

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

13-85-580

Ю. И. Романов

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕВИЗИОННОЙ УСТАНОВКИ  
В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ  
ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ УСКОРИТЕЛЕМ

1985

Высокий уровень электромагнитных помех при работе ускорителя и высокая разность потенциалов между источником ионов и землей /до 750 кВ/ требуют использования оптических средств передачи информации/1/.

Перспективность применения волоконно-оптических линий связи /ВОЛС/ на электрофизических установках в основном определяется успешным сочетанием достоинств волоконных световодов и цифровых методов передачи информации/1-3/. Однако при наличии источника аналоговой информации использование цифровых методов приводит к существенному расширению частотного спектра передаваемого сигнала. Особенно это проявляется при кодировании широкополосных сигналов с большим динамическим диапазоном. Для технической реализации такого канала передачи информации необходимо сложное электронное оборудование, быстродействующие излучатель и фотоприемник/4/. И хотя скорости в несколько десятков Мбит/с не являются высокими относительно возможных скоростей передачи информации по волоконно-оптическим световодам, они существенно влияют на сроки создания подобных ВОЛС.

Другой возможный путь передачи аналоговой информации основан на использовании модуляции интенсивности светового потока излучателя/4/. Особенностью передачи аналоговых сигналов по сравнению с цифровыми является необходимость обеспечения высокого отношения сигнал/шум на выходе фотоприемника и высокой линейности передаточной характеристики всего измерительного тракта. Преимущество этого метода - простота построения линии передачи, недостаток - нелинейность характеристик оптических компонентов. При этом снижение искажений может быть получено как путем установки излучателей с лучшими ватт-амперными характеристиками, так и соответствующими схмотехническими методами/4/. Предпосылками аналоговой передачи являются сокращение полосы пропускания канала связи и возможность использования волоконных световодов с большим диаметром световедущей жилы. Например, жгутовых кабелей/5/ с волокнами из поликомпонентных стекол. Последние позволяют вводить большую мощность излучения, но имеют ограничение по полосе пропускания и протяженности линий связи.

В работе описана система телевизионной телеметрии, изготовленная на базе использования промышленной телевизионной установки /ПТУ/6/ и блоков ВОЛС, осуществляющих передачу видеосигналов в аналоговом виде с высоковольтного терминала на пульт управления. Информация, воспроизводимая на экране телемонитора, позволяет дежурному оператору установки СПИН/7/ дистанционно контролировать рабочие параметры подсистем ионного источника.

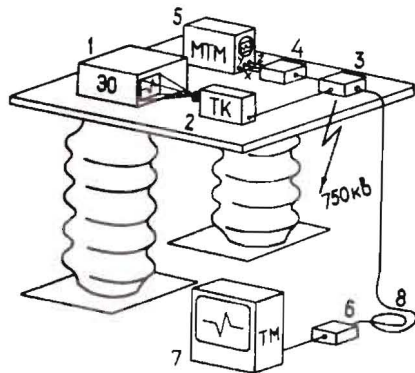
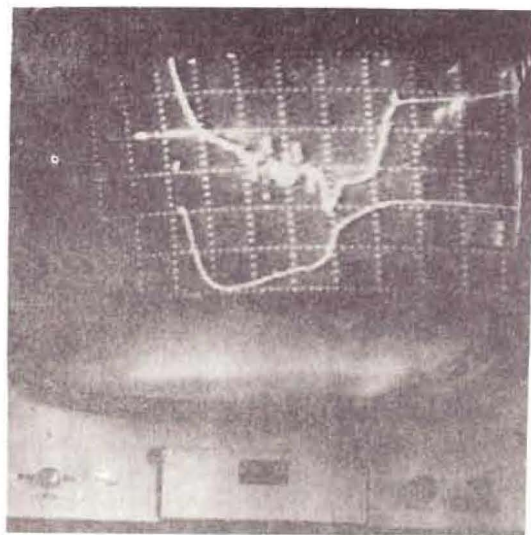


Рис.1. Структурная схема размещения элементов телевизионной телеметрии на высоковольтном терминале.

Структурная схема размещения основных элементов устройства приведена на рис.1. Аппаратура, размещенная на высоковольтной платформе, включает в себя: осциллограф 1, телекамеру 2, передатчик ВОЛС 3, устройство формирования телевизионного изображения /УФТИ/ 4, вспомогательный осциллограф 5; на пульте управления ионным источником расположены: приемник ВОЛС 6, телемонитор 7. Каналом передачи информации является жгутовая волоконно-оптическая линия связи 8.

Система работает следующим образом.

