

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ЯРОСЛАВА МУДРОГО»**

ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ. СИСТЕМЫ ПРИКЛАДНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Часть 1

ПРОМЫШЛЕННОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

**ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД
2015**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ЯРОСЛАВА МУДРОГО»

ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ. СИСТЕМЫ ПРИКЛАДНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Курс лекций

Часть 1

ПРОМЫШЛЕННОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД
2015

УДК 621.397.13(075.8)
ББК 32.94я73
О-75

Печатается по решению
РИС НовГУ

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор **М. И. Бичурин**
кандидат технических наук **В. И. Челпанов**

О-75 Основы телевидения. Системы прикладного назначения: курс лекций. Ч. 1. Промышленное телевидение / авт.-сост. Н. П. Корнышев; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2015. – 83 с.

Рассматриваются основные принципы построения прикладных телевизионных систем, используемых в ряде отраслей промышленности. Курс предназначен для студентов радиотехнических специальностей, занимающихся по программам подготовки магистров.

УДК 621.397.13(075.8)
ББК 32.94я73

© Новгородский государственный
университет, 2015
© Н. П. Корнышев, составление,
2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
ЛЕКЦИЯ 1	5
1.1. Промышленное телевидение. Отечественный опыт разработок	5
1.1.1. Из истории промышленного телевидения.....	6
ЛЕКЦИЯ 2	31
2.1. Принципы построения ПТУ.....	31
2.2. Некоторые оптические расчеты для размещения и эксплуатации ПТУ	43
ЛЕКЦИЯ 3	45
3.1. Новые разработки в области промышленного телевидения	45
3.2. Цифровые технологии в промышленном телевидении	78
ЛИТЕРАТУРА	83

ПРЕДИСЛОВИЕ

Что же такое прикладное телевидение? Перефразируя известное изречение: «... что не стихи, то проза...», можно сказать: «...что не вещательное телевидение, то прикладное...». Если обратиться к толковому словарю Ожегова, то найдем, что слово «прикладное» означает «...имеющее практическое значение, применяемое на практике...». Из этого следует, что прикладное телевидение весьма многообразно. Исторически сложился целый ряд областей прикладного телевидения, получивших такие названия, как космическое телевидение, подводное телевидение, рентгенотелевидение, тепловидение, промышленное телевидение и т.п.

Поскольку нельзя объять необъятного, то в данном, относительно небольшом лекционном курсе автор решил руководствоваться принципом «причастности» и изложить лишь некоторые аспекты прикладного телевидения, знакомые ему в какой-то мере в связи с профессиональной деятельностью в данной области техники. Деятельности этой вот уже более 35 лет, начиная от участия в НИРС под руководством профессора Бориса Семеновича Тимофеева в лаборатории телевидения кафедры радиопередающих и телевизионных устройств ЛИАП и продолжая в КБ НПО «Волна», преобразованного впоследствии в НИИ промышленного телевидения «Растр» Великого Новгорода.

В курсе лекций две части. В первой части сделана попытка обобщения отечественного опыта по разработке телевизионных систем промышленного назначения. Во второй части курса излагается ряд вопросов телевизионной визуализации, связанных с применением телевидения в криминалистике, биологии и медицине. Обращается также внимание на некоторые эффекты зрительного восприятия и на существующие фундаментальные ограничения при формировании сигнала изображения.

Автор надеется, что данный курс лекций будет представлять интерес как для студентов радиотехнических специальностей, так и для специалистов в области прикладного телевидения.

ЛЕКЦИЯ 1

1.1. ПРОМЫШЛЕННОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ. ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ РАЗРАБОТОК

«...Телевизионная аппаратура широко применяется в самых различных отраслях промышленности: металлургической, горнодобывающей, угольной, химической, на железнодорожном и речном транспорте, на предприятиях машиностроения и приборостроения и т.д.

Успех применения телевизионной аппаратуры в промышленности объясняется прежде всего тем, что передающая камера позволяет вести наблюдение за производственными операциями, которые невозможно наблюдать непосредственно, или за операциями, происходящими в труднодоступных местах и на большой территории. Кроме того, телевизионные установки позволяют вести наблюдение за производственными процессами, опасными и вредными для обслуживающего персонала.

Опыт эксплуатации телевизионной аппаратуры в нашей стране и за границей показал, что в металлургической промышленности телевизионные установки с успехом применяются для контроля загрузки и разгрузки нагревательных печей, качества фигурного и листового проката на больших прокатных станах, процесса разливки стали, бесконтактного замера линейных размеров проката и т.п.

На карьерных разработках горнодобывающей промышленности телевизионная камера, подвешенная над ковшом экскаватора, позволяет машинисту лучше обозревать разрабатываемый карьер и выбирать участки с наиболее продуктивной выработкой.

На шахтах при подземных горнорудных разработках телевизионные установки обеспечивают контроль посадки рабочих в клеть, контроль состояния лебедок и подъемных тросов.

На железнодорожном транспорте промышленная телевизионная аппаратура помогает вести наблюдение за номерами проходящих вагонов, за формированием составов на сортировочных горках и крупных железнодорожных узлах, за состоянием путей и стрелок узла, за погрузочно-разгрузочными работами на товарных станциях.

На водном транспорте телевидение позволяет сократить простой грузовых судов в портах в период разгрузки-погрузки, контролировать швартовку судов, следить за состоянием подводной части гидротехнических сооружений и шлюзов.

На предприятиях машиностроительной и приборостроительной промышленности телевизионные установки находят самое широкое применение в качестве диспетчерских установок для наблюдения за общим ходом производства на наиболее ответственных участках, за работой конвейеров, транспортных цехов и т.д.

Очень широкие возможности открыты перед использованием телевизионной аппаратуры на теплоэлектростанциях и ГЭС. Объектами наблюдения могут служить щиты управления турбогенераторами и паровыми котлами, водомерные колонки, факелы в топках. Весьма эффективно использование промышленных телевизионных установок в науке, связи и других смежных областях...». Приведенный выше текст заимствован из проспекта на первые отечественные промышленные телевизионные установки, серийный выпуск которых был налажен в 1959 г. в НПО «Волна» города Новгорода. Все выше сказанное остается актуальным и в настоящее время.

Предшествовавший опыт всегда имеет вполне определенную ценность. Без представления об этапах развития промышленного телевидения и о ранее созданной аппаратуре разработчик игнорирует принцип преемственности, что обычно не способствует появлению оптимальных технических решений. Поэтому обратимся к отечественному опыту и рассмотрим данное направление техники в историческом контексте.

В любой истории много разных событий, действующих лиц, и рассказать обо всем невозможно. Однако автор считает необходимым упомянуть в данном учебном пособии, основные вехи и имена, связанные с развитием отечественного промышленного телевидения.

Автор выражает благодарность сотрудникам ОАО «НИИ промышленного телевидения «Растр» и лично Клавдии Владимировне Батмановой за предоставленную рукопись статьи к 40-летию образования в Новгороде особого конструкторского бюро, фотографии, проспекты и другие архивные материалы, а также Владимиру Петровичу Кузьмину, Борису Селимовичу Барштейну, Сергею Алексеевичу Парышеву, Василию Семеновичу Черноусову, Анатолию Ивановичу Герасимову, Владимиру Николаевичу Герасимову, стоявшим у истоков отечественного промышленного телевидения, за консультации по его истории.

1.1.1. Из истории промышленного телевидения

Первые ПТУ

Безусловно, первые телевизионные системы прикладного назначения как отечественные, так и зарубежные стали появляться практически одновременно с вещательными телевизионными системами. Однако промышленная телевизионная аппаратура, чтобы стать, действительно, промышленной, должна была выпускаться серийно. В этой связи необходимо отметить, что рождение отечественного промышленного телевидения напрямую связано с одним из первых предприятий радиоэлектронной промышленности города Новгорода – НПО «Волна».

Ниже в качестве исторического экскурса в данное направление техники приводится текст из неопубликованной статьи А.А. Чунина и К.В. Батмановой, подготовленной в 1998 г. к 40-летию образования в Новгороде ОКБ (особое конструкторское бюро, впоследствии КБ НПО «Волна» и НИИ промышленного телевидения «Растр»).

«...Пятилетний план восстановления и развития народного хозяйства СССР на 1946–1950 гг. предусматривал восстановить пострадавшие в годы отечественной войны районы страны, восстановить довоенный уровень промышленности и сельского хозяйства и затем превзойти его. В 1948 г. в Новгороде было начато строительство первого крупного современного предприятия по производству средств радиосвязи, или, как тогда он официально именовался, – завод п/я 11. Завод начал строиться как филиал Ленинградского радиозавода им. Козицкого, где проходили обучение и набирались опыта сборщики и настройщики радиоаппаратуры строящегося предприятия.

