

97-294



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P13-97-294

Ю.И.Романов

АППАРАТУРА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО
СЧИТЫВАНИЯ ПОКАЗАНИЙ
СТРЕЛОЧНЫХ ПРИБОРОВ
НА ВЫСОКОВОЛЬТНОМ ТЕРМИНАЛЕ

1997

При автоматизации ионных источников [1,2], расположенных на высоковольтном терминале под потенциалом 500—700 кВ и в радиационной зоне, часто возникает необходимость в дистанционном измерении различных неэлектрических величин. Применение для этих целей преобразователей неэлектрических величин в электрические сопряжено со сложностью представления измеряемой величины. Существует также проблема одновременного считывания аналоговой информации с разных групп приборов измерителей как неэлектрических, так и электрических величин. Высокий уровень электромагнитных помех при работе ускорителя и высокая разность потенциалов между источником ионов и землей требуют использования оптических средств передачи информации.

Поэтому аппаратура дистанционного считывания информации со шкал стрелочных приборов с использованием волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) [3—22] представляет значительный интерес.

В работе описаны: 1) экспериментальная электромеханическая система для дистанционного считывания показаний стрелочного прибора; 2) телевизионная система для одновременного считывания информации с разных групп стрелочных приборов и индикаторов.

Электромеханическая система

На рис.1 приведена конструкция устройства для бесконтактного дистанционного считывания показаний стрелочного прибора и преобразования этих показаний в дискретную форму. Устройство состоит из съемной головки (8), закрепленной на оси (7), электродвигателя (1), который при включении электромагнитной муфты (2) вращает ось (7), возвратной пружины (5), диска (3) с прорезями (щелями) по окружности диска, который при вращении прерывает световой луч от осветителя (6) на фотодиод (4), и упора (13), фиксирующего устройство в исходном состоянии.

На стрелке первичного прибора (11) на клеевой основе укреплено зеркало (10), изготовленное из кусочка алюминированного майлара. В съемной головке расположены осветитель (12) и фотодиод (9), положение которого выбрано таким образом, чтобы отраженный от зеркала луч света осветителя (12) попадал на фотодиод (9).

Устройство работает следующим образом (рис.2). Для считывания информации со стрелочного прибора замыкается управляющий контакт «Пуск» и на

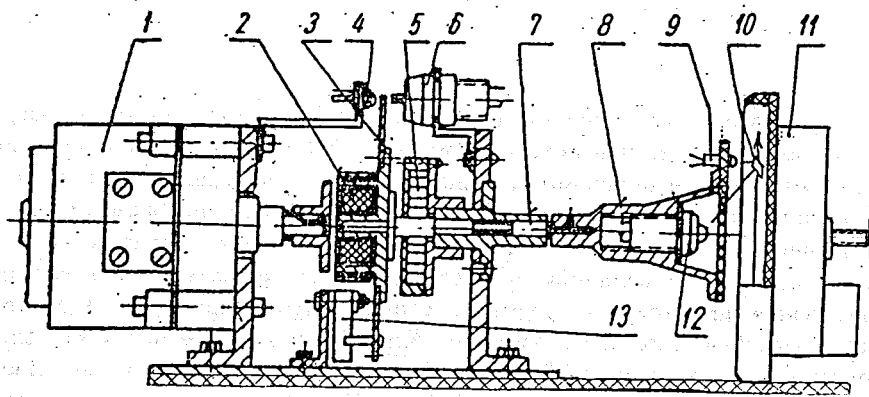


Рис.1. Конструкция электромеханического считывающего устройства. (1 — электродвигатель; 2 — электромагнитная муфта; 3 — диск-дискритизатор; 4, 9 — фотодиоды; 5 — возвратная пружина; 6, 12 — осветители; 7 — ось возвратной пружины; 8 — съемная головка; 10 — зеркало; 11 — стрелочный прибор; 13 — упор)

электрическую схему прибора подается напряжение. Срабатывает реле P1, которое включает электродвигатель и электромагнитную муфту M1. Ось с закрепленной на ней съемной головкой и диском начинает вращаться. Фотодиод ФД1 периодически освещается, и на базу транзистора T1 поступают импульсы тока. Это приводит к последовательному открыванию транзисторов T1 и T2 и закрыванию T3. Усиленные и сформированные сигналы с коллектора T3 подаются на частотомер или счетчик импульсов. Когда угол поворота съемной головки станет равным углу поворота стрелки прибора, луч осветителя, отразившись от зеркала, попадает на ФД2. Открываются транзисторы T4-T6, реле P2 включается и блокируется. Нормально закрытым контактом КР2-1 реле P2 прекращает подачу импульсов на счетчик. Таким образом, показание стрелочного прибора преобразуется в количество электрических импульсов.

