

Разработка системы интеллектуального управления состоянием объекта цифрового вещания

К.В. Чаадаев

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет), Москва*

Аннотация: Создание систем оперативного мониторинга параметров работы технического оборудования является важной в научно-практическом смысле задачей, требующей постоянного совершенствования технических и машинных алгоритмов, поддерживающих постоянную многопараметрическую самодиагностику объекта связи цифрового телерадиовещания и определение его интегрального состояния для принятия объективных управленческих решений, направленных на поддержание работоспособности всей сети. В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой программного комплекса системы интеллектуального управления состоянием объекта цифрового вещания.

Ключевые слова: дистанционное управление, импортозамещение, интеллектуальный мониторинг, информационная инфраструктура, программное обеспечение, цифровое телевидение, цифровые технологии

Введение

Сеть цифрового эфирного телевидения относится к критической информационной инфраструктуре и для обеспечения ее качественной бесперебойной работы, безопасности и функциональной надежности требуются современные, импортонезависимые технологии, средства и системы управления [1, 2]. В этом отношении разработка и внедрение программного комплекса, предназначенного для автоматического управления состоянием объектов сети связи цифрового вещания, с одной стороны, существенно повысит производительность труда и качество услуг, а, с другой стороны – обеспечит оперативное устранение нештатных ситуаций [3, 4]. Поэтому интеллектуальных систем 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 тысяч наземных объектов сети

телерадиовещания (ТРВ), каждый из которых представляет собой сложное инженерное сооружение, работающих в основном в автономном режиме [5].

Материал и методы исследования

Прикладное программное решение системы интеллектуального управления состоянием объекта цифрового вещания необходимо для обеспечения «сквозного» операционного управления бизнес-процессами поддержки операционной и производственной деятельности РТРС. Входными данными для программного комплекса, служащими основой для выработки оперативных и тактических решений по техническому обслуживанию объектов связи и устранению нештатных ситуаций, является информация, поступающая в режиме реального времени с различных технических средств [6, 7]. В качестве аппаратной части 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. При этом «отсутствует техническая возможности 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 телезрителей 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].

Решение подобных проблем возможно путем расширения функциональности программного обеспечения, в частности:

1. Разработка и внедрение гибкого и реконфигурируемого программного модуля синхронизации локальных событий на объекте ТРВ и глобальных событий на уровне всего предприятия. К таким событиям можно отнести аварии на магистральных сетях передачи данных, чрезвычайные ситуации, форс-мажорные обстоятельства в рамках партнерских отношений с партнерами-поставщиками оборудования/услуг, оказывающих значительное влияние на качество услуг связи.

2. Разработка новых алгоритмов подготовки, оптимизации и сжатия данных, передаваемых от конечного оборудования и устройств на объекте ТРВ, для их использования в целях подготовки обоснованных решений по управлению бизнес-процессами.

3. Разработка алгоритмов обеспечения высокого уровня доверия к результатам обработки данных, транслируемых от конечного оборудования и устройств на объекте ТРВ до уровня лиц, принимающих решения.

4. Разработка алгоритмов двухкомпонентного контроля, то есть параллельной визуализации аналитически подготовленных данных и их детализации для отражения фактического состояния производственно-технического потенциала.

Основой для проектирования и решения отмеченных задач служит схема информационных потоков, формализация которых позволяет рациональным образом вести планирование и распределение ресурсов по бизнес-процессам, обеспечивающим поддержку и управление эксплуатацией сети цифрового вещания (рис. 1).



Рис. 1. – Схема информационных потоков, возникающих при исполнении бизнес-процессов управления сетью объектов связи

Необходимо отметить, что исполнение принятых решений по управлению проводится через систему методов воздействия с использованием верифицированной агрегированной информации. То есть чем своевременнее, точнее и объективнее информация, находящаяся в распоряжении системы управления, тем более достижимы поставленные стратегические цели [9-11]. Концептуальная модель информационных потоков в разрезе принятия управленческих решений приведена на рис. 2.

Важно, что в приведенной модели информация, собираемая на федеральном и региональных центрах системы управления, соответствует следующим основным принципам разработки:

1. Системности. При декомпозиции должны быть установлены такие связи между структурными элементами программного обеспечения, которые

обеспечивают его целостность и бесконфликтное взаимодействие с другими информационными системами.

