

# МОДЕЛЬ РЕЦИРКУЛЯЦИОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА ПЛАТФОРМЕ АНАЛОГОВО-ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ETS7000

## MODEL OF RECIRCULATION CONVERTER ON THE PLATFORM OF ANALOG-DIGITAL LABORATORY INSTALLATION ETS7000

**K. Kolesov  
E. Odinokova  
A. Ostapenko  
D. Smirnov  
L. Tuchkina  
D. Yashin**

*Summary.* In this paper, a method for implementing a physical model of a recirculation Converter based on the laboratory system ETS — 7000 is considered. The structure of different versions of the converters depends on the requirements for their accuracy, the bit depth of the counting circuits, the frequency and stability of the pulse generators, the resolution of the elements. The paper analyzes the hardware implementation of the recirculation Converter of time intervals in the code proposed by G. N. Abramov. This model allows in laboratory conditions to simulate processes of internal structure of the recirculation Converter, to investigate parameters of the device and features of functioning. The operation of the recirculating time — code Converter is based on the principle of regressing coincidences. In each recirculation, the pulse duration is reduced by an exemplary value of the duration, that is, the recirculation process is regressive. By counting the number of recirculations with the pulse counter from the moment of receipt of the converted time interval in the recirculator to the moment of failure of the recirculation process, it is possible to determine the duration of the converted time interval with discreteness. To implement the Converter, a standard set of logic elements is used: 7486—1 PC., 15511—2 PCs., 155LL1—1 PC., as well as five 155ag1 single vibrators for signal delays on the positive and negative fronts. As a single pulse generator, a standard single-vibrator circuit based on the 155ag1 chip is used.

The presented physical model of RP allows in laboratory conditions to model processes of its internal structure, to investigate parameters of the device and features of functioning. The use of modern electronic components makes it possible to study and investigate various structures of any type of converters.

*Keywords:* recirculation Converter, model, signal, pulse, breadboard, logic element.

**Колязов Константин Александрович**

К.т.н., БИТУ ФГБОУ ВО (филиал) «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»  
kaskad006@mail.ru

**Одиноква Елена Владимировна**

К.п.н., БИТУ ФГБОУ ВО (филиал) «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»  
eodinokova@mfmgtu.ru

**Остапенко Алина Евгеньевна**

Старший преподаватель, БИТУ ФГБОУ ВО (филиал) «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»  
hardlinka@mail.ru

**Смирнов Денис Юрьевич**

К.ф.-м.н., БИТУ ФГБОУ ВО (филиал) «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»  
dsmirnov@mfmgtu.ru

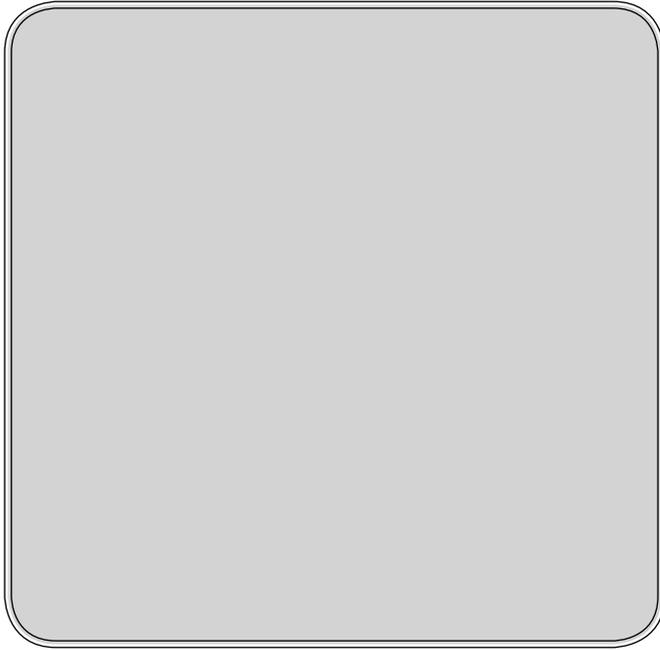
**Тучкина Лариса Константиновна**

К.п.н., БИТУ ФГБОУ ВО (филиал) «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»  
larisa-tuchkina@rambler.ru

**Яшин Денис Дмитриевич**

К.п.н., БИТУ ФГБОУ ВО (филиал) «Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет)»  
dyashin@mfmgtu.ru

