

ПЕРСПЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЙ И УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ СЕТИ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ

Чаадаев К.В.

*ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)», Москва, e-mail: vkchaadaev@molnet.ru*

Для национальной сети цифрового эфирного вещания бесперебойность предоставляемых телекоммуникационных услуг является приоритетной задачей в связи с их значением для общества, поскольку телевидение представляет собой основной канал донесения актуальной и достоверной информации до граждан. Цель настоящей статьи состоит в определении базовых технических требований к программно-аппаратному комплексу (программируемому контроллеру) с функциональностью, обеспечивающей комплексную диагностику объекта связи, и являющемуся самодостаточным элементом системы управления качеством телекоммуникационных услуг. В статье дается характеристика технологической структуры Российской телевизионной и радиовещательной сети – оператора мультимплексов цифрового эфирного телевидения, анализ которой позволил выявить приоритетные возможности повышения технологичности процессов и основные точки роста технологических возможностей системы дистанционного мониторинга состояний и управления объектами сети связи. В итоге были исследованы способы и технологии дистанционного мониторинга состояний и управления объектами вещания, формализованы технические требования к контроллеру, осуществлена разработка алгоритмов сбора и обработки данных, проведена экспериментальная проверка работоспособности полезной модели и ее тестовая отладка взаимодействия с действующими информационными системами Российской телевизионной и радиовещательной сети (РТРС). Дальнейшие направления исследований автора связаны с разработкой опытного образца и его отладкой в условиях работы реального объекта связи.

Ключевые слова: инциденты, контроллер, мониторинг, система управления, технические требования, сеть телерадиовещания, цифровые технологии

ADVANCED SYSTEM FOR REMOTE MONITORING OF STATES AND CONTROL OF A DIGITAL BROADCASTING NETWORK FACILITY

Chaadaev K.V.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, e-mail: vkchaadaev@molnet.ru

For the national digital terrestrial broadcasting network, the continuity of telecommunications services provided is a priority due to their importance for society, since television is the main channel for delivering relevant and reliable information to citizens. The purpose of this article is to define the basic technical requirements for a hardware and software complex (programmable controller) with functionality that ensures comprehensive diagnostics of a communication facility and is a self-sufficient element of a telecommunications services quality management system. The article provides a description of the technological structure of the Russian television and radio broadcasting network – an operator of digital terrestrial television multiplexes, the analysis of which allowed us to identify priority opportunities for improving the technological efficiency of processes and the main growth points of the technological capabilities of the system for remote monitoring of the states and control of communication network objects. As a result, the methods and technologies for remote monitoring of the states and control of broadcasting objects were investigated, technical requirements for the controller were formalized, algorithms for collecting and processing data were developed, an experimental test of the operability of the utility model and its test debugging of interaction with the existing information systems of Russian Television and Radio Broadcasting Network (RTRS) were carried out. Further directions of the author's research are related to the development of a prototype and its debugging under the operating conditions of a real communication facility.

Keywords: broadcasting network, control system, controller, digital technologies, incidents, monitoring, technical requirements

Введение

В условиях продолжающегося санкционного режима и необходимости ускоренной реализации программы импортозамещения привычные подходы к управлению жизненным циклом производства, бизнес-процессами и эксплуатации технических

объектов требуют переосмысления, особенно в части разработки и внедрения технологий, способных существенно повысить производительность труда и качество конечного продукта [1; 2]. То есть на первый план выходят новые индустрии, новые области знания, связанные с развитием цифровых технологий, искусственного интеллекта,

обработкой больших данных, а исследования и разработки в этих областях становятся приоритетными направлениями с большим потенциалом развития [3]. В этом ключе разработка интеллектуальных систем и технологий дистанционного мониторинга состояний и управления техническими комплексами является актуальной задачей, особенно для такого предприятия, как ФГУП «Российская телевизионная и радиовещательная сеть» (далее – РТРС), обеспечивающего эксплуатацию более 5 тыс. наземных объектов сети телерадиовещания (ТРВ), работающих в основном в автономном режиме, каждый из которых представляет собой сложное инженерное сооружение [4, с. 74]. В соответствии с изложенным **цель исследования** состоит в определении базовых

технических требований к программно-аппаратному комплексу (программируемому контроллеру) с функциональностью, обеспечивающей комплексную диагностику объекта связи, и являющемуся самостоятельным элементом системы управления качеством телекоммуникационных услуг.

