решение о разработке собственной промышленной информационной системы обработки данных, позволяющей решать конкретные задачи, как в области обеспечения промышленной безопасности предприятия, так и в области информационной поддержки различных бизнес-процессов на предприятии. Модульность и гибкость системы позволяют оперативно адаптировать её для внедрения на конкретном предприятии.

Промышленная информационная система сбора и обработки данных ГИАП-ДИСТ ЦЕНТР представляет собой клиент-серверное приложение, доступ к которому возможен, как со стационарных компьютеров, так и с мобильных устройств, как из локальной вычислительной сети, так и через Интернет, что существенно повышает гибкость работы с ней и увеличивает оперативность доступа к необходимым данным.

Данная система включает в себя следующие основные подсистемы:

- подсистема управления пользователями и группами пользователей, отвечающая за предоставление доступа пользователей к системе и настройку их прав;
- подсистема построения дерева типов, отвечающая за формирование структуры данных;
- подсистема построения дерева объектов, позволяющая управлять данными, введёнными в систему;
- подсистема настройки и отображения пользовательских интерфейсов, отвечающая за настройку и обеспечение функционирования бизнес-процессов системы;
- подсистема единиц измерения, обеспечивающая преобразование данных из одной размерности в другую;
- подсистема преобразования данных, позволяющая приводить в нужный вид сложноструктурированные данные, например, полученные от диагностических приборов;
- подсистема построения отчётов, отвечающая за генерацию документов в системе;
- подсистема построения двумерных и трёхмерных схем, обеспечивающая визуализацию объектов системы;
- подсистема импорта данных, позволяющая загружать данные в систему из различных источников;
- подсистема аналитических вычислений;
- нейросетевой супервизор.

Общий вид подсистемы управления пользователями представлен на рис. 2. Помимо стандартных операций с пользователями, данная подсистема позволяет настраивать права пользователей на любые объекты системы, экспортировать и импортировать пользователей и их настройки, просматривать журналы взаимодействия пользователей с системой. [7]

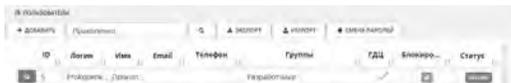


Рис. 2. Подсистема управления пользователями

Общий вид подсистемы «Дерево типов» представлен на рис. 3.

Данная подсистема позволяет построить универсальную систему хранения данных, без привлечения программистов.

Для просмотра всех созданных объектов в системе разработана подсистема «Дерево объектов». Данная подсистема позволяет отследить состояние всех объектов в системе, просмотреть связи объекта, и при необходимости его отредактировать. Объекты представлены в древовидной структуре, что позволяет легко проанализировать связи объекта.



Рис. 3. Подсистема «Дерево типов»

Общий вид подсистемы «Дерево объектов» представлен на рис. 4.



Рис. 4. Подсистема «Дерево объектов»

Общий вид подсистемы настройки пользовательских интерфейсов приведён на рис. 5, примеры пользовательских интерфейсов приведены на рис. 6 и 7.

Табличное отображение пользовательского интерфейса обладает функционалом сортировки, фильтрации, раскраски данных, а также позволяет проводить множественные операции с данными.



Рис. 5. Подсистема «Интерфейсы»



Рис. 6. Табличный вид пользовательского интерфейса



Рис. 7. Комбинированный вид пользовательского интерфейса

На рис. 8 представлен общий вид редактора подсистемы «Аналитика». В рамках данной подсистемы реализован внутренний язык линейного программирования, а также следующие наборы функций:

- математические функции;
- логические функции;
- функции работы с датами (получение сегодняшней даты, получение разницы между датами, установка даты, получение максимальной/минимальной даты);
- статистические функции;
- функции работы со строками;
- функции конвертирования (конвертирование строки в число, конвертирование арабских чисел в римские, и наоборот).



Рис. 8. Подсистема «Аналитика»

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье рассмотрены вопросы методики построения промышленных систем сбора и обработки данных, внутренней структуры таких систем. Кроме того, рассмотрен пример реализации такой системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Andrew S. Tanenbaum, Maarten van Steen. "Distributed Systems. Principles and paradigms". Prentice Hall, Inc., 2002 (Таненбаум Э., ван Стеен М. "Распределённые системы. Принципы и парадигмы". СПб.: Питер, 2003 – 878 с.)
- [2] Горбунов-Посадов М.М. Расширяемые программы. Москва, Полиптих, 1999 г., 336с.
- [3] Борисов В.В., Мисник А.Е. Способ оперативного управления на основе комбинированного моделирования // Научное обозрение – 2014. № 1. – С. 64-71.
- [4] Борисов В.В., Мисник А.Е. Комбинированный нейросетевой способ моделирования для оперативного управления сложными системами // Информационные технологии. – 2012. – № 7. – С. 69–72.
- [5] Мисник А.Е., Борисов В.В. Композиционное нейросетевое моделирование сложной технической системы // Тез. докл. XII Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение», «НКП–2014», Москва, 18.04.2014. – С. 64–65.
- [6] Мисник А.Е., Крутолевич С.К., Прокопенко С.А., Лукьянов Е.П. Использование нейросетевого модуля-супервизора в промышленной системе сбора и обработки данных // Тез. докл. XVII Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение», «НКП–2019», Москва, 19.03.2019. – С. 264–265.
- [7] Крутолевич С.К., Мисник А.Е., Лукьянов Е.П. Иерархический способ построения информационных систем и организации хранения данных для ранжирования опасных производственных объектов // Тез. докл. конференции «Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов», Могилев, 19-20.09.2017. – С. 502-505.