

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРУЮЩЕГО СТЕНДА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

В. В. Окольнішников, С. В. Рудометов, С. С. Журавлев (Новосибирск)

В конструкторско-технологическом институте вычислительной техники СО РАН (КТИ ВТ СО РАН) разработан экспериментальный образец системы оперативного мониторинга технологической инфраструктуры (далее – система мониторинга) нефтегазодобывающего предприятия Ханты-Мансийского автономного округа для решения задач оптимизации энергопотребления и повышения экологической безопасности.

Система мониторинга обеспечивает получение, обработку и анализ входных данных о техническом состоянии и функционировании нефтегазодобывающего предприятия, включая контроль подвижного нефтеналивного транспорта.

Ввиду отсутствия или недоступности полного набора реальных входных данных для системы мониторинга было принято решение использовать на этапе разработки, отладки и тестирования системы мониторинга комплексно-испытательный моделирующий стенд, центральным элементом которого является имитационная модель технологического процесса добычи и транспортировки нефти. Имитационная модель использовалась для генерации входных данных, которые должны представлять различные сценарии поведения реальной системы, как в случае нормального функционирования, так и в случае аварийных ситуаций или ситуаций устойчивого тренда контролируемых системой мониторинга параметров, который может привести к снижению эффективности функционирования нефтегазодобывающего предприятия или к аварийной ситуации.

Имитационная модель (далее – модель) разработана и исполняется в рамках визуально-интерактивной системы имитационного моделирования производственных и транспортных систем MTSS (Manufacturing and Transportation Simulation System) [1,2]. Система MTSS представляет собой приложение, построенное с использованием технологии Eclipse RCP и языка Java.

Система MTSS предоставляет для различных предметных областей специализированные библиотеки, содержащие набор моделей типов технологического оборудования с встроенной логикой управления. Система MTSS предназначена для быстрого построения моделей и ориентирована на специалистов конкретной предметной области, не имеющих опыта в области имитационного моделирования.

Функции моделирующего стенда

Функциями системы мониторинга являются:

- регистрация событий на объектах мониторинга;
- запись параметров контролируемых объектов в базу данных;
- анализ состояния объектов мониторинга с целью контроля соответствия их параметров требованиям технологического процесса;
- поддержка принятия решений персоналом предприятия на основе проводимого анализа;
- визуализация состояния объектов мониторинга и результатов действий персонала.

Для выполнения этих функций система мониторинга состоит из следующих подсистем:

- подсистема сбора информации (ПСИ) с территориально распределенных объектов, в том числе подвижного нефтеналивного транспорта;

- подсистема хранения собранной информации (ПХИ) в базах данных;
- подсистема поддержки принятия решений (ПППР) в форме рекомендаций оператору.

На рис. 1 представлена структура системы мониторинга и место модели в разработке системы мониторинга. В такой конфигурации модель может выполнять несколько функций. Первая и основная функция стенда – генерация входных данных для отладки и тестирования системы мониторинга. Для этого разработано некоторое количество сценариев, как штатных, так и нештатных ситуаций.

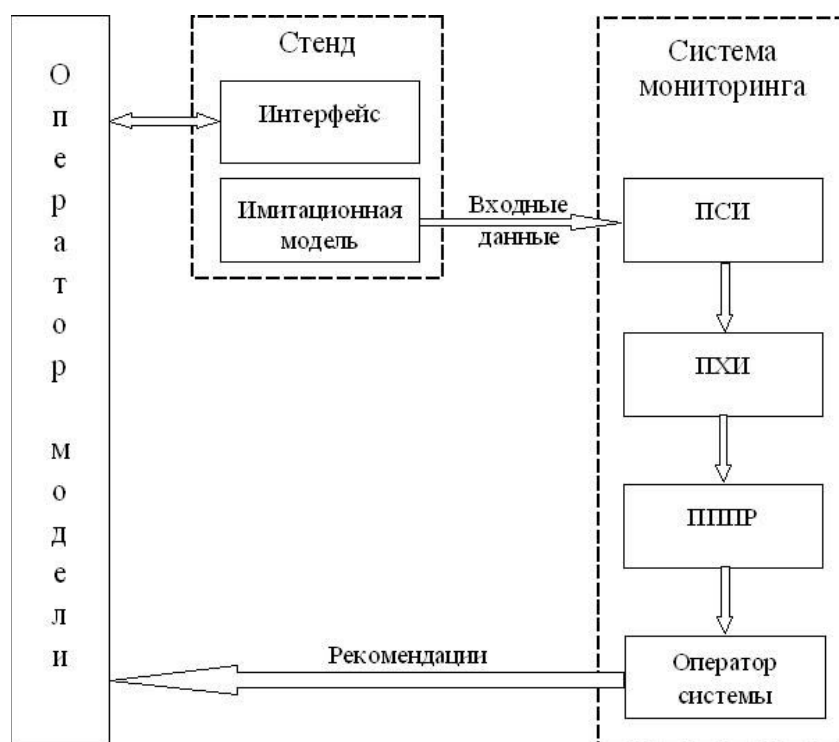


Рис. 1. Структура системы мониторинга

Оператор модели задает некоторую ситуацию, устанавливая определенные состояния элементов технологического оборудования. ПППР должна "распознать" эту ситуацию и выдать оператору системы либо адекватное сообщение либо конструктивные рекомендации в качестве реакции на эту ситуацию.

Оператор системы и оператор модели выполняют разные функции, но в процессе отладки и экспериментальных исследований эти функции совмещал один человек. Оператор модели приостанавливает исполнение модели, реализует с помощью интерфейса модели рекомендации по изменению структуры или параметров модели и запускает модель на исполнение. ПППР должна "распознать" изменения и через заданное в алгоритме время "оценить" эффект реализации рекомендации, вычисляя количественные значения каких-нибудь обобщенных показателей, например, суммарный объем добычи нефти, расход электроэнергии, или расход других материальных или человеческих ресурсов.