Срабатывание реле P2 ведет к отключению реле P1 и муфты M1. Электродвигатель включается и отсоединяется от оси (7), которая под действием возвратной пружины (5) вернется в исходное положение, определяемое упором (13). Нажатием на кнопку «Пуск» реле P2 снимается с блокировки, и устройство, таким образом, готово для следующего измерения.

В электрической схеме устройства использованы реле РЭС-9, фотодиоды ФД256, транзисторы КТ315, электродвигатель РД-09. Выбранные элементы

обеспечивают считывание информации со шкалы стрелочного прибора со скоростью 50 имп/с.

Основная погрешность устройства, связанная с преобразованием угла поворота стрелки прибора в угол поворота диска, составляет 1%.

В ходе дальнейшей модернизации (рис.1) из устройства были исключены: диск-дискритизатор (3), фотодиодный приемник (4) и осветитель (6). Последовательно с кнопкой «Пуск» (рис.2) были включены контакты реле, управляемого дистанционно, с помощью ВОЛС.

Новый узел считывателя угла поворота стрелки контролируемого прибора (рис.3) построен с использованием микросхемы LM331 — преобразователя напряжение — частота (ПНЧ). С помощью взаимосвязанных шестеренок (3,4) и многооборотного потенциометра СП5-39 (6) показания стрелочного прибора преобразуются в частоту следования электрических импульсов. Последние с помощью передающего оптического модуля (ПОМ) и 50-метрового волоконно-оптического кабеля (ВОК) передаются на пульт управления ЛУ-20. Приемный оптический модуль (ПРОМ) преобразует оптические сигналы в частоту электрических импульсов, которую фиксирует частотомер. Погрешность устройства составляет 0,5%.

Надежность устройства проверена длительной эксплуатацией.

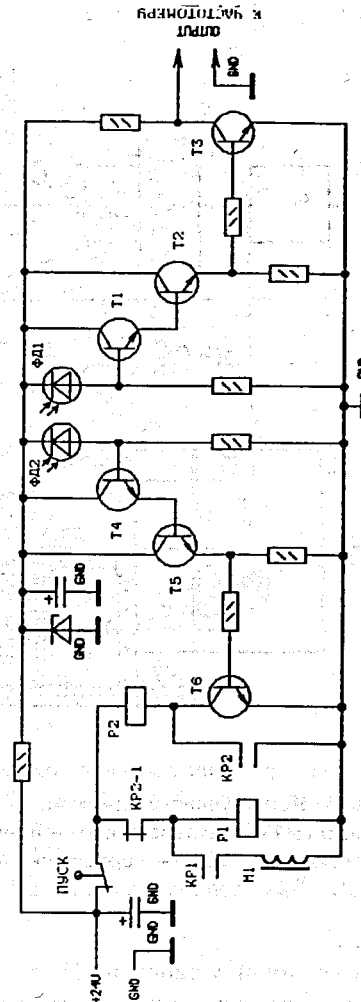


Рис.2. Электрическая схема управления считывающим устройством

Телевизионная система

Система телевизионной телеметрии для дистанционного контроля группы стрелочных приборов изготовлена на базе использования промышленной те-

