

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОДЕРА PZ-СИГНАЛОВ МЕТОДОМ РЕГИСТРОВОГО АВТОМАТА

**А.А. Романова<sup>1</sup>, С.И. Сивков<sup>2</sup>, Л.Г. Новиков<sup>2</sup>, А.К. Кревский<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Снежинск,

<sup>2</sup>Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Лесной

В последнее время для передачи информации используются различные принципы кодирования. Все они обладают своими достоинствами и недостатками. Быстрая передача информации позволяет значительно сократить время выполнения преобразования, объем памяти, количество используемых логических элементов. В данной работе показан новый принцип кодирования, основанный на распознавании PZ-рядов согласно их частоте, фазе, длине. На основе работы маркеров, выполняющих различные действия над сигналом, построен регистровый автомат. Для иллюстрации работы маркеров построен цифровой автомат. Подробно рассмотрен принцип проектирования кодера, методом регистрового автомата. Применение такого кодера позволит оптимизировать обработку информации только по изменению входного сигнала.

В качестве пакета моделирования использовались программы Active HDL, в котором получены временные диаграммы, и Quartus. Приведены блок-схемы всех устройств и схемы моделирования.

*Ключевые слова:* цифровой автомат, регистровый автомат, кодер, PZ-сигнал, Active HDL.

### Введение

Вопрос о компактном представлении информации привлекает внимание уже несколько десятилетий. Проблемами передачи, преобразования и экономного кодирования занимались такие ученые как К. Шеннон, Д. Хаффман, П. Говард, Д. Виттер, Д. Клири, Я. Уиттен, Р. Нил, Ф. Рубин, М. Шиндлер, Э. Моффат, А. Хаар. Несмотря на многообразие алгоритмов, методов, программных и аппаратных реализаций, вопрос о быстрой и качественной обработке информации остается актуальным. Быстрая передача информации позволяет значительно сократить время выполнения преобразования, объем памяти, количество используемых логических элементов. Основными характеристиками, влияющими на выбор определенного метода, являются эффективность кодирования, коэффициент сжатия, степень соответствия сигнала исходному. Также влияет на выбор кодера его вычислительная мощность, стоимость оборудования [2].

### 1. Построение цифрового автомата

Для сжатия и быстрой передачи информации используются различные принципы кодирования информации такие, как префиксный, арифметический, ассоциативный. Применение специальных приемов повышения производительности в методе арифметического кодирования позволяет упростить хранение данных, но ведет к снижению эффективности кодирования. Преимущества префиксного кодирования: простота и высокая производительность, а недостатки – невозможность создать код целой длины, что ведет к ухудшению эффективности. В методе ассоциативного кодирования код генерируется с учетом длины совпадения, но накладываются ограничения на объем обрабатываемой информации. Предлагаемый метод кодирования заключается в распознавании PZ-рядов согласно их частоте, фазе, длине и другим параметрам [3].

Для исполнения данного принципа можно использовать маркеры, работа которых базируется на простых логических операциях таких, как логическое сложение и умножение, сложение по модулю два. Маркеры дают возможность выполнять различные действия над сигналом: выделять фронт и срез, выделять границы сигнала, изменять длину сигнала. Для иллюстрации работы маркеров построим цифровой автомат, который будет выделять фронт и срез сигнала [1].

