

Интеллектуальные цифровые двойники с системами поддержки принятия решений экспериментальной станции 1-1 «Микрофокус» ЦКП «СКИФ»

Ракшун Я.В.^{1*}, Свириденко Д.И.², Складаров А.Н.²

¹ Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Новосибирск, Россия

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

* rakshun@mail.ru

Ключевые слова: интеллектуальный цифровой двойник; концептуальное проектирование; системы поддержки принятия решений

Обсуждается проблема создания виртуальных объектов и систем, по своим реакциям на внешнее воздействие максимально соответствующих реальным объектам и системам экспериментальной станции 1-1 «Микрофокус» проекта ЦКП «СКИФ». Рассматриваются вопросы:

- концептуального проектирования объектов и систем станции, включая решение проблем моделирования и модельных расчетов, а также проблемы комбинации модельных расчетов с методами решения обратных задач;
- предиктивной аналитики на основе регламентных и генеративных моделей.

Цифровой двойник (ЦД) экспериментальной станции целесообразно рассматривать с точки зрения оптимизации жизненного цикла научного исследования. Фазы жизненного цикла исследования рассматриваются согласно [1]:

- 1) Предначальная фаза: оценка острых проблем, выбор тематики исследования;
- 2) Фаза проектирования: концептуальное проектирование, построение программы исследования;
- 3) Технологическая фаза: технологическая подготовка, проведение теоретических и/или эмпирических исследований;
- 4) Рефлексивная фаза: публикации, обсуждения, оценка результатов.

Первая и последняя фазы рассматриваются нами сугубо, как прерогатива человека, при этом внедрение ЦД во вторую и третью фазу исследований способно принести определённые результаты.

Создание ЦД на этапе проектирования станции позволит:

- описать сценарии экспериментов;
- изначально в архитектуре автоматизированной системы управления (АСУ) предусмотреть механизмы и инструменты для подключения всех необходимых цифровых модулей;
- связать воедино инженерную, управляющую, расчетную, визуальную и предиктивные системы станции;

- предварительно проверить принципиальную выполнимость эксперимента, смоделировать результат, а в последующем – программу исследований.

Кроме того, проведение предварительных экспериментов *in silico* с помощью ЦД позволит оценивать время, которое потребуется на проведение исследований.

Оптимизация технологической фазы заключается в непосредственном участии ЦД станции в эксперименте, а именно в:

- оптимизации оптической схемы станции;
- подборе параметров эксперимента;
- принятии решений в процессе эксперимента.

Требования к ЦД экспериментальной станции:

- 1) ЦД должен включать в себя следующие структурные элементы: цифровая модель станции; цифровая модель образца; система поддержки (принятия) решений (СП(П)Р); набор критериев обоснованности решения; модуль для решения обратных задач;
- 2) Цифровая модель станции должна актуализироваться на основе реальных показаний приборов;
- 3) Цифровая модель образца (исследуемого объекта) должна актуализироваться на основе результата решения обратной задачи;
- 4) СП(П)Р должна взаимодействовать с реальной АСУ станции, опираться в процессе принятия решения на цифровые модели станции и образца, быть ограниченной критериями обоснованности;
- 5) Критерии обоснованности должны определять целесообразность действий с учетом того, что установка не является идеальной, модель не полна и не точна;
- 6) Модуль решения обратных задач должен выбран таким образом, чтобы было возможно произвести анализ за требуемое время с определенной степенью достоверности.

Структура ЦД, представленная на рис. 1, с одной стороны, удовлетворяет изложенным требованиям, с другой – позволяет на основе АСУ интегрировать все необходимые цифровые модули. Реальная АСУ станции состоит из Tango сервера [2]; Sardana сервера [3]; модулей Sardana. Tango сервер позволяет управлять Sardana сервером, взаимодействовать с клиентом, а также взаимодействовать с другими Tango серверами. Sardana сервер позволяет выстроить из набора управляемых элементов структуру станции. Модули Sardana, определяют взаимодействие с контроллерами реальных устройств. Ocelot – стандартный пакет для расчета когерентных и частично-когерентных пучков СИ [4].

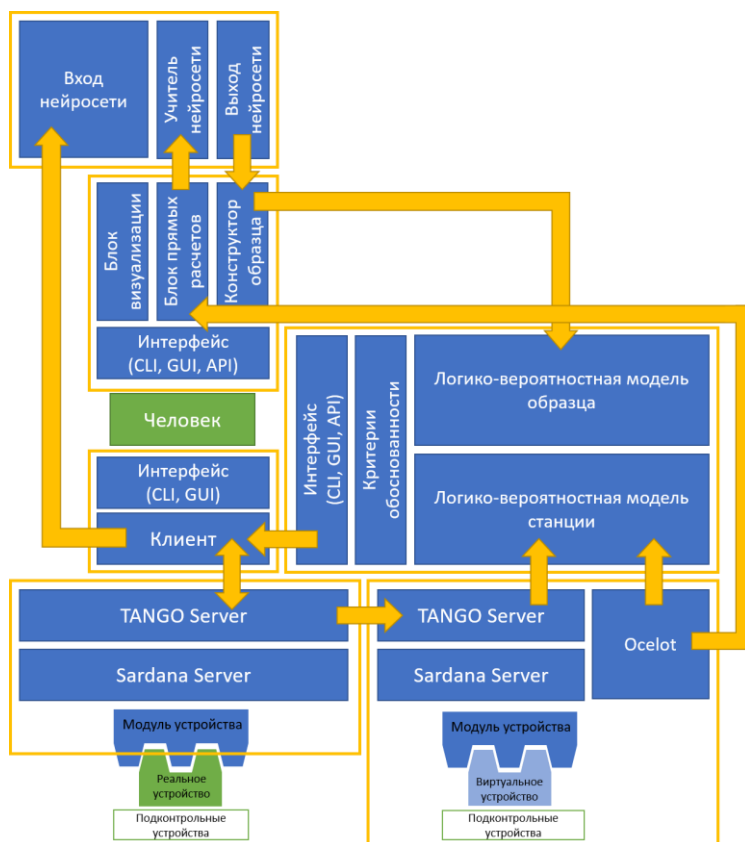


Рис. 1. Блочная архитектура ЦД Экспериментальной станции.

Блоки выделены оранжевым контуром, стрелки отражают потоки информации между блоками. Сверху блок решения обратных задач; ниже – цифровая модель образца; справа по центру – СПР; ниже СПР – цифровая модель станции; левее цифровой модели станции – реальная АСУ станции и реальные устройства; над реальной АСУ – модуль для взаимодействия с АСУ станции

Список литературы

1. Кудрявцева Е. А. Проектирование жизненного цикла исследовательского процесса в науке на основе трудов профессоров РГУ им. АН Косыгина. *Кронос*. 2019;10(37):29-32
2. Götz A. et al. TANGO a CORBA based Control System. ICALEPCS2003, Gyeongju, October. 2003;94-98
3. Coutinho T. et al. SARDANA: The software for building SCADAS in Scientific Environments //Proceedings of ICALEPCS2011, Grenoble, WEAAUST01. 2011;607-609
4. Agapov I. et al. OCELOT: A software framework for synchrotron light source and FEL studies. In: Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. 2014;(768):151-156