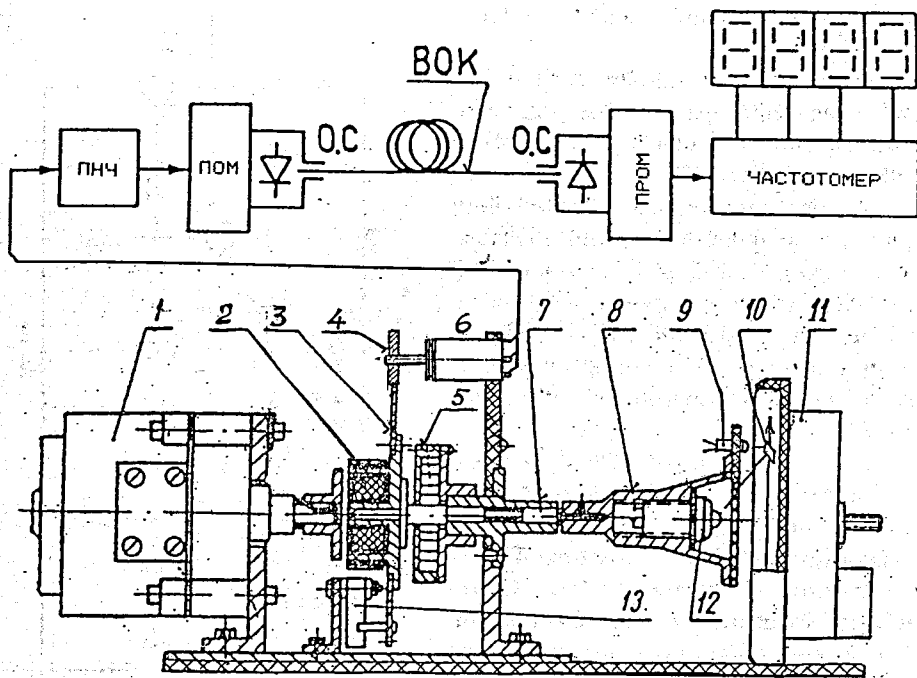


Рис.3. Конструкция считывающего устройства с использованием световодной линии связи. (3,4 — шестеренки; 6 — многооборотный потенциометр СП5-39; ПНЧ-ЛМ331). Сокращения: ПОМ — передающий оптический модуль; ОС — оптический соединитель; ВОК — волоконно-оптический кабель; ПРОМ — приемный оптический модуль

телевизионной установки (ПТУ) и блоков ВОЛС, осуществляющих передачу видеосигналов в аналоговом виде с высоковольтного терминала на пульт управления ЛУ-20. Информация, воспроизводимая на экране телемонитора, позволяет дежурному оператору ионного источника «КРИОН» дистанционно контролировать рабочие параметры отдельных подсистем. Структурная схема размещения основных элементов устройства приведена на рис.4. Аппаратура, размещенная на высоковольтной платформе, включает в себя: группу стрелочных приборов (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 волоконно-оптическая линия связи (8).

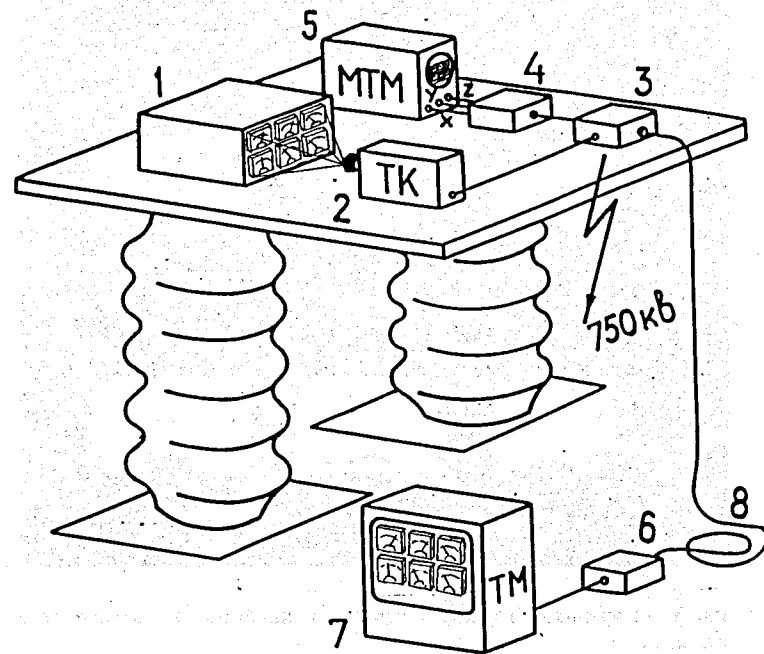


Рис.4. Структурная схема размещения оборудования на в/в-терминале (по первому варианту): 1 — крейт со стрелочными приборами; 2 — телевизионная камера (ТК); 3 — передающий оптический модуль (ПОМ); 4 — устройство формирования телевизионного изображения (УФТИ); 5 — микротелемонитор (МТМ); 6 — приемный оптический модуль (ПРОМ); 7 — телемонитор; 8 — волоконно-оптический кабель (ВОК)

