

Уніфікація та стандартизація підходів до методології нечіткого керування призвела до розробки Fuzzy Control Language, описаного у Стандарті IEC 1131-7 для представлення нечітких моделей систем керування, зокрема, моделей контролерів у формі структурованого тексту, що може бути інтерпретований як програма на мові високого рівня. Язык нечіткого програмування FCL надає базові засоби для інтеграції додатків нечіткого керування, записаних в нотації мови логічних контролерів, та забезпечує можливість переносу мобільних програм нечіткого керування між різними системами програмування.

Нотація FCL базується на визначеннях мов Стандарту IEC 1131-3, що визначає використання мов програмування у контролерах. Взаємодія алгоритму нечіткого керування з середовищем програмування скрита, тому додатки нечіткого керування, розроблені у формі програм на мові FCL інкапсулюються у функціональні блоки. Тип функціонального блока задається вхідними й вихідними параметрами, спеціальними правилами й об'явами нечіткого керування.

Моделі нечітких систем керування, записані в нотації мови FCL, узгоджуються по рівням класів згідно Стандарту IEC 1131-7, та представляють собою ієрархію з трьох рівнів:

- базовий рівень, що включає визначення функціонального блоку й типи даних;
- рівень розширення, що включає необов'язкові параметри;
- відкритий рівень, що включає додаткові параметри.

Рівні узгодженості зображуються у формі діаграм

пакетів в нотації мови UML, згідно Стандарту IEC1131-3.

Всі параметри функціональності моделі нечіткого керування задаються у відповідності з базовою нотацією мови FCL. Програма за своєю структурою повністю відповідає деякій процедурі, формальними параметрами якої є вхідні змінні блоку правил, а значенням, що повертається – значення вихідних змінних після дефазифікації.

### Література

1. International standard IEC 1131-3. Programmable controllers. – 1997. – 21 с.
2. International standard IEC 1131-7. Fuzzy Control Programming. – 1997. – 53 с.

*Бобрицький С. В., к.т.н. (УкрДУЗТ)*

## РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЗНОСУ ЗУБЦІВ ЗУБЧАТИХ КОЛІС ТЯГОВИХ ПРИВОДІВ РУХОМОГО СКЛАДУ

Проаналізовано існуючі методи вимірювання товщини зубців зубчатих коліс тягових передач під час проведення деповських ремонтів. Запропоновані новий підхід та методика отримання зображень профілів зубців зубчатих коліс та шестерен [1] з подальшим їх аналізом в програмному забезпеченні, написаному на мові програмування **Object Pascal** у середовищі програмування Delphi 7 (рис. 1).

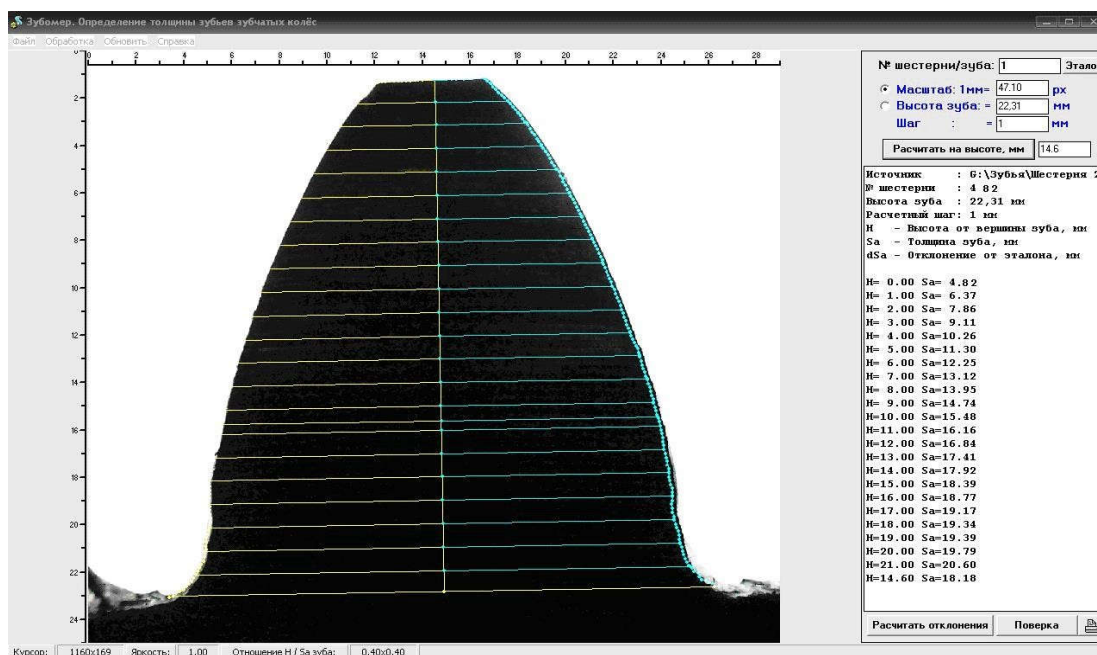


Рис. 1. Головне вікно програми з профілем зубця шестерні та результатами розрахунку товщини зубця

Програмне забезпечення передбачає:

сканування профілю зубця встановленим кроком по всій висоті (визначаються товщини зубця за хордами відповідних кіл);

визначення товщини зубця на заданій висоті;

визначення величини зносу профілю зубця у порівнянні з профілем нового зубця.