Материалы и методы исследования

Организационно РТРС представляет собой распределенную по всей территории Российской Федерации технологическую структуру, включающую в себя более 9500 объектов связи: радиоцентры, радиотелевизионные передающие станции и необслуживаемые ретрансляторы, на которых эксплуатируются около 380 тыс. различных технических средств [5].

Потенциальные точки роста технологической оснащенности

Точка роста технологической оснащенности	Причина необходимости актуализации / развития технологии мониторинга	Текущее состояние
Маскирование данных от конечного устройства перед передачей в централизованную систему учета событий	Некоторые события, в настоящее время классифицируемые аварийными, таковыми не являются. Примерами таких событий является планово-профилактическое обслуживание или нарушения в работе спутникового канала связи	Трансляция данных о состоянии или сведений об ошибке по всем подключенным устройствам
Простота первоначальной настройки и подключения к инфраструктуре объекта	Автоматизация первоначальной настройки в части заполнения таблиц системы мониторинга для обработки данных, поступающих от объекта связи, позволит снизить требования к квалификации работника	Настройка производится вручную сначала в лаборатории, потом донастройка на объекте. Сложности при изменении конфигурации
Анализ первопричин	Глубинное понимание случившейся ситуации, которая повлекла за собой внештатную ситуацию. Такое понимание позволит направить на аварийные работы работников требуемой квалификации, численности и с необходимым ремонтным комплектом	Отсутствует
Резервное энергопитание	При отключении постоянного источника электропитания на объекте связи, встроенный резервный источник питания должен обеспечивать сохранение работоспособности устройства для передачи информации о состоянии объекта	Отсутствует
«Интеллектуальность», предобработка и анализ факта предоставления услуги вещания	Перенос базовых механизмов анализа качества предоставления услуги вещания из одного центра на периферию, то есть устройство мониторинга, установленного на объекте связи для снижения нагрузки на каналы связи и вычислительные ресурсы центра обработки данных	Реализована трансляция всех получаемых данных о состоянии объекта связи
Анализ и показатели качества фактического передаваемого сигнала	Создание дополнительных и контролируемых способов объективного контроля качества оказания услуг эфирного цифрового телевидения (например, эхограмма)	Отсутствует
Импортозависимость программного обеспечения	Использование только отечественного программного обеспечения или ИТ-продуктов с открытым исходным кодом	Частичное использование зарубежного программного обеспечения

Поддержка и управление сетью телерадиовещания осуществляется при помощи различных информационных систем (система технического учета, система контроля качества, система управления инцидентами, система биллинга и др.) различных поставщиков, в том числе зарубежных. В качестве системы дистанционного контроля используются контроллеры, базовый функционал которых заключается в сборе данных с приемо-передающего и вспомогательного оборудования объекта связи и передача их в центр обработки данных [6; 7]. При этом «отсутствует техническая возможность оценки запасов устойчивости сети, что неизбежно приводит к неопределенности при оценке ее работоспособности в процессе эксплуатации и к сложности оперативной оценки причин возникновения брака и технических остановок. Это, в свою очередь, приводит к тому, что операторы решают проблемы реактивно – узнают о локальных проблемах в работе сетей от зрителей по горячей линии, а о глобальных проблемах – при полной или частичной остановке вещания. При этом диагностика не является объективной, так как служба эксплуатации не владеет гарантированной и достоверной информацией обо всех инцидентах – большинство потребителей просто не сообщает о проблемах или сообщает со значительным запозданием» [8, с. 37].

Устранить отмеченные недостатки представляется возможным путем трансформирования ИТ-инфраструктуры и централизации вычислительных ресурсов, что требует обобщения и актуализации требований к информационным системам [9; 10], новым программно-аппаратным комплексам и их последующей интеграции в сложившуюся инфраструктуру, основанными на следующих принципах:

– централизация – географическая консолидация распределенных серверов в одном или нескольких центрах обработки по территориальному признаку;

– консолидация данных – консолидация устройств хранения и баз данных для достижения более высокой управляемости и доступности данных;

– консолидация приложений – размещение используемых приложений на централизованных серверных фермах с использованием гомогенных и гетерогенных сценариев на физических и физических уровнях.