Система работает следующим образом. Стрелочные приборы, измеряющие параметры отдельных подсистем ионного источника, сгруппированы вместе и размещены на передней панели крейта. Телевизионная камера «Матрица», установленная на расстоянии ~0,6 м от приборной панели, 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.

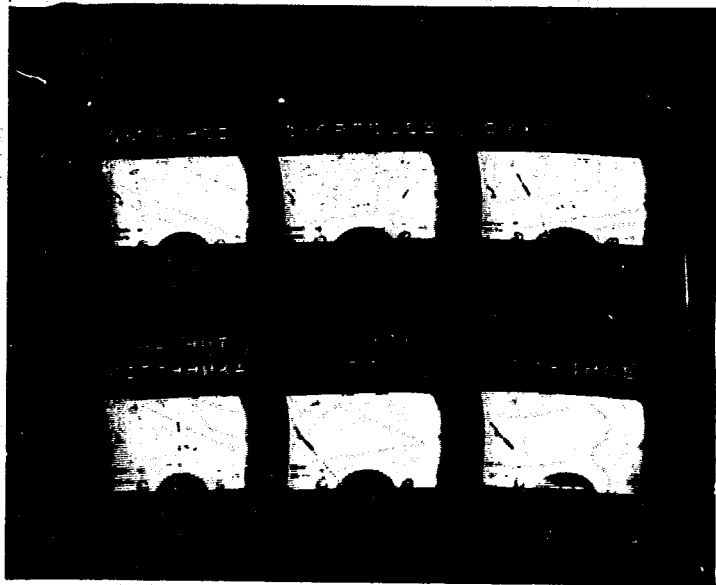


Рис.5. «Картинка» группы стрелочных приборов на экране телемонитора

На рис.5 приведена фотография с экрана телемонитора ВК50В60, установленного на пульте ЛУ-20, группы стрелочных приборов, контролирующих подсистемы ионного источника.

Отличительная особенность телекамеры «Матрица» — использование в качестве преобразователя «свет—сигнал» матрицы приборов с зарядовой связью (п.з.с) с числом элементов 288x256. В камере реализуется принцип самосканируемой развертки и осуществляется пространственная дискретизация потенциального рельефа (зарядового изображения) как по вертикали, так и по горизонтали. Поэтому камера обеспечивает «жесткий» растр с фиксированной геометрией. Нелинейные искажения в камере отсутствуют, а геометрические определяются только объективом.

Видеосигналы от телекамеры передавались на монитор ВК50В60, установленный на пульте управления ЛУ-20 по 50-метровой ВОЛС [20]. Система оказалась весьма надежной и удобной в эксплуатации. Результаты испытаний телекамеры в радиационных условиях показали, что заметной деградации, связанной с накоплением заряда в слое диэлектрика п.з.с-структуры в течение 100 часов наработки, обнаружено не было. Таким образом, описанную

