

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

13-86-533

Ю.И.Романов

**ПЕРИФЕРИЙНАЯ ОПТОЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА
ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ
ИНЖЕКТОРОМ УСТАНОВКИ СПИН**

1986

В проектах новых электрофизических установок (ЭФУ) большое внимание уделяется вопросам сбора данных о режимах работы технологического оборудования и управления этим оборудованием. Успешное решение этих задач особенно актуально при автоматизации высоковольтных платформ ЭФУ.

В импульсных ускорителях для синхронизации работы ионного источника необходимо передавать синхроимпульсы, регулируемые во времени, к устройствам импульсного запуска ионного источника, расположенного под высоким ускоряющим напряжением (~ 750 кВ)^{/1/}. Системы дистанционного управления и контроля^{/2,3/} должны обеспечивать долговременную надежную работу при высоких уровнях помех, создаваемых мощными радиотехническими устройствами ускорителя.

С разработкой и использованием волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) появилась возможность создания простых и надежных устройств с большим ресурсом работы.

При проектировании каналов контроля и управления большое значение имеет корректность технических условий, предъявляемых к аппаратной части такой системы в целом и особенно к оборудованию, размещаемому на высоковольтном терминале, в зоне датчиков и исполнительных механизмов. Ряд специальных требований, относящихся к системам синхронизации и телемеханическому обеспечению ЭФУ, подробно изложены в работах^{/1,4,5/} и здесь не рассматриваются. Учитывая отечественный, а также зарубежный опыт автоматизации высоковольтных платформ ЭФУ с небольшим количеством датчиков^{/6,7/}, было принято решение не использовать ЭВМ на данном этапе, что позволило в сжатые сроки завершить испытания систем ВОЛС. Выигрыш в сроках разработки системы контроля и управления был достигнут за счет сокращения объема проектирования аппаратной части системы и ее упрощения. При этом широко внедрялся модульный принцип конструирования с использованием механического стандарта КАМАК. Основные функциональные блоки выполнялись в виде автономных модулей со встроенными индикаторами и выводом информации на стандартные регистраторы.

Структурная схема оптоэлектронной системы дистанционного управления и контроля (ДУК) по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС) инжектором установки СПИИ показана на рис.1.

Система ДУК размещена в двух крейтах КАМАК. Один из них установлен на пульте управления, другой - на высоковольтном терминале. Связь между крейтами осуществляется по 8 10-метровым парал-

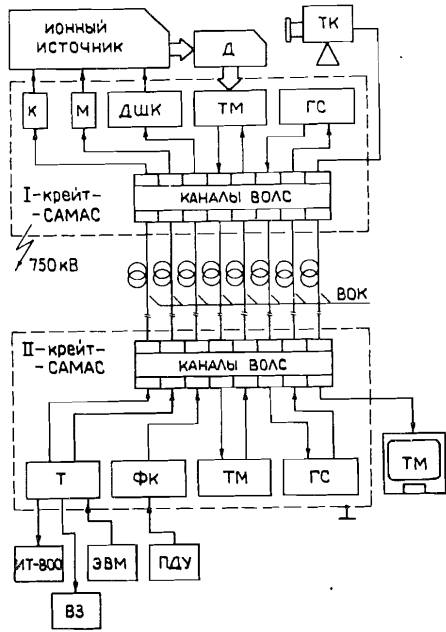


Рис.1. Структурная схема оптоэлектронной системы ДУК.

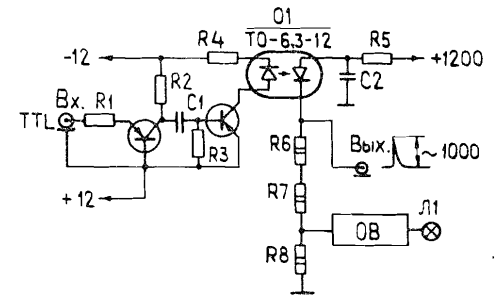
лельным приемо-передающим каналам ВОЛС, служащим для передачи цифровой и аналоговой информации. В крейтах находятся следующие функционально связанные блоки и устройства. Пульт управления: таймер (Т), формирователь команд дистанционного управления (ПДУ), телеметрия (ТМ), устройство дуплексной громкой связи (ГС), устройство приема видеосигнала с выходом на телемонитор (ТМ). Высоковольтный терминал: блок привода клапана натекаателя (К), блок запуска модулятора дуги (М), дешифратор команд управления электроприводами (ДШК), телеметрия (ТМ) и датчики (Д), устройство дуплексной громкой связи (ГС), устройство передачи видеосигнала от телекамеры (ТК).