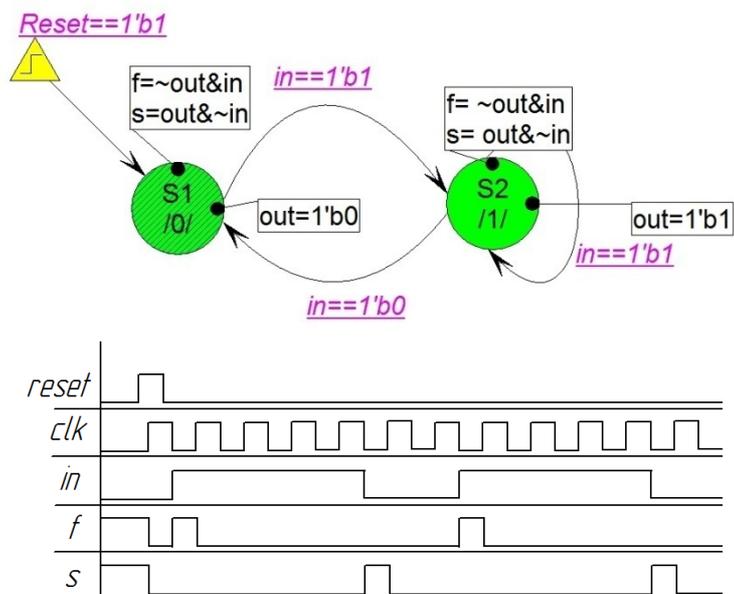


Рис. 1. Автомат модуля fsm и временные диаграммы

## 2. Построение регистра

На основе маркеров, описанных в виде цифрового автомата, можно реализовать систему кодирования, работающую по принципу регистрового автомата. На рис. 2 представлена его функциональная схема и временная диаграмма. Блок регистрации состояния выполнен на основе мультиплексора и регистра, представленного в виде D-триггера. При появлении входного

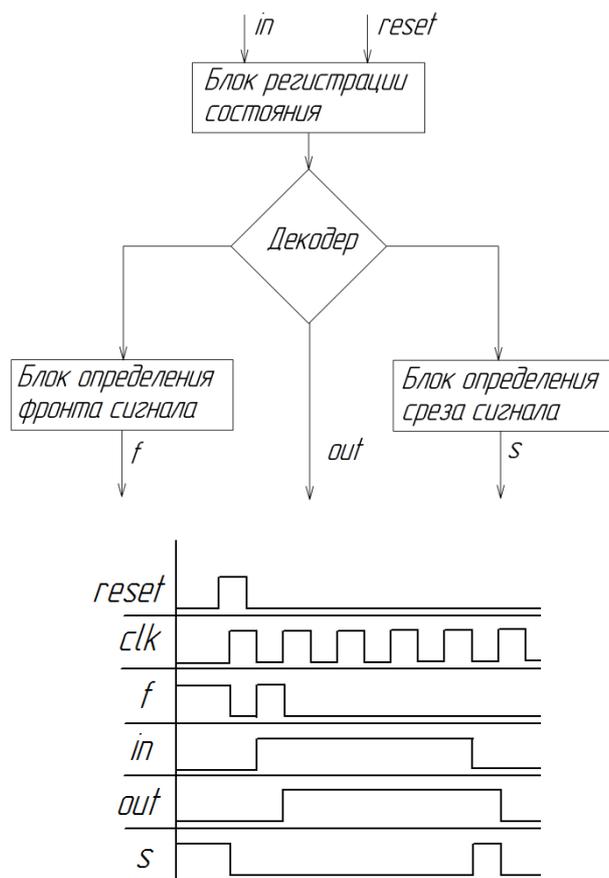


Рис. 2. Блок-схема и временная диаграмма регистра

сигнала при условии, что начальное состояние автомата нулевое, мультиплексор меняет свое состояние на противоположное и сохраняет его в регистре. Затем сигнал поступает на декодер, который фиксирует фронт или срез сигнала.

При поступлении высокого уровня сигнала запускается процесс регистрации сигнала в блоке определения фронта сигнала. Данный блок выполнен при помощи мультиплексора, на выходе которого расположен регистр. Данный элемент позволяет синхронизировать выходной сигнал с входным. При поступлении низкого уровня сигнала в блоке определения среза сигнала начинается процесс регистрации среза входного сигнала. Присутствие двух регистров образуют задержку на полтакта для всей схемы. Схема моделирования построенного регистра приведена на рис. 3.