Импульсный аналоговый сигнал измеряется двухканальным осциллографом типа С8-17 с "памятью". Телевизионная камера КТП-39/6/, установленная на расстоянии  $\sim 0,5$  м от экрана последнего, производит "считывание" информации. Видеосигнал от телекамеры поступает на входы: а/ передатчика ВОЛС, где он преобразуется в световой поток, модулированный по интенсивности; б/ блока УФТИ, подключенного к малогабаритному осциллографу, который используется как микротелемонитор /МТМ/ и служит для контроля качества изображения в условиях низкой освещенности и жестко лимитированного пространства.



На рис.2 приведена фотография с экрана телемонитора при регистрации двух импульсных сигналов: импульса контрольного напряжения модулятора и импульса тока дуги источника /верхний и нижний луч соответственно/.

Такое построение аппаратуры для измерения аналоговой информации на высоковольтном терминале имеет ряд преимуществ:

Рис.2. Импульсные сигналы на экране телемонитора.

1/ реализуется передача сигналов в широком частотном диапазоне, т.к. используемый осциллограф имеет полосу пропускания от 0 до 5 МГц;

2/ повышается точность измерения, т.к. на телемониторе оператора измерение производится по видимой масштабной сетке осциллографа;

3/ повышается помехоустойчивость канала связи, т.к. съем информации, благодаря использованию осциллографа с "памятью", происходит в паузе между мощными рабочими импульсами ионного источника;

4/ обеспечивается необходимая аппаратная гибкость. Простая замена осциллографа С8-17 на интерфейс стрелочных индикаторов, подключенных к соответствующим датчикам, позволяет осуществить телевизионный контроль основных медленно изменяющихся параметров ионного источника /рис.3/.

Передатчик ВОЛС /рис.4/ представляет собой широкополосный модулятор тока светодиода /Д1/, изготовленный на дискретных компонентах. Конструктивно он выполнен как двухкаскадный усилитель /Т1, Т2/, охваченный отрицательной обратной связью. Это позволило существенно улучшить линейность модуляции ИК-излучения. Для коррекции частотной характеристики усилителя с излучателем в области верхних частот эмиттерная цепь выходного транзистора /Т2/ содержит частотно-зависимую обратную связь. Линейное изменение интенсивности излучения используемого светодиода начинается при токе  $\sim 25$  мА. Для ввода излучателя в линейный режим модуляции использовано постоянное токовое смещение  $I_{сдв} = 65$  мА. Максимальная амплитуда тока при передаче видеосигнала не превышает 100 мА /точки В, А и С соответственно, рис.5/, что соответствует его нормальному режиму эксплуатации. Коэффициент использования излучаемой мощности, который определен как отношение оптической мощности к потребляемой электрической, составил  $\sim 80\%$ . Нелинейные искажения на выходе модулятора не превышают  $\leq 5\%$ . Передатчик рассчитан на прием входного сигнала с амплитудой  $1 \pm 1,5$  В /входное сопротивление равно 75 Ом/.

Приемник ВОЛС /рис.6/ представляет собой преобразователь "ток-напряжение", выполненный на дискретных компонентах. Он включает в себя кремниевый р-і-п фотодиод /Д1/, предусилитель /Т1,Т2/ с компенсацией паразитных емкостей фотодиода и широкополосный выходной усилитель /Т3,Т4/ с  $K_y=100$ . Устройство рассчитано на нагрузку сопротивлением 75 Ом, амплитуда выходного сигнала настраивается в пределах  $1,5 \pm 2$  В.

При создании системы передачи телевизионной информации были использованы коммерческие компоненты фирмы "Зунер" /Австрия//8/. Ниже приводится номенклатура изделий и основные параметры:

1. Светодиод 9823,03А: время нарастания и спада  $\sim 10$  нс, пиковый ток 0,3 А, рабочий диапазон спектра излучения - инфракрасный.

