

УДК 004.4

## ПРОГРАММА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОЦИФРАТОРАМИ CAEN XX42 ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРА «КОМЕТА»

Жукова Алёна Олеговна<sup>1</sup>, Стрекаловский Олег Викторович<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Инженер;

Объединенный институт ядерных исследований;

Россия, 141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д.13;

e-mail: lenka1683@yandex.ru.

<sup>2</sup>Кандидат технических наук, доцент;

Государственный университет «Дубна»;

Россия, 141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19;

e-mail: stroleg1@yandex.ru.

*В публикации рассматривается программа, предназначенная для управления многоканальными цифровыми регистраторами с частотой дискретизации 5 ГГц. Программа позволяет настраивать внутренние регистры в соответствии с требуемыми режимами работы и записывать накопленные данные в формате TDMS. При разработке использовалась среда NI LabVIEW 2020. Было проведено сравнение максимальной скорости набора для разных способов подключения - стандарт USB-2 по оптоволоконному кабелю в стандарте Sonet2. Это программное обеспечение успешно используется в ЛЯР ОИЯИ.*

Ключевые слова: спектрометр, управляющая программа, скоростной цифровой преобразователь.

### Для цитирования:

Жукова А. О., Стрекаловский О. В. Программа для управления оцифраторами CAEN XX42 для спектрометра «Комета» // Системный анализ в науке и образовании: сетевое научное издание. 2023. № 2. С. 56-61. EDN: HBSDRO. URL : <https://sanse.ru/index.php/sanse/article/view/579>.

## SOFTWARE TO CONTROL DIGITIZERS CAEN XX42 FOR THE "COMET" SPECTROMETER

Zhukova Alena O.<sup>1</sup>, Strekalovsky Oleg V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Engineer;

Joint Institute for Nuclear Research;

13 Joliot-Curie Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;

e-mail: lenka1683@yandex.ru.

<sup>2</sup>PhD in Engineering sciences, associate professor;

Dubna State University;

19 Universitetskaya Str., Dubna, Moscow region, 141980, Russia;

e-mail: stroleg1@yandex.ru.

*The article describes a program designed to control multi-channel digital recorders with a sampling frequency of 5 GHz. The program allows you to configure the internal registers in accordance with the required modes of operation and record the accumulated data in the TDMS format. During development, the NI LabVIEW 2020 environment was used. A comparison was made of the maximum dialing speed for different connection methods - the USB-2 standard over a fiber optic cable in the Sonet2 standard. This software is successfully used in FLNR JINR.*

Keywords: spectrometer, control program, fast digitizer.

**For citation:**

Zhukova A. O., Strelakovsky O. V. Software to control digitizers CAEN XX42 for the "Comet" spectrometer. *System analysis in science and education*, 2023;(2):56-61 (in Russ). EDN: HBSDRO. Available from: <https://sanse.ru/index.php/sanse/article/view/579>.

**Введение**

Для исследования механизмов спонтанного и индуцированного деления тяжелых ядер [1,2], проводимых в нашей группе на время-пролетных спектрометрах [3] в лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова, оцифраторы фирмы CAEN являются основным регистрирующим устройством.

При работе оцифратора типа XX42[4] (*DG5742* и *VX1742*) для каждого канала регистрации входной аналоговый сигнал подается на вход аналогового буфера, состоящий из 1024 емкостных ячеек. Каждая емкость циклически подключается к входу на 200 пс, что соответствует частоте оцифровки 5 ГГц и обеспечивает временной диапазон  $1024 \times 0,2 = 200$  нс. Такая скорость позволяет при оцифровке аналогового сигнала с фронтом 1 нс получить пять точек, что обеспечивает хорошую временную привязку и точный анализ формы импульса. Этот механизм реализован в микросхеме типа *DRS4*[5]. Когда появляется триггерный сигнал, состояние аналогового буфера «замораживается» (вход временно отключается) и происходит оцифровка каждой аналоговой ячейки с помощью 12-разрядного АЦП (*AD9510* 33МГц) в цифровой буфер. Во время процесса преобразования данных из аналоговой в буферную память блок не может обрабатывать другие входные триггерные сигналы в течение 181 мкс.

