



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по науке ТПУ

*М.С. Юсубов* М.С. Юсубов

«01» 10 2020 г.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет"

Диссертация «Устройство контроля технических объектов с минимизацией объема сохраняемых данных» выполнена в Инженерной школе неразрушающего контроля и безопасности Томского политехнического университета.

В период подготовки диссертации соискатель Асадчий Артём Владимирович работал инженером в акционерном обществе «Научно-производственный центр «Полус».

В 2013 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» по направлению «радиотехника».

Диплом об окончании аспирантуры выдан в 2019 г. Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Научный руководитель – Солдатов А.И., доктор технических наук, профессор, Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

В диссертации обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулирована цель работы, задачи исследования, положения, выносимые на защиту, обоснована научная новизна полученных решений,

показана теоретическая значимость и практическая ценность работы, отмечен личный вклад автора.

**В первой главе** приведены сведения об основных типах информационно-измерительных систем, показаны структурные схемы и принципы работы устройств. Проведен обзор устройств контроля. Представлены имеющиеся на сегодняшний день способы минимизации объема сохраняемых данных при контроле электрических параметров технических объектов.

**Во второй главе** представлена математическая модель контролируемого сигнала, которая позволяет проводить анализ с применением теории рядов Фурье и восстанавливать сигнал с различной точностью. Продемонстрирована оценка затрачиваемого объема памяти при непрерывном контроле параметров. Разработан способ контроля и имитационная модель устройства с минимизацией объема сохраняемых данных. Проведена оценка затрачиваемого объема памяти при контроле с использованием разработанного способа. Проведено сравнение результатов при непрерывном контроле параметров и с помощью предложенного способа.

**В третьей главе** проведено экспериментальное исследование теоретических положений описанных во второй главе. Проанализированы результаты экспериментальных исследований при различных параметрах устройства контроля. Показана взаимосвязь погрешности восстановления контролируемого параметра и объема сохраняемых данных. Приведено описание и характеристики устройства контроля технических объектов с минимизацией объема сохраняемых данных.

Личное участие аспиранта в полученных результатах

Диссертация является обобщением работы автора в период с 2013 по 2020 год, в области элементов и устройств вычислительной техники и систем управления. Представленные результаты получены лично автором или при его непосредственном участии.

Степень достоверности в полученных результатах подтверждается корректным использованием математического аппарата, компьютерного моделирования и хорошей сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Предложенные технические решения успешно используются, что подтверждается актами внедрения.

Научная новизна

– предложен способ минимизации информации, основанный на вычислении производной контролируемого параметра, которая служит информативным параметром для определения частоты дискретизации, предложена структурная схема блока сжатия и устройства контроля (Патенты РФ № 2687302).



– разработана имитационная модель устройства контроля, которая позволяет проводить анализ работы устройств, определять требуемую частоту работу генератора, управляемого напряжением, а также определять постоянную времени дифференцируя для восстановления контролируемого сигнала с заданной точностью с минимизацией объема сохраняемых данных.

– разработана структура устройства контроля технических объектов позволяющего существенно уменьшить объем сохраняемых данных при подборе оптимальных параметров (Патент РФ № 2682802, № 2689323).

Практическая значимость

– применение устройства контроля с минимизацией объема сохраняемых данных позволяет проводить контроль большого количества числа параметров с минимальным износом элементов памяти.

– применение способа сжатия, основанного на вычислении производной от контролируемого параметра, позволяет увеличить скорость обработки информации.

– для контроля большого количества параметров с использованием вычисления производной можно обойтись без применения сложных алгоритмов сжатия, при этом вся обработка сигнала происходит в режиме реального времени.

Полнота изложения материалов работы в публикациях автора

Основные результаты его диссертационных исследований опубликованы в 15 научных работах, из них работ опубликованных в рецензируемых журналах (из перечня ВАК) – 3, индексируемых в базах Scopus и Web of science – 2, получено – 3 патента на изобретения, в материалах конференций опубликовано – 7 работ.

После выступления докладчику были заданы следующие вопросы и высказаны замечания:

**Баранов П.Ф.** Как достигается нормирование контролируемого электрического сигнала в устройстве? Какие узлы для этого используются?

**Солдатов А.И.** Почему в докладе не представлены авторы подобных работ, а именно по вопросам минимизации объема сохраняемых данных?

**Солдатов А.А.** Чем определяются выбранные диапазоны работы генератора, управляемого напряжением в устройстве контроля?

**Сорокин П.В.** Какие имеются ограничения по контролю электрических параметров (размах сигнала, длительность переходного процесса)? Какой формат обработки данных у блока микроконтроллера?

**Силушкин С.В.** Из доклада четко не ясна зависимость объема сохраняемых от диапазонов частот генератора, управляемого напряжением. Необходимо отобразить это графически.