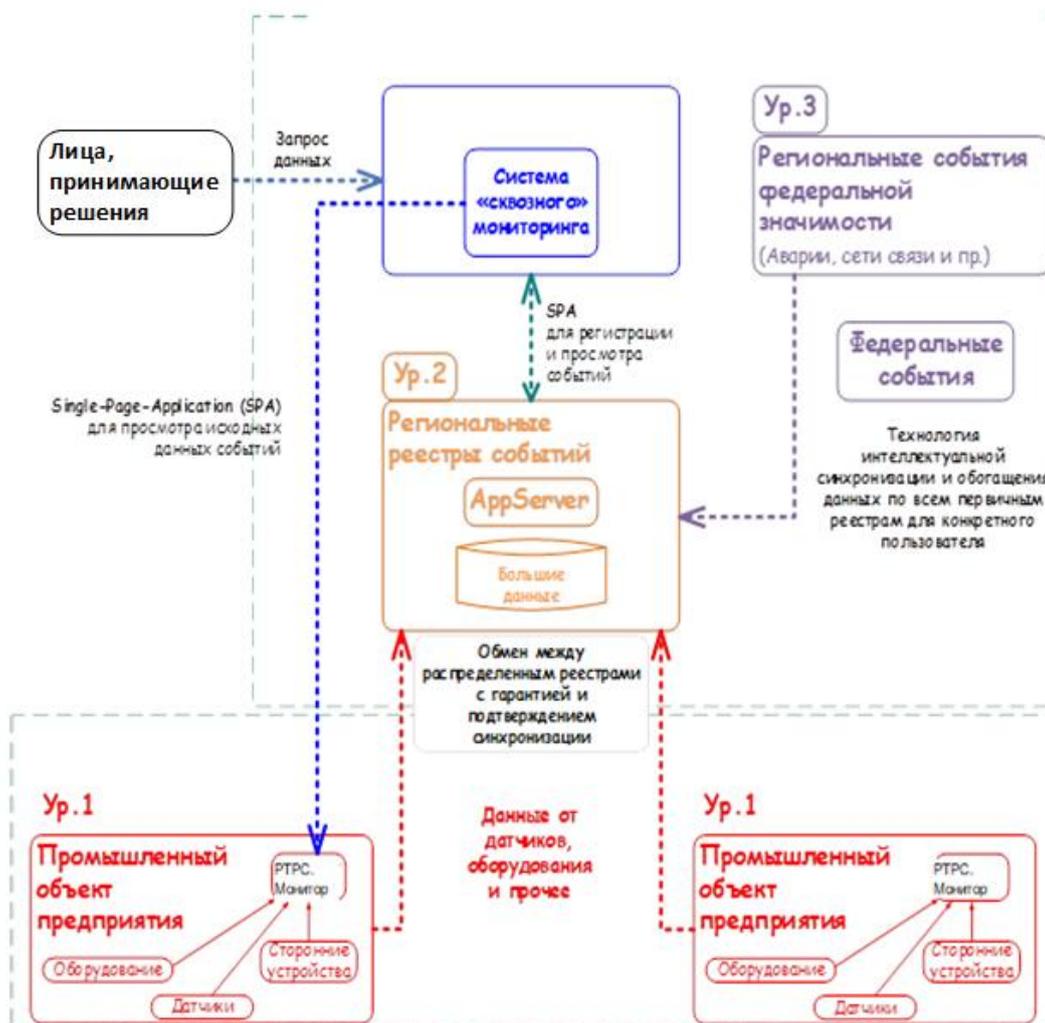


Рис. 2. – Концептуальная модель информационных потоков в разрезе принятия управленческих решений

2. Стандартизации (унификации). Должны быть рационально применены типовые, унифицированные и стандартизованные элементы, проектные решения, пакеты прикладных программ, комплексы, компоненты. При разработке должны быть использованы свободно-распространяемые или отечественные программные компоненты.

3. Концептуального единства. Программное обеспечение должно разрабатываться в соответствии с действующим законодательством

Российской Федерации, отраслевыми, ведомственными и корпоративными стандартами.

4. Модифицируемости. Программное обеспечение должно обеспечивать возможность развития, расширения и бесшовной интеграции с другими системами и техническими устройствами. Технические решения, используемые на этапах проектирования, должны позволять минимизировать трудозатраты по модернизации, возможные в связи с принятием новых нормативно-правовых актов, приводящих к изменению технологического процесса.

5. Мобильности. Программное обеспечение должно обладать максимальной независимостью от конкретных типов применяемых технических и программных средств.