дами (ДШК), телеметрия (ТМ) и датчики (Д), устройство дуплексной громкой связи (ГС), устройство передачи видеосигнала от телекамеры (ТК).

КРАТКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЛОКОВ И УСТРОЙСТВ

Т — многоканальный программно-управляемый таймер 10ЩПЗ-01^{/1/} включает в себя дешифратор функций КАМАК, кварцевый генератор $F_r = 1$ МГц с делителями опорной тактовой частоты, мультиплексор данных и 10 независимых каналов задержки с рабочим диапазоном $1 \text{ мкс} \div 99 \text{ с}$. Каждый из них состоит из 11-разрядного буферного регистра, двух установочных счетчиков, 7-канального коммутатора, осуществляющего выбор необходимой опорной частоты, схемы выдачи выходного сигнала и формирователя. Величина задержки в каждом канале определяется делителями частоты и выходным кодом программных переключателей. Устанавливаемая задержка фиксируется цифровым индикаторным табло. Обработка времени задержки осуществляется в счетчике предустановки в результате обратного счета тактирующих импульсов по сигналу внешнего запуска. Таймер имеет два режима работы: от ЭВМ и автоматический. Он формирует выходные сигналы уровня

Рис.2. Формирователь импульсов запуска трансформатора ИТ-800.



ТТЛ для запуска: на высоковольтном терминале - клапана натекаателя и модулятора тока дуги с развязками по сигналу управления с помощью высоковольтных оптронов; на потенциале "земля" - вакуумного затвора (ВЗ), осциллографов, импульсного трансформатора ИТ-800. Для устранения обратной реакции на канал задержки в момент возбуждения ИТ-800 в формирователе импульсов запуска^{/8/} с целью развязки использован мощный высоковольтный тиристорный оптрон, рис.2.

ГС - ГС — устройство дуплексной громкой связи^{/9/} по линиям ВОЛС используется для связи операторов в период настройки инжектора. Оно состоит из двух полукомплектов, имеющих одинаковый состав аппаратуры. Каждый полукомплект работает следующим образом: речевой сигнал преобразуется в напряжение посредством микрофона, усиливается и преобразуется в ток. В качестве преобразователя "ток - оптический сигнал" используется светодиод АЛЮ7. Модулированный луч света вводится в волоконно-оптический кабель (ВОК) для переноса информации на приемную часть схемы. Фотоприемник типа ФД-27 преобразует модулированные сигналы в фототок. На выходе трансимпедансного усилителя этот ток преобразуется в напряжение, возбуждающее усилитель мощности, к выходу которого подключена динамическая головка. Отношение сигнал/шум в системе 15/1, частотный диапазон $300 \text{ Гц} \div 4 \text{ кГц}$.

ТК - ТМ — устройство телевизионной телеметрии^{/3/}, изготовленное на базе промышленной телевизионной установки (ПТУ) и блоков ВОЛС, осуществляющих передачу видеосигналов в аналоговом виде с высоковольтного терминала на пульт управления инжектором, позволяет дежурному оператору установки дистанционно контролировать рабочие параметры подсистем ионного источника. На рис.3 приведена фотография с экрана телемонитора при регистрации двух импульсных сигналов: импульса контрольного напряжения модулятора и импульса тока дуги источника (верхний и нижний луч соответственно).

ТМ - ТМ — устройство с датчиками (Д). К наиболее часто встречающимся аналоговым величинам, подлежащим контролю на высоковольтном терминале, относится электрическое напряжение, снимаемое с датчиков сопротивления. В качестве преобразователей аналоговой величины в цифровую форму в телеметрии получили распространение преобразователи "напряжение-частота" (ПНЧ).