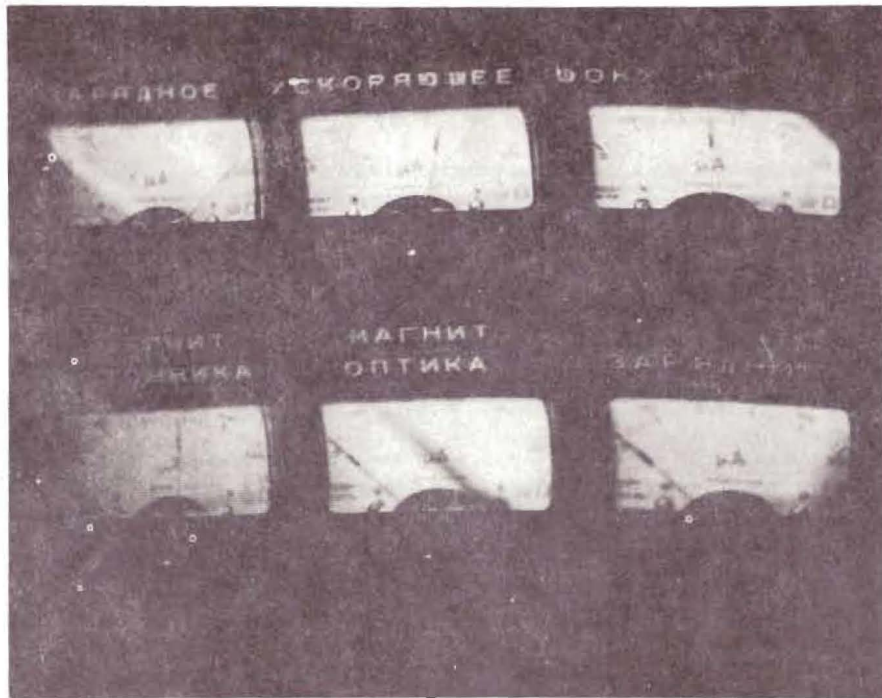


Рис.3. Телевизионный контроль медленно изменяющихся сигналов постоянного тока.

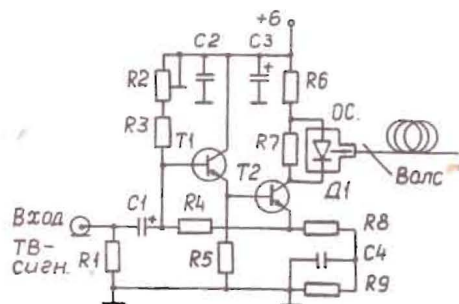


Рис.4. Электрическая схема передатчика ВОЛС.

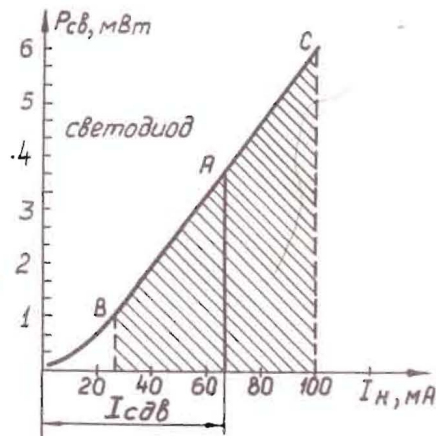


Рис.5. Ватт-амперная характеристика светодиода.

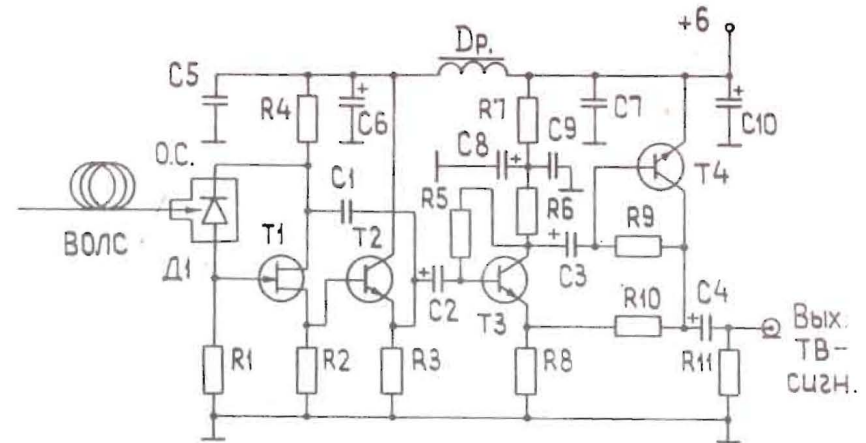


Рис.6. Электрическая схема приемника ВОЛС.

2. Фотодиод р-і-п 9824.02А: темновой ток  $\leq 50$  нА, собственная емкость  $\leq 8$  пФ, быстродействие  $\leq 25$  нс.

3. а/ Оптический кабель жгутовый 9821.30В: количество световодных жил - 37, затухание 10 дБ/100 м, дисперсия 11 нс, строительная длина 30 м;

б/ затухание в связке "кабель - оптический преобразователь" составляет  $\sim 3$  дБ на один оптический соединитель /ОС/.

Общие параметры линии связи для передачи телевизионного видеосигнала: полоса рабочих частот 20 Гц-5 МГц, отношение сигнал/шум 40:1, мощность светового излучения на входе фотоприемника ВОЛС равна 25 мкВт, напряжение источников питания +6В.

Видеоконтрольное устройство на высоковольтном терминале состоит из малогабаритного осциллографа и блока УФТИ, позволяющего использовать практически любой осциллограф, имеющий вход "Z", как микротелемонитор /МТМ/. Структурная схема блока УФТИ показана на рис.7. Видеосигнал положительной полярности, амплитудой  $\sim 1,5$  В от телекамеры КТП-39 поступает на селектор синхросмеси /СС/ и усилитель /У/. С выхода усилителя видеосигнал воздействует на вход "Z" /вход модуляции тока луча осциллографа/. Выделенная селектором СС синхросмесь приходит на кадровый селектор /КС/ и вход "X" внешней синхронизации горизонтальной развертки осциллографа. Селектор КС выделяет из синхросмеси кадровые синхроимпульсы, которые управляют генератором вертикальной развертки /ВР/. Генератор формирует пилообразное напряжение, поступающее на сигнальный вход "Y" осциллографа. На экране последнего /рис.8/ получается развертка телевизионного изображения /-100 строк/.