**Программа для управления скоростными многоканальными регистраторами**

Для настройки режимов работы регистраторов и записи накопленных данных была разработана программа, которая позволяет, изменяя значения внутренних регистров прибора, задать способ подключения к компьютеру, частоту оцифровки (5 ГГц, 2.5 ГГц, 1 ГГц), уровни смещения для регистрируемых сигналов, пороговый уровень для триггеров запуска и область отображения относительно триггера запуска.

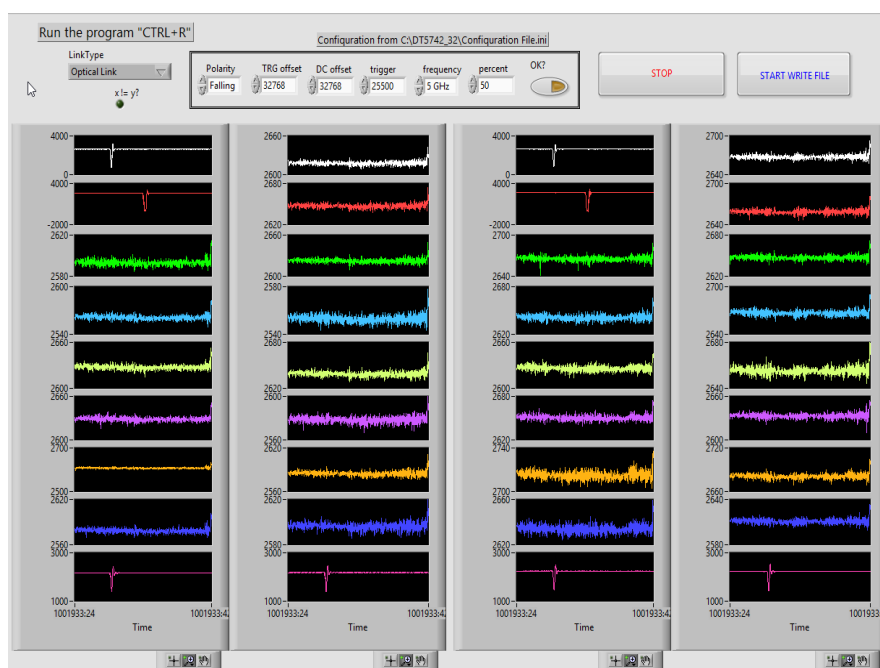


Рис. 1. Панель оператора программы настройки параметров регистрации

Программа позволяет просматривать форму подключенных к входам прибора сигналов при разных настраиваемых параметрах, и, в случае удовлетворительного результата, записать эти параметры в конфигурационный файл. Информация из этого файла используется в программе сбора данных.