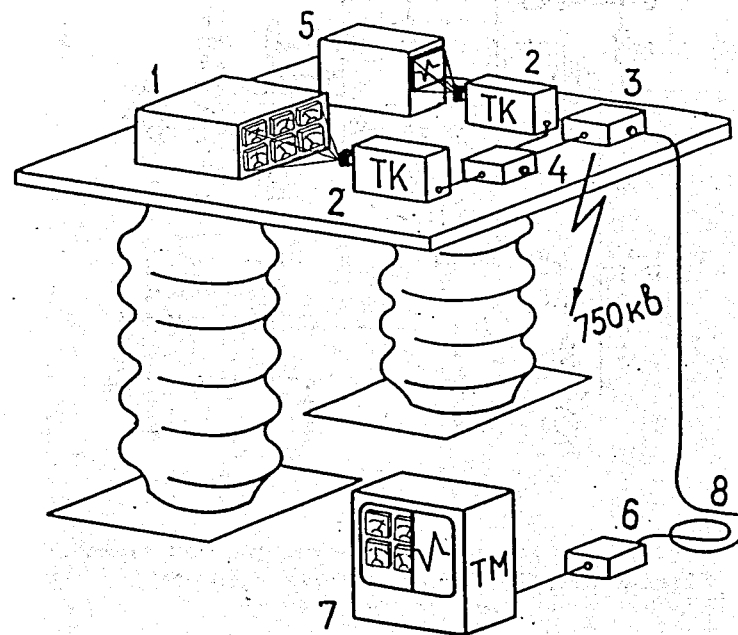


Рис.6. Структурная схема размещения оборудования на в/в-терминале (по второму варианту): 1 — крейт со стрелочными приборами; 2 — телевизионные камеры; 3 — передающий оптический модуль (ПОМ); 4 — электронный коммутатор видеосигналов; 5 — осциллограф С8-17; 6 — приемный оптический модуль (ПРОМ); 7 — телемонитор (ТМ); 8 — волоконно-оптический кабель (ВОК)

систему можно успешно применять для решения различных научных задач и, в первую очередь, для создания систем телевизионной телеметрии [20] на высоковольтных электрофизических установках, работающих в радиационных условиях. Разрешающая способность телевизионной системы по тестовой таблице соответствует 120—130 телевизионным линиям по горизонтали и вертикали при освещенности 4 лк.

В ряде случаев удобно совмещать на экране монитора изображения, полученные от двух разных телекамер (рис.6), установленных на высоковольтном терминале. Была разработана несложная схема, выполненная на транзисторах КТ368АМ, позволяющая синхронно коммутировать два телевизионных сигнала. Важно отметить, что в предлагаемом коммутаторе для его запуска исполь-

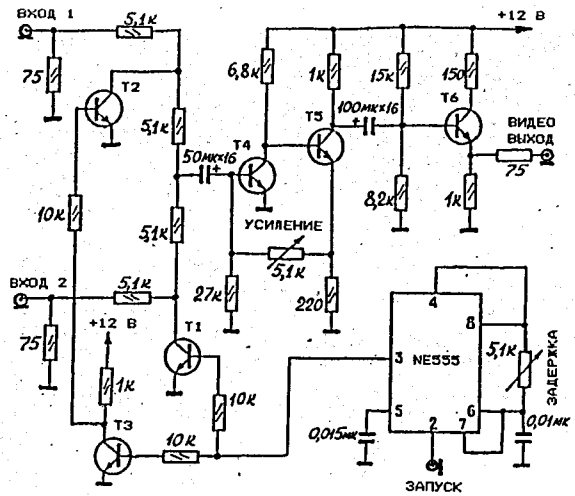


Рис.7. Электрическая схема коммутатора видеосигналов для двух ПТУ. (Т1-Т6 транзисторы типа КТ368АМ)

зуются стандартные строчные синхроимпульсы, получаемые от синхрогенератора, общие для обеих камер.

Рассматриваемая схема (рис.7) состоит из таймера, запускаемого сигналом синхронизации и управляющего переключателем видеосигналов, собранного на транзисторах Т1, Т2 и Т3. Кроме того, в состав электрической схемы входит видеоусилитель с регулируемым коэффициентом усиления, обеспечивающий согласование схемы с входными цепями телемонитора. Видеосигналы от двух телекамер пропускаются на выход поочередно, причем момент замены одного сигнала другим регулируется потенциометром «задержка». Этот момент одинаков для всех строк телевизионного раstra, так что граница раздела изображений на экране является вертикальной линией. Потенциометром «задержка» можно смещать эту границу вправо или влево. При этом линейность и ширина полосы пропускания системы в целом остаются неизменными. Эту же схему можно использовать и для разделения поля изображения по горизонтали, т. е. разделения времени кадровой развертки между видеосигналами двух телекамер. При этом положение границы также можно регулировать. На вход таймера в этом случае подаются кадровые синхроимпульсы. Однако такая модификация оказалась менее удобной.