В таблице приведены основные точки роста технологической оснащенности и обоснование ее целесообразности с учетом исторически сформировавшихся возможностей дистанционного мониторинга состояний и управления объектом вещания РТРС.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные в рамках исследования основных систем и средств мониторинга РТРС и проведения анализа актуальности используемых программных и программно-аппаратных продуктов данные позволили сформировать принципиальные технические требования к контроллеру системы дистанционного мониторинга состояний и управлением объектом сети цифрового телерадиовещания:

1. *Простота установки и монтажа.* Объектовые контроллеры, устанавливаемые на объектах вещания, должны иметь достаточный набор интерфейсов и коммутаторов, не требующих пайки и сложных манипуляций для подключения, должны одновременно поддерживаться все протоколы и форматы подключения и связи.

2. *Простота первоначальной конфигурации.* Объектовый контроллер не должен требовать от эксплуатационного персонала повышенного уровня знаний и компетенций при процедурах установки и обновления программного и информационного обеспечения, необходимого для корректного функционирования контроллера.

3. *Модульность и ремонтпригодность.* Объектовый контроллер должен быть пригоден к максимально возможной по длительности эксплуатации на объекте вещания без необходимости его снятия с места установки и передачи на ремонт в лаборатории и сервисные центры РТРС. Данное требование должно достигаться за счет простоты, независимости и модульности элементов, возможности с помощью простой отвертки менять платы, элементы питания и разъемы, память, порты и элементы коммуникации.

4. *Стоимостные и экономические характеристики производства экземпляров.* Объектовый контроллер в идеале должен быть пригоден к изготовлению различными промышленными предприятиями, то есть его элементная база должна быть доступной, легко тиражируемой и воспроизводимой.

5. *Работа с удаленными базами данных.* Функциональность программного обеспечения (внутреннего и внешнего) должна обеспечивать работу с базами знаний, хранящими сведения обо всех возможных нестандартных ситуациях, последствиях для сети связи, для их приоритизации и формирования в автоматическом режиме предложений по срокам и формам устранения причин аварий.

6. *Технологическая эстетика, современность интерфейсов.* Интерфейсы и рабочая

область АРМ оператора должна быть понятной, легко воспринимаемой, интерпретируемой, удобной и приятной в работе для всех классов пользователей: от оперативных дежурных отделов оперативного управления, начальников цехов, главных инженеров, работников аварийно-профилактических групп до разработчиков программных кодов и разработчиков интегрирующихся систем.

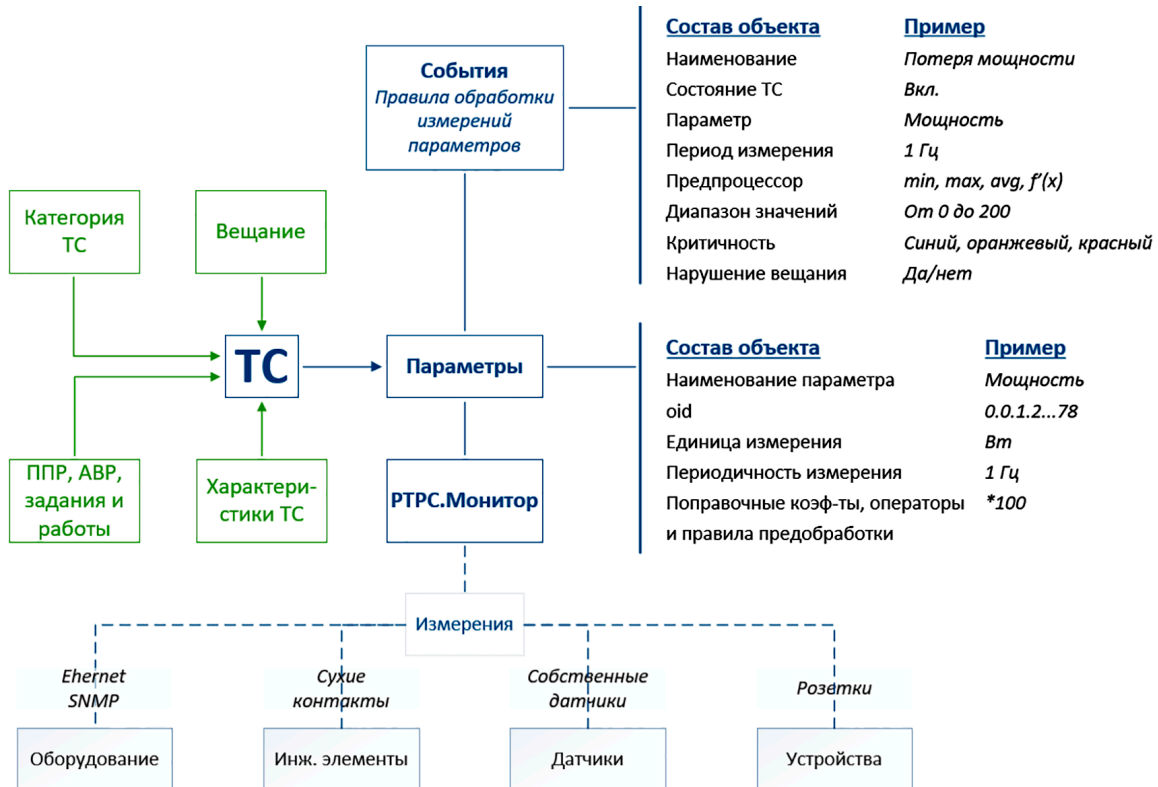
7. *Экономия спутникового трафика.* Контроллер должен обеспечивать максимально сжатие данных перед их передачей по спутниковому каналу связи.

