

References:

1. *Plotnikov N.I.* (2021) Methods of resource modeling of organizational objects. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. Advances in Air Traffic Engineering Selected Papers from 6th International Scientific Conference on Air Traffic Engineering, ATE 2020, October 2020. – Warsaw, Poland, Springer Nature Switzerland AG. – P. 116-130
2. Federal Aviation Administration. (2020) 14 CFR 91.7 – Civil Aircraft Airworthiness; Federal Aviation Administration: Washington, DC, USA, 2020.
3. *Dolbeer R.A., Begier M.J., Miller P.R., Weller J.R., Anderson A.L.* (2021) Wildlife Strikes to Civil Aircraft in the US, 1990-2020, FAA Report 27. – p. 141.
4. *Allan J.R., Bell J.C., Jackson V.S.* "An Assessment Of The World-wide Risk To Aircraft From Large flocking Birds" (1999). 1999 Bird Strike Committee-USA/Canada, First Joint Annual Meeting, Vancouver, BC. Retrieved from [<https://digitalcommons.unl.edu/birdstrike1999/4>]
5. Retrieved from [<https://www.un.org/en/observances/civil-aviation-day>].

DOI: 10.25728/iccss.2022.33.65.066

Чинакал В.О.

Применение встраиваемых интеллектуальных компонентов в системах улучшенного мониторинга сложными промышленными объектами

Аннотация: Рассматриваются вопросы разработки и применения встраиваемых интеллектуальных компонентов (ВИК) в систему усовершенствованного мониторинга AMS+ (AMS+ - Advanced Monitoring System Plus) сложного промышленного объекта. ВИКи обеспечивают автоматизацию решения задач ситуационного анализа обработки данных об изменениях ключевых технологических параметров (КТП) непрерывных производств и состояния технологического оборудования (СТО). Разработана структура распределенной системы ВИК с использованием продукционных моделей

представления знаний и методов ускоренного вывода на базе матричных вычислений.

Ключевые слова: безопасность управления, сложный промышленный объект, непрерывное производство, встраиваемый интеллектуальный компонент, матричный вывод, ключевые технологические параметры, усовершенствованный мониторинг

Введение

Для успешной реализации современных повышенных требований к обеспечению эффективной и безопасной эксплуатации сложных распределенных промышленных объектов (СРПО) необходимо существенно улучшить качество проектных решений по созданию усовершенствованных систем мониторинга AMS (AMS - Advanced Monitoring System) такими объектами. Отличительной чертой систем AMS является использование современных интеллектуальных методов [1] при решении сложных задач контроля и управления СРПО [2].

В [3] рассматривались возможности применения различных интеллектуальных средств в системах мониторинга СРПО, в [4] рассмотрены возможности эффективного использования встраиваемых интеллектуальных компонентов (ВИК) в современных системах управления сложными подвижными объектами.

В данной работе рассматриваются вопросы разработки и применения ВИК в составе системы усовершенствованного мониторинга (AMS+ - Advanced Monitoring System Plus). В частности, в AMS+ предлагается использование распределенной интеллектуальной системы поддержки мониторинга (ИСПМ) для автоматического решения ряда сложных задач. ВИКи в ИСПМ обеспечивают автоматизацию решения задач ситуационного анализа обработки данных об изменениях ключевых технологических параметров (КТП) непрерывных производств и состояния технологического оборудования (СТО). Локальные ВИКи, взаимодействуют между собой, базами данных и программным обеспечением (ПО) подсистем АСУТП СРПО.

1. Основные требования к проектированию ИСПМ

Выделим следующие основные общие требования к созданию и работе ИСПМ и ВИК:

- удобство описания и изменения локальных моделей представления знаний (МПЗ) на проблематику конкретных задач AMS+;

- возможность простой индивидуальной настройки, изменения и дополнения локальных баз данных (БД) и баз знаний (БЗ);

- формирование БД и БЗ ВИК в соответствии с классом решаемых задач с помощью единого подхода;

- существенное сокращение общей размерности МПЗ и БЗ локальных ВИК;

- повышение динамических характеристик работы отдельных ВИК и ИСПМ для обеспечения поддержки работы AMS+ в жестком реальном времени;

- построение МПЗ на базе продукционных правил с использованием матричных вычислений, уровневой структуризации МПЗ и применения «к» значных логик [5];

- модульное построение ПО ВИК на основе типового микроядра и локальных наборов БД и БЗ;

- возможность использования встроенных систем имитационного моделирования (СИМ), сконфигурированных на решение конкретных задач в реальном и ускоренном масштабе времени (прогноз состояния).