7 февраля 1952 г. сборочный цех новгородского завода п/я 11 выпустил свои первые изделия – гетеродинные волномеры, собранные из узлов приборов, изготовленных на заводе Козицкого. Затем на новгородский завод было передано производство судовых передатчиков для рыбного флота, налажен выпуск мощных блоков питания для судовых радиостанций, другой аппаратуры радиосвязи.

В середине 1955 г. директором новгородского завода п/я 11 был назначен 43-летний Владимир Георгиевич Шабров, ранее работавший директором крупного радиотехнического предприятия в Подмосковье. В.Г. Шабров ускорил строительство и ввод в эксплуатацию главного корпуса завода, развернул широкое жилищное строительство – до сих пор один из жилых кварталов в Новгороде называют «Шабровкой», много сил и средств вкладывал в становление и рост завода п/я 11 и заботился об укреплении престижа предприятия.

В то время в стране развивалось телевизионное вещание. Уже работали телевизионные центры в Москве, Ленинграде, Киеве и Свердловске. Телецентры и ретрансляционные телевизионные станции строились и в других городах. В 1955 г. в Новгороде было начато строительство областной ретрансляционной телестанции со сроком ввода в эксплуатацию в середине 1958 г.

В конце 1955 г. директор завода В.Г. Шабров на одном из городских совещаний пообещал силами завода в скором времени обеспечить Новгород телевизионным вещанием. За разработку и изготовление городского любительского телевизионного ретранслятора на заводе взялась группа инженеров и техников Центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) во главе с ее начальником Я.М. Гершковичем. Нужно было разработать принципиальные схемы передатчиков изображения и звука со своими блоками питания, разработать конструкции блоков и ретранслятора в целом, изготовить все конструкции, смонтировать, настроить, испытать. Для завода телевизионная тематика была совершенно новой. В апреле 1956 г. с завода доставили и установили в помещении междугородной телефонной станции любительский телевизионный ретранслятор, опробовали антенну и подготовились к началу телепередач, которое было приурочено к празднику 1 мая.

Опыт работы на заводе с любительским телевизионным ретранслятором показал, что производство справится с изготовлением телевизионной техники, и через некоторое время по инициативе директора В.Г. Шаброва завод принял к производству документацию на первые телевизионные установки для промышленности, разработанные

Всесоюзным научно-исследовательским институтом телевидения (ВНИИТ) города Ленинграда.

В июле 1957 г. Новгородский завод п/я 11 был передан управлению радиотехнической промышленности Ленсовнархоза. В самом Ленинграде расширение местных предприятий было затруднено отсутствием свободных площадей и рабочих ресурсов, поэтому в небольших городах и поселках Ленинградского экономического района были созданы филиалы ленинградских предприятий, в том числе и по выпуску необходимых комплектующих изделий и узлов радиотехнического профиля.

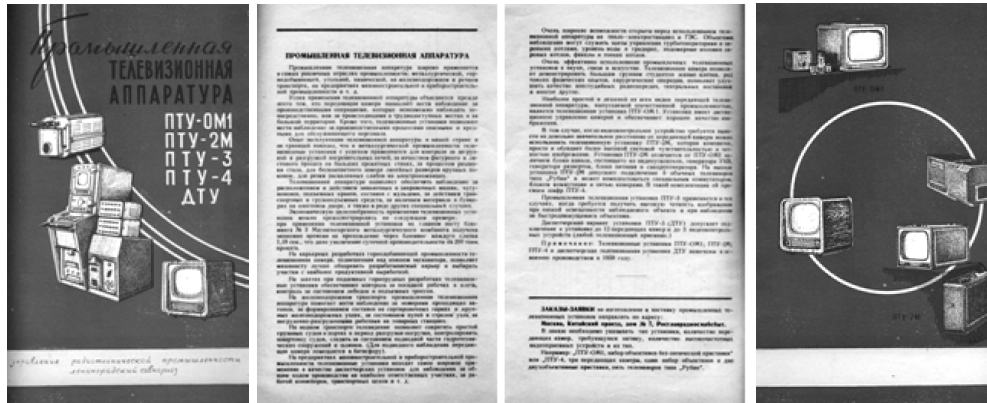
Так, в Новгороде, а затем и в городах и поселках Новгородской области в то время начали строиться полупроводниковый, конденсаторный, трансформаторный, электровакуумный, телевизионный заводы и другие предприятия, в Малой Вишере освоили производство радиоламп (филиал ленинградского завода «Светлана»), в Боровичах, Сольцах, Валдае возникли филиалы новгородских радиотехнических предприятий. Руководителями этих предприятий в основном стали инженеры, получившие административный и хозяйственный опыт на заводе п/я 11, единственном в то время предприятии радиотехнического профиля.

Расширялся и завод п/я 11. На заводе освоили новое сложное изделие – телевизионную передающую камеру КТ-6 для телевизионных центров. Тесные производственные контакты и освоение ряда разработок ВНИИТа резко увеличили нагрузку на отдел главного конструктора завода. В 1958 г. решением Ленсовнархоза на заводе на базе ЦЗЛ было образовано ОКБ. Главным инженером ОКБ был назначен Я.М. Гершкович, ранее руководивший ЦЗЛ.

На ОКБ были возложены задачи модернизации изделий ранее выпускаемых заводом, оказания помощи основному производству в освоении изделий, передаваемых от ВНИИТ, разработки новой телевизионной техники, необходимой народному хозяйству страны: замкнутых систем видеонаблюдения для промышленных предприятий. Позже это направление телевизионной техники в отличие от аппаратуры вещательного телевидения получило название «аппаратура промышленного телевидения...».

Первыми отечественными прикладными телевизионными установками (ПТУ), серийно освоенными в 1959 г. предприятием п/я 11 (впоследствии НПО «Волна»), стали диспетчерская телевизионная установка ДТУ, а также установки ПТУ-0М1, ПТУ-2М, ПТУ-3, ПТУ-4 (рис. 1.1–1.3), разработанные во ВНИИТ, г. Ленинград (главный конструктор В.С. Полоник, 1914–1976 гг.).

В ДТУ и ПТУ-3 были использованы суперортиконы, обеспечивающие чувствительность до 25 лк на объекте, а в ПТУ-0М1, ПТУ-2М, ПТУ-4 были использованы первые видиконы, обеспечивавшие работу при освещенности на объекте до 250 лк. Разрешающая способность камер на суперортиконах в центре составляла до 550 телевизионных линий (т. л.), а для видиконных камер – 450–500 т. л. Число различимых по испытательной таблице ИТ-0249 градаций яркости не менее 6. Диапазон рабочих температур от 20 до +40 °С. Длина линии связи от 1 до 1,5 км. В аппаратуре использовался в основном объемный монтаж. Опытный образец диспетчерской телевизионной установки (ДТУ-18) демонстрировался на первой советской промышленной выставке в Нью-Йорке в 1958 г.



ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ УСТАНОВОК

№№ характ.	Наименование характеристики	ПТУ-ОМ1	ПТУ-2М	ПТУ-4	ПТУ-3	ДТУ
1	Тип передающей трубки	Видикон (ЛИ-23)	Видикон (ЛИ-23)	Видикон (ЛИ-23)	Суперортикон (ЛИ-17)	Суперортикон (ЛИ-17)
2	Необходимая освещенность объекта (лк)	250 ¹⁾	250 ¹⁾	250 ¹⁾	25 ¹⁾	25 ¹⁾
3	Допустимая скорость передвижения проекции объекта в плоскости светочувствительного слоя передающей трубки (мм/сек.)	3	3	3	Возможна передача быстро- движущихся объектов.	
4	Способ разложения изображения	Прогрессив, на 320 стр. при 50 кадрах в сек.				
5	Четкость изображения в центре таблицы 0249: а) по горизонтали (в линиях) б) по вертикали (в линиях)	Чересстрочный на 625 строк при 25 кадрах в секунду.				
		450	500	500	550	550
		300	450	450	550	550
6	Число различаемых градаций, считая фон таблицы 0249	6	6	6	6	6
7	Суммарные геометрические искажения изображения не более (%)	3	3	3	3	3
8	Суммарная нелинейность разверток не более (%)	15	15	15	20	20
9	Соотношение сторон изображения	4:3	4:3	4:3	1:1	4:3
10	Напряжение и частота питающей сети	220 в $\pm 5\%$ и 50 ± 1 гц.				220 в $\pm 7,5\%$ и 50 $\pm 2,5$ гц.
11	Наличие дежурного экономичного режима	Есть	Есть	Есть	Нет	Есть
12	Потребляемая мощность в (вт): а) в рабочем режиме б) в дежурном режиме	300 150	390 170	500 250	1500 —	2800 600—900
13	Количество передающих камер	1	1	5	1	3, 6, 9 или 12.
14	Количество блоков в канале, не считая камер и высокочастотных видеоприемных устройств	1	2	4	6	8 ²⁾
15	Расстояние в метрах от камеры до блока управ-					
17	Применяемые объективы: а) без оптической пристав. (руч. упр. оптикой) б) с однообъект. пристав. (дистанцион. упр.) в) с двухобъект. пристав. (дистанцион. упр.)	Один из набора : Ю-3, Ю-25, Ж-25 и Р04-1М — Объективы: Р04-1М и Ж-25				Один из комплекта Ю-8, Ю-11, Ю-12 Объективы: Ю-8 и Ю-9.
18	Наличие телефонной связи между камерой и блоком управления	Есть	Есть	Есть	Нет	Нет
19	Климатический режим работы камеры	От -20° до $+50^\circ$ С и при относительной влажности 95% при $+20^\circ$ С				От -25° до $+40^\circ$ С и относительной влажности 95% $\pm 3\%$ при $+20^\circ$ С
20	Размер камеры без оптической приставки (мм)	150 $\times$ 150 $\times$ 225				280 $\times$ 330 $\times$ 620 ⁴⁾
21	Размер камеры с оптической приставкой (мм)	150 $\times$ 150 $\times$ 380				280 $\times$ 330 $\times$ 700
22	Вес камеры без оптической приставки (кг)	4	4	4	40	40
23	Размер блока управления (мм)	340 $\times$ 360 $\times$ 540				430 $\times$ 1040 $\times$ 1240
24	Размер изображения на экране блока управления (мм)	302 $\times$ 217 $\pm 5\%$				120 $\times$ 120 $\pm 5\%$
25	Климатический режим работы блока управления	От $+5^\circ$ до $+40^\circ$ С и при относительной влажности воздуха 85% при $+20^\circ$ С.				От -25° до $+40^\circ$ С и относительной влажности 95% $\pm 3\%$ при $+20^\circ$ С
26	Количество высокочастотных выходов	—	5	5	—	5
27	Максимальное расстояние от блока управления до высокочастотного видеоприемника (м)	—	1 000	1 000	—	1500
28	Частота, на которой подается сигнал на приемник	—	Частота первого, второго или третьего телевизионного канала		—	Частота первого или второго телевизионного канала
29	Тип соединительного кабеля	—	РК-3 или РК-1		—	РК-3
30	Установка может работать непрерывно в течение (час.)	23	23	23	10	10
31	Предполагаемая стоимость установки на 1959 год (руб.)	23.000 ⁵⁾	30.000 ⁵⁾	50.000 ⁵⁾	80.000 ⁵⁾	300.000 ⁶⁾

ПРИМЕЧАНИЕ: 1. Удовлетворительное изображение можно получить при освещенности объекта равной 15 — 20% от указанной в таблице.
 2. Для трехкамерной установки; для 7-камерной—9 блоков, 9-камерной—10 и 12-камерной—11 блоков.
 3. При применении сборного кабеля расстояние может быть увеличено до 1000 м. В сборный кабель входят два коаксиальных кабеля с волновым сопротивлением 50 ом и затуханием 2 непор/км на частоте 10 мГц.
 4. Размеры малогабаритной камеры: 150 $\times$ 150 $\times$ 500 мм. (Блок разверток вынесен из камеры на расстояние 30 метров.)
 5. В стоимость установки не включена стоимость соединительных кабелей. Вопрос поставки кабеля согласовывается между заказчиком и поставщиком.
 6. Указана стоимость шестикамерной ДТУ.

Рис. 1.1. Проспект первых промышленных телевизионных установок ПТУ-ОМ1, ПТУ-2М, ПТУ-3, ПТУ-4, ДТУ

С 60-х гг. XX в. в серийное производство начинают поступать собственные разработки ОКБ. ОКБ становится основным создателем в стране серийно способной многоцелевой промышленной телевизионной аппаратуры для оснащения важных для государства отраслей промышленности: металлургической, горнорудной, химической, железнодорожного и водного транспорта.

Одними из первых разработок ОКБ на базе ДТУ и ПТУ-3 стали прикладные телевизионные установки на суперортиконах для атомного ледокола «Ленин», а также для Воронежской и Белоярской атомных станций (1958–1963 гг.).

В конце 50-х гг. на базе ДТУ, ПТУ-2М, ПТУ-4 в ОКБ была начата разработка ПТУ-101, ПТУ-102, ПТУ-103 (соответственно, одно-, шести- и двенадцатикамерной ПТУ на суперортиконах), а в начале 60-х – ПТУ-22, 23 и 24 (соответственно, одно-, пяти- и десятикамерной ПТУ на видеиконах) для наблюдения за производственными процессами в различных отраслях народного хозяйства. Перечисленные выше установки принято относить к первому поколению ПТУ (рис. 1.4).

В дальнейшем ПТУ-22, 23, 24 прошли модернизацию и выпускались в 60-х гг. XX в. В модернизированной аппаратуре широко использовались печатный монтаж, набор стандартных блоков, в связи с чем ее можно рассматривать как переходный этап (так называемый 1+) к следующему поколению ПТУ.

ПТУ-22, 23, 24 имели следующие технические характеристики. Диапазон рабочих температур от -40 до $+40$ °С (с водоохлаждаемым кожухом до $+150$ °С). Разрешающая способность 450–500 т. л. Впервые были успешно использованы на Ижорском заводе и рекомендованы к серийному производству.

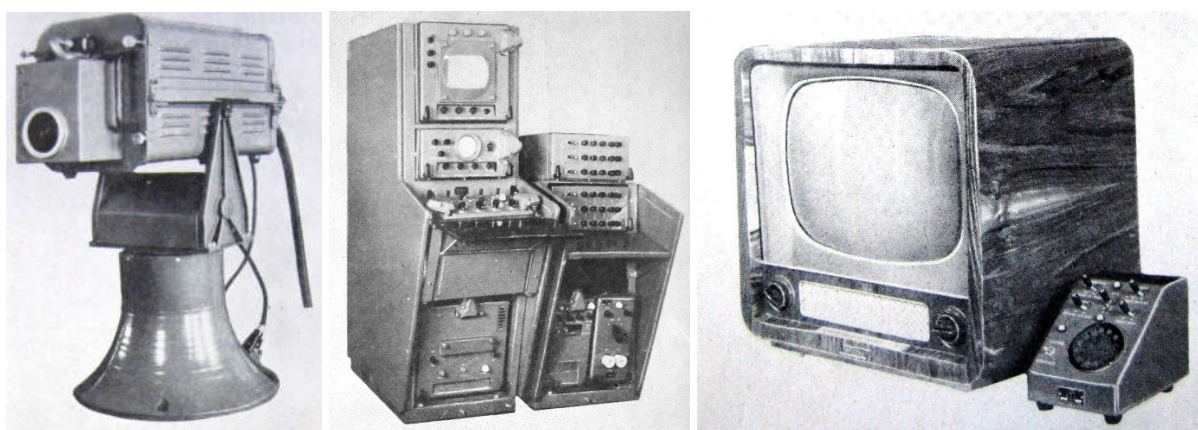


Рис. 1.2. Приборы диспетчерской телевизионной установки ДТУ:
слева – телевизионная камера на суперортиконе с устройством наведения;
в центре – пульт управления; справа – выносное видеоприемное устройство
с выносным пультом управления

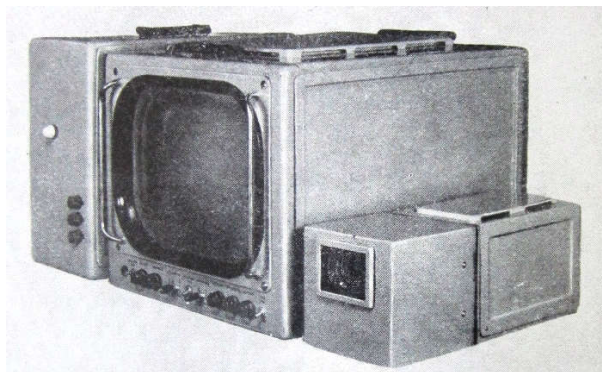


Рис. 1.3. Общий вид установки ПТУ-2М на базе видиконной камеры

В ОКБ начинают развиваться новые направления телевизионной техники: телевизионное оборудование для особо опасных и экстремальных условий эксплуатации, телевизионная аппаратура для летных тренажеров, телевизионные системы для наблюдения и охраны, в том числе для ВМФ и для наземных стартовых комплексов, рентгенотелевидение, системы телевизионного контроля при сварочных работах, телевизионная автоматика.