На рис.8 приведена фотография с экрана телемонитора при регистрации показаний группы стрелочных приборов и импульсных сигналов ионного

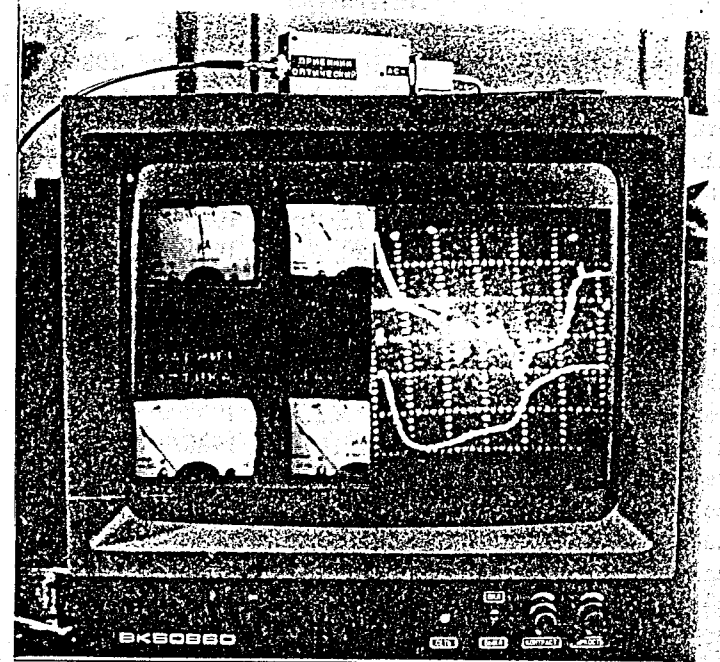


Рис.8. «Картинка» на экране телемонитора — результат работы двух телекамер. (На верхней крышке — приемный оптический модуль (ПРОМ))

источника, наблюдаемых одновременно. Последние фиксируются следующим образом. Импульсный сигнал измеряется двухканальным осциллографом типа С8-17 с «памятью». Телевизионная камера «Матрица», установленная на расстоянии 0,4—0,5 м от экрана осциллографа, производит «считывание» информации. Вторая телекамера, считывающая показания стрелочных приборов, — на несколько большем расстоянии. Видеосигналы от телекамер поступают на входы электронного коммутатора и затем на передатчик ВОЛС. Таким образом, повышается точность измерений импульсных сигналов, т. к. на телемониторе оператора измерения производятся по видимой масштабной сетке осциллографа и осуществляется телевизионный контроль некоторых медленно изменяющихся параметров ионного источника.

Автор выражает благодарность В.А.Белякову и П.К.Маньякову за обсуждение данной работы.

Литература

1. Пилипенко Ю.К. и др. — ОИЯИ, Е13-80-500, Дубна, 1980.
2. Коваленко А.Д., Овсянников В.П., Романов Ю.И., Царенков А.П. и др. — Краткие сообщения ОИЯИ, 2(59)-93, Дубна, 1993, с.53.
3. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 10-81-295, Дубна, 1981.
4. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 13-82-279, Дубна, 1982.
5. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 13-83-478, Дубна, 1983.
6. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 13-85-580, Дубна, 1985.
7. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 13-85-599, Дубна, 1985.
8. Романов Ю.И., Турзо И. — ОИЯИ, 13-86-513, Дубна, 1986.
9. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 13-86-533, Дубна, 1986.
10. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 13-86-566, Дубна, 1986.
11. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 13-88-636, Дубна, 1988.
12. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 13-88-723, Дубна, 1988.
13. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 13-88-827, Дубна, 1988.
14. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 13-89-847, Дубна, 1989.
15. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 13-90-63, Дубна, 1990.
16. Романов Ю.И. — ОИЯИ, P13-90-473, Дубна, 1990.
17. Романов Ю.И. — ОИЯИ, P13-90-536, Дубна, 1990.
18. Романов Ю.И. — ОИЯИ, P13-91-317, Дубна, 1991.
19. Гусаков Ю.В., Романов Ю.И. — ОИЯИ, P13-91-148, Дубна, 1991.
20. Романов Ю.И. — ОИЯИ, 13-92-366, Дубна, 1992.
21. Романов Ю.И. — ОИЯИ, P13-93-105, Дубна, 1993.
22. Романов Ю.И. — ОИЯИ, P13-93-128, Дубна, 1993.

Рукопись поступила в издательский отдел

29 сентября 1997 года.