**Торгаев С.Н.** Почему в устройство применяется АЦП разрядностью 16 бит, а не 8 или 24 бита?



**Огородников Д.Н.** От каких параметров устройства контроля зависит погрешность восстановления сигнала? И почему полученная погрешность 3,1 % является оптимальной?

На все вопросы Асадчий А. В. дал исчерпывающие ответы.

**Евтушенко Г.С.** выступил с положительной оценкой работы. Диссертационная работа представляет собой законченное исследование и имеет практическую ценность, содержит новые научные и практические результаты. Результаты исследования могут быть представлены к защите в Совет по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

**Баранов П.Ф.** Работа выполнена на высоком научном уровне. Имеется перспективы дальнейшего исследования. Доклад необходимо откорректировать и доработать презентацию.

**Силушкин С.В.** Для наглядности необходимо представить в работе графики зависимости погрешности восстановления сигнала и объема сохраняемых данных от диапазонов частот генератора, управляемого напряжением.

**Солдатов А.И.,** научный руководитель. Диссертантом выполнена большая и интересная работа, он проявил трудолюбие, ответственность и самостоятельность в постановке и выполнении инженерного эксперимента. Асадчий А.В. способен обсуждать научные результаты на высоком уровне, обладает собственной точкой зрения. Работа может быть представлена на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертационная работа Асадчего Артёма Владимировича «Устройство контроля технических объектов с минимизацией объема сохраняемых данных» является законченным научным исследованием на актуальную тему.

Работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Материалы диссертации полностью опубликованы в статьях рецензируемых журналов, докладывались на семинарах и на Международных научно-технических конференциях.

Представленные научные результаты соответствуют паспорту специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»:

– техническое исследование в области первичных и вторичных преобразователей информации; аналоговых, импульсных, цифровых элементов и устройств;



– разработка научных основ создания и исследования общих свойств и принципов функционирования элементов, схем и устройств вычислительной техники и систем управления.

Диссертация Асадчего Артёма Владимировича «Устройство контроля технических объектов с минимизацией объема сохраняемых данных» рекомендуется к рассмотрению в диссертационном Совете Д 212.268.03 по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» при Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники.

Заключение принято на научном семинаре отделения электронной инженерии инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Присутствовало на заседании 41 чел. Результаты голосования: «за» - 41 чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет, протокол № 38 от 09.09.2020.

Председатель научного семинара,  
и.о.зав. кафедрой – руководитель  
отделения электронной инженерии  
инженерной школы неразрушающего  
контроля и безопасности ТПУ  
к. т. н., доцент

  
Баранов П. Ф.

Секретарь научного семинара  
доцент отделения электронной инженерии  
инженерной школы неразрушающего  
контроля и безопасности ТПУ к. т. н., доцент

  
Иванова В. С.

Учёный секретарь  
Национального исследовательского  
Томского политехнического университета

  
Ананьева О.А.

Государственная корпорация по космической деятельности  
«РОСКОСМОС»

Акционерное общество



**«Научно-производственный центр «Полюс»**  
(АО «НПЦ «Полюс»)

Кирова пр., 56 «в», г. Томск, Российская Федерация, 634050  
тел: (382-2) 55-46-94, факс: (382-2) 55-77-66.  
E-mail: info@polus-tomsk.ru, http://POLUS.TOMSKNET.RU  
ОГРН 1077017004063, ИНН 7017171342



**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель генерального директора

по научной работе,

главный конструктор, к.т.н.



И.В. Балюс

2021 г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

акционерного общества «Научно-производственный центр «Полюс»  
(АО «НПЦ «Полюс»)

Диссертация «Устройство контроля технических объектов с минимизацией объема сохраняемых данных» выполнена в отделении электронной инженерии (ОЭИ) инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности (ИШНКБ) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (НИ ТПУ) и в акционерном обществе «Научно-производственный центр «Полюс».

В период подготовки диссертации соискатель Асадчий Артём Владимирович обучался в очной аспирантуре ОЭИ ИШНКБ ФГАОУ ВО НИ ТПУ и работал в акционерном обществе «Научно-производственный центр «Полюс» в должности инженера-конструктора 1 категории после окончания в 2013 г. Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР) по направлению «Радиотехника».



В 2019 г. окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления. Диплом об окончании аспирантуры №А-1-226 выдан 01 июля 2019 г. ФГАОУ ВО НИ ТПУ.