8. *Безопасность передаваемой информации.* Главным принципом должно стать обеспечение безопасности и гарантированности получения командных сообщений для исполнительных устройств. Контроллер на аппаратном и программном уровнях должен обеспечивать физическую невозможность вмешательства в потоки выходных

и выходных данных без обнаружения нарушения безопасности, а также реализацию на программном уровне существующих промышленных технологий защиты данных при их трансляции по сетям, располагающимся за периметром информационной безопасности Предприятия.

9. *Самостоятельность, сценарное поведение.* Объектовый контроллер должен поддерживать режимы самостоятельной работы и интеллектуального автоматического управления объектом.

10. *Контроль цифрового телевизионного сигнала.* Объектовый контроллер должен контролировать качество фактически вещаемого эфирного сигнала и предоставлять локальные записи эфира, а также все технические характеристики его качественных показателей: УРОВЕНЬ СИГНАЛА, MER, PRE-LDPC BER, PRE-VCH BER, POST-VCH BER.



Элементная схема контроллера и схема организации информационных потоков при организации системы дистанционного мониторинга

Примечания:

- к входной информации относятся задаваемый перечень и интервалы допустимых значений параметров работы технических средств и внутренней среды помещения типового объекта связи (характеристическая карта, компонент матрицы интерфейс – параметр – правила информирования), команды управления оборудованием от оператора, а также цифровой эфирный телесигнал;

- к выходной информации относится массив данных от оборудования, датчиков и устройств (диагностическая карта, компонент матрицы интерфейс – параметр – правила информирования), предназначенные для их последующей визуализации в пользовательских интерфейсах.

Помимо этого контроллер для цифровых каналов федеральных мультиплексов должен показывать такие характеристики, как STREAM ID, TRANSPORT ID, SERVICE ID, NETWORK ID, VIDEO PID, AUDIO PID, FREQUENCY, BANDWIDTH, HZ, CODE RATE HP, CODE RATE LP, GUARD INTERVAL, INVERSION, TRANSMISSION MODE, DELIVERY SYSTEM, HIERARCHY, MODULATION и прочие возможные.

11. *Автономность, энергонезависимость.* Объектовый контроллер должен обладать собственным источником бесперебойного питания для снижения возможного влияния кратковременных перепадов электропитания.

12. *Юридическая и патентная чистота.* Интеллектуальные и имущественные права на программное и аппаратное обеспечение, а также инженерные элементы и конструкции контроллера должны быть закреплены за РТРС. В силу того, что существенная доля ответственности за качество оказания конечных услуг лежит на качестве, полноте и достоверности автоматизированного наблюдения и управления техническими средствами, осуществляемыми объектовыми контроллерами, важность имущественных и юридических прав собственности нельзя преуменьшать. Предприятие должно быть способно в любой момент без согласования с третьими лицами модернизировать, производить и менять как элементную, так и программную базу контроллера.