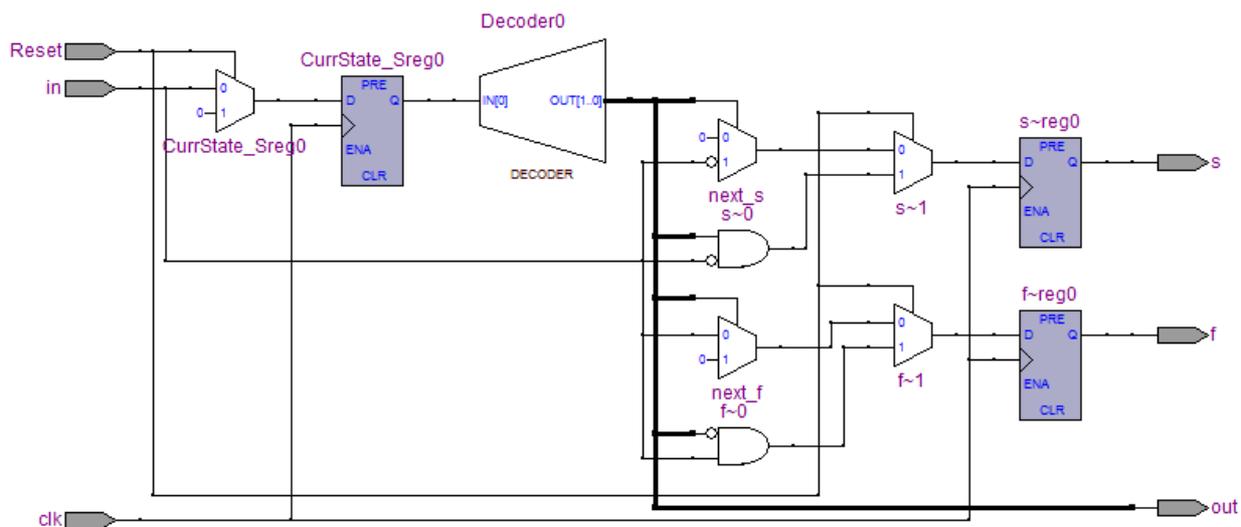


Рис. 3. Схема моделирования регистрового автомата

### 3. Построение кодера

Разработанный кодер состоит из нескольких блоков, представленных на рис. 4. Схема моделирования кодера приведена на рис. 5.

Блок регистрового автомата предназначен для выделения фронта и среза входного сигнала *in*.

Блок выделения позиции байтов состоит из сумматора и счетчика. Сумматор фиксирует номер такта, когда выделен фронт или срез сигнала. Счетчик выделяет позиции байтов входного сигнала. После него расположены два сумматора, которые позволяют выделить позиции байтов в момент фиксации значения счетчика, и передают в блоки памяти для выделения фронта/среза сигнала.

Блок распределения сигнала состоит из элемента *LessThan*, который определяет дальнейшее распределение сигнала. При появлении высокого уровня сигнала в декодер фронта поступает сигнал о выделении фронта, при низком уровне, в декодер среза сигнала – о выделении среза.

Блоки памяти для хранения фронта/среза сигнала выполнены из стандартных ячеек памяти, соединенных параллельно и представленных в виде одного блока. Для корректного моделирования регистрового автомата необходима двухуровневая память для записи счетных импульсов *f* и *s*. Данные о местоположении позиций фронта и среза приходят с блоков регистрового автомата и выделения позиций байтов.

Для записи количества позиций используется глубина буфера записи, которая определяется длительностью входного сигнала и частотой смены состояний. Обычно глубину буфера принимают равной 75 % от исходной длины, при 100 % глубине буфера (т. е. равной входному сигналу) гарантирована запись без потерь.