Рис. 1.4. Общий вид установки ПТУ-24

В 1975 г. конструкторское бюро было определено головным разработчиком телевизионных систем и аппаратуры для промышленности и народного хозяйства. В 1976 г. был введен Государственный стандарт: ГОСТ 22006–76 «Установки телевизионные прикладного назначения».

В 1982 г. на базе конструкторского бюро был создан отраслевой научно-исследовательский институт – Институт промышленного телевидения «Растр» (НИИПТ «Растр»), первым директором которого по 2007 г. включительно стал канд. техн. наук Владимир Петрович Кузьмин. В.П. Кузьмин внес весьма значительный вклад в развитие отечественного промышленно-

го телевидения, начиная с самого основания ОКБ. С 1962 по 1979 год В.П. Кузьмин работал главным инженером ОКБ, а с 1979 г. – его директором, являясь основным идеологом по перспективным направлениям техники промышленного телевидения. В.П. Кузьмин был главным конструктором ряда ПТУ и удостоивался медалей ВДНХ за разработку, в частности, ПТУ «Контроль» (1963), ПТУ-28 (1972), ПТУ45, ПТУ-46 (1979).

Начиная с 90-х гг., НПО «Волна» и «НИИПТ «Растр», как и вся экономика, переживали кризис. Процесс акционирования НПО «Волна» привел к его банкротству, и к 2003 г. предприятие, на котором работало несколько тысяч человек, перестало существовать. «НИИПТ «Растр», оставшись федеральным государственным предприятием, сохранился. В настоящее время «НИИПТ «Растр» преобразован в ОАО с государственным участием и сохраняет ведущее место в области прикладного телевидения для промышленности и обороны страны.



Рис. 1.5. Верхний ряд: слева – главный корпус НПО «Волна» в конце 70-х гг. XX в.; справа – то же здание в январе 2014 г. Средний ряд: бывшие производственные корпуса НПО «Волна». Нижний ряд: здание ФГУП «НИИПТ «Растр», в настоящее время ОАО «НИИПТ «Растр»

В числе значимых проектов «НИИПТ «Растр» необходимо отметить:

- 1) четыре поколения телевизионных систем наблюдения и охраны общего и промышленного назначения;
- 2) четыре поколения специальных технологических телевизионных комплексов для наземных стартовых площадок космодромов «Байконур», «Плесецк», «Капустин Яр»;
- 3) три поколения телевизионных систем для Военно-морского флота;
- 4) четыре поколения взрывозащищенных, радиационно стойких и термостойких телевизионных систем;
- 5) телевизионные автоматы, обеспечивающие измерение геометрических и количественных величин, регулирующих технологические процессы;
- 6) рентгенотелевизионные системы промышленного и медицинского назначения;
- 7) цветные телевизионные системы с автоматической настройкой;
- 8) подводные телевизионные системы;
- 9) спектральные телевизионные системы и аппаратно-программные комплексы для криминалистики.

Созданная специалистами «НИИПТ «Растр» телевизионная техника по характеристикам соответствует мировому техническому уровню, неоднократно отмечена дипломами Российских и международных выставок и конгрессов. Постоянно проводятся работы по государственной регистрации программного обеспечения и патентной защите в Российской Федерации оригинальных схмотехнических и художественно-конструкторских решений.

В настоящее время с учетом прогрессивных технологий продолжают развиваться традиционные и новые направления телевизионной техники:

- 1) системы для Министерства обороны РФ и стартовых комплексов Роскосмоса;
- 2) телевизионные системы наблюдения во взрывоопасных зонах всех классов с широкой номенклатурой многофункциональных приборов во взрывозащищенном исполнении (телевизионные камеры, мониторы, пульта управления, системные блоки);
- 3) телевизионные системы наблюдения и дистанционного измерения линейных размеров и температурных полей в диапазоне 800–1800 °С;
- 4) телевизионные системы наблюдения в агрессивных средах;
- 5) телевизионные системы наблюдения в радиационно опасных зонах;
- 6) телевизионные системы наблюдения и охраны черно-белые и цветные для различных условий эксплуатации с необходимыми приборами для организации телевизионных систем;
- 7) телевизионные спектральные системы;
- 8) малогабаритные переносные телевизионные системы для досмотра транспортных средств, труднодоступных объектов, поиска пострадавших в результате происшествий.

Поколения ПТУ

Принято различать 4 поколения аппаратуры промышленного телевидения (рис. 1.6). Критерием здесь является элементная база и конструкторское исполнение. *К первому поколению* относят аппаратуру на радиолампах, *ко второму поколению* – на транзисторах, *к третьему поколению* – на транзисторах и микросхемах общего применения, *к четвертому поколению* – с использованием микросхем высокой степени интеграции и микропроцессоров.

В настоящее время в связи с новой элементной базой (ПЗС и КМОП фотоприемников с высоким разрешением и чувствительностью, *LCD* – мониторов), а также в связи с применением в телевизионных системах микроЭВМ и ПЭВМ со специализированным программным обеспечением и аппаратной поддержкой можно говорить о постепенном переходе к следующему – *пятому поколению* ПТУ.

ПТУ принято считать системами замкнутого (закрытого) типа, в которых передача видеосигналов осуществляется по кабельным линиям связи для ограниченного числа потребителей.

Как правило, ПТУ состоят из номенклатурного набора приборов, к которым относятся телевизионные камеры, устройства наведения, пульта управления, линейные усилители, усилители-распределители видеосигнала, видеопросмотровые устройства, блоки питания и т.п.

ПТУ часто дополняются устройствами совмещения изображений (квадраторами), устройствами видеозаписи (видеорегистраторы). В настоящее время функции видеопросмотровых устройств, квадраторов и видеорегистраторов возлагаются на ПЭВМ, имеющие соответствующие аппаратные и программные средства.



Рис. 1.6. Четыре поколения конструкторского исполнения ПТУ

Набор стандартных блоков позволяет гибко проектировать замкнутые телевизионные системы для различных задач видеонаблюдения, а также предлагать потребителям готовые варианты поставок ПТУ. Данный подход полностью реализуется в ПТУ, начиная со второго поколения, которые появились в рамках ОКР «Комплекс ПТУ» (группы установок: ПТУ-28, ПТУ-29, ПТУ-30, ПТУ-31, главный конструктор ОКР Г.М. Богданов) в конце 60-х гг. XX в.

ПТУ третьего поколения впервые были созданы в рамках ОКР «Планета» (ПТУ серии «Планета», главный конструктор ОКР В.Е. Милюков) в середине 70-х гг., а четвертого поколения – в рамках ОКР «Орбита» (ПТУ серии «Орбита», главный конструктор ОКР В.И. Челпанов) в конце 80-х гг. XX в. и серийно выпускались в НПО «Волна».

Продолжая исторический экскурс, нельзя не отметить ряд ПТУ различной направленности, которые были в числе первых серийно освоенных образцов.

Первые ПТУ с камерами в радиационно стойком исполнении

На рис. 1.7 показана одна из первых ПТУ с телевизионными камерами в специальном радиационно стойком конструктивном исполнении (ОКР «Габарит», главный конструктор ОКР А.М. Елисеев), поставленная заказчику в 1963 г. ПТУ предназначалась для наблюдения за состоянием оборудования в необслуживаемых помещениях. Передающие камеры на видеоконках располагались в корпусах из нержавеющей стали. Использовались специальная оптика и защитные стекла. Стандарт разложения чересстрочный 625 строк, 25 кадров/сек. Разрешающая способность камер 500 т. л. Конструктивное исполнение вертикальное и горизонтальное для обеспечения возможности наблюдения как внутренних, так и торцевых поверхностей трубопроводов.

