

# FUNCTIONAL ANALYSIS OF AUTOMATED INFORMATION LIBRARY SYSTEMS

A.A. Vinogradov, N.M. Vishtak

*Balakovo Engineering Technological Institute MEPhI,  
Balakovo, Russia*

The importance of university libraries as a component of the information and educational environment of the university is indicated. The functional purpose of the university library is described. The practical directions of activity of modern libraries are highlighted. The analysis of the means of automation of library activities is carried out according to the formulated criteria.

**Keywords:** automated library information systems, ALIS, library activities, 1C: Library, IRBIS, Ruslan, KM-School, BiblioStor-M, Ibooks.ru, MARC.

УДК 004.62

## КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СИНТЕЗА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПО СТАНДАРТУ IEC 61499

A.C. Войнов<sup>1</sup>, И.В. Сенокосов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г.Пенза, Россия

<sup>2</sup>ООО НТП Криптософт, г.Пенза, Россия

В статье представлена концепция автоматизированного проектирования и синтеза распределенных систем управления на основе функциональных блоков IEC 61499 для промышленных киберфизических систем (ПКФС) на основе модельно - ориентированного подхода. Проводится обзор решений для построения системы управления на основе конечных автоматов, магазинных автоматов и сети Петри.

**Ключевые слова:** киберфизические системы, система управления, функциональные блоки, конечные автоматы, магазинные автоматы, сети Петри, IEC 61499.

**Введение.** Современное промышленное производство неотъемлемо включает в себя автоматизированную систему управления. Такая система содержит в себе интеллектуальную составляющую, выраженную в наличии централизованного (или децентрализованного) блока управления, который может быть построен на базе контроллеров или функциональных блоков (ФБ). Система управления на ФБ является кибер-физической системой, которая реализует концепцию перехода к Индустрии 4.0. Структура и принцип работы ФБ определены в стандарте IEC 61499 [1]. В качестве исходных данных для ФБ-реализации выступает модель спроектированной системы управления на основе модельно - ориентированного подхода.

Проектирование системы управления выполняется в несколько этапов:

- 1) анализ системы, для которой необходимо создать систему управления;
- 2) определение типа базового элемента в проектируемой системе (контроллер, ФБ и др.);
- 3) сопоставление возможностей выбранного базового элемента с требованиями к функциональности проектируемой системы;
- 4) создание модулей контроля для целевых параметров управляемой системы;
- 5) проектирование общей сети взаимодействия модулей (возможно с созданием центрального диспетчера) для осуществления контроля работы системы.

Созданная модель системы управления может быть представлена разными способами: конечными автоматами, магазинными автоматами, сетями Петри и др.

**Общая концепция.** Концепция проектирования систем управления на ФБ состоит из следующих этапов:

- 1) Выбор и разработка модели системы управления.
- 2) Преобразование модели в представление на языке Пролог.
- 3) Верификация и модификация Пролог-представления исходной модели с помощью предварительно разработанных правил. Затем происходит преобразование в Пролог-представление ФБ.
- 4) Преобразование Пролог-представления ФБ в ФБ-реализацию.
- 5) Синтез системы управления из сгенерированных ФБ и ФБ стандарта ИЕС.
- 6) Тестирование ФБ-реализации в программной среде и последующая загрузка решения в контроллеры.

**Обзор возможных решений для модельно - ориентированного подхода.** Рассмотрим некоторые варианты решений для построения модели системы управления: конечные автоматы, магазинные автоматы и сети Петри. Конечные автоматы могут использоваться для моделирования автоматических систем управления циклическим производством. Конечный автомат является хорошей моделью для простой, последовательной системы управления. Конечные автоматы являются достаточно простыми моделями и работают только с регулярными языками. Они не могут описать сложные процессы, например, представляемые контекстно-свободными (КС) языками. Для распознавания КС-языков используются магазинные автоматы (МА). В отличие от конечных автоматов, в МА используется магазинная память (стек, магазин). Главным недостатком использования МА является сложность их проектирования. В настоящее время довольно широко используется модель для построения системы управления – сети Петри. Эта модель более наглядная, и не менее мощная, чем магазинные автоматы.

**Преобразование модели в ФБ.** Вначале модель транслируется в набор фактов на языке Пролог. Затем используются правила, которые преобразуют модель в ФБ-представление на языке Пролог. Для каждой

модели используются свои предварительно разработанные правила, которые могут также верифицировать и модифицировать исходную модель при необходимости. Пролог-представление ФБ есть набор фактов (и правил) языка Пролог, которые определяют отдельные элементы ФБ (например, событийные входы и выходы, входные и выходные переменные, WITH-связи, состояния и переходы диаграмм ЕСС, привязка ЕС-акций к ЕС-состояниям, алгоритмы, ФБ-экземпляры в составном ФБ, событийные и информационные связи). Подробное описание представления ФБ на языке Пролог представлено в работе [2].