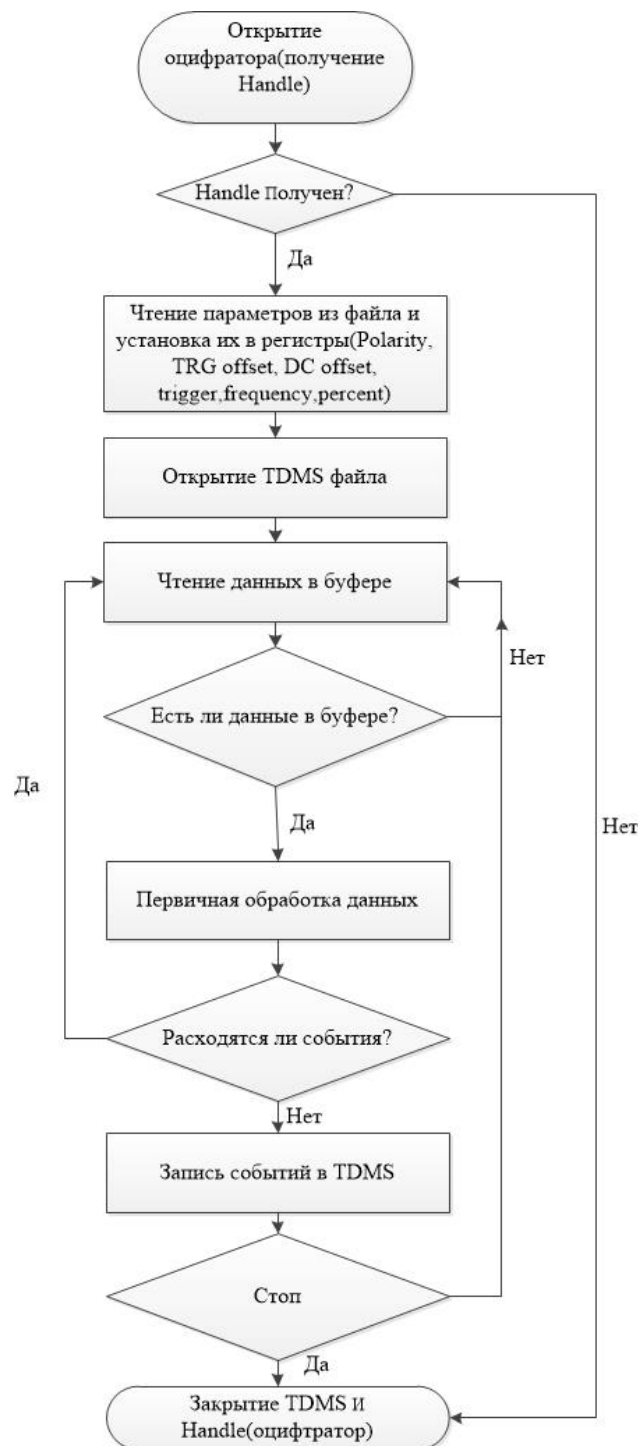


Рис. 2. Блок-схема программы сбора данных с оцифраторов типа DT5742 и V1742

Блок-схема основной программы сбора данных приведена на рис. 2. После записи уже предварительно настроенных параметров из конфигурационного файла происходит занесение соответствующих уставок в регистры устройства. Для хранения оцифрованной информации применяется формат *TDMS*, предложенный фирмой *NI* и ставший фактически международным стандартом для систем сбора данных. Под одним событием для многодетекторного спектрометра заряженных частиц «Комета» понимается вся информация

со всех детекторов, связанная с одним вырабатываемым специальной электроникой триггером запуска. После открытия файла *TDMS* для записи оцифраторы ожидают триггерный сигнал, после прихода которого оцифровывают все каналы в буфер и после предварительной обработки добавляют их в конец файла. Требуемое число событий, накапливаемое в файле, задается оператором. Когда заданное значение достигнуто, файл закрывается и открывается для записи новый файл, и добавлением + 1 к имени файла.

При одновременной работе с несколькими оцифраторами, когда один одновременно поступающий триггерный сигнал запускает процесс регистрации нескольких блоков, при высокой загрузке на входе возникает рассогласование, при котором данные в одном из регистраторов не успевают считываться. Поскольку это приводит к ошибочной трактовке данных внутри одного события, подобная информация отбраковывается и буфер обнуляется. Вопросы одновременности измерений при работе с несколькими регистраторами была посвящена ранее опубликованная статья [6].

Для того, чтобы скорректировать конструктивные особенности входной части аналоговой памяти интегральной схемы *DRS4*, отвечающей за работу 9 измерительных каналов, требуется амплитудная и временная коррекция. Эта операция выполняется до записи данных в *TDMS* файл, что так же требует временных затрат, но гарантирует отсутствие путаницы при дальнейшей обработке.

Панель оператора программы приведена на рис.3. Программа реализована в среде *LabVIEW 2020* и использует специализированные библиотеки фирмы *CAEN CAENCom Library* и *CAENDigitizer Library*.