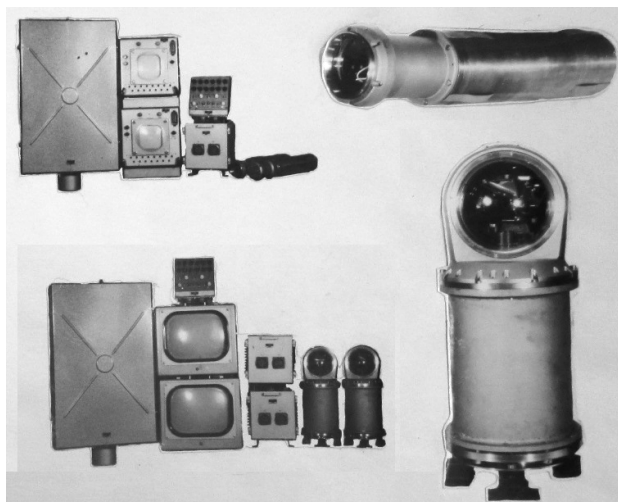


Рис. 1.7. Одна из первых ПТУ с телевизионными камерами в радиационно стойком конструктивном исполнении – ОКР «Габарит» (1961–1963)

На рис. 1.8 показаны первые взрывозащищенные телевизионные системы: ПТУ-105, 106 на суперортиконах (ОКР «Марс», главный конструктор А.А. Ступак, зам. главного конструктора по конструкторской части Г.А. Камышев, 1961 г.) и ПТУ-25 на видиконах (ОКР «Взрыв», главный конструктор ОКР В.И. Мехов, зам. главного конструктора по конструкторской части Г.А. Камышев, 1962 г.).



Рис. 1.8. Приборы взрывозащищенных телевизионных систем: ПТУ-25 (справа) и ПТУ-105,106 (слева)

ПТУ предназначались для наблюдения за производственными процессами в помещениях с взрывоопасной средой. Для этого телевизионные камеры выполнялись в специальном конструктивном исполнении, которое исключало возможность искровых разрядов и воспламенения взрывоопасных воздушных смесей и обеспечивало возможность работы в диапазоне температур от -40 до $+40$ °С и относительной влажности 95% при температуре $+20$ °С.

В 70-х гг. появилось второе поколение взрывозащищенных ПТУ (ПТУ-40–49, ОКР «Излучение-2», главный конструктор В.Б. Смирнов, зам. главного конструктора по конструкторской части Г.А. Камышев), а в 80-х гг. – третье поколение взрывозащищенных ПТУ (ПТУ-78–80, ОКР «Защита», главный конструктор В.И. Батруков, зам. главного конструктора по конструкторской части Г.А. Камышев).

Созданные в данных ОКР конструкторские решения во многом предопределили дальнейшее развитие данного направления техники и позволили создать системы, обеспечивающие видеонаблюдения при самых высоких требованиях по взрывобезопасности, в частности, в условиях атмосферы, содержащей сероводород и сернистый ангидрид.

На рис. 1.9 показаны приборы из состава первых коррозионно-стойких телевизионных систем ПТУ-107, ПТУ-108 (ОКР «Сатурн», главный конструктор ОКР В.И. Зубов, зам. главного конструктора по конструкторской части Г.А. Камышев), переданных в серийное производство в 1965 г.

ПТУ-107, 108 предназначались для наблюдения за объектами в условиях воздействия паров азотной кислоты и окиси азота с концентрацией до 2%. В отличие от однокамерной ПТУ-107, в состав аппаратуры ПТУ-108 входило до шести телевизионных камер. Стандарт разложения чересстрочный 625 строк, 25 кадров/сек. Разрешающая способность камер 450 т. л. Минимальная освещенность на объекте 25 лк.



Рис. 1.9. Приборы первых коррозионностойких телевизионных систем ПТУ-107, ПТУ-108 (серийное производство с 1965 г.)

На рис. 1.10 показаны приборы из состава первых пыле- и брызгозащищенных телевизионных установок ПТУ-26, 27 для металлургической и цементной промышленности (ОКР «Стан», главный конструктор ОКР С.П. Трифонов), переданных в серийное производство в 1966 г.

В отличие от ПТУ-26, установка ПТУ-27 была снабжена дистанционно управляемым поворотным устройством. Телевизионные камеры обеспечивали возможность работы в диапазоне температур от 40 до +40 °С. При дополнительном водяном охлаждении корпуса телевизионные камеры обеспечивали возможность работы при температуре до 150 °С.

Стандарт разложения чересстрочный 625 строк, 25 кадров/сек или построчный 312 строк. Разрешающая способность камер 450 т. л. Все приборы выполнены в пылезащитном, а телекамеры с поворотными устройствами в брызгозащитном исполнении. Аппаратура была впервые выполнена с полным использованием печатного монтажа.



Рис. 1.10. Приборы первых телевизионных систем ПТУ-26, 27 для металлургической и цементной промышленности (серийное производство с 1966 г.)

Первые ПТУ для визуализации рентгеновского и инфракрасного излучений

На рис. 1.11 показаны приборы первых рентгеновских ПТУ: ПТУ-38, 39 с использованием рентгеновидикона (ОКР «Электрон», главный конструктор ОКР В.Н. Герасимов), переданных в серию в начале 70-х гг. XX в. ПТУ предназначались для неразрушающего контроля сварных швов, литья из различных металлов и изделий электронной техники при совместной работе с рентгеновскими аппаратами.



Рис. 1.11. Приборы из состава ПТУ-38, 39

В состав ПТУ входили телевизионные камеры (нижний ряд, слева и в центре), пульт оператора (верхний ряд – справа), видеопросмотровое устройство с фотоприставкой (нижний ряд – справа), блок соединения. ПТУ-38 и ПТУ-39 отличались диаметром рентгеночувствительного слоя рентгеновидикона, соответственно 18 и 90 мм.

Применение ПТУ позволило в ряде случаев заменить малопроизводительный и трудоемкий процесс фотографирования на рентгеновскую пленку. ПТУ-38 и ПТУ-39 обеспечивали, соответственно, контрастную чувствительность до 5 и до 4%, поле зрения до 18 и до 90 мм, разрешение до 20 и 60 мкм, кратность масштабирования до 25 и 5.

На рис. 1.12 показана первая ПТУ, предназначенная для наблюдения в темных помещениях при инфракрасной подсветке: ПТУ-32 (ОКР «Оператор», главный конструктор ОКР В.Н. Герасимов), переданная в серийное производство в 1969 г. В состав ПТУ входило до пяти телевизионных камер (на рис. 1.12 вверху в центре) на инфракрасном видеиконе с чувствительностью в видимой и ближней инфракрасной области спектра, выносной пост наблюдения (вверху – справа), до пяти инфракрасных излучателей (внизу – слева) и блок коммутации (внизу – справа). Разрешающая

способность телевизионной камеры до 450 т. л., геометрические искажения не более 6%, расстояние от инфракрасного излучателя до камеры до 15 м, длина линии связи с выносным постом наблюдения до 500 м.



Рис. 1.12. Приборы инфракрасной промышленной телевизионной установки ПТУ-32

***Направление «Телевизионная автоматика» и первые ПТУ
для непосредственного управления технологическими процессами***

Первой ПТУ по направлению «Телевизионная автоматика» стала ПТУ-34 (ОКР «Автомат», 1968 г., главный конструктор ОКР Г.С. Новиков), предназначенная для управления процессом зонной плавки полупроводников. ПТУ обеспечивала бесконтактное измерение диаметра получаемого монокристалла (рис. 1.13), имеющего размеры от 3 до 50 мм, и формирование электрических сигналов для управления процессом. В состав ПТУ входила телевизионная камера, счетно-решающее устройство и ВКУ.

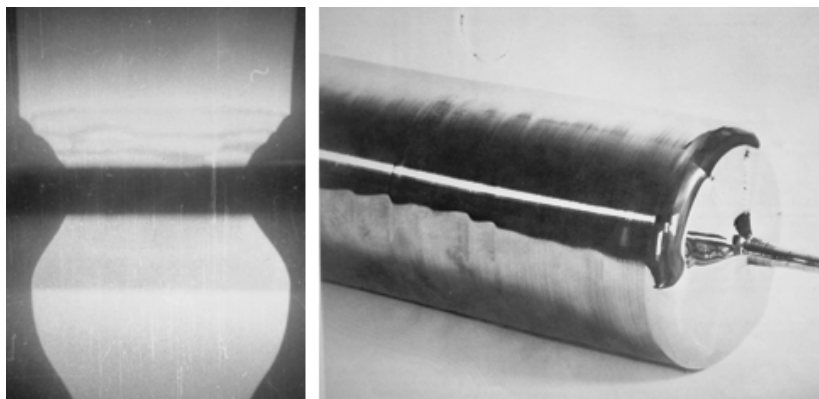


Рис. 1.13. Телевизионное изображение, наблюдаемое в процессе зонной плавки (слева) и монокристаллический кремний, получаемый в результате данного процесса (справа)

Из числа первых серийно выпускаемых телевизионных автоматов следует упомянуть ПТУ «Измеритель-1», «Измеритель-3» (ОКР «Измеритель-1», «Измеритель-3», главные конструкторы Г.С. Новиков, В.А. Максимов, серийный выпуск в 80-х гг. XX в.), предназначенные для бесконтактного измерения геометрических параметров объектов и счета их количества. ПТУ «Измеритель-1» стала первой ПТУ, стыкуемой с ПЭВМ и обеспечивающей, в частности, возможность полной автоматизации процесса контроля качества микроканальных пластин (МКП) для электронно-оптических преобразователей (рис. 1.14).