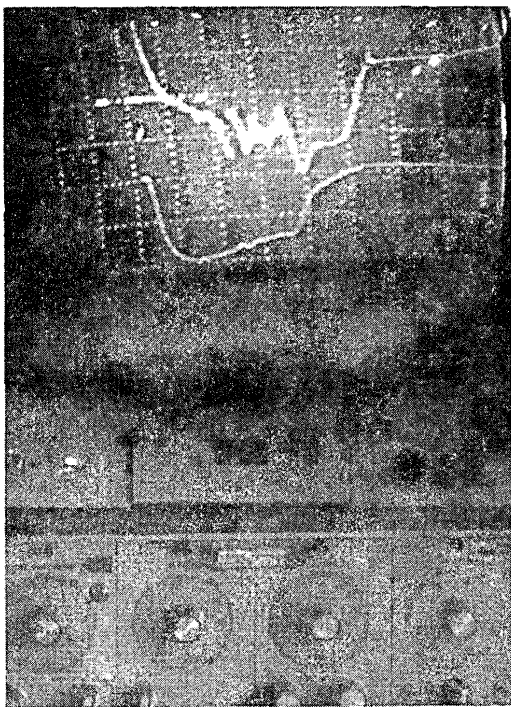


Рис.3. Импульс контрольного напряжения модулятора и импульс тока дуги источника (верхний и нижний луч соответственно) на экране телемонитора.

Последние имеют сравнительно простые электрические схемы и высокие метрологические характеристики. Применение частотной вместо кодо- или широтно-импульсной модуляции улучшает помехозащищенность передачи, создает удобства для дальнейшей обработки информации. Кроме того, использование данного типа модуляции позволяет устранить любые эффекты, обусловленные искажением длительности импульсов в приемнике ВОЛС.

На рис.4 приведена структурная схема системы. Она состоит из 2 полукомплектов (1ПК и 2ПК): а) 1ПК - расположен на высоковольтном терминале и подключен к соответствующим датчикам; б) 2ПК - на пульте управления инжектором. Линией связи между полукомплектами ТМ служит двухпроводная кабельная ВОЛС, снабженная

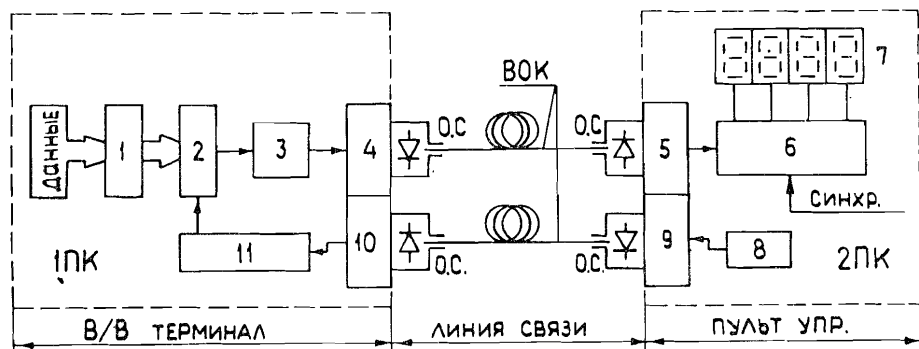


Рис.4. Структурная схема телеметрической системы.

бинарными оптическими соединителями^{9/}. В основу работы устройства положен принцип преобразования контролируемой величины в частоту с последующим измерением ее электронным частотомером. Выбор датчика на контролируемом полукомплекте реализован по принципу "адрес датчика - информация" (или "запрос - ответ"). Система работает следующим образом. Постоянные или медленноизменяющиеся напряжения от датчиков Д1-Д13 поступают на защищенные входы нормирующих усилителей. Выходные сигналы последних подаются на информационные входы аналогового мультиплексора (2), вход которого подключен к преобразователю ПНЧ (3). Аналоговый сигнал, преобразованный в частоту импульсов, поступает на модулятор светодиода (4), преобразующий электрический сигнал в световое излучение. Посредством линии связи свет переносит информацию на приемную часть схемы (5), где происходит обратное преобразование "свет - фототок". На выходе фотоприемника формируются электрические импульсы. Их частота следования измеряется с помощью электронно-счетного частотомера (6), снабженного цифровым устройством индикации (7).