Разработка ВИК ориентирована на поддержку решения как традиционных задач контроля и управления в, так и на автоматизацию решения ряда специальных задач. К таким задачам относятся:

- автоматическая настройка работы МПЗ на актуальные источники данных от аппаратно-программных средств подсистем АСУТП СРПО с учетом возможных отказов технических средств контроля и управления (ТСУ);

- прогноз расходуемых ресурсов ТСУ и выбор ТСУ с достаточным запасом ресурсов;

- формирование оценок текущих ситуаций и прогноза их возможного развития;

- формирование вариантов выбора альтернативных моделей для определения КТП и СТО в зависимости от ситуации [6];
- выявление возможных причин возникновения отклонений и нарушений в работе источников данных и ТСУ;
- обнаружение предпосылок возникновения нештатных ситуаций для класса задач мониторинга в AMS+.

Рассмотрим общую структуру ИСПМ, разработанную на основе анализа основных требований к построению ИСПМ и решаемым задачам мониторинга в СРПО.

2. Разработка структуры ИСПМ

На рисунке 1 представлена общая структура ИСПМ, включающая локальные ВИК, объединенные в подсистемы, и представлены ее основные связи со штатной АСУТП. Условно к основным подсистемам ИСПМ можно отнести группы ВИК, реализующие следующие задачи:

- оценки ситуаций (контроль изменений КТП и СТО, состояния ТСУ и анализ доступных ресурсов ТСУ);
- выбора альтернативных моделей для оценки КТП и СТО в AMS+ СРПО и анализ данных прогноза;
- управления адаптацией параметров моделей и настройкой алгоритмов;
- управления кластеризацией ситуаций, выделение критических ситуаций, генерация целей и подцелей (ГЦ) и выбор сценария.

Монитор ИСПМ обеспечивает координацию работы ИСПМ и локальных ВИК, а также взаимодействие ВИК с сервером приложений и подсистемами штатной АСУТП СРПО с помощью локальных сетей (рисунок 2).



Рисунок 1 – Общая структура ИСПМ

На рисунке 2 представлена укрупненная функциональная блок-схема ИСПМ. На схеме показаны:

- локальные ВИК с соответствующими БД и БЗ (левый столбец схемы);
- основные функции ПО ИСПМ, выполняемые с использованием ВИК (средний и правый столбец схемы);
- основные блоки подсистемы имитационного моделирования (СИМ) (в нижней части схемы).

С помощью СИМ обеспечивается моделирование в реальном и ускоренном времени различных ситуаций, определение оценок КТП и СТО для AMS+ и АСУТП СРПО. В состав СИМ входят модели сырья, технологических процессов и установок, модели ТСУ, модели динамики объекта, модели датчиков, систем измерения и систем управления СРПО, а также БД СИМ, содержащая вспомогательные данные о параметрах моделей и конфигурировании задач, решаемых на СИМ. Монитор встроенной подсистемы имитационного моделирования (Монитор СИМ) координирует работу соответствующих блоков СИМ в реальном и ускоренном времени, обеспечивая прогноз и получение необходимых оценок применения

различных вариантов моделей и методов для определения ситуаций, КТП и СТО.

При построении ИСПМ использован событийный подход, модульное построение подсистем, использование вложенных, динамически выбираемых сценариев работы ИСПМ (стратегические, тактические, рабочие сценарии), мониторинг принцип управления основными этапами работы ИСПМ. Центральный монитор ИСПМ координирует работу всех блоков ИСПМ, обеспечивая их бесконфликтное взаимодействие, получение, хранение и обработку входной, экспертной и выходной информации, исполнение сценариев работы, сформированных с использованием ВИК.

Группы ВИК, используемые в ИСПМ, ориентированы на поддержку решения следующих задач: ВИК1 – автоматическая настройка работы МПЗ (БЗ1) на актуальные источники данных от аппаратно-программных средств АСУТП; ВИК2 – анализ условий, событий, штатных и аварийных ситуаций, генерация и проверка динамических рабочих сценариев ИСПМ; ВИК3 – анализ состояния СРПО, ТСУ, генерация, проверка и отбор гипотез о состоянии объекта, ТСУ и сырья; ВИК4 – генерация, оценка и отбор альтернативных вариантов моделей в зависимости от текущих и прогнозируемых ситуаций; ВИК5 – комплексный анализ данных о параметрах КТП и СПО СРПО, построение границ предупредительных и критических отклонений параметров

Для обеспечения эффективного и безопасного управления СРПО необходима оперативная автоматическая оценка ситуации, путем проверки ряда гипотез в ускоренном времени на основе соответствующих производственных правил и сформированного расширенного вектора текущих (и прогнозируемых) событий. Аналогично формируются и проверяются гипотезы о выборе различных сценариев действий на основе соответствующих производственных правил и вектора возможных текущих и прогнозируемых ситуаций. В соответствии с результатами текущих оценок ситуаций и выбора сценария действий формируются соответствующие альтернативные варианты моделей и параметров настройки алгоритмов обработки данных.