*Аннотация.* В данной работе рассмотрен способ реализации физической модели рециркуляционного преобразователя на базе лабораторной системы ETS — 7000. Структура различных вариантов преобразователей зависит от требований к их точности, разрядности счетных схем, частоты и стабильности генераторов импульсов, разрешающей способности элементов. В работе анализируется аппаратная реализация рециркуляционного преобразователя временных интервалов в код предложенная Абрамовым Г. Н. Данная модель позволяет в лабораторных условиях моделировать процессы внутренней структуры рециркуляционного преобразователя, исследовать параметры устройства и особенности функционирования. Работа рециркуляционного преобразователя время — код основана на принципе регрессирующих совпадений. В каждой рециркуляции длительность им-



**В** большинстве задач преобразования кодовых сигналов различные электрические и неэлектрические величины предварительно преобразуются во временной интервал. Во всех случаях он может быть заключен между двумя короткими импульсами, сформированными в начале и конце временного интервала. При рассмотрении методов преобразования будем считать, что подобное формирование было проделано заранее.

Структура различных вариантов преобразователей зависит от требований к их точности, разрядности счетных схем, частоты и стабильности генераторов импульсов, разрешающей способности элементов.

Рассмотрим работу и аппаратную реализацию рециркуляционного преобразователя (РП) временных интервалов в код предложенный Абрамовым Г. Н., показанную в [1], так как он дает высокую точность измерения. Для уменьшения затрат на реализацию и наглядности работы РП в реальном времени смоделируем этот преобразователь с использованием лабораторной системы ETS — 7000.

Учебная система включает съемную макетную плату, блок постоянного напряжения, генератор функций, 2-символьный 7-сегментный светодиодный дисплей, 8 светодиодных индикаторов, два импульсных переключателя, динамик диаметром 2 ¼ дюйма мощностью 0,25 Вт (8 Ом). На передней панели имеется также универсальный соединитель уникальной конструкции для подключения проводов с разными штекерами. Эта эффективная в экономическом отношении система позволяет обходиться без дополнительного оборудова-

ния и является идеальным средством для обучения для студентов высших учебных заведений, колледжей, и т.п. Работа РП время — код (см. рисунок 1, б) основана на принципе регрессирующих совпадений. Первоначальная длительность импульса, равная преобразуемому временному интервалу, подвергается рециркуляции во временном рециркуляторе, который состоит из элемента ИЛИ, линии задержки ЛЗ1 с временем задержки  $t_1$ , элемента И, линии задержки ЛЗ2 с временем задержки  $t_2$  [1].

Представленная физическая модель РП позволяет в лабораторных условиях моделировать процессы его внутренней структуры, исследовать параметры устройства и особенности функционирования. Применение современных электронных компонентов дает возможность изучать и исследовать различные структуры любого типа преобразователей.

*Ключевые слова:* рециркуляционный преобразователь, модель, сигнал, импульс, макетная плата, логический элемент.

пульса уменьшается на образцовое значение длительности, то есть процесс рециркуляции носит регрессирующий характер. Осуществляя счетчиком импульсов подсчет числа рециркуляций с момента поступления преобразуемого временного интервала в рециркулятор до момента срыва процесса рециркуляции, можно с дискретностью  $t$  определять длительность преобразуемого временного интервала. Для реализации преобразователя используется стандартный набор логических элементов: 7486—1 шт., 155 ЛИ1—2 шт., 155ЛЛ1—1 шт., а также пять одновибраторов 155АГ1 для задержек сигналов по положительному и отрицательному фронту. В качестве генератора единичного импульса используется стандартная схема одновибратора на базе микросхемы 155АГ1.

В каждой рециркуляции длительность импульса уменьшается на образцовое значение длительности  $t$ , т.е. процесс рециркуляции носит регрессирующий характер. Осуществляя счетчиком импульсов ( $S_ч$ ) подсчет числа рециркуляций с момента поступления преобразуемого временного интервала в рециркулятор до момента срыва процесса рециркуляции, можно с дискретностью  $t$  определять длительность преобразуемого временного интервала.