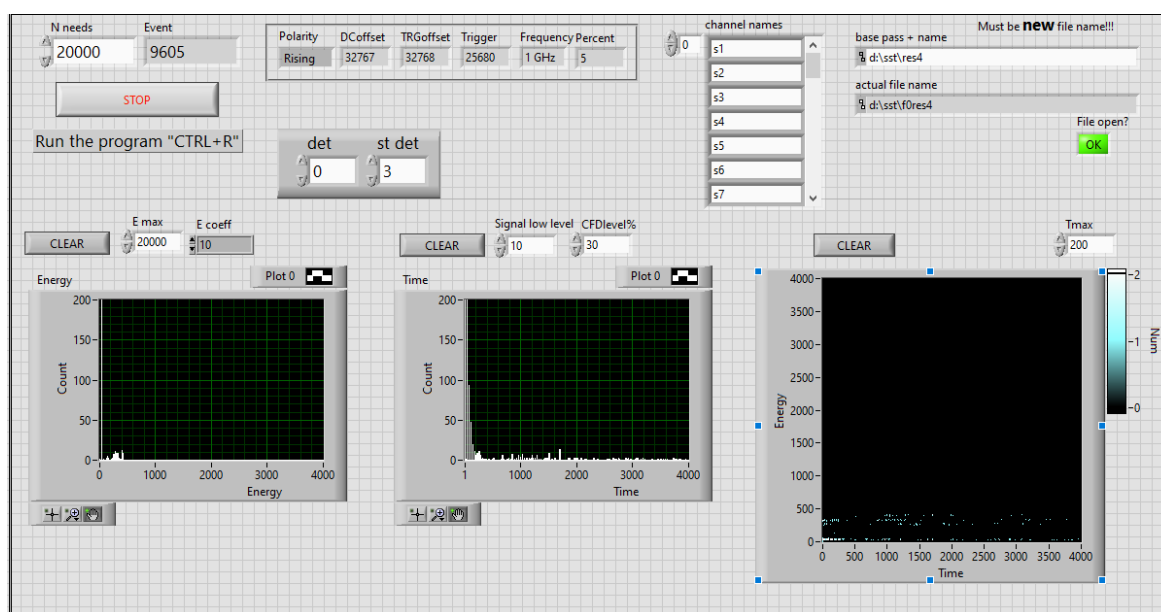


Рис. 3. Панель оператора программы сбора данных

Для подключения блоков к персональному компьютеру применяется *USB (30МБ/с)* или система на базе волоконно-оптического кабеля *SONET2 (80МБ/с)* с контроллером *A3118* [4].

Для определения скорости работы программы запускался набор на 60 секунд, причем триггерный сигнал формировался с помощью генератора. Частота генератора изменялась, и фиксировалось число записанных в файл событий (1Гц означает одно зарегистрированное всеми детекторами спектрометра событие).

Можно оценить расчетное время для регистрации одного события. Оно включает в себя время преобразования входных сигналов в буферную память (181 мкс), время на выполнение алгоритма коррекции, время на передачу данных одного события (128 бит заголовков и 6528

бит данных), время записи на диск. Результат приведен на рис.4. При частоте 140 Гц для регистраторов с *USB*-интерфейсом начинаются пропуски событий. На частоте 200 Гц просчитывается примерно 28,2% событий при интерфейсе *USB*, и 8,3% при работе по волоконно-оптическому кабелю.