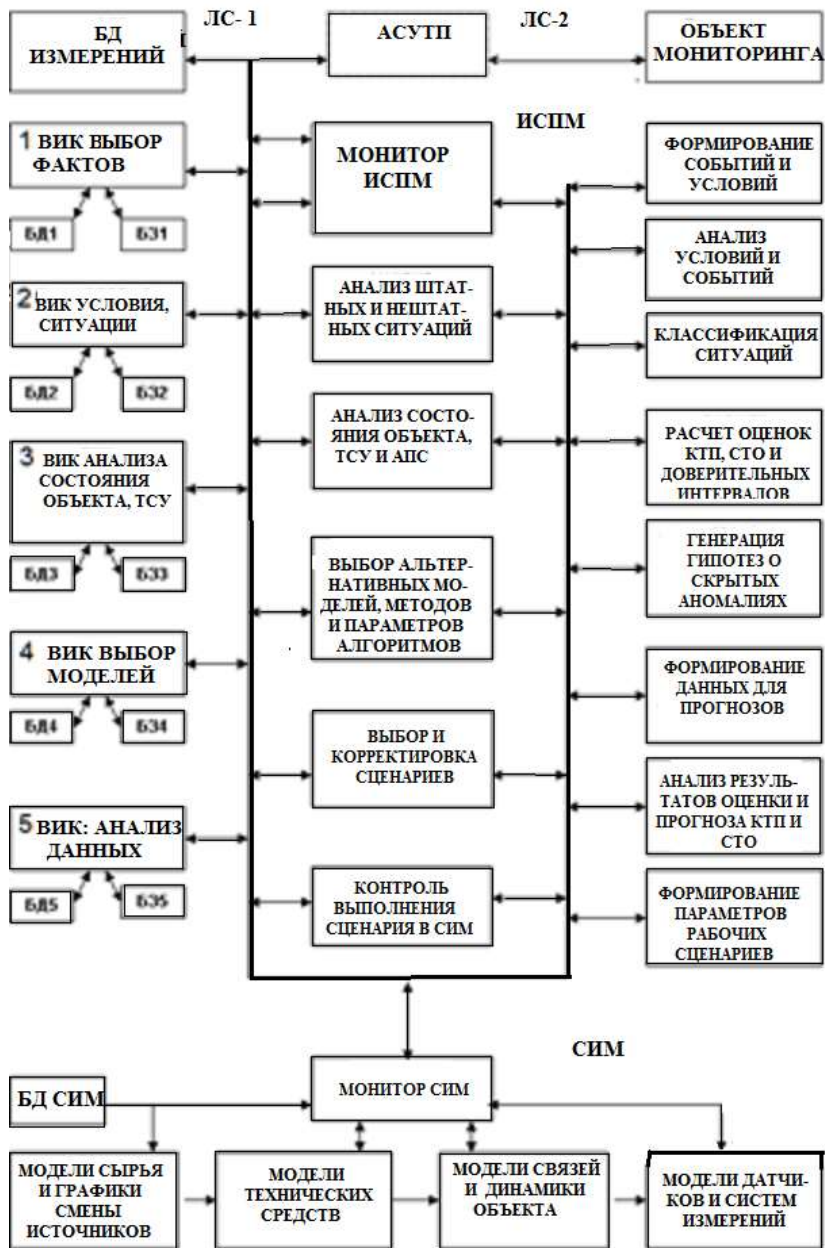


Рисунок 2 – Функциональная блок-схема ИСПМ

Литература:

1. *Рассел С., Норвиг П.* Искусственный интеллект: современный подход, 2-ое изд. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2007. – 1408 с.

2. *Чинакал В.О.* Создание систем усовершенствованного мониторинга и управления для повышения эффективности и безопасности управления сложными промышленными объектами / Материалы XXIX Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем» (ПУБСС-2021). Москва, 15 декабря 2021 г. – М.: ИПУ РАН, 2021. – С. 493-499.

3. *Чинакал В.О.* Применение интеллектуальных средств в системе мониторинга распределенного промышленного объекта / Материалы пятой международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2011). – М.: ИПУ РАН, 2011. – С. 386-389.

4. *Чинакал В.О.* Проектирование систем управления подвижными объектами с использованием встраиваемых интеллектуальных компонентов / Труды 14-й Международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2014, Москва). – М.: ООО «Аналитик», 2014. Т.1. – С. 141-145.

5. *Чинакал В.О.* Разработка и применение встраиваемых интеллектуальных компонентов, построенных с использованием матричных методов. Труды 8-й Международной научно-практической конференции «Инженерные системы-2015». – М.: Издательство РУДН, 2015. Т.1 – С. 145-150.

6. *Чинакал В.О.* Проектирование виртуальных анализаторов с использованием альтернативных моделей / Труды 17 международной научно-практической конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2017, Москва)». – М.: ИПУ РАН, 2017. – С. 364-367.