Для обеспечения заданного временного диапазона преобразования необходимо выполнение условия:

$$t_3 \geq t_{X \max} t_2,$$

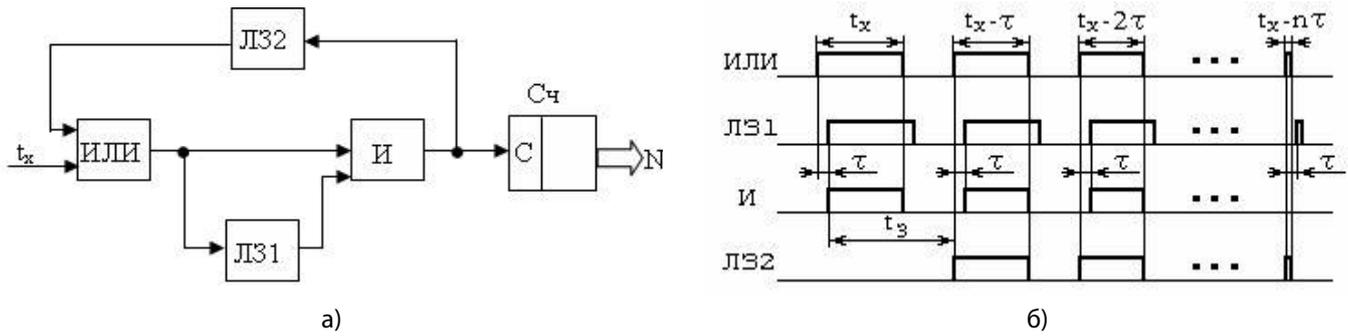


Рис. 1. Рециркуляционный преобразователь:  
а — структурная схема РП; б — временная диаграмма

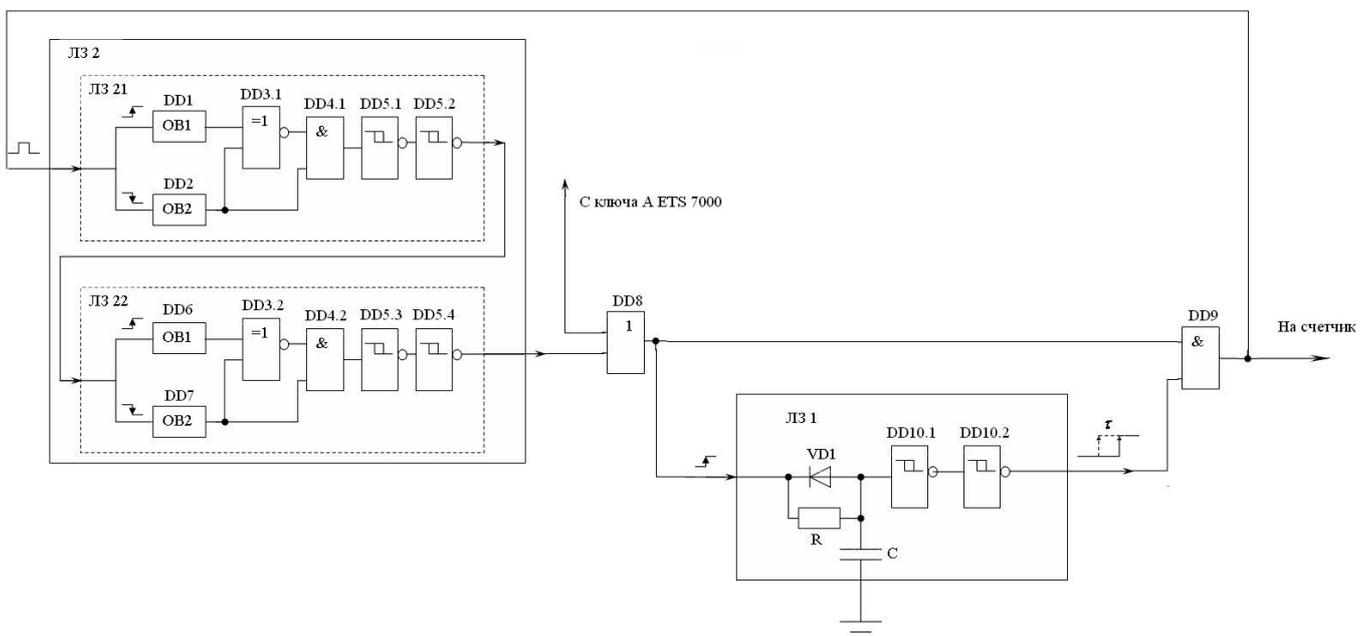


Рис. 2. Принципиальная схема РП

где  $t_{xmax}$  — наибольшее значение длительности преобразуемого временного интервала.

Преобразуемый интервал времени:

$$t_x = N \cdot \tau + \Delta_{\hat{a}}$$

Время преобразования определяется по формуле:

$$t_x = N \cdot (t_{\text{или}} + \tau_{\text{и}}) > N \cdot t_x,$$

где  $t_{\text{или}}$  и  $\tau_{\text{и}}$  — время задержки соответственно логических элементов ИЛИ и И.