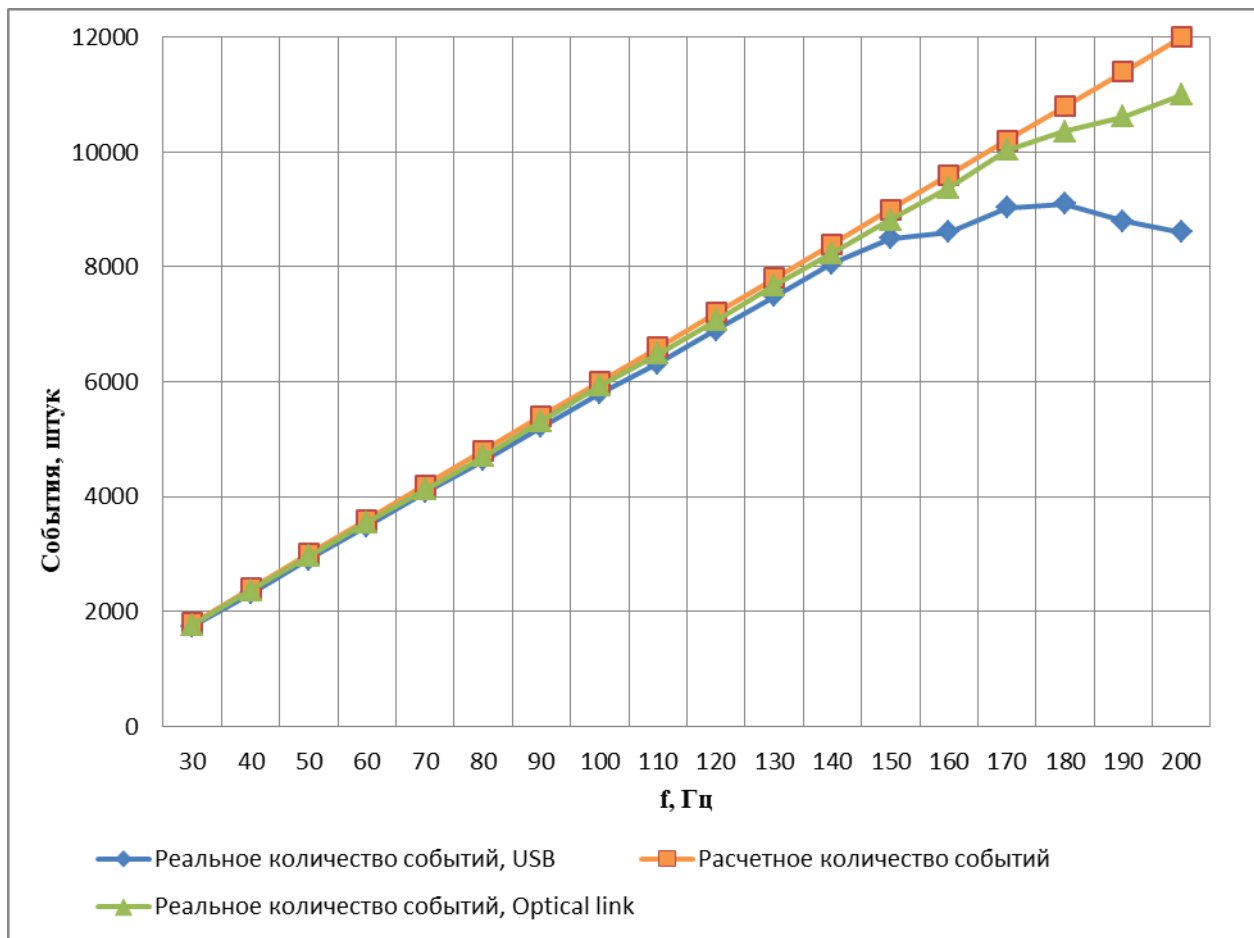


Рис. 4. Зависимость записанных в файл событий при изменении частоты запусков от генератора для оцифратора DT5742

## Заключение

Многоканальные скоростные (работающие со скоростями оцифровки 5 ГГц) цифровые преобразователи находят все более широкое применение в ядерно-физическом эксперименте. Разработанная для промышленных оцифраторов фирмы CAEN DT5742 и V1742 программа позволяет выполнять настройку параметров, просматривать форму сигналов на всех каналах, проводить коррекцию и записывать накопленные данные в виде файлов TDMS. В настоящее время данная программа успешно применяется в экспериментах по изучению деления в ЛЯР ОИЯИ.

Работа была доложена на Второй Всероссийской научно-практической конференции «Задачи и методы нейтронных исследований конденсированных сред» в ноябре 2022 года в городе Дубна Московской области.

## Список источников

1. Fission fragments binary brake-up at crossing of the solid-state foils / A. O. Strekalovsky [et al.] // Fundamental Interactions & Neutrons, Nuclear Structure, Ultracold Neutrons, Related

Topics: Proceedings of the 27th International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei (Dubna, Russia, 10-14 June 2019). Dubna: JUNR, 2020. Pp. 253-258.

2. Manifestations of pear-shaped clusters in collinear cluster tri-partition Cf 252 / Yu. V. Pyatkov [et al.] // Eurasian Journal of Physics and Functional Materials. 2020. V.4. No. 1. Pp. 13-18. DOI:10.29317/ejpfm.2020040102.
3. Electronics of the fission fragments spectrometer COMETA-F / O. V. Strekalovsky Yu. V. Pyatkov, D. V. Kamanin, A. O. Strekalovsky // NEC2019 27th Symposium on Nuclear Electronics and Computing : Proceedings of the 27th Symposium on Nuclear Electronics and Computing (Montenegro, Budva, September 30 - October 4, 2019). 2019. Vol. 2507. Pp. 376-380.
4. CAEN – Tools for Discovery. CAEN S.p.A, 2023. URL: <https://www.caen.it>.
5. Ritt S. Development of high speed waveform sampling ASICs. URL: <https://www.psi.ch/sites/default/files/import/drs/DocumentationEN/nsni10.pdf>.
6. Жукова А. О., Стрекаловский О. В. Особенности управления несколькими оцифраторами DG5742 // Системный анализ в науке и образовании. 2018. № 2. С. 13-17. EDN: RDYAQQ.