Научный руководитель – Солдатов Алексей Иванович, д.т.н., профессор ОЭИ ИШНКБ ФГАОУ ВО НИ ТПУ.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

### **Оценка выполненной соискателем работы**

Диссертационная работа Асадчего А.В. посвящена разработке устройства контроля технических объектов, позволяющего минимизировать объем сохраняемых данных. Предлагаемое автором устройство и способ сжатия позволяют минимизировать цифровые ресурсы, а также имеют простой алгоритм работы при контроле большого количества электрических параметров.

### **Личное участие соискателя**

Автором проведен анализ научно-технической литературы по тематике диссертации, получена математическая модель контролируемого сигнала, которая позволяет проводить анализ с применением теории рядов Фурье и восстанавливать сигнал с заданной точностью. Проведена оценка затрачиваемого объема памяти при непрерывном контроле параметров и с использованием вычисления производной. Представлен сравнительный анализ результатов.

Разработана имитационная модель устройства контроля, позволяющая определить степень уменьшения объема данных, величину их искажений при восстановлении, в зависимости от постоянной времени дифференцирования, диапазона рабочих частот генератора, управляемого напряжением, свободной частоты, а также оценку необходимых параметров и соотношений частот генератора управляемого напряжением и верхней граничной частоты спектра сигнала.

Автором предложен способ и устройство контроля технических объектов позволяющее минимизировать объем сохраняемых данных, также были исследованы его характеристики в процессе эксперимента. Предложены рекомендации по проектированию таких устройств.

---

В работах, опубликованных в соавторстве, автору диссертации принадлежат: постановка научной задачи, разработка основных теоретических положений и способов их реализации, оценка результатов экспериментальных исследований.

**Актуальность работы** заключается в разработке устройства контроля технических объектов, позволяющего минимизировать объем сохраняемых данных. Предлагаемое автором устройство позволяет увеличить ресурс памяти при длительном контроле большого числа параметров.

**Обоснованность и достоверность** основных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждается корректным использованием математического аппарата, применением современных программных продуктов, методами компьютерного моделирования и хорошей сходимостью результатов, полученных в ходе теоретических и экспериментальных исследований, а также обсуждением проблем по теме диссертации на различных мероприятиях. Сформулированные научные положения, выводы и рекомендации в достаточной степени обоснованы и не противоречат физическим законам. Результаты научных исследований подтверждаются актом внедрения ФГАОУ ВО НИ ТПУ.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

1. Предложен способ минимизации информации, основанный на вычислении производной контролируемого параметра, которая служит информативным параметром для определения частоты дискретизации. Предложена структурная схема блока сжатия и устройства контроля.

2. Разработана имитационная модель устройства контроля, которая позволяет проводить анализ работы устройств, определять требуемую частоту генератора, управляемого напряжением, а также определять постоянную времени дифференцирования для восстановления контролируемого сигнала с заданной точностью с минимизацией объема сохраняемых данных.

3. Разработана структурная схема устройства контроля технических объектов, позволяющая существенно уменьшить объем сохраняемых данных.

---



**Практическая значимость:**

1. Применение устройства контроля с минимизацией объема данных позволяет проводить контроль большого количества параметров с минимальным износом элементов памяти.

2. Применение способа сжатия, основанного на вычислении производной от контролируемого параметра, позволяет увеличить скорость обработки метрологической информации.

3. Для контроля большого количества параметров с использованием вычисления производной можно обойтись без применения сложных алгоритмов сжатия, при этом вся обработка сигнала происходит в режиме реального времени.

**Специальность, которой соответствует диссертация.** Диссертация Асадчего Артёма Владимировича «Устройство контроля технических объектов с минимизацией объема сохраняемых данных» по содержанию отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», п.1 «Разработка научных основ создания и исследования общих свойств и принципов функционирования элементов, схем и устройств вычислительной техники и систем управления», п.4 «Разработка научных подходов, методов, алгоритмов и программ, обеспечивающих надежность, контроль и диагностику функционирования элементов и устройств вычислительной техники и систем управления».

**Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.**

Основные положения и результаты проведенных исследований отражены в 14 публикациях, из них 2 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, 2 – в индексируемых в базах Scopus и Web of Science, получено 3 патента на изобретения, в материалах конференций опубликовано 7 работ.

**Научные статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:**

1. Асадчий А. В., Солдатов А. И., Солдатов А.А., Сорокин П. В. Оптимизация частоты дискретизации диагностической информации при

---

диагностике технических объектов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2019. № 11. С. 42 – 50.

2. Асадчий А. В. Солдатов А. И. Методика определения требований к устройству контроля электрических параметров преобразователя напряжения // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2020. № 7. С. 18 – 24.

### **Научные публикации в базах SCOPUS и Web of Science:**

1. Asadchiy A. V., Soldatov A. I., Soldatov A. A., Kim O. H. Optimization of frequency discretization for diagnostic information at diagnostics of technical objects // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Ser. 1499.