**ФБ-реализация модели.** Рассмотрим подходы к ФБ-реализации моделей, рассмотренных ранее.

В работе [3] производится анализ подходов к реализации недетерминированных конечных автоматов на основе ФБ, в котором состояния автомата представляются в виде блока. Рассматриваются две семантики выполнения недетерминированных конечных автоматов с различными условиями сохранения состояния. Все рассматриваемые подходы основаны на двухфазной схеме выполнения, при которой на первой фазе срабатывают разрешенные переходы в недетерминированных конечных автоматах, а на второй производится генерация новых состояний автомата. Альтернативный подход основан на представлении в виде ФБ переходов недетерминированных конечных автоматов [4]. Метод реализации магазинных автоматов на основе ФБ представлен в работе [5]. Предложенный реализационный подход может быть использован в проектировании систем управления выборкой деталей в производственных системах. ФБ-реализация СП подразумевает два основных типа ФБ: ФБ-позиция и ФБ-переход и предложена в работе [6]. Логика поведения ФБ-модели полностью соответствует исходной модели.

**Верификация ФБ-реализации исходной модели.** Следующим этапом происходит синтез полноценной системы управления из сгенерированных ФБ и стандартных ФБ (типа сетевых ФБ, ФБ контроля времени и др.). Далее ФБ-реализацию необходимо проверить на соответствие исходной модели. Для этого необходима верификация ФБ-реализации на виртуальной платформе. В качестве примера можно использовать программную среду nxtStudio [7]. nxtStudio позволяет моделировать выполнение системы ФБ с использованием человеко-машинного интерфейса. Также можно реализовать распределенную систему, которая может работать на нескольких устройствах.

**Заключение.** Рассмотренная концепция автоматизированного проектирования позволяет построить автоматизированную систему управления на основе ФБ. В качестве примера рассмотрены 3 модели: конечные автоматы, магазинные автоматы и сети Петри. В дальнейшем планируется проектная реализация рассмотренных моделей для конкретной промышленной системы управления, а также применение концепций к другим видам моделей.

Авторы благодарят Совет по грантам Президента РФ за финансовую поддержку проекта «Модели, методы и средства автоматизированного проектирования и синтеза распределенных систем управления на основе функциональных блоков ИЕС 61499 для промышленных киберфизических систем» (Стипендия Президента РФ в 2021-2023 гг. для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики, № СП-2511.2021.5).

#### **Список использованных источников.**

1. Iec I. E. C. 61499-1, function blocks-part 1: Architecture //International Standard, First Edition, International Electrotechnical Commission, Geneva. – 2005. – Т. 1. – С. 2005.
2. Войнов А. С., Сенокосов И. В., Дубинин В. Н. Представление функциональных блоков на языке Пролог //Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы. – 2018. – С. 5-7.
3. Дубинин В.Н., Сенокосов И.В., Войнов А.С., Дроздов Д.Н., Вяткин В.В. Функционально-блочная реализация недетерминированных конечных автоматов // Труды Международной научно-технической конференции "Современные информационные технологии", Пенза, 2017, вып. 25. – С. 5-18.
4. Дубинин В. Н. и др. Преобразование автоматных спецификаций в функционально-блочную реализацию системы управления сортировкой последовательностей деталей //Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2017. – №. 2 (42).
5. Сенокосов И. В. Функционально-блочная реализация магазинных автоматов // Новые информационные техно-логии и системы (НИТиС 2017) : тр. XII Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза, 2017. – С. 45-49.
6. Сенокосов И. В., Войнов А. С. Реализация сетей Петри на функциональных блоках стандарта МЭК 61499 в системе nxtStudio //Новые информационные технологии и системы. – 2019. – С. 95-98.
7. Сайт nxtStudio (nxtControl) [Электронный ресурс]. – <http://www.nxtcontrol.com>

#### **CONCEPT OF AUTOMATED DESIGN AND SYNTHESIS OF DISTRIBUTED CONTROL SYSTEMS ACCORDING TO IEC 61499 STANDARD**

**A. S. Voinov<sup>1</sup>, I.V. Senokosov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>FSBEI HE Penza State University, Penza, Russia

<sup>2</sup>ООО NTP Cryptosoft, Penza, Russia

The article presents the concept of automated design and synthesis of distributed control systems based on IEC 61499 functional units for industrial cyber physical systems (PCFS) based on a model-oriented approach. An overview of solutions for building a control system based on state machines, store machines and the Petri network is being conducted.

**Keywords:** cyber-physical systems, control system, functional units, state machines, magazine machines, Petri networks, IEC 61499.