

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

УДК 004.056.55

Шилко  
Константин Николаевич

Обеспечение безопасности телеметрической информации  
при передаче по радиоканалу

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-98 80 01 Информационная безопасность

---

Научный руководитель  
Белошицкий Анатолий Павлович  
кандидат технических наук, доцент

---

Минск 2022

## ВВЕДЕНИЕ

Содержание современной телеметрии составляет широкий круг задач, связанных с получением, преобразованием, передачей и обработкой измерительной информации, используемой при управлении удаленными объектами, определении их состояния или при изучении физических процессов в местах, где непосредственное присутствие наблюдателя затруднено или невозможно.

Ведущую роль играет телеметрия в процессе испытаний техники, а также при управлении автоматизированными техническими системами в процессе решения целевых задач. Сложность технических объектов приводит к необходимости контроля большого числа параметров, характеризующих состояние и режимы работы отдельных агрегатов и объектов в целом. Вместе с этим в процессе совершенствования техники к средствам телеизмерений предъявляются все более возрастающие требования в отношении точности, надежности данных и оперативности их получения. Именно эти вопросы и находятся в центре проблем современной телеметрии[4].

Характерной чертой современных средств телеметрии, используемых при испытании и целевом применении объектов телеконтроля, является высокий уровень автоматизации всех процессов получения, передачи и обработки измерительной информации. Устройства автоматического преобразования, кодирования и обработки телеметрической информации, построенные с широким применением микропроцессоров, специализированных и универсальных цифровых вычислительных машин, гарантируют высокую точность и оперативность получения данных телеизмерений при числе параметров, измеряемых на одном объекте, достигающем до нескольких тысяч.

Данная диссертационная работа посвящена решению научных задач по помехозащищенной и безопасной передаче телеметрической информации по радиоканалу.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В настоящее время телеметрическая аппаратура широко используется в при испытании объектов информация о состоянии контролируемых систем и агрегатов этих объектов, а также о работе установленной на них аппаратуры передаются на наземные пункты по радиоканалам. Информационно-телеметрические системы (ИТС) стали основным средством получения измерительной информации с самолетов и других объектов. Они позволяют проводить лётно-конструкторские испытания летательных аппаратов, а также получать важную научную информацию.

В системах передачи телеметрической информации одним из наиболее важных являются проблемы обеспечения помехозащищенности и информационной защиты передаваемых данных по радиоканалам. Следовательно, разработка алгоритмов, способов и средств обеспечения помехозащищенности и информационной безопасности передачи телеметрической информации по радиоканалу являются весьма важными и актуальными задачами.

Целью диссертационной работы является разработка алгоритмов и средств обеспечения помехозащищенности и безопасности передачи телеметрической информации по радиоканалу от летательного объекта к наземному приемному пункту.

Для достижения поставленных целей были решены следующие задачи:

- обзор и анализ существующих средств и методов передачи телеметрической информации а также способов и средств защиты этой информации;
- описание комплекса телеметрической аппаратуры для передачи данных от летательного объекта к наземному приемному пункту, анализ и формулировка требований к алгоритмам и средствам передачи телеметрической информации;
- разработка алгоритмов и средств обеспечения помехозащищенности и безопасности передачи телеметрической информации по радиоканалу и программная реализация разработанных алгоритмов;
- разработка методики и схемы для определения максимальной скорости передачи информации и вероятность ошибки на бит. Проведение экспериментальных исследований комплекса телеметрической аппаратуры с использованием разработанных методики и схемы.

Научная новизна работы определяется следующими результатами:

- предложены, обоснованы и практически реализованы алгоритмы поме-

хозащищенной и безопасной передачи телеметрической информации по радиоканалу от летательного объекта к наземному приемному пункту;

- разработаны и экспериментально апробированы методика и схема определения максимальной скорости передачи информации и вероятность ошибки на бит.

Практическая ценность работы заключается в том, что разработанные и исследованные алгоритмы могут служить основой для разработки программного обеспечения для помехозащищенности и безопасной передачи телеметрической информации по радиоканалу от различных летательных объектов к наземным приемным пунктам. Разработанные алгоритмы, программное обеспечение и методика были использованы при проведении НИОКР в Центре 1.9 НИЧ БГУИР.