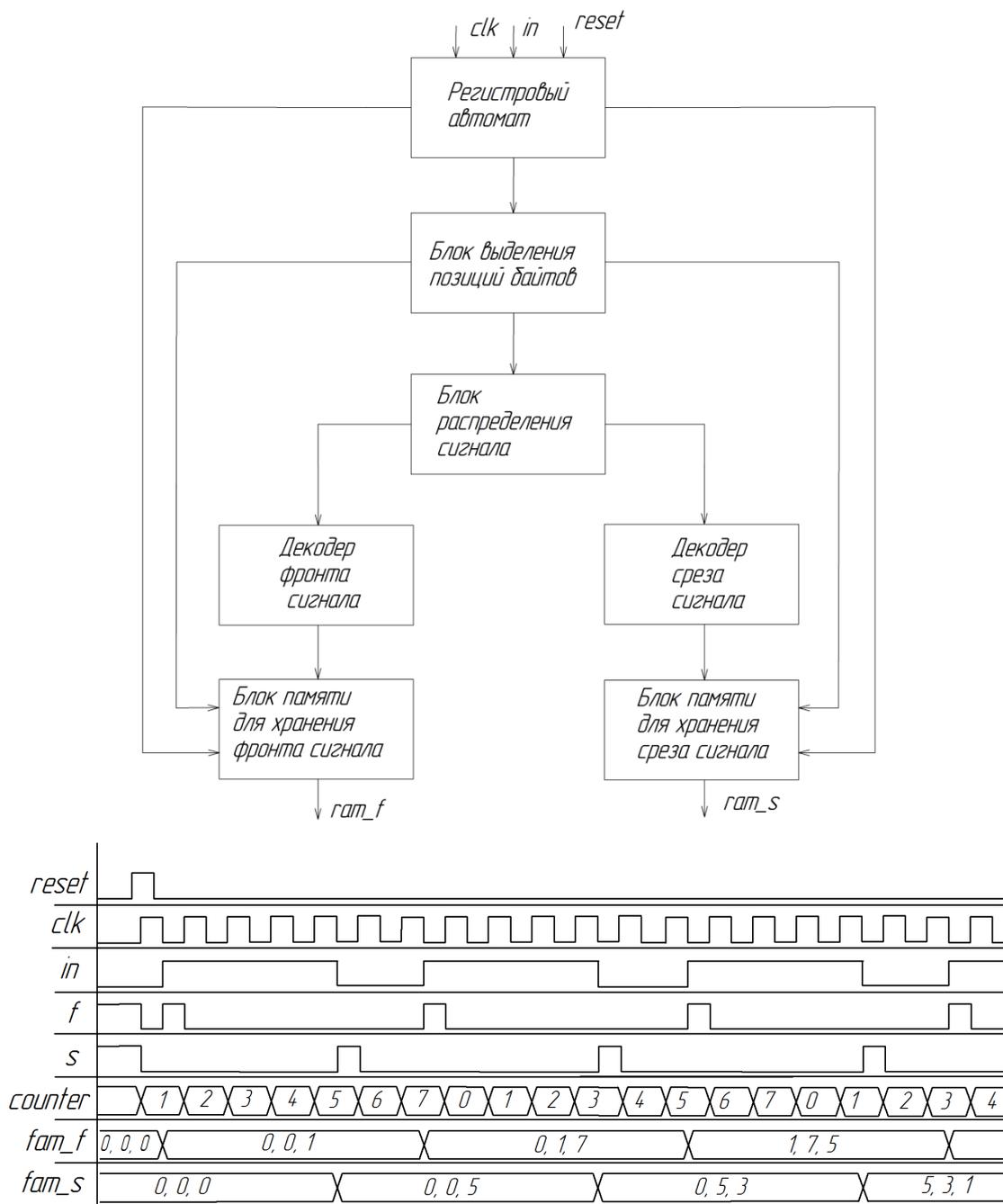


Рис. 4. Схема и временная диаграмма кодера

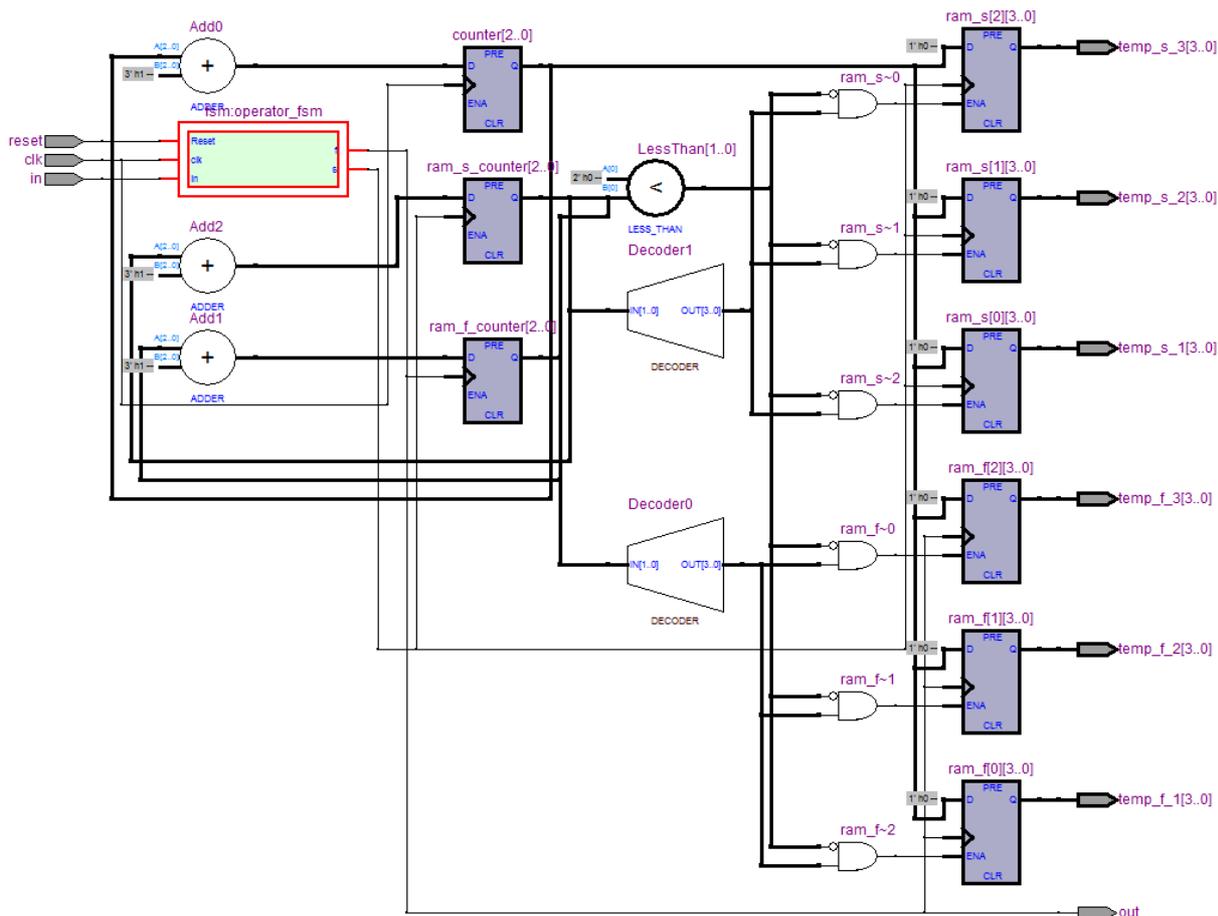


Рис. 5. Схема моделирования кодера

### Заключение

Применение такого кодера позволит оптимизировать обработку информации только по изменению входного сигнала.

Реализация кодера на ПЛИС позволит упростить процесс разработки систем управления и обработки информации.