Выбор датчика производится с помощью двоично-десятичного кодового переключателя, посылка команды - кнопкой "Запись адреса" (8). Оптические сигналы передатчика (9) воспроизводятся оптическим приемником (10) в виде пачки импульсов, количество которых соответствует порядковому номеру контролируемого датчика. В устройстве управления мультиплексором (11) количество импульсов в пачке подсчитывается счетчиком, и с помощью регистра буферной памяти выставляется код адресного входа аналогового мультиплексора (2), подключающего опрашиваемый датчик. Таким образом, по одной световодной линии подаются команды на управление мультиплексором, по другой (обратный канал) - поступает информация от преобразователя ПНЧ, где формируется импульсное напряжение, частота которого пропорциональна измеряемому напряжению.

Д а т ч и к и. В основу цифровой регистрации системы контроля инжектора положены 8 параметров, подлежащих измерению:
 а) ток фазы автономного источника питания (3 датчика);
 б) амплитуда импульса тока дуги (1 датчик);
 в) ток магнита ионной оптики (1 датчик);
 г) зарядное напряжение дуги источника (1 датчик);
 д) эталонное напряжение (2 датчика).

Измерение тока фазы трехфазного мотор-генератора, установленного на высоковольтном терминале для питания силовых цепей технологических импульсных систем источника, производится с помощью измерительной схемы с использованием 3 трансформаторов тока типа ТК-20^{10/} для гальванической развязки (рис.5). Выходная цепь низкого напряжения каждого из этих 3 датчиков состоит из выпрямительного моста (Д1 ÷ Д4), низкочастотного фильтра (R₅C₁) и подстроечного резистора (R₄). Ток, протекающий в

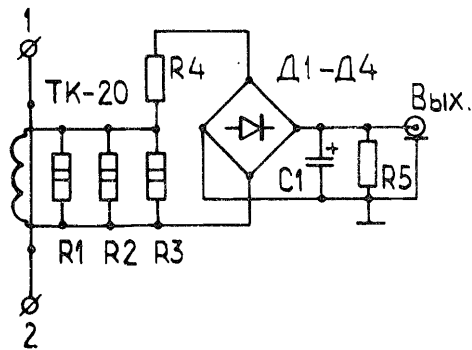


Рис.5. Трансформаторный датчик тока фазы.

выходной цепи через резисторы $R_1 \div R_3$, имеет ту же форму, что и ток I_n нагрузки силовой цепи, а его значение уменьшено соответственно коэффициенту трансформации используемых трансформаторов тока. Коэффициент трансформации по току подбирался так, чтобы при максимальной нагрузке фазы генератора во вторичном контуре

измерительного преобразователя протекал ток $I_d = 8$ А. Подбирая соответствующее значение сопротивлений $R_1 \div R_3$, можно получить требуемое выходное напряжение $V_n = 8$ В. Подстроечный резистор R_4 служит для коррекции показаний в средней части рабочего диапазона датчика. Погрешность преобразователя "ток фазы - постоянное напряжение" в интервале измеряемых токов (0,1 ÷ 8) А составляет $\pm 10\%$ (масштаб 1 В = 1 А).

Измерение импульса тока дуги производится с помощью индукционного датчика, включенного в цепь модулятора источника. Выходной сигнал от датчика поступает на вход масшта-