Блоки ВОЛС смонтированы в модулях 1М механического стандарта КАМАК и используют шину питания +6 В магистрали крейта. В каждом модуле имеются два идентичных независимых канала. Передатчик нерабочего канала отключается тумблером на лицевой панели блока, что позволяет исключить преждевременную деградацию излучателя.

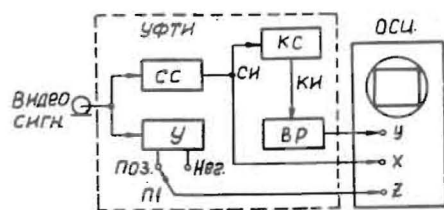


Рис.7. Структурная схема блока УФТИ.

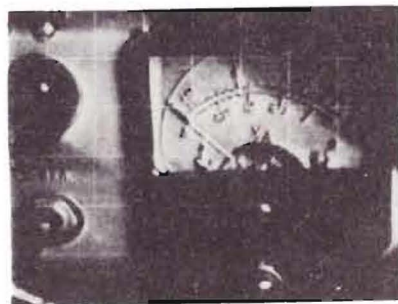


Рис.8. Телевизионное изображение на экране осциллографа.

Блок УФТИ смонтирован в модуле 2М, питание + 6В снимается с магистрали крейта, напряжение питания + 50В подается через электрический разъем, расположенный на передней панели, от внешнего источника в стандарте "Вишня".

Таким образом, возможности ПТУ и оптических средств передачи аналоговой информации позволяют сделать вывод о перспективности использования телевидения и ВОЛС в системах управления ионными источниками.

В заключение автор благодарит Л.П.Зиновьева и М.А.Воеводина за полезные обсуждения данной работы на различных этапах ее реализации, П.Н.Буйлова и В.А.Слесарева за техническую помощь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Романов Ю.И. ОИЯИ, 10-81-295, Дубна, 1981.
2. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-82-279, Дубна, 1982.
3. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-83-478, Дубна, 1983.
4. ТИИЭР, 1983, т.71, № 2.
5. Электросвязь, 1980, № 12.
6. Костыков Ю.В. Прикладное телевидение. "Энергия", М., 1980.
7. Шелаев И.А. и др. ОИЯИ, Р9-83-582, Дубна, 1983.
8. CERN Courier, 1980, vol.20, No.8, p.364.

Рукопись поступила в издательский отдел  
30 июля 1985 года.

В Объединенном институте ядерных исследований начал выходить сборник "Краткие сообщения ОИЯИ". В нем будут помещаться статьи, содержащие оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты, требующие срочной публикации. Будучи частью "Сообщений ОИЯИ", статьи, вошедшие в сборник, имеют, как и другие издания ОИЯИ, статус официальных публикаций.

Сборник "Краткие сообщения ОИЯИ" будет выходить регулярно.

The Joint Institute for Nuclear Research begins publishing a collection of papers entitled *JINR Rapid Communications* which is a section of the *JINR Communications* and is intended for the accelerated publication of important results on the following subjects:

- Physics of elementary particles and atomic nuclei.
- Theoretical physics.
- Experimental techniques and methods.
- Accelerators.
- Cryogenics.
- Computing mathematics and methods.
- Solid state physics. Liquids.
- Theory of condensed matter.
- Applied researches.

Being a part of the *JINR Communications*, the articles of new collection like all other publications of the Joint Institute for Nuclear Research have the status of official publications.

*JINR Rapid Communications* will be issued regularly.



Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

Романов Ю.И.

13-85-580

Применение телевизионной установки в системе управления высоковольтным ускорителем

Описана аппаратура для передачи аналоговой информации в полосе частот 20 Гц-5 МГц от постовой телевизионной камеры, находящейся на высоковольтном терминале, на телемонитор, расположенный на пульте управления инжектором ускорителя. В канале передачи телевизионной информации использован 30-метровый жгутовый волоконно-оптический кабель связи.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Romanov Yu.I.

13-85-580

Application of TV Chamber in High-Voltage Accelerator Control System

An apparatus is described which is used for analog information transfer from a TV chamber placed on a high-voltage terminal to a TV monitor on a control desk for the accelerator injector over a frequency range of 20 Hz- 5 MHz. A 30 m glass fibre-optical cable is used in the channel of information transfer.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985