### Литература

1. Крушинный, В.В. Синтез цифровых управляющих автоматов / В.В. Крушинный. – Снежинск: НИЯУ «МИФИ», 2010. – 136 с.
2. Шелухин, О.И. Сжатие аудио и видео информации: учеб. пособие / О.И. Шелухин, А.В. Гусев. – М.: МТУСИИ, 2012. – 87 с.
3. Sivkov, S.I. Method of Identification and Diagnostics of Pulsed System Using Discrete Signal Convolution / S.I. Sivkov, L.G. Novikov, D.M. Mikhaylov // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2014. – № 3. – P. 844–850.

**Романова Анастасия Александровна**, аспирант, кафедра автоматизированных информационных и вычислительных систем, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Снежинск; anastasiaromanova92@mail.ru.

**Сивков Степан Игоревич**, канд. техн. наук, доцент, кафедра технических систем контроля и управления, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Лесной; ssi-lesnoy@yandex.ru.

**Новиков Леонид Григорьевич**, канд. техн. наук, доцент, кафедра технических систем контроля и управления, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Лесной; lgnovik@mail.ru.

**Кревский Андрей Константинович**, аспирант, кафедры автоматизированных информационных и вычислительных систем, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Снежинск; sumvolika@bk.ru.

*Поступила в редакцию 15 сентября 2016 г.*

---

DOI: 10.14529/ctcr160418

## THE DESIGN OF THE CODER PZ-SIGNAL METHOD REGISTER-BASED AUTOMATON

**A.A. Romanova**<sup>1</sup>, anastasiaromanova92@mail.ru,

**S.I. Sivkov**<sup>2</sup>, ssi-lesnoy@yandex.ru,

**L.G. Novikov**<sup>2</sup>, lgnovik@mail.ru,

**A.K. Krevskiy**<sup>1</sup>, sumvolika@bk.ru

<sup>1</sup>National Research Nuclear University “MEPhI” (Moscow Engineering Physics Institute), Snezhinsk, Chelyabinsk region, Russian Federation,

<sup>2</sup>National Research Nuclear University “MEPhI” (Moscow Engineering Physics Institute), Lesnoy, Sverdlovsk region, Russian Federation

Recently, using different principles of coding for information transmission. They all have their advantages and disadvantages. Fast transmission of information allows to reduce considerably the run time of the conversion, the amount of memory, number of used logic elements. This paper shows a new principle of coding is based on the recognition of the PZ-series according to their frequency, phase, length. Based on the work of markers to perform operations on the signal, constructed a register-based automation. To illustrate the operation of the markers of the digital automation. In detail the design principle of the encoder using the method of register of the automation. The use of such a coder will optimize the processing of information only at the change of the input signal.

As the simulation package programs were used Active HDL, in which the received waveforms, and Quartus. The following is the block diagram of all devices and circuits modeling.

*Keywords: digital automaton, register automaton, coder, PZ-signal, Active HDL.*

### References

1. Krushnyy V.V. *Sintez tsifrovyykh upravlyayushchikh avtomatov* [Synthesis of Digital Control Automatic Machines]. Snezhinsk, National Redearch Nuclear University, 2010. 136 p.
2. Shelukhin O.I., Guzeev A.V. *Szhatie audio i video informatsii* [Compression of Audio and Video Information]. Moscow, 2012. 87 p.
3. Sivkov S.I., Novikov L.G., Mikhaylov D.M. Method of Identification and Diagnostics of Pulsed System Using Discrete Signal Convolution. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 2014, № 3, pp. 844–850.

*Received 15 September 2016*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Проектирование кодера PZ-сигналов методом регистрового автомата / А.А. Романова, С.И. Сивков, Л.Г. Новиков, А.К. Кревский // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2016. – Т. 16, № 4. – С. 149–154. DOI: 10.14529/ctcr160418

### FOR CITATION

Romanova A.A., Sivkov S.I., Novikov L.G., Krevskiy A.K. The Design of the Coder PZ-Signal Method Register-Based Automaton. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 149–154. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr160418