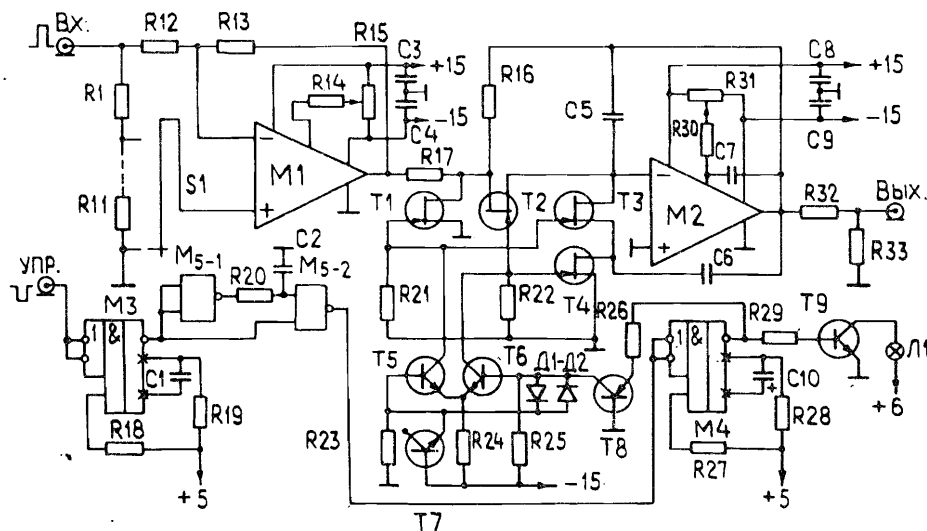


Рис.6. Электрическая схема УВХ для измерения импульса тока дуги.

бирующего усилителя и далее к устройству выборки-хранения (УВХ). При использовании в качестве основных элементов схемы операционных усилителей (ОУ) наибольшее внимание уделялось таким характеристикам, как время выборки и время хранения. На рис.6 приведена электрическая схема УВХ, изготовленная с использованием ОУ серии К574 с полевыми транзисторами на входе. Выходной сигнал от индукционного датчика ($V_{\text{Вых}} \geq 20$ мВ, $t = 30$ мкс, полярность положительная) поступает на инвертирующий вход ОУ1. Калибровка датчика "ток дуги - амплитуда импульса" производится путем изменения коэффициента усиления ОУ1 ($K_U = 1 \dots 10$). На ОУ2 изготовлено УВХ [11]. При запоминании сигнала УВХ переводится в режим инерционного звена и в течение интервала хранения информации ($t_x = 5$ с) работает как интегратор в режиме фиксации решения. Транзисторы T1 ÷ T4 работают в ключевом режиме: при выборке T1, T3 закрыты, а T2, T4 открыты. При подаче импульса на вход ОУ2 выходное напряжение стремится к уровню $V_{\text{Вх}} \cdot R_{16}/R_{17}$ по экспоненте с постоянной времени $R_{16}C_5$. Для уменьшения времени выборки (времени запоминания) в схему введен форсирующий конденсатор C_5 , заряженный через малое выходное сопротивление усилителя. Устройство работает в диапазоне входных сигналов 0,01...1 В, с коэффициентом передачи 10. Время выборки 10 мкс, время хранения 5 с, масштаб 18 мВ = 1 А.

Датчики тока магнитной оптики, зарядного напряжения дуги источника, эталонных напряжений - резистивные. Погрешность по этим измерительным каналам составляет $\pm 5\%$.

Краткие характеристики преобразователя:

1. Входное сопротивление 100 кОм.
2. Полярность сигналов с датчиков - положительная.
3. Диапазон измеряемых амплитуд 0 ÷ 10В.
4. Крутизна преобразования 1 кГц/В.
5. Интегральная нелинейность 0,2%.

Из 15 каналов телеметрии на высоковольтном терминале задействовано только 8. Оставшиеся 7 каналов составляют "горячий" резерв системы, на случай повреждений одного или нескольких рабочих каналов в результате действия перегрузок, связанных, например, с появлением неспровоцированного стримера.

ФК-ДШК - устройство дистанционного управления электроприводами (рис.7), задающими режимы работы магнитных элементов источника заряженных частиц. Управление использует принцип "выбор объекта управления", "меньше или больше". При этом электродвигатели, связанные через редукторы с латрами, вращаются влево или вправо с малой постоянной скоростью, уменьшая или увеличивая напряжение питания соответствующих магнитных элементов, подключенных к автотрансформаторам. Аппаратура рассчитана на выборочное управление 7 исполнительными