При запуске схемы с помощью нажатия кнопки переключателя подаем команду для запуска генератора единичного импульса. Генератор единичного импуль-

са состоит из одновибратора, выдающий один импульс с определенным временным интервалом  $t_x$ . Далее этот импульс поступает на вход преобразователя.

Так как процесс рециркуляции носит регрессирующий характер, то, подсчитав количество импульсов на выходе имитационной модели РП можно определить длительность временного интервала.

Принципиальная схема линии задержки ЛЗ 1 построена на RC цепочке и триггера Шмита, что позволяет получить задержку импульса во времени на образцовое значение длительности  $\tau$ .

Конденсатор С заряжается по положительному фронту входного напряжения. Разряд конденсатора происходит через диод VD на внутреннее сопротивление

логического элемента ИЛИ при нулевом напряжении выходного напряжения.

Для обеспечения большой временной задержки  $t_3$  в ЛЗ 2 воспользуемся принципиальной схемой представленной на рисунке 2.

Для реализации преобразователя используется стандартный набор логических элементов: 7486–1 шт., 155 ЛИ1–2 шт., 155ЛЛ1–1 шт., а также пять одновибраторов 155АГ1 для задержек сигналов по положительному и отрицательному фронту.

В качестве генератора единичного импульса используется стандартная схема одновибратора на базе микросхемы 155АГ1. Для проверки сигналов используется цифровой осциллограф С — 178/1 и мультиметр.

Представленная физическая модель РП позволяет в лабораторных условиях моделировать процессы его внутренней структуры, исследовать параметры устройства и особенности функционирования. Применение современных электронных компонентов дает возможность изучать и исследовать различные структуры любого типа преобразователей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов Г. Н., Абрамов Ю. Г. Рециркуляционные преобразователи время-код прогрессирующего типа. // Радиоэлектронная техника. 2009. № 1 (2). С. 29–36.
2. Абрамов Ю. Г., Абрамов Г. Н. Повышение точности преобразования рециркуляционных преобразователей время-код с интерполяторами хронотронного типа. // Радиоэлектронная техника. 2011. № 1 (4). С. 115–120.
3. Бобровников Г. Н., Катков А. Г. Методы измерения уровня. -М., машиностроение, 1977.-168с.
4. Информационные технологии систем управления технологическими процессами. Учеб. для вузов/ М. М. Благовещенская, Л. А. Злобин.-М.: Высш. Шк., 2005.-768с.
5. Колязов К. А., Одинокова Е. В., Остапенко А. Е., Смирнов Д. Ю., Тучкина Л. К., Яшин Д. Д. Моделирование однослойных нейронных сетей. // Colloquium-journal. 2019. № 17–1 (41). С. 44–46.
6. Аглиуллин Р. М., Одинокова Е. В., Смирнов Д. Ю., Тучкина Л. К., Яшин Д. Д. Моделирование однослойного персептрона в MS Excel. // Стратегии и тренды развития науки в современных условиях. 2018. Т. 2. № 1 (4). С. 58–61.
7. Сиротин П. А., Шиянова Н. И., Колязов К. А. Применение каскадного регулятора для повышения энергоэффективности производства. Наука. Технология. Производство — 2016: Современные методы и средства диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования, средств и систем автоматизации материалы Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Салавате. УГНТУ, филиал в г. Салавате. 2016. С. 251–253.
8. Колязов К. А., Шиянова Н. И., Сиротин П. А. Энергосберегающая система управления на основе нечеткого алгоритма. // Известия Международной академии аграрного образования. 2015. № 23. С. 100–103.
9. Колязов К. А., Воробьева А. В., Шиянова Н. И. Синтез модели объекта управления с использованием нечеткой логики. // Автоматизация в промышленности. 2007. № 7. С. 55–57.
10. Шиянова Н. И., Колязов К. А., Сиротин П. А. Разработка математической модели управления сушильными установками распылительного типа. // Известия Международной академии аграрного образования. 2015. № 23. С. 163–166.

© Колязов Константин Александрович ( kaskad006@mail.ru ), Одинокова Елена Владимировна ( eodinokova@mfmngutu.ru ),

Остапенко Алина Евгеньевна ( hardlinka@mail.ru ), Смирнов Денис Юрьевич ( dsmirnov@mfmngutu.ru ),

Тучкина Лариса Константиновна ( larisa-tuchkina@rambler.ru ), Яшин Денис Дмитриевич ( dyashin@mfmngutu.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»