6. Модульности. Программное обеспечение должно быть реализовано как совокупность отдельных максимально независимых функциональных компонент.

7. Санкционированного доступа к информации. Система должна быть многопользовательской с разграничением прав доступа. Программное обеспечение должно выполнять идентификацию и аутентификацию пользователей и обеспечивать санкционированный доступ к информации.

В целом, вырабатываемые проектные решения должны быть обоснованными и пригодными для прикладной реализации и последующего внедрения.

Результаты

Далее приведены основные результаты работы по алгоритмизации и кодированию программного комплекса системы интеллектуального управления состоянием объекта цифрового вещания (алгоритм процессинга инцидента на примере информирования центра управления о наступающей

грозе в связи с возможным нарушением штатной передатчика телевизионного сигнала).

Шаг 1. Регистрация карточки уведомления о значимых событиях в программном модуле «Оперативное управления» подсистемы «Диспетчерская» (рис. 3).

ОРМ012846930 – В работе 

Дата регистрации и автор	13:33, 06.12.2021,  Mobility T.A.
Наименование	Тестирование маскирования инцидента на Октябрьском пер.
Тема	Гроза
Сообщение	
Срок выполнения	03.12.2021 17:30 <input type="text"/> × Важность <input type="text" value="Средняя"/>
Каналы и опции отправки	<input checked="" type="checkbox"/> EMAIL <input type="checkbox"/> TTY <input type="checkbox"/> SMS <input type="checkbox"/> Сообщение видно всем работникам

Управление

Осталось символов: 1900

Получатели:  1  0  0  1  1 / 0  0 / 0

№	ФИЛИАЛ	ФИО РАБОТНИКА	УВЕДОМЛЕНИЕ	ПРОЧТЕНИЕ	НАЗНАЧЕНИЕ
---	--------	---------------	-------------	-----------	------------

Рис. 3. – Регистрация карточки уведомления о значимых событиях в программном модуле «Оперативное управления»

Шаг 2. Эмуляция нарушения нормальной работы передатчика телевизионного сигнала (низкий уровень сигнала цифрового эфирного телевидения) и последующий переход в пользовательский интерфейс работы с инцидентом (рис. 4).

Шаг 3. Просмотр связанных с работоспособностью объекта данных в нижней части пользовательского интерфейса – информация о грозе отображается в интерфейсе, поскольку при регистрации уведомления был задан «затронутый» объект вещания (рис. 5).

ТТ0000012834883 – ● Авария – Требуется рассмотрения 

Сводная информация

ОС / Пункт установки	Октябрьская-8с20  		
Активные аварии и предупреждения	 	ВЕЩАНИЯ	ТС
	 не затронуты	ПРД-Полярис ТВЦ-5000-100461770	Низкий уровень сигнала
Эскалация в ЦДС ГД	Есть		
Регистрация	2021.12.03 17:34:09 РТРС.Монитор		
Назначение подразделения	Генеральная дирекция		
Распределение	2021.12.03 17:34:09 РТРС.Монитор		
Начало выполнения	2021.12.03 17:34:09 РТРС.Монитор		

Сообщения по вещаниям / типам ТС

№	НАИМЕНОВАНИЕ ТС, ИНВ. И СЕР. №	СООБЩЕНИЕ
РТРС-1 (0), РТРС-2 (0)		
1	ПРД-Полярис ТВЦ-5000-100461770	 Низкий уровень сигнала ЦЭТВ

Управление

Укажите причину
Осталось символов: 1900

 Требуется расследования

 Принять в работу

 Журн
2021.12.0

Рис. 4. – Пользовательский интерфейс просмотра зарегистрированного инцидента

Глобальные события на объекте связи (1) С: По:

ОРМ012846930 – 2021.12.03 14:30:00 – **В работе** – Гроза. Тестирование маскирования инцидента на Октябрьском пер. 

График профилактических работ и остановок вещания (0) С: По: – **Отсутствуют**

Обращения абонентов (0) С: По: – **Отсутствуют**

Задания на объекте связи (0) С: По: – **Отсутствуют**

Рис. 5. – Блок предоставления информации обо всех связанных событиях в пользовательском интерфейсе работы с Инцидентом

Шаг 4. Увязка глобального события и установка его в качестве причины инцидента (рис. 6).