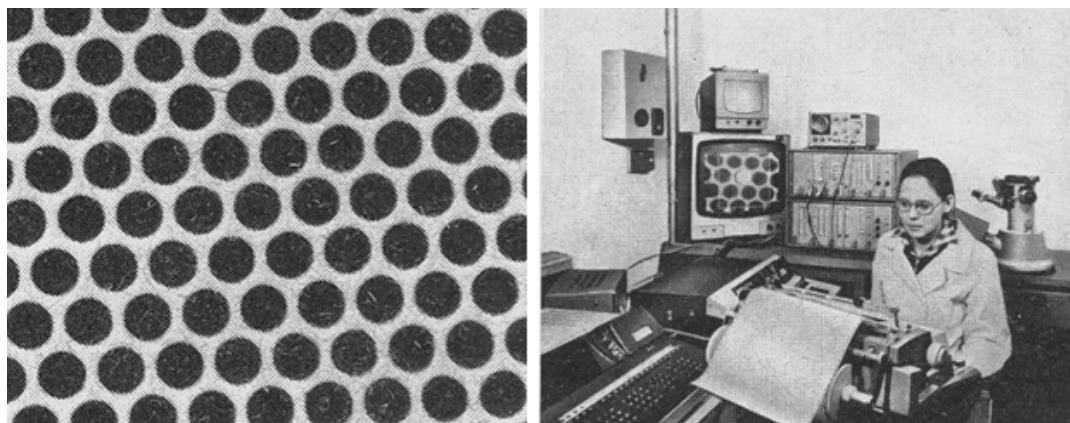


Рис. 1.14. Увеличенное изображение каналов МКП (слева) и процесс автоматического контроля их размеров при помощи ПТУ «Измеритель-1» в ГОИ им. Вавилова, г. Ленинград, 1984 г. (справа). Фото из журнала «Наука и жизнь» (1984 г. №10)

Первыми серийными ПТУ, предназначенными для непосредственного управления производственным процессом в ручном режиме, а именно: процессом наведения сварочной головки на шов при сварке труб большого диаметра стали ПТУ-37 и ПТУ «Сварка», созданные в начале 70-х гг. XX в. (ОКР «Электрод», 1970–1972 гг., «Сварка», 1973–1975 гг., главный конструктор Л.Н. Лебедев). ПТУ-37 и ПТУ «Сварка» обеспечивали работу в широком диапазоне температур в условиях больших электромагнитных помех и больших перепадов яркостей на объекте (рис. 1.15).

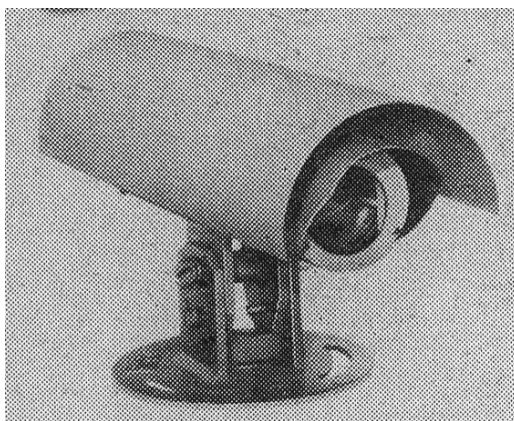


Рис. 1.15. Телевизионная камера из состава ПТУ-37

Первая цветная ПТУ

На рис. 1.16 показана первая цветная ПТУ с автоматической настройкой режимов работы «Лотос» (ОКР «Лотос», главный конструктор ОКР В.С. Искра), созданная совместно с лабораторией кафедры радиопередающих и телевизионных устройств ЛИАП (руководитель д-р техн. наук, профессор Б.С. Тимофеев), переданная в серийное производство в середине 80-х гг. XX в. Разрешающая способность телевизионной камеры 450 т. л. Минимальная освещенность на объекте 100 лк. Длина линии связи до 1 км. Диапазон рабочих температур от +1 до +35 °С. Выходной сигнал в стандарте *SEKAM*.



Рис. 1.16. Первая цветная ПТУ «Лотос» с автоматикой режимов работы

Первая ПТУ с камерой на ПЗС

На рис. 1.17 показана первая малогабаритная ПТУ с камерой в виброустойчивом исполнении на ПЗС (ОКР «Матрица», главный конструктор ОКР В.М. Смелков), переданная в серийное производство в начале 80-х гг. XX в. Формат изображений 256×288 элементов. Разрешающая способность 150 т. л. Длина линии связи до 1 км. Диапазон рабочих температур от -10 до +35 °С. Потребляемая мощность 18 Вт. Диапазон освещенности на объекте от 100 до 1000 лк.

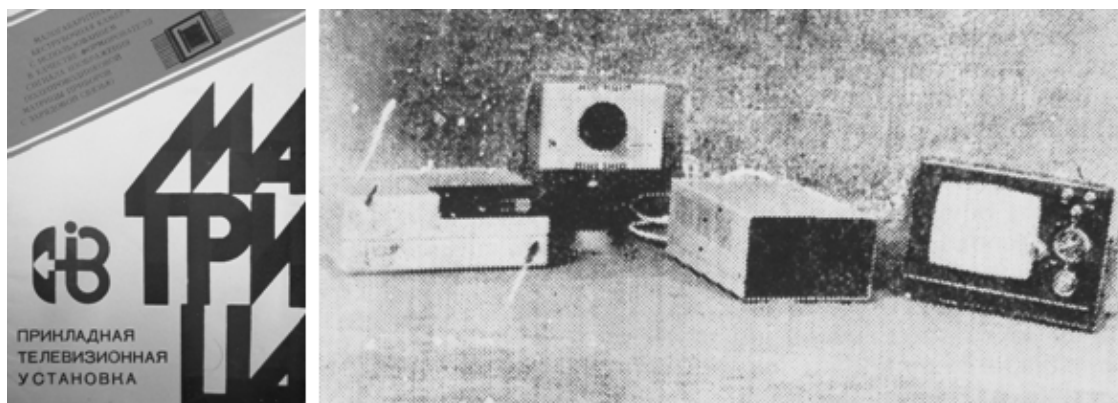


Рис. 1.17. Первая ПТУ с камерой на ПЗС

Первая бытовая телевизионная установка

На рис. 1.18 показана первая бытовая телевизионная установка «Волна-1» с камерой «Волна-801» на малогабаритном видиконе (ОКР «Волна», главный конструктор ОКР В.С. Искра), переданная в серийное производство в конце 70-х гг. XX в.

Камера обеспечивала бесподстроечную работу в диапазоне освещенности от 200 до 50 000 лк. Разрешающая способность камеры составляла 400 т. л., отношение сигнал-шум 40 дБ, геометрические искажения не более 4%, потребляемая мощность не более 2,5 Вт от источника питания 12 В, масса 1,1 кг, габариты камерного блока без рукоятки 210×125×74 мм, наработка на отказ 4500 ч (с комплектом ЗИП), цена 850 руб.



Рис. 1.18. Первая бытовая телевизионная установка «Волна-1» на базе телевизионной камеры «Волна-801»

Первые ПТУ с высокочувствительными камерами на базе ЭОП

К первым высокочувствительным телевизионным камерам для использования в составе ПТУ относятся камеры КТП-176 и КТП-181, созданные на базе ЭОП и ПЗС в середине 90-х гг. XX в. (ОКР «Микролюкс», главный конструктор ОКР В.В. Бутусов).

Телевизионная камера КТП-181 предназначалась для наблюдения на открытом воздухе в ночных условиях при рабочей освещенности на объекте 0,01–10 лк и предельной освещенности – 0,001 лк, (тип преобразователя свет-сигнал ПЗС 1/3" с ЭОП «Белка»). Разрешающая способность по горизонтали 350 т. л., диапазон рабочих температур от 40 до + 45 °С, габаритные размеры 353×143×102 мм, масса 3,0 кг.