Предполагается, что соблюдение указанных принципов при разработке контроллера позволит найти оптимальные способы и технологии дистанционного мониторинга состояний и управления объектами вещания, разработать соответствующие алгоритмы сбора и обработки данных, а также достичь бесшовного взаимодействия с действующими системами РТРС.

По результатам анализа параметров работы технических средств и внутренней среды помещения типового объекта связи были сформированы базовые элементы контроллера, обеспечивающего дистанционный мониторинг состояний и управление объектом вещания РТРС (рисунок).

Общие требования к интеллектуальным алгоритмам в части обеспечения реализации следующего набора целевых функций:

- конфигурация перечня параметров работы технических средств и внутренней среды помещения – настройка матрицы интерфейс – параметр – правила информирования – типового объекта связи;

- сбор, обработка, хранение и передача на АРМ оператора данных согласно скон-

- фигурированной матрице интерфейс – параметр;

- уведомление при выходе за допустимые интервалы параметров работы технических средств и внутренней среды помещения;

- управление электронагрузками для удаленного включения/выключения по питанию технических средств.

Кроме того, функциональность приложения должна реализовать просмотр и управление данными штатными средствами АРМ оператора, а также обеспечивать обработку, формирование и передачу событий (инцидентов) во внешние информационные системы.

Заключение

По сформированным техническим требованиям был создан макет программно-аппаратного комплекса (контроллера) и проведена разработка алгоритмов сбора и обработки данных, в том числе проведена тестовая отладка взаимодействия с системами РТРС.

В процессе работы были выполнены следующие задачи:

- исследованы способы и технологии дистанционного мониторинга состояний и управления объектами вещания;

- проведена экспериментальная проверка работоспособности полезной модели, для чего создан макет контроллера и под имитацией нагрузки выполнена оценка правильности выбора конструкторско-технологического решения.

Дальнейшие направления исследований автора связаны с разработкой опытного образца и его отладкой в условиях работы реального объекта связи.

Список литературы

1. Бахтизин А.Р., Макаров В.Л., Логинов Е.Л., Хабриев Б.Р., Ву Ц., Ву З. Гибридные войны в макроэкономической суперсистеме XXI века // Экономические стратегии. 2023. Т. 25, № 2 (188). С. 6–23. DOI: 10.33917/es-2.188.2023.6-23.
2. Сайдуллаев У.У. Основы обеспечения качества услуг цифрового телевидения // Вестник Таджикского национального университета. Серия социально-экономических и общественных наук. 2022. № 11. С. 161–167.
3. Каляев И.А. Искусственный интеллект и суперкомпьютерные технологии // Экономические стратегии. 2024. Т. 26, № 2 (194). С. 42–53. DOI: 10.33917/es-2.194.2024.42-53.
4. Чаадаев К.В. Разработка программного модуля системы автоматического управления состоянием объекта сети телерадиовещания // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 6. С. 74–80. DOI: 10.17513/snt.39634.
5. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Отчет руководителя РТРС за 2022 год. [Электронный ресурс]. URL: <https://digital.gov.ru/ru/documents/9052/> (дата обращения: 02.06.2024).
6. Карякин В.Л. Системные требования к оборудованию телевизионного вещания в России // Инфокоммуникационные технологии. 2023. Т. 21, № 1. С. 44–53. DOI: 10.18469/ikt.2023.21.1.06.

7. Sushko I.V., Karyakin V.L. Diagnostics of sustainability of SFN networks – The first step to solving the problem of high-quality TV broadcasting in Russia // 2019 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO). 2019. P. 1–4. DOI: 10.1109/SYNCHROINFO.2019.8814053.

8. Карякин В.Л. Клиент-серверная система мониторинга качества ТВ-вещания в России // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2022. Т. 25, № 3. С. 36–42. DOI: 10.18469/1810-3189.2022.25.3.36-42.

9. Маратканов А.С., Суханов А.А., Воробьева А.А. Средства анализа и визуализации метрик работы приложения // International Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education: Collection of Scientific Articles of LIX International Correspondence Scientific and Practical Conference. 2019. С. 41–43.

10. Кузовкова Т.А., Кузовков Д.В., Журавлева С.Д. Оценка качества услуг цифрового телевидения на основе квалиметрических и статистических методов // Век качества. 2018. № 4. С. 65–79.