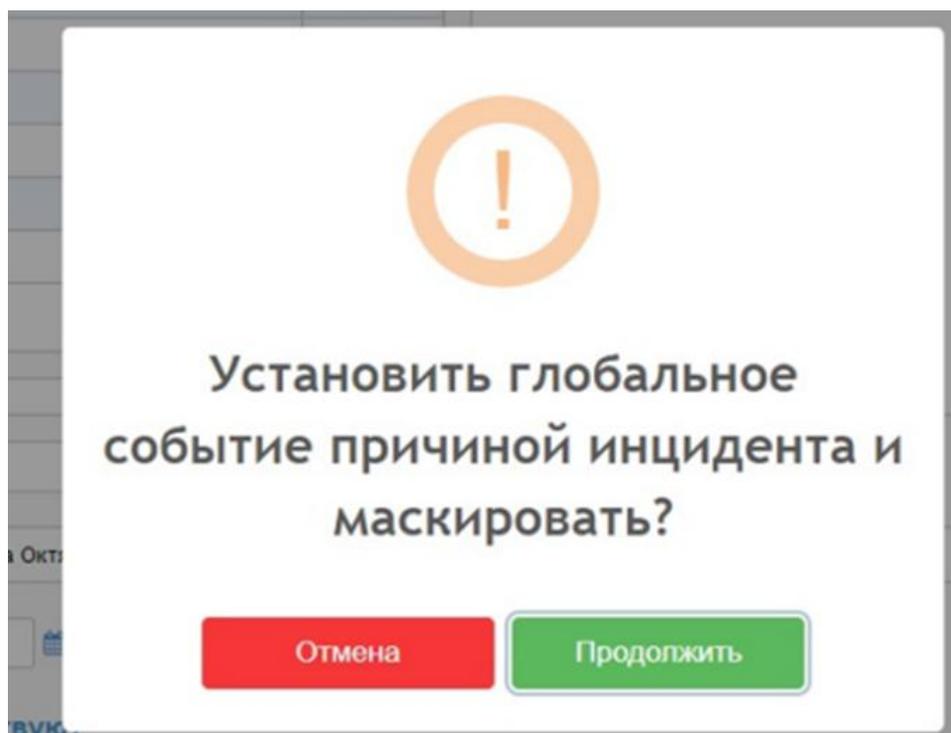


Рис. 6. – Пользовательский интерфейс автоматизированного указания причины инцидента

Шаг 5. Просмотр обновленной карточки инцидента в части изменения статуса и указания причины инцидента (рис. 7).

TT0000012834883 – ● Авария – Не требует рассмотрения 📄

Сводная информация

ОС / Пункт установки	Октябрьская-8с20 🌟🌟🌟			
Активные аварии и предупреждения	📄	ВЕЩАНИЯ	ТС	СООБЩЕНИЯ
	● не затронуты		ПРД-Полларис ТВЦ-5000-100461770	Низкий уровень сигнала ЦЭТВ
Эскалация в ЦДС ГД	Есть			
Регистрация	2021.12.03 17:34:09 РТРС.Монитор			
Назначение подразделения	Генеральная дирекция			
Распределение	2021.12.03 17:34:09 РТРС.Монитор			
Начало выполнения	2021.12.03 17:34:09 РТРС.Монитор			
Причина инцидента	ОРМО12846930 – 2021.12.03 14:30:00 – в работе – Гроза. Тестирование маскирования инцидента на Октябрьском пер.			

Сообщения по вещаниям / типам ТС

№	НАИМЕНОВАНИЕ ТС, ИМВ. И СЕР. №	СООБЩЕНИЕ
RTРС-1 (0), РТРС-2 (0)		
1	ПРД-Полларис ТВЦ-5000-100461770	Низкий уровень сигнала ЦЭТВ

Управление

Укажите причину
Остатокь сигнала: 1900

Требует расследования

Принять в работу

Журнал (1)

ДАТА
2021.12.03, 20:34

Рис. 7. – Пользовательский интерфейс карточки рассмотренного инцидента

Заключение

Основными целевыми качествами предложенной технологии являются:

1. Решение задачи централизованного мониторинга и управления инцидентами из единого центра.

2. Преодоление ограничивающего фактора развития в условиях современной конкуренции на внутренних и глобальных рынках в контексте санкционированного давления и закрытости / рискованности приобретения зарубежных функциональных аналогов.

3. Формирование базовых принципов и топологии для решения задачи мониторинга качества предоставления производственных «внутренних» или «конечных» услуг, завязанных на географически распределенную сеть объектов и разнообразный парк оборудования.

Научная новизна полученных решений может быть обоснована следующими её компонентами:

– разработка программных продуктов (драйверов) для взаимодействия со сложным технологическим оборудованием на уровне отдельных объектов;

– создание механизмов информирования, в частности, использования корпоративного мессенджера для повышения оперативности доставки критически значимых уведомлений;

– повышение гибкости и рост возможностей настройки средствами пользовательских интерфейсов состава данных, передаваемых с локального на федеральный уровень данных.

Важно отметить, что разработанная технология интеллектуального сбора и анализа данных находится в технологическом тренде, заданным Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, принятой Указом Президента Российской Федерации «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» от 10.10.2019 № 490, в

части повышения доступности и качества данных, необходимых для развития технологий искусственного интеллекта.

Литература

1. Бахтизин А.Р., Макаров В.Л., Логинов Е.Л. [и др.] 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. Тараненко М.Е. Импортозамещение контроллерного оборудования систем управления кислородно-конвертерным производством стали на Новолипецком металлургическом комбинате с использованием отечественного оборудования // Инженерный вестник Дона. 2024. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2024/9026.
 3. Журавлев Д.М., Пинчук В.Н. Предприятие. Технологии и экономика цифровой трансформации. Новосибирск ИД Академиздат, 2020. 216 с.
 4. Joao dos Santos V.M. The current state and trends of the development of digital tele-radio broadcasting systems in the world // Synchroninfo Journal. 2021. Vol. 7, No. 1, pp. 17-23. DOI: 10.36724/2664-066X-2021-7-1-17-23.
 5. Чаадаев К.В. Концептуальная модель технологии мониторинга и управления объектом связи сети телерадиовещания // Перспективы науки. 2023. № 6(165). С. 39–42.
 6. Емалетдинова Л.Ю., Кабирова А.Н., Катасев А.С. Методика разработки нейросетевых моделей регуляторов управления техническим объектом // Инженерный вестник Дона. 2023. № 7. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2023/8544.
 7. Garella J.P., Grampín E., Sotelo R., Baliosian J. Monitoring QoE on digital terrestrial TV: A comprehensive approach, 2016 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB). Nara. Japan. 2016. pp. 1-6. DOI: 10.1109/BMSB.2016.7522008.
-

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. 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.

10. 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. pp. 1-4. DOI: 10.1109/SYNCHROINFO.2019.8814053.

11. Maratkanov A.S., Sukhanov A.A., Vorobieva A.A. Tools for analyzing and visualizing application performance metrics. 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. pp. 41-43.

References

1. Bahtizin A.R., Makarov V.L., Loginov E.L. [et al.] Jekonomicheskie strategii. 2023. Vol. 25. № 2(188). pp. 6–23. DOI: 10.33917/es-2.188.2023.6-23.

2. Taranenko M.E. Inzhenernyj vestnik Dona, 2024. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2024/9026

3. Zhuravlev D.M., Pinchuk V.N. Predpriyatie. Tekhnologii i ekonomika cifrovoj transformacii [Company. Technologies and economics of digital transformation]. Novosibirsk: Akademizdat, 2020. 216 p.

4. Joao dos Santos V.M. Synchronfo Journal. 2021. Vol. 7. No. 1. pp. 17-23. DOI: 10.36724/2664-066X-2021-7-1-17-23.

5. Chaadaev K.V. Perspektivy nauki. 2023. №6 (165). pp. 39–42.



6. Emaletdinova L.Yu., Kabirova A.N., Katasev A.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023. №7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2023/8544

7. Garella J.P., Grampín E., Sotelo R., Baliosian J. 2016 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB). Nara. Japan. 2016. pp. 1-6. DOI: 10.1109/BMSB.2016.7522008.

8. Karjakin V.L. Fizika volnovykh processov i radiotekhnicheskie sistemy. 2022. Vol. 25. №3. pp. 36–42. DOI: 10.18469/1810-3189.2022.25.3.36-42.

9. Karjakin V.L. Infokommunikacionnye tehnologii. 2023. Vol. 21. №1. pp. 44–53. DOI: 10.18469/ikt.2023.21.1.06.

10. Sushko I.V., Karyakin V.L. 2019 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO). 2019. pp. 1-4. DOI: 10.1109/SYNCHROINFO.2019.8814053.

11. Maratkanov A.S., Sukhanov A.A., Vorobieva A.A. 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. pp. 41-43.

Дата поступления: 21.06.2024

Дата публикации: 8.08.2024