Телевизионная камера КТП-176 предназначалась для наблюдения на открытом воздухе в ночных условиях при рабочей освещенности на объекте 0,001–10 лк и предельной освещенности 0,0001 лк (тип преобразователя свет-сигнал ПЗС 1/3" с ЭОП «Дельта-2»). Разрешающая способность по горизонтали 300 т. л., диапазон рабочих температур от 40 до + 45 °С, габаритные размеры 376×143×102 мм, масса 3,5 кг.

Первая серийная телевизионная спектральная система

На рис. 1.19 показана первая телевизионная спектральная система ТСС-1 (ОКР «Астра», главный конструктор ОКР О.Ф. Родионов), переданная в серийное производство в начале 90-х гг. XX в. Аппаратура ТСС-1 предназначалась для проведения криминалистических исследований различного рода объектов и обеспечивала спектрзональную визуализацию, а также визуализацию люминесценции в видимой и ближней инфракрасной области спектра. В состав ТСС-1 входили источники света ультрафиолетового (ртутная лампа типа ДРТ-1), видимого и инфракрасного диапазона (галогенная лампа, 100 Вт), светозащитный бокс, две телевизионные камеры для видимой и инфракрасной области спектра с оптическими приставками, устройство совмещения изображений и устройство ввода изображений в ПЭВМ.



Рис. 1.19. Телевизионная спектральная система ТСС-1 в процессе исследований рукописных книг в Российской национальной библиотеке (РНБ), г. Санкт-Петербург, 1994 г. (Фото предоставлено Д.О. Цыпкиным, канд. ист. наук, научным руководителем лаборатории кодикологических исследований отдела рукописей РНБ)

Специальные телевизионные системы для морских судов

На базе ПТУ были созданы однокамерные и многокамерные телевизионные установки для использования на судах морского и промыслового флота. К ним относится унифицированный ряд телевизионных установок «Горизонт» (ОКР «Горизонт», 1970–1973 гг., главный конструктор Н.С. Чунин, зам. по конструкторской части В.Е. Антонов).

Системы «Горизонт» выполняли следующие задачи:

1) наблюдение за обстановкой на водной поверхности и по курсу судна в «слепой» зоне при маневрировании, прохождении каналов и других узких мест, а также при швартовке;

2) наблюдение за энергетической установкой, механизмами и приборами в машинном отделении»;

3) наблюдение за кормовой частью траловой палубы, спуском и подъемом трала;

4) наблюдение за состоянием трюмов, погрузочно-разгрузочными операциями.

На рис. 1.20–1.21 показаны приборы унифицированного ряда установок «Горизонт».

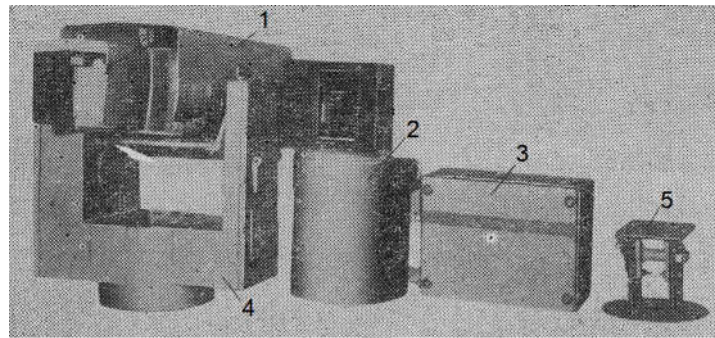


Рис. 1.20. Приборы передающей стороны системы «Горизонт»:

1, 2 – телевизионные камеры; 3 – блок соединений; 4, 5 – устройства наведения

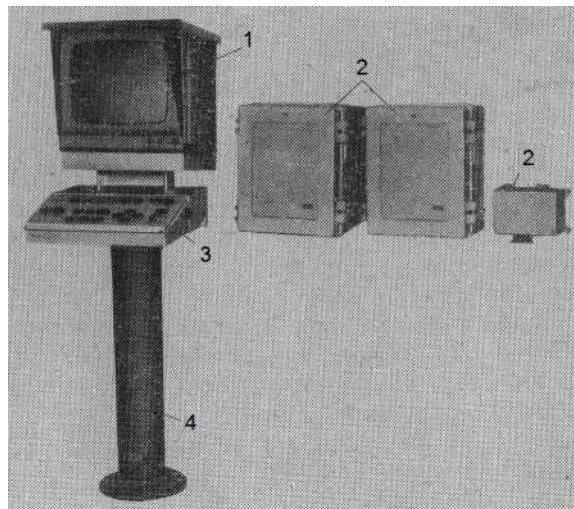


Рис. 1.21. Приборы приемной стороны системы «Горизонт»:

1 – ВКУ; 2 – блоки усиления и формирования сигналов; 3 – пульт управления; 4 – стойка

Специальные телевизионные системы для оснащения космических стартовых комплексов

Первые ПТУ положили начало создания специализированных телевизионных систем для наблюдения и технологической подготовки старта кос-

мических аппаратов. Так, одними из первых телевизионных комплексов, предназначенных для задач общего наблюдения на старте, стали разработанные в ОКБ НПО «Волна» комплексы «Башня» (ОКР «Башня», вторая половина 60-х гг. XX в., главный конструктор А.М. Елисеев) и «Башня-М» (ОКР «Башня-М», начало 70-х гг. XX в., главный конструктор В.С. Черноусов). Данные комплексы создавались на базе суперорбитальных телевизионных камер из состава ПТУ-101–103 и относились к аппаратуре первого поколения. В отличие от серийных одноканальных ПТУ специализированная аппаратура «Башня» и все последующие системы являлись многокамерными многоканальными телевизионными установками.

Переход ко второму поколению телевизионных систем для стартовых комплексов был сделан в рамках ОКР «Памир» в первой половине 70-х гг. XX в. (главный конструктор ОКР – С.А. Сапожников). В аппаратуру «Памир» входило несколько десятков телевизионных камер на суперорбитальных, которые обеспечивали видеонаблюдение без присутствия людей в зоне старта. Аппаратура была выполнена полностью на транзисторах. Специфическими задачами, решаемыми аппаратурой, являлись видеозапись на видеомagnetofон, а также введение в телевизионное изображение информации о текущей дате и времени, что решалось при помощи отдельного телевизионного канала наблюдения за хронометром и замешивания этого сигнала в виде фрагмента в видеосигналы основных телевизионных каналов наблюдения за объектами.

Третье поколение аппаратуры для стартовых комплексов было создано в рамках ОКР «Тибет» в конце 70-х гг. XX в. (главный конструктор ОКР С.А. Сапожников). В аппаратуру «Тибет» входили телевизионные камеры на суперорбитальных для наружного наблюдения и телевизионные камеры на видиконах для наблюдения внутри помещений. В аппаратуре использовались транзисторы и микросхемы общего применения, на которых были реализованы оригинальные технические решения по автоматическому поддержанию режимов работы передающих камер, в частности оптимизации режима работы суперорбитального. Параллельно создавалась цветная система видеонаблюдения в зоне старта – «Казбек-Ц» (главный конструктор В.С. Искра).

Четвертое поколение телевизионной аппаратуры для стартовых комплексов создавалось на базе ПТУ «Орбита» в рамках ОКР «Эверест» в начале 80-х гг. XX в. (главный конструктор В.Н. Белый). Аппаратура «Эверест» создавалась как базовая аппаратура для проектирования телевизионных систем данного назначения. В приборах данного поколения широко использовались микросборки частного применения, в телевизионных камерах применялись видиконы. Появились новые номенклатурные приборы: устройства совмещения изображения, блоки дополнительной информации. Аппаратура обеспечивала не только общее видеонаблюдение, но и могла использоваться в составе технологического оборудования подготовки старта. Аппаратурой данных поколений оснащался космодром «Байконур».

Новый комплекс телевизионной аппаратуры для наблюдения и технологического обеспечения старта ракетносителя «Ангара» для космодрома в Плесецке создан в ОАО «НИИПТ «Растр» в 2013 г. Данный комплекс можно считать переходным этапом к пятому поколению аппаратуры, поскольку в нем используются твердотельные преобразователи свет-сигнал на ПЗС и КМОП, имеется канал высокоскоростного видеонаблюдения, в состав комплекса входит ПЭВМ со специализированным программным обеспечением, в приборах используются микросхемы высокой степени интеграции и микроконтроллеры, в ВКУ использованы жидкокристаллические панели.