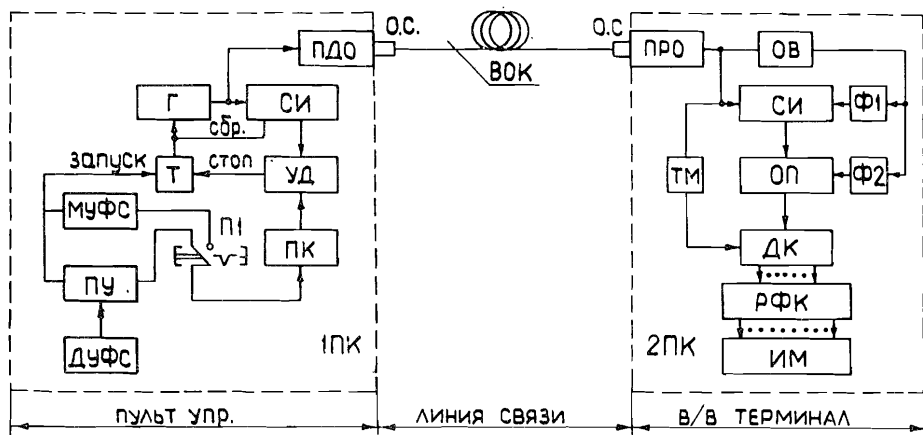


Рис.7. Структурная схема устройства управления электроприводами.

ми устройствами в любой последовательности. Командный сигнал состоит из серии импульсов (кодовой посылки), число импульсов в которой определяется порядковым номером электропривода и направлением его вращения. Покажем это на примере.

Первому каналу управления соответствуют: команда "меньше" - один импульс на выходе, левое вращение электродвигателя (ЭД); команда "больше" - два импульса на выходе ФК, правое вращение ЭД. Седьмому каналу управления соответствуют: команда "меньше" - 13 импульсов на выходе, левое вращение ЭД; команда "больше" - 14 импульсов на выходе ФК, правое вращение ЭД. Если не нажата ни одна из кнопок "Меньше" или "Больше" на выходе ФК серии импульсов отсутствуют.

Формирователь команд (ФК) состоит из синхронизируемого генератора импульсов (Г), вырабатывающего требуемую серию, счетчика (СИ), подсчитывающего число импульсов в серии, управляемого дешифратора (УД), формирующего сигналы окончания серии, триггера (Т), управляющего генератором импульсов, и преобразователя кода (ПК), вырабатывающего сигнал управления дешифратором, которые определяют формат серии. Сигнал запуска на вход триггера может быть подан от местного устройства управления формированием серии (МУФС) или дистанционного (ДУФС), подключаемого через преобразователи уровней (ПУ). Переход с местного на дистанционное управление производится переключателем П1. Требуемые серии снимаются с выхода генератора импульсов и поступают на вход модулятора оптического передатчика (ПДО). Формат серии задается кодовым переключателем и командами, поступающими на преобразователь кода, который вырабатывает сигналы управления дешифратором.

В исходном положении с выхода триггера поступает сигнал, запирающий генератор и удерживающий счетчик импульсов в начальном состоянии, а на дешифратор подан сигнал управления, соответствующий требуемому числу импульсов в серии. Импульсы на выходе устройства при этом отсутствуют.

С приходом запускающего сигнала триггер переключается и на его выходе появляется сигнал, разрешающий генерацию. На выходе генератора формируются импульсы вырабатываемой серии, они же поступают на вход счетчика импульсов. По окончании последнего импульса в серии на выходе дешифратора появляется сигнал, возвращающий триггер в первоначальное состояние, что вызывает запираание генератора и сброс счетчика импульсов.

Дешифратор команд (ДШК) работает следующим образом. Импульсы командной серии, сформированные на выходе оптического приемника (ПРО), фиксируются счетчиком (СИ). Первым командным импульсом запускается одновибратор (ОВ), формирующий временной интервал, соответствующий наибольшему порядковому номеру команды (наибольшей серии импульсов). Формирователь (Ф1) по переднему фронту выходного импульса ОВ производит сброс счетчика, а по заднему фронту с помощью (Ф2) выдается команда на занесение его информации в оперативную память (ОП). Таймер (ТМ) используется как селектор импульсов. За время между двумя импульсами отрицательной полярности конденсатор цепи постоянной времени таймера не успевает зарядиться до напряжения, достаточного для того, чтобы перевести вентиль управления в нулевое состояние, и на его выходе сохраняется уровень сигнала, соответствующий логическому нулю. Одновременно на выходе дешифратора команд (ДК) фиксируется прохождение соответствующей команды управления. Последняя через промежуточное звено - релейный формирователь команд (РФК) включает тот или иной исполнительный механизм (ИМ), в данном случае электропривод одного из латров. В течение же промежутка времени между сериями импульсов конденсатор постоянной времени таймера заряжается до единичного напряжения и на выходе вентиля управления дешифратором команд (ДК) появляется сигнал логической единицы. В это время на выходе ДК командный сигнал отсутствует.