Таким образом, второй функцией стенда является реализация "обратной связи" для отладки, тестирования, "самообучения" самой ПППР. Такой подход использования имитационной модели для разработки, отладки и тестирования программ управления АСУ ТП был опробован при разработке АСУ ТП Северо-Муйского тоннеля [3].

Третья функция стенда заключается в обучении управляющего персонала системой мониторинга на ранних этапах ее разработки. В случае альтернативных рекомендаций наличие стенда позволяет сравнить результаты выполнения альтернативных рекомендаций на модели, а в случае нетривиальных рекомендаций – сравнить результаты выполнения этих рекомендаций с результатами выполнения действий, основанных на опыте эксплуатации (экспертных знаниях).

Модель генерирует входные данные в стандартных форматах, совпадающих с форматами основных источников реальных данных. В некоторых сценариях экспериментальных исследований предусмотрено получение части входных данных непосредственно от их источника. Сравнение результатов функционирования системы мониторинга на имитируемых и реальных данных позволило сделать вывод об адекватности модели.

Для выполнения некоторых экспериментов модель работает в реальном времени. Для выполнения экспериментов, оценка которых требует накопления статистики за длительный период времени (сутки, месяц), модель работает в ускоренном режиме, обеспечивая наблюдение за прохождением эксперимента за приемлемое время. Имеется возможность переключения из режима накопления данных в режим реального времени и наоборот в процессе одного прогона модели.

Экспериментальные исследования

Технологическая инфраструктура нефтегазодобывающего предприятия включает в себя несколько территориально распределенных месторождений нефти. Месторождение содержит несколько кустов скважин. Куст скважин содержит нагнетающие и добывающие скважины. В нагнетающие скважины закачивается вода. Из добывающих скважин водонефтегазовая эмульсия доставляется в центральный пункт сбора и обработки нефти либо внутривидеопроводом, либо нефтевозами.

В соответствии с технологической инфраструктурой в модели имеются подмодели следующих типов: трансформатор, звено электросети, различные типы насосов, нефтяной пласт, прикустовой резервуар, звено трубы, звено дороги, нефтевоз, центральный пункт сбора и др.

Для отладки, тестирования, экспериментальных исследований системы мониторинга были разработаны 13 сценариев, отражающих характерные ситуации, возникающие при эксплуатации реальной системы. Эти сценарии задавались на уровне логики верхнего уровня модели, и имитировался требуемый в соответствии со сценарием отрезок времени. Целью экспериментов была проверка чувствительности системы мониторинга и адекватности ее реакции.

Реализованные сценарии можно разделить на следующие три группы:

- аварийные или предаварийные ситуации;
- противоречивые значения обобщенных показателей;
- изменения значений контролируемых параметров, которые могут привести через некоторое время к аварийной ситуации или снижению эффективности работы нефтегазодобывающего предприятия.

К первой группе относятся такие сценарии, как разрыв трубы, выход из строя насоса или другого оборудования, перегрузка трансформаторов и т. п. Во второй группе сценариев имитируется неверная работа некоторых датчиков или счетчиков. Система мониторинга должна обнаружить, например, небаланс расхода электроэнергии и локализовать причину этого небаланса.

В третьей группе сценариев имитируется плавный, но устойчивый тренд изменений значений некоторых параметров, превышающих контрольную величину. АСУ ТП, как правило, не реагируют на такие тренды, а реагируют лишь на достижение зна-

чений параметров некоторой предупредительной или аварийной величины. Система мониторинга должна обнаружить такой тренд, определить причину, оценить возможный ущерб и в зависимости от ситуации предложить решение (рекомендацию).

Более подробное описание выполненной работы содержится в [4].

Выводы

Использование имитационной модели в связке с реальными программами управления или реальным оборудованием является мощным средством отладки, тестирования и исследования реальных систем. Имитационная модель может использоваться для эмуляции оборудования, имитации внешних технологических, природных и человеческих факторов.

Использование имитационной модели в этом качестве позволяет провести значительный объем работ по отладке, тестированию, настройке системы управления, обучению управляющего персонала на инструментальных средствах разработчика до установки системы и сдачи в опытную эксплуатацию. Поскольку пусконаладочные работы могут быть связаны с выездом разработчиков на объект заказчика, подход, рассмотренный в докладе, повышает надежность, сокращает время и стоимость разработки системы управления.

Литература

1. **Рудометов С. В., Окольнишников В. В.** Возможности среды имитационного моделирования MTSS // Труды ИВМ и МГ СО РАН. Сер. Информатика: Материалы Пятой азиатской международной школы семинара "Проблемы оптимизации сложных систем". Новосибирск: изд. ИВМ и МГ СО РАН, 2009. Вып. 9. С. 111–116.
2. **Okolnishnikov V., Rudometov S. and Zhuravlev S.** Simulation environment for industrial and transportation systems // International Conference on Modelling and Simulation in Prague, 22–25 June 2010, Czech Republic. P. 337–340.
3. **Окольнишников В. В.** Использование имитационного стенда при разработке систем автоматизированного управления // Проблемы информатики. 2008. № 1. С. 75–79.
4. **Андрюшкевич С. К. и др.** Разработка системы мониторинга с использованием имитационного моделирования / С. К. Андрюшкевич, С. С. Журавлев, Е. П. Золотухин, С. П. Ковалёв, В. В. Окольнишников, С. В. Рудометов // Проблемы информатики. 2010. № 4. С. 65–75.