Все основные результаты и выводы получены соискателем самостоятельно. Во время работы над диссертацией автором были сформулированы требования и разработаны алгоритмы и средства обеспечения помехозащищенности и безопасности передачи телеметрической информации по радиоканалу от летательного пункта к наземному приемному пункту. Осуществлена программная реализация разработанных алгоритмов. Разработана методика определения максимальной скорости передачи информации и вероятность ошибки на бит. Проведены экспериментальные исследования комплекта телеметрической аппаратуры с использованием разработанной методики. Научному руководителю в совместных работах принадлежат предметные постановки задач, выбор направления исследования, руководство при проведении экспериментальных исследований и анализ полученных результатов.

Результаты были апробированы на 57 и 58 научных конференциях аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2021-2022 и на XVIII Международной научно-практической конференции в Академия управления при Президенте Республики Беларусь 2022 г и опубликованы в материалах этих конференций.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Приведены общие сведения о телеметрических системах, их классификация, обобщенная структурная схема ТКС и сформулированы общие требования к таким системам. Проанализированы виды телеметрических параметров, их особенности и структура. Рассмотрены и проанализированы способы передачи телеметрической информации по радиоканалу, структурная схема информационного канала передачи телеметрических данных, а также погрешности телеизмерений. Рассмотрены и проанализированы возможные средства и способы защиты телеметрической информации.

Во второй главе проведено описание комплекса телеметрической аппаратуры для передачи данных от летательного объекта к наземному приемному пункту, анализ и формулировка требований к алгоритмам и средствам передачи телеметрической информации. Приведена структурная схема КТМА для передачи данных от летательного объекта к наземному приемному пункту и описана ее работа. Описаны и проанализированы способы передачи и обработки телеметрической информации от летательного объекта к наземному приемному пункту.

В третьей главе были рассмотрены способы и средства безопасной передачи телеметрической информации по радиоканалу в КТМА. Приведена обобщенная схема передачи телеметрической информации, способы пакетирования, сегментации, использования фреймов, кодирования канала и способов соединения передающей и приемной аппаратуры КТМА. Описана структура разработанного информационного пакета, каскадирования команд в этом пакете и формат сообщений.

В главе представлены разработанные алгоритмы передачи телеметрической информации в КТМА и их программная реализация. Для написания ПО был выбран паттерн Model-View-ViewModel. Приведена обобщенная структура взаимодействия модулей ПО БТМА, ПО НПП, ПО обработки ТМИ и оператора, а также схема каналов связи по которым происходит обмен информацией между различными частями КТМА.

В пятой главе для проведения испытаний КТМА была разработана методика и схема проведения экспериментальных исследований по определению максимальной скорости передачи телеметрической информации и вероятность ошибки на бит. Измеренное значение максимальной скорости передачи телеметрической информации составило 390 кбит\с, а вероятность ошибки на бит меньше  $10^{-7}$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе проведен обзор и анализ современных методов и средств передач телеметрической информации. Приведена стандартная схема комплекса телеметрической аппаратуры для передач данных от летательного объекта к наземному приемному пункту. Описана её работа и проанализированы способы передачи и обработки телеметрической информации данного комплекса.

Сформулированы требования и разработаны алгоритмы и средства обеспечения помехозащищенности и безопасности передачи телеметрической информации по радиоканалу от летательного объекта к наземному приемному пункту. Осуществлена программная реализация разработанных алгоритмов.

Разработаны и практически реализована схема и методика проведения экспериментальных исследований по определению максимальной скорости передачи телеметрической информации и вероятности ошибки на бит. При проведении экспериментальных исследований были получены следующие результаты: измерено значение максимальной скорости передачи телеметрической информации составило 390 кбит\с, а вероятность ошибки на бит меньше  $10^{-7}$ .

Практическая ценность работы заключается в том, что разработанные и исследованные алгоритмы могут служить основой для разработки программного обеспечения для помехозащищенность и безопасной передачи телеметрической информации по радиоканалу от различных летательных объектов к наземным приемным пунктам.

Результаты были апробированы на 57 и 58 научных конференциях аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2021-2022 и на XVIII Международной научно-практической конференции в Академия управления при Президенте Республики Беларусь 2022 г и опубликованы в материалах этих конференций.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Шилко К. Н., Паскробка Г.С., Белошицкий А. П.«Помехоустойчивая передача данных по радиоканалу в телеметрической системе»: 57-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2021 г. , С 38-39
2. Шилко К. Н., Захаров И. А., Белошицкий А. П. «Обеспечение безопасной передачи данных по радиоканалу в телеметрической системе»: Материалы XVIII Международной научно-практической конференции в Академия управления при Президенте Республики Беларусь 2022 г. - с 269-270
3. Шилко К. Н., Белошицкий А. П. «Уменьшение вероятности ошибки при передаче телеметрической информации по радиоканалу»: 58-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2022 г., С 76-77