Рис. 1.22. Рабочий момент настройки телевизионной системы «Ангара» в «НИИПТ «Растр» (2013)

Моменты из истории НПО «Волна»

Следует отметить тот факт, что в НПО «Волна» к олимпиаде, проходившей в 1980 г. в Москве, изготавливалась специально разработанная во ВНИИТ под руководством И.А. Росселевича (1918–1991 гг.) цветная телевизионная вещательная аппаратура, предназначенная для трансляции игр. Аппаратура успешно отработала положенное ей время. Впоследствии

трехтрубчатая камера КТП-132 на 30 мм плумбиконах фирмы *Philips* (главный конструктор Б.А. Берлин) из состава данной аппаратура и ее модификации серийно выпускалась на заводе.

Последней отечественной серийно выпускаемой в НПО «Волна» вещательной телевизионной системой стала система КД-1 на базе телевизионной камеры КТП-178 (разработка ВНИИТ, 1985 г., главный конструктор В.В. Однолько). КТ-178 (рис. 1.23) являлась трехтрубчатой телевизионной камерой на базе передающей трубки типа «глетикон» (разновидность видикона, отечественный аналог плумбикона фирмы *Philips*, имеющий близкие с ним технические характеристики, отличающийся микроструктурой фотомишени из окиси свинца, разработанный в НИИ «Электрон», г. Ленинград) с диаметром 25 мм. КТ-178 имела следующие технические характеристики: система цветного телевидения SEKAM, разрешающая способность 500 т. л., питание от сети 220 В, 50 Гц, масса без объектива 32,5 кг, диапазон рабочих температур от – 30 до +40 °С.



Рис. 1.23. Телевизионная камера КТ-178
из состава телевизионной вещательной системы КД-1

Высокими техническими характеристиками для того времени обладала и переносная цветная телевизионная система «Репортер», также выпускавшаяся в НПО «Волна» (разработка ВНИИТ, 1985 г., главный конструктор Б.А. Берлин), которой стремились оснаститься и оснащались в конце 80-х и начале 90-х годов многие отечественные региональные телецентры.



Рис. 1.24. Телевизионная камера КТ-190
из состава телевизионной системы «Репортер»

КТ-190, входящая в состав системы (рис. 1.24), являлась трехтрубчатой телевизионной камерой на базе передающей трубки типа «глетикон» с диаметром 18 мм и имела следующие технические характеристики: система цветного телевидения *SEKAM*, разрешающая способность 600 т. л., отношение сигнал-шум не менее 52 дБ, питание от аккумулятора 12 В, потребляемая мощность 36 Вт, масса 7,6 кг, габариты 250×566×286 мм, диапазон рабочих температур от –20 до +20 °С. В камере был использован отечественный вариобъектив «Вариогоир ЛОМО-201» с изменением фокусного расстояния от 10 до 100 мм и минимальной дистанцией съемки 0,8–1 м.

Позднее КТ-190 укомплектовывалась дополнительно портативным импортным магнитофоном *SONY*, образуя тележурналистский комплекс.

Что касается первых телевизионных вещательных камер, освоенных в производстве на НПО «Волна», то среди них была первая серийная вне-студийная телевизионная камера КТ-6 (рис. 1.25) на суперортиконе ЛИ-17 (разработка ВНИИТ, 1954 г., главный конструктор Б.А. Берлин, серийный выпуск на новгородском заводе п/я 11 во второй половине 50-х гг. XX в.).

Телекамера КТ-6 предназначалась для работы в составе первой серийной отечественной передвижной телевизионной станции ПТС-52.



Рис. 1.25. Внешний вид телевизионной камеры КТ-6
(фото с сайта www.1024.by, Беларусь)

В начале 60-х гг. XX в. новгородский завод освоил студийную телевизионную камеру КТ-26 на супериконоскопе (разработка ВНИИТ, 1956 г., главный конструктор Т.Я. Харитонов) и камеру КТ-27 на суперортиконе (разработка ВНИИТ, 1957 г., главный конструктор Б.А. Берлин).



Рис. 1.26. Рекламные проспекты для ВДНХ на телевизионные камеры КТ-26 и КТ-27

Камера КТ-26 обеспечивала разрешающую способность 600 т. л. по горизонтали и 500 т. л. по вертикали в центре по испытательной таблице ИТ-0249 при освещенности 1000 лк. Расстояние от объекта съемки от 290 мм до ∞ . Минимальное поле зрения при вписывании объекта во весь кадр 180×240 мм. Габаритные размеры камеры и масса камеры с видеоискателем соответственно 321×410×540 мм и 53 кг.

Камера КТ-27 обладала по сравнению с КТ-26 более высокой чувствительностью: 150–200 лк или 300–500 лк в зависимости от используемого типа суперорбитона. В остальном технические характеристики КТ-27 аналогичны КТ-26.

Все вышеперечисленные образцы аппаратуры давно отслужили свой срок, поскольку техника – вещь, подверженная старению как физическому, так и моральному, причем достаточно быстрому. В особенности быстро устаревают изделия радиоэлектроники. За последние четверть века эта техника ушла далеко вперед с точки зрения достигнутых параметров: габаритов, массы, надежности, энергопотребления, сервисных функций и т.д.

Очень часто можно встретить по отношению к прежним образцам несколько пренебрежительное отношение, выражающееся в слове «допотопный». Однако слово «допотопный», трактуемое в том же толковом словаре Ожегова как «...устаревший, старомодный, отсталый (буквально: существовавший до описанного в Библии Всемирного потопа)...», по отношению к технике, скорее всего, нуждается в уточнении.

Техника допотопна, если она является устаревшей и отсталой на момент ее создания. Другой случай, не умаляющий имевшиеся достоинства техники на момент ее создания, если таковая долго эксплуатируется при наличии новых, более совершенных аналогов. В этом случае слово «допотопный» также уместно.

Во всех остальных случаях прежние образцы аппаратуры – это технические достижения на соответствующий момент времени. Отечественная телевизионная техника в основном выполняла функции так называемого «импортозамещения» и конкурировала с импортными аналогами по соотношению цена/качество. И это никоим образом не умаляет ее достоинств. В отечественные разработки были вложены знания, умения и труд очень многих людей. Это богатый опыт – «сын ошибок трудных», позволяющий «не наступать повторно на одни и те же грабли».

Контрольные вопросы

1. Назовите основные области применения промышленных телевизионных систем.
2. Охарактеризуйте основные этапы развития промышленных телевизионных систем.

3. Назовите основные признаки, по которым выделяют поколения ПТУ.
4. Охарактеризуйте специфические черты ПТУ.

ЛЕКЦИЯ 2

2.1. Принципы построения ПТУ

Основные принципы построения ПТУ были заложены на этапе проектирования систем в ОКР «Комплекс ПТУ» Г.М. Богдановым и изложены в его книге «Прикладные телевизионные установки (размещение и эксплуатация)» (М.: Связь. 1979. 280 с.).

В телевизионных установках в общем случае (рис. 2.1) видеоинформация передается от источников q_i к приемникам p_j , где $i = 1, 2, \dots, M$ – число источников, $j = 1, 2, \dots, N$ – число приемников, причем в одном случае в данный момент времени видеоинформация передается только от одного источника к $j \leq N$ приемникам (одноканальная система), в другом случае видеоинформация передается от $i \leq M$ источников к $j \leq N$ приемникам (многоканальная система).

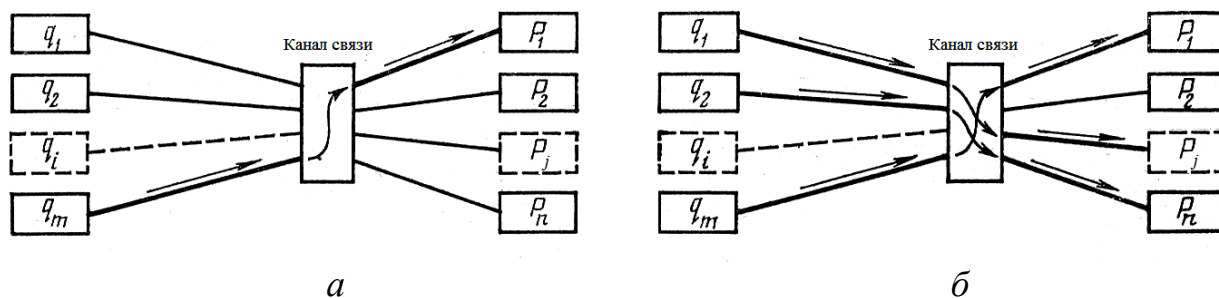


Рис. 2.1. Обобщенные структурные схемы одноканальной (а) и многоканальной (б) ПТУ (стрелками показаны потоки видеоинформации в данный момент времени)