2. Asadchiy A. V., Soldatov A. I., Kim O. H., Soldatov A. A. Evaluation of the amount of RAM in the monitoring of technical objects. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Upravlenie, vychislitel'naja tehnika i informatika. [Tomsk State University Journal of Control and Computer Science]. 2020. № 52, pp. 104-113.

### **Патенты:**

1. Пат. 2687302 Российская Федерация, СПК G01R 19/165 (2019.02), G01R 19/257 (2019.02). Способ контроля параметров вторичного источника бесперебойного питания / Асадчий А. В., Солдатов А. И., Солдатов А. А., Сорокин П. В., Шульгина Ю. В., Костина М. А., Чубов С. В № 2018133184. Заявл. 18.09.2018; опубл. 13.05.2019.

2. Пат. 2689323 Российская Федерация, СПК G01R 19/165 (2019.02), G01R 19/257 (2019.02). Устройство для контроля параметров вторичного источника бесперебойного питания / Асадчий А. В., Солдатов А. И., Солдатов А. А., Сорокин П. В., Шульгина Ю. В., Костина М. А., Чубов С. В № 2018133185. Заявл. 18.09.2018; опубл. 27.05.2019.

3. Пат. 2682802 Российская Федерация, МПК G05B 23/02, G05B 21/02, G05R 19/255. Контрольное устройство / Асадчий А. В., Солдатов А. И., Солдатов А. А., Сорокин П. В. № 2017137456. Заявл. 25.10.2017; опубл. 21.03.2019.

---



**Научные публикации в других изданиях:**

1. Асадчий А. В. Устройство диагностирования электрических параметров с оперативным запоминающим устройством // Материалы междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2017». Томск, 2017.
  2. Асадчий А. В. Способ повышения надежности формирования диагностических сигналов для устройства контроля тока и напряжения// Электронные и электромеханические системы и устройства : сб. науч. тр. Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2018. С. 104 – 109.
  3. Асадчий А. В, Солдатов А. И. Моделирование алгоритма формирования диагностических сигналов в преобразовательном устройстве при неисправностях // Материалы VI Всерос. науч.-техн. конф. студентов и молодых ученых «Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность». Томск, 2016. Т. 2. С. 8 – 12.
  4. Асадчий А. В. Устройство контроля и регистрации электрических параметров // Системы управления и радиоэлектронная аппаратура : материалы VIII Всерос. молодежной науч.-практ. конф. (г. Екатеринбург) 10 –13 апреля 2017. Ч. 3. Сер. XI. Екатеринбург : АО «НПО автоматики им. акад. Н. А. Семихатова», 2017. С. 4 – 8.
  5. Асадчий А. В. Сохранение диагностических сигналов при срабатывании автоматической защиты по току и напряжению // Материалы междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2016». Томск, 2016. Ч. 2. С. 188 – 191.
  6. Асадчий А. В. Способ минимизации физического износа EEPROM-памяти для устройств контроля преобразователей напряжения. Научно-технический сборник «XXIV Макеевские чтения» Екатеринбург: АО «НПО автоматики им. акад. Н. А. Семихатова», 2018 С. 5 – 10.
  7. Асадчий А. В., Солдатов А. И. Способ минимизации объема сохраняемых данных для устройства контроля напряжения // Электронные и электромеханические системы и устройства : сб. науч. тр. Томск : 2020. С. 97 – 100.
-

**Реализация результатов работы.** Результаты диссертационной работы Асадчего А. В. включены в учебный процесс ОЭИ ИШНКБ Национального исследовательского Томского политехнического университета в методических материалах дисциплин «Микропроцессорные системы управления и контроля», «Технические средства автоматизации и управления», а также при подготовке магистерских диссертаций и курсовых проектов студентами НИ ТПУ, о чем свидетельствует акт внедрения. Также результаты, изложенные в данной диссертационной работе, планируется применить в новых перспективных разработках АО «НПЦ «Полюс».


**Общая оценка работы.** Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, обладающей научной новизной, практической ценностью для науки и производства, и полностью отвечает критериям ВАК.

Диссертация Асадчего Артёма Владимировича «Устройство контроля технических объектов с минимизацией объема сохраняемых данных» рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Заключение принято на заседании структурного подразделения АО «НПЦ «Полюс» – отделения автономной энергетики и преобразовательной техники.

Присутствовало на заседании 12 чел. Результаты голосования: «за» – 12 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол заседания №12 от 23 декабря 2020 г.

Главный конструктор АО «НПЦ «Полюс»  
по автономной энергетике и  
преобразовательной технике –  
начальник отделения, к.т.н.

  
К.Г. Гордеев

Начальник отдела статических  
преобразователей

  
В.С. Гладышев