Дослідження профілів зубців шестерен та зубчатих коліс тягових приводів електропоїздів серії EP-2 з використанням розробленого програмного забезпечення показали підвищену точність та скорочення працездатності в порівнянні з інструментальними методами вимірювання.

### Список використаних джерел

1. Пат. 103077 Україна, МПК F16H 1/06 (2006.01) Спосіб визначення товщини зубця зубчатого колеса [Текст] / Мороз В.І., Бобрицький С.В., Громов В.І., Братченко О.В., - №201408648; Заявл. 30.07.2014; опубл. 10.02.2015. Бюл. № 3.

*Мирошник М. А., д.т.н., проф., (УкрГАЗТ),  
Шкиль А. С., к.т.н, доцент, (ХІРЭ),  
Кулак Э. Н., к.т.н., доц., (ХІРЭ),  
Пахомов Ю. В., (Харьковского национального  
университета городского хозяйства  
им. А.Н. Бекетова)*

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕСТОПРИГОДНЫХ ЦИФРОВЫХ АВТОМАТОВ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИНХРОНИЗИРУЮЩИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

При проектировании тестопригодных управляющих автоматов аппаратную избыточность, обеспечивающую тестопригодность, целесообразно вносить еще на этапе построения HDL-моделей. Исходя из этого целью данной работы является разработка и анализ различных способов внесения аппаратной избыточности в HDL-модели управляющих автоматов и оценка их эффективности с точки зрения дополнительных аппаратных затрат по результатам автоматизированного синтеза тестопригодных моделей средствами систем автоматизированного проектирования.

В работе представлен метод автоматизированного проектирования тестопригодных управляющих автоматов путем внесения аппаратной избыточности. Модель автомата представлена на языке VHDL в форме автоматного шаблона. Способом решения является внесение дополнительных фрагментов VHDL-кода, обеспечивающих принудительную установку автомата в произвольное состояние без использования синхронизирующих

последовательностей. Рассмотрено использование сдвигового регистра в запоминающей части управляющего автомата для организации сканируемого пути. Предложен метод расширения таблицы переходов-выходов автомата, который обеспечивает режим обхода всех вершин графа переходов автомата (состояний) в режиме диагностирования. Моделирование расширенных VHDL-моделей автомата средствами Active-HDL подтвердило работоспособность данного подхода. Синтез данных моделей средствами САПР XILINX ISE показал минимальные аппаратные затраты для метода, связанного с расширением таблицы переходов-выходов, по сравнению с организацией сдвигового регистра.

Научная новизна работы состоит в преобразовании моделей управляющих автоматов на языках описания аппаратуры, которая характеризуется введением дополнительного символа в таблицу переходов-выходов, обеспечивающего установку автомата в произвольное состояние без использования синхронизирующих последовательностей. Практическая значимость полученных результатов состоит в подтверждении оптимальности, с точки зрения дополнительных аппаратных затрат, метода установки управляющего автомата в произвольное состояние путем введения дополнительного символа в таблицу переходов-выходов.

### Литература

1. Бережная М. А. Синхронизирующие последовательности в конечных детерминированных автоматах / М.А. Бережная // Вестник НТУ "ХПИ". – 2008. – № 57. – С. 7-15.
2. Мирошник (Бережная) М. А. Методы синтеза легкотестируемых цифровых автоматов / М.А. Мирошник, Ю.В. Пахомов А.С. Гребенюк, И.В. Филиппенко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2016. – № 5. – С. 28-39.
3. Шкиль А. С. Автоматизация поиска ошибок проектирования в HDL-моделях конечных автоматов / А.С. Шкиль, Г.П. Фастовец, А.С. Серокурова // АСУ и приборы автоматики. – 2014. – Вып. 168. – С. 43-52.

*Додонов В. А., н.с. (Институт проблем  
регистрации информации НАНУ, г. Киев,  
Украина)*

### УПРАВЛЕНИЕ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Современные технологии делают доступными как по цене, так и по размерам разнообразные сенсорные и микропроцессорные компоненты, средства обмена информацией, такие как Wi-Fi, что способствует