Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.3.084.2

Дыдо Антон Андреевич

Методы и средства контроля уровня технических жидкостей

АВТОРЕФЕРАТ
на соискание степени магистра технических наук
по специальности 7-06-0713-03
«Радиосистемы и радиотехнологии»

Дыдо А.А.
_____

Научный руководитель
Крушев Владимир Тимофеевич
кандидат технических наук, доцент
_____

Минск 2026

ВВЕДЕНИЕ

Контроль уровня технических жидкостей является одной из ключевых задач в современных промышленных, транспортных и энергетических системах. Надёжное измерение уровня топлива, масел, гидравлических и охлаждающих жидкостей напрямую влияет на безопасность эксплуатации оборудования, эффективность технологических процессов и предотвращение аварийных ситуаций. Недостаточный или избыточный уровень технических жидкостей может приводить к выходу из строя узлов и агрегатов, увеличению износа оборудования и значительным экономическим потерям.

Современные системы контроля уровня характеризуются широким разнообразием применяемых методов измерения, включая механические, гидростатические, ультразвуковые, радиолокационные и ёмкостные способы. Среди них особый интерес представляют ёмкостные методы, обладающие высокой чувствительностью, простотой конструктивной реализации, возможностью миниатюризации и интеграции в автоматизированные системы управления. Вместе с тем, применение ёмкостных уровнемеров связано с рядом проблем, обусловленных влиянием внешних факторов, нестабильностью параметров измерительной среды и необходимостью цифровой обработки сигналов.

В условиях развития интеллектуальных систем мониторинга и автоматизации возрастает актуальность разработки универсальных, надёжных и адаптируемых средств контроля уровня технических жидкостей, способных работать в широком диапазоне эксплуатационных условий и обеспечивать различные типы выходных сигналов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Работа выполнена на кафедре информационных радиотехнологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Результаты диссертационной работы использованы в научно-исследовательской работе «Разработать рабочую конструкторскую документацию и изготовить опытные образцы датчиков уровня топлива FLS», зарегистрированной в государственном реестре научно-исследовательских работ. Номер государственной регистрации 20250752. Дата государственной регистрации 03.06.2025.

Цель диссертационной работы – определение методов и средств контроля уровня технических жидкостей.

Объект исследования – промышленные системы контроля уровня технических жидкостей с использованием емкостных методов измерения.

Предмет исследования – емкостные методы и средства измерения уровня технических жидкостей.

Для достижения поставленной цели решались задачи по:

– анализу принципов измерения уровня технических жидкостей в промышленных объектах;

– разработке принципиальных схем основных узлов измерительного устройства;

– моделированию работы основных функциональных узлов измерительного устройства.

Практическая новизна основных результатов заключается в разработке универсального переконфигурируемого измерительного устройства, обеспечивающего возможность его применения в различных системах мониторинга без изменения базовой аппаратной структуры.

Результаты диссертационной работы докладывались, обсуждались и были одобрены на республиканской научно-технической конференции «Информационные радиосистемы и радиотехнологии» (г. Минск 2024 г.).

По результатам исследований, представленных в диссертации, опубликована 1 статья в сборниках материалов научных конференций. Общий объем публикаций составляет 1,0 авторских листа.

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения и библиографического списка.

Общий объем диссертации составляет 62 страниц, из них 61 страницы основного текста, 1 чертеж. Пояснительная записка содержит библиографический список из 25 наименований на 2 страницах, список собственных публикаций из 2 наименований на 1 странице.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованных источников и списка опубликованных работ.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования.

В первой главе «Обзор научно-технической литературы» рассмотрены основные методы измерения уровня технических жидкостей, приведена классификация уровнемеров, проанализированы их эксплуатационные характеристики, преимущества и ограничения.

Во второй главе «Разработка ёмкостного измерителя уровня технических жидкостей» обоснован выбор ёмкостного метода измерения, разработаны структурная и принципиальные схемы измерительного устройства, рассмотрены варианты реализации вторичных преобразователей и интерфейсных узлов.

В третьей главе «Моделирование работы узлов принципиальной схемы» выполнено моделирование работы основных функциональных узлов измерителя, проведена оценка динамических характеристик и подтверждена корректность принятых схемотехнических решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе получены следующие результаты:

– на основе анализа существующих методов и средств контроля уровня технических жидкостей выполнено обоснование выбора ёмкостного метода измерения, показаны его преимущества и ограничения в условиях промышленной эксплуатации;

– разработана структурная схема универсального ёмкостного измерителя уровня технических жидкостей, обеспечивающая модульный принцип построения и возможность интеграции в различные системы мониторинга и автоматизации;

– выполнен расчёт типовой конструкции первичного преобразователя на основе цилиндрического измерительного конденсатора, определены его основные эксплуатационные характеристики;

– предложены и проанализированы два варианта схемы вторичного преобразователя: на основе специализированного таймера и программно-аппаратной реализации с использованием RC-цепи и широтно-импульсной модуляции, проведена оценка их динамических параметров;

– предложена схема контрольно-измерительный узела, обеспечивающего цифровую обработку сигналов, формирование выходных интерфейсных сигналов;

– предложена схема интерфейсного узла с поддержкой аналогового, частотного и цифровых промышленных интерфейсов, что обеспечивает универсальность и переконфигурируемость измерительного устройства;

– проведено моделирование работы основных функциональных узлов измерителя, подтверждающее корректность выбранных схемотехнических решений и работоспособность устройства в заданных диапазонах параметров.

Таким образом, поставленные в диссертационной работе цель и задачи выполнены в полном объёме, а результаты моделирования подтверждают целесообразность применения предложенного универсального ёмкостного измерителя уровня технических жидкостей в современных системах мониторинга и автоматизации.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Дыдо А.А. Исследование методов определения уровня топлива в емкостных датчиках / А.А. Дыдо, В.Т. Крушев // Информационные радиосистемы и радиотехнологии 2024 : материалы открытой республиканской науч.-практ. интернет-конф., Минск, 21–22 ноября 2024 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск : БГУИР, 2024. – С. 291–294.