При таком построении система ФК-ДШК может управлять одновременно только одним исполнительным устройством, расположенным на высоковольтном терминале.

В заключение следует отметить, что степень сложности технических средств и систем, используемых для автоматизации инжектора, определяется компромиссом между субъективными требованиями дежурного персонала и стремлением разработчиков создавать современное оборудование. Вместе с тем следует сказать и об общих интересах - это стремление получить простое в обслуживании и надежно функционирующее оборудование, что и было достигнуто.

Автор благодарит М.А.Воеводина, Л.П.Зиновьева, И.А.Семенюшкина за постановку задачи, П.К.Маньякова, В.А.Мончинского, В.А.Слесарева, И.А.Шелаева за полезные обсуждения и помощь в работе, Ю.В.Гусакова за создание оптических соединителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-83-478, Дубна, 1983.
2. Романов Ю.И. ОИЯИ, 10-81-295, Дубна, 1981.
3. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-85-580, Дубна, 1985.
4. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-82-279, Дубна, 1982.
5. Герасимов В.П. и др. В сб.: Электрофизическая аппаратура. Атомиздат, М., 1976 г., вып.13.
6. Романов Ю.И., Турзо И. ОИЯИ, 13-86-513, Дубна, 1986.
7. M. Hemmi. Accelerator Progress Report /Japan/ vol.15, 1981.
8. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-10103, Дубна, 1976.
9. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-85-599, Дубна, 1985.
10. Андреев В.А. Релейная защита, автоматика и телемеханика в системах электроснабжения. "Высшая школа", М., 1985.
11. Басиладзе С.Г., Маньяков П.К. ОИЯИ, 13-11680, Дубна, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
31 июля 1986 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

- | | | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Д2-82-568 | Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982. | 1 р. 75 к. |
| Д9-82-664 | Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982. | 3 р. 30 к. |
| ДЗ,4-82-704 | Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982. | 5 р. 00 к. |
| Д11-83-511 | Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982. | 2 р. 50 к. |
| Д7-83-644 | Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983. | 6 р. 55 к. |
| Д2,13-83-689 | Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983. | 2 р. 00 к. |
| Д13-84-63 | Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983. | 4 р. 50 к. |
| Д2-84-366 | Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984. | 4 р. 30 к. |
| Д1,2-84-599 | Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984. | 5 р. 50 к. |
| Д17-84-850 | Труды Ш Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/ | 7 р. 75 к. |
| Д10,11-84-818 | Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983 | 3 р. 50 к. |
| | Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/ | 13 р. 50 к. |
| Д4-85-851 | Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985. | 3 р. 75 к. |
| Д11-85-791 | Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985. | 4 р. |
| Д13-85-793 | Труды XП Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985. | 4 р. 80 к. |

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

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

Романов Ю.И.

13-86-533

Периферийная оптоэлектронная система дистанционного управления и контроля инжектором установки СПИН

Описаны узлы и блоки аппаратуры дистанционного управления и контроля по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС) инжектором установки СПИН. В состав системы входит многоканальный программно-управляемый таймер и устройства: дуплексной громкой связи, телевизионной и цифровой телеметрии, управления электроприводами, задающими режимы работы магнитных элементов источника заряженных частиц. Приведены функциональные и электрические схемы отдельных узлов и блоков.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Romanov Yu.I.

13-86-533

Peripheral System for Remote Control of SPIN Setup Injector by Means of Fibre-Optical Lines

The apparatus for remote of an injector of the SPIN setup by means of fibre-optical lines /FOL/ is described. The system comprises a multi-channel program-controlled timer and devices of two-way communication, TV- and digital telemetry and electric drive control. The electric drive control device provides operation modes of the magnetic elements of a charged particle source.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986