

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники  
Кафедра инфокоммуникационных технологий

УДК 621.397

Валицкий  
Олег Валентинович

Тестирование системы телевидения формата Full HD Белтелерадиокомпания

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра техники и технологии  
по специальности 1-45 81 01 – Инфокоммуникационные системы и сети

Научный руководитель  
Лагутин А.Е., кандидат  
технических наук, доцент

Минск 2020

## ВВЕДЕНИЕ

В Республике Беларусь получила широкое развитие такая отрасль телекоммуникаций, как телевидение. В мае 2015 года был проведен окончательный переход на цифровое вещание, что позволило достичь более высокого качества и лучшей помехоустойчивости цифрового ТВ сигнала, также появилась возможность применения звукового сопровождения в стереорежиме и увеличения числа распространяемых телерадиовещательных программ в одном частотном канале.

В настоящее время постоянно встает вопрос экономичной работы предприятия, упрощенной и более удобной инфраструктуры, в сочетании с возрастающими техническими характеристиками. В тоже время работа должна быть надежной и бесперебойной, особенно это касается средств массовой информации, в частности телеканалов Белтелерадиокомпанияи.

**Цель диссертационной работы:** тестирование повышения качества объемных изображений в телевидении. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие **задачи:**

- изучение основных сведений о цифровом телевидении;
- анализ использования цифрового видеоинтерфейса при создании телевизионного контента и ознакомление со стандартами, которые позволяют на практике согласовывать оборудование и производить построение однородной сети, не ухудшая экономические показатели телепроизводства;
- теоритическое ознакомление с возможностями тестирования цифровых систем и применение на практике полученных знаний.

Актуальность данной магистерской диссертации заключается в том, что существует необходимость обеспечения непрерывной работы телевизионных каналов в формате Full HD, а для достижения такого результата необходимо осуществлять постоянный мониторинг за качеством сигнала и периодически измерять важнейшие параметры сигнала, во избежание аварий и критических ситуаций.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1. Цель диссертационной работы: тестирование повышения качества объемных изображений в телевидении.

2. Задачи исследования: изучение основных сведений о цифровом телевидении; анализ использования цифрового видеоинтерфейса при создании телевизионного контента и ознакомление со стандартами, которые позволяют на практике согласовывать оборудование и производить построение однородной сети, не ухудшая экономические показатели телепроизводства; теоритическое ознакомление с возможностями тестирования цифровых систем и применение на практике полученных знаний.

### 3. Приоритетные направления научных исследований

Развитие информационно-коммуникационных технологий – характерная тенденция в современной экономике, поэтому стратегической целью направления «Информационно-коммуникационные и авиакосмические технологии» является его трансформация в одну из ведущих отраслей экономики, доля которой в ВВП превысит 10 %. В рамках направления предусматривается, что темпы роста отечественного рынка информационно-коммуникационных технологий превысят средние показатели по экономике в 2-3 раза. Планируется развивать производство средств космической связи, позволяющих внедрить современные технологии цифрового телевидения и телемедицины.

### 4. Личный вклад магистранта

Был выполнен анализ и изучение тестирования системы телевидения формата Full HD Белтелерадиокомпании.

Предложено использование цифрового видеоинтерфейса при создании телевизионного контента, выработка промышленного стандарта 4:2:2 для оцифрованных составляющих ТВ-сигнала, принципы дискретизации 601 и показаны способы внедрения последовательного цифрового интерфейса SDI при создании телевизионного контента.

Протестированы сигналы высокой четкости формата Full HD. Продемонстрированы полученные показатели в ходе тестирования сигналов SD.

Продемонстрированы способы тестирования цифровых систем, обоснованы их принципы работы и анализа телевизионного сигнала, практически замерены параметры сигнала с помощью монитора сигналов WFM 7200 от фирмы Tektronix.

### 5. Апробация материалов исследования

По материалам диссертации опубликовано 2 статьи в Майском номере электронного научного журнала «Аллея Науки».

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Возможности цифрового телевидения достаточно широки и имеют достаточный потенциал, который позволит переосмыслить понятие «телевидение» и обеспечить для конечного пользователя более высокое качество изображения и аудио, однако, при этом будет происходить усложнение телевизионного оборудования и возникнет необходимость дополнительного контроля качества сигнала.

Рассмотренные в работе вопросы последовательной передачи компонентного видео в общем случае применимы для форматов как стандартного разрешения, так и высокой чёткости. Уровни дискретизации и квантования в целом одни и те же, так же, как и формат данных синхронизации.

В форматах видео высокой чёткости частота дискретизации выше, кроме того, обычно большее количество выборок выделяется для вспомогательных данных. В форматах видео высокой чёткости имеется нумерация строк и используются коды контроля ошибок, кроме того, в них большее количество выборок отводится под многоканальное аудио, а также описана синхронизация и привязка по времени, которая позволяет обеспечить взаимозаменяемость и функциональную совместимость различных устройств, входящих в сквозной канал передачи видеоизображения, благодаря этому и достигается экономичное использование ресурсов и технологий. Вопрос со стандартами видеоразвертки достаточно сложно унифицировать, поэтому создаются ТВ-приемники, которые способны работать со всеми система развертки.

Цифровые мониторы сигналов обеспечивают вывод на экран значений EDH CRC, индикацию включения сигнализации, а также отображение ошибок в ЦИК данных полного поля (рисунок 1). В сигналах яркости и цветности форматов высокой чёткости коды ЦИК следуют за пакетами EAV и счётчиками строк служебных данных. В соответствии со стандартом SMPTE 292M в некоторых форматах видео высокой чёткости коды ЦИК следуют за пакетами EAV и номерами строк, поэтому проверка циклического избыточного кода осуществляется построчно, отдельно для каналов яркости (Y-CRC) и цветности (C-CRC).

Video Session				
Input:	SUR A	Data Collect:	Running	
Signal:	Locked	Run Time:	2 d, 18:41:54	
Format:	Auto 525i 59.94			
TSM Payload:	None			
SAV Place Err:	OK	Ancillary Data:	None	
Field Length Err:	OK			
Line Length Err:	OK	Stack Bits:		
F1 AP CRC:	2532h	F2 AP CRC:	2532h	
Statistics	Status	Err Secs	Err Fields	% Err Fields
RGB Gamut Error	OK	0	0	0.0000 %
Cmpst Gamut Error	OK	0	0	0.0000 %
Luma Gamut Error	OK	0	0	0.0000 %
F1 CRC Error	Error	74	4407	0.0931 %
AP CRC Error	Error	32	3091	0.0653 %
EDH Error	Error	74	4407	0.0931 %

Changed since reset: Yes  
Press "Select" to reset. Any "arrow key" stops/starts.

720i 59.94  
SD Input A  
Ref: Internal

TEKTRONIX

HD WVR  
Audio In: Dolby J, Frnc:344

Рисунок 1 – Отображение значений EDH сигнала SD на экране растерайзера WVR7120 в режиме «Video Session»

Таким образом, оператор имеет возможность отслеживать количество ошибок, появляющихся в процессе прохождения сигнала по каналу передачи. В идеальном случае прибор покажет нулевое количество ошибок, что указывает на отличное состояние канала передачи сигнала. Если количество ошибок начинает расти, то оператор обязательно должен обратить на это внимание. Возрастание частоты появления ошибок до одной ошибки в час или в минуту свидетельствует о том, что система приближается к «цифровой яме» (digital cliff), т.е. состоянию, при котором происходит стремительное зашумление и пропадание сигнала. В этом случае канал передачи должен быть тщательно обследован с целью локализации причин появления ошибок ещё до наступления отказа, который серьезно затруднит или сделает вообще невозможным обнаружение ошибок в тракте. На рисунке 2 показан экран монитора сигналов WFM7120 в режиме «Video Session», на котором отображены накопленные ошибки для каналов Y и C для сигнала видео высокой чёткости.

Video Session				
Input:	SDI A	Data Collect:	Running	
Signal:	Locked	Run Time:	0 d, 0h:14:41	
Format:	Auto 1080i 59.94 - HD SDI 422			
352M Payload:	None			
SAV Place Err:	OK	Y Stuck Bits:	-----	
Field Length Err:	OK	C Stuck Bits:	-----	
Line Length Err:	OK			
Line Number Err:	OK			
Ancillary Data:	Y and C Present			
Statistics	Status	Err Secs	Err Fields	% Err Fields
RGB Gamut Error	OK	60	2706	1.0999 %
Crmpst Gamut Error	C-	4223	282960	99.7778 %
Luma Gamut Error	OK	64	3450	1.3641 %
Y Chan CRC Error	OK	60	3733	0.7370 %
C Chan CRC Error	OK	60	3732	0.7368 %
Y Anc Checksum Error	OK	33	73	0.0144 %
C Anc Checksum Error	OK	41	3108	0.6136 %
Changed since reset: N/A    rtrn key stops starts.				
2001 20:34 352 Input A Ref: Internal	Crmpst Gamut Error	1.11	Tektronix	HS WFM7120 Lch6: FFFF FFFF FFFF FFFF

Рисунок 2 – Отображение значений CRC сигнала HD на экране монитора WFM7120 в режиме «Video Session»

На дисплее показывается не только количество обнаруженных ошибок, но также и статистика ошибок относительно количества полей и продолжительности (в секундах) контролируемых временных интервалов. При обнаружении значительного количества ошибок кода ЦИК необходимо провести дополнительную диагностику сигнального тракта с использованием режимов «Глазковая диаграмма» и «Джиттер». Если на дисплее наблюдается существенный рост ошибок циклического избыточного кода, т.е. если ошибки появляются ежеминутно или даже ежесекундно, то это свидетельствует о приближении системы к критическому состоянию, за которым последует фатальный отказ.

В отображении видео сеанса представлены несколько рабочих параметров, которые можно использовать для анализа входного видеосигнала, так данный прибор способен отличать FHD сигнал от сигнала SD (рисунки 3 и 4 соответственно). Также будут отображаться параметры свойственные только конкретному типу сигнала.



Рисунок 3 – Параметры сигнала в формате Full HD

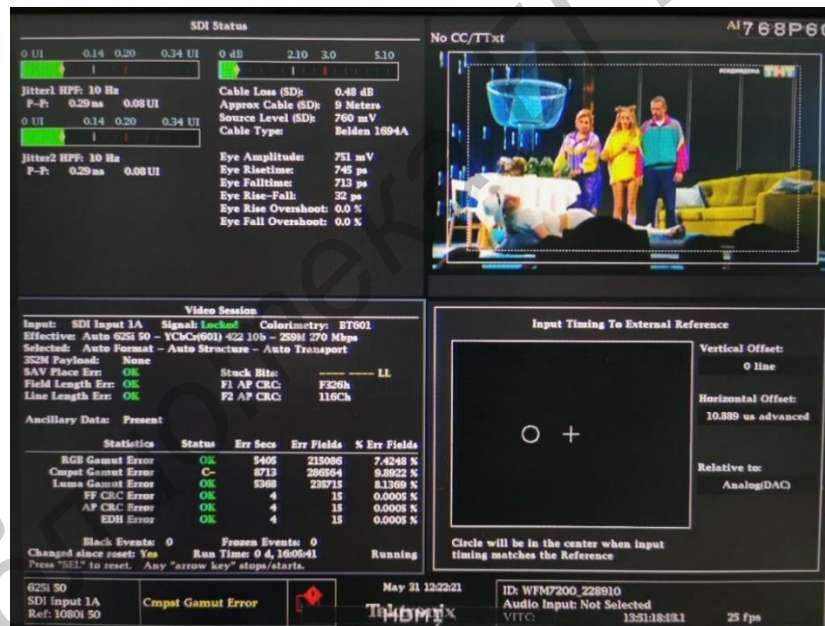


Рисунок 4 – Параметры сигнала в формате SD

Таким образом, мы узнали достаточное количество способов тестирования, которые позволяют в полной мере измерить, оценить и принять меры по недопущению ухудшения параметров сигнала, а также на практике изучили способы достаточные для контроля сигнала. Убедились в возможности прибора автоматически распознавать сигналы различных форматов. На основе данных действий будет выбран необходимый способ контроля, необходимого для работы сигнала. В связи с массовым переходом на формат Full HD, работа с сигналом стандартной четкости сведена к минимуму, однако, может быть актуальна для решения определенных задач.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной магистерской диссертации был выполнен анализ и изучение тестирования системы телевидения формата Full HD Белтелерадиокомпании.

Проанализированы основные сведения о цифровом телевидении, его этапы развития, принципиальные отличия от аналогового, принципы построения системы цифрового телевидения в целом и дальнейшие перспективы развития.

Предложено использование цифрового видеоинтерфейса при создании телевизионного контента, выработка промышленного стандарта 4:2:2 для оцифрованных составляющих ТВ-сигнала, принципы дискретизации 601 и показаны способы внедрения последовательного цифрового интерфейса SDI при создании телевизионного контента.

Протестированы сигналы высокой четкости формата Full HD. Продемонстрированы полученные показатели в ходе тестирования сигналов SD.

По полученным показателям можно сделать вывод что система телевидения Белтелерадиокомпании формата, измененного на Full HD, работает стабильно без сбоев.

Продемонстрированы способы тестирования цифровых систем, обоснованы их принципы работы и анализа телевизионного сигнала, практически замерены параметры сигнала с помощью монитора сигналов WFM 7200 от фирмы Tektronix.



## СПИСОК СОБСТВЕННЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

1-А Валицкий О.В. Автоматизированная система управления телевизионного вещания [Электронный ресурс] / Валицкий О.В. – Электронные данные. – Санкт-Петербург, 2020. – Режим доступа: [https://alley-science.ru/domains\\_data/files/10May2020/AVTOMATIZIROVANNAYa%20SISTEMA%20UPRAVLENIYa%20TELEVIZIONNOGO%20VESHANIYa.pdf](https://alley-science.ru/domains_data/files/10May2020/AVTOMATIZIROVANNAYa%20SISTEMA%20UPRAVLENIYa%20TELEVIZIONNOGO%20VESHANIYa.pdf)

2-А Валицкий О.В. Обзор технологий виртуализации [Электронный ресурс] / Валицкий О.В. – Электронные данные. – Санкт-Петербург, 2020. – Режим доступа: [https://alley-science.ru/domains\\_data/files/10May2020/OBZOR%20TEHNOLOGIY%20VIRTUALIZACII.pdf](https://alley-science.ru/domains_data/files/10May2020/OBZOR%20TEHNOLOGIY%20VIRTUALIZACII.pdf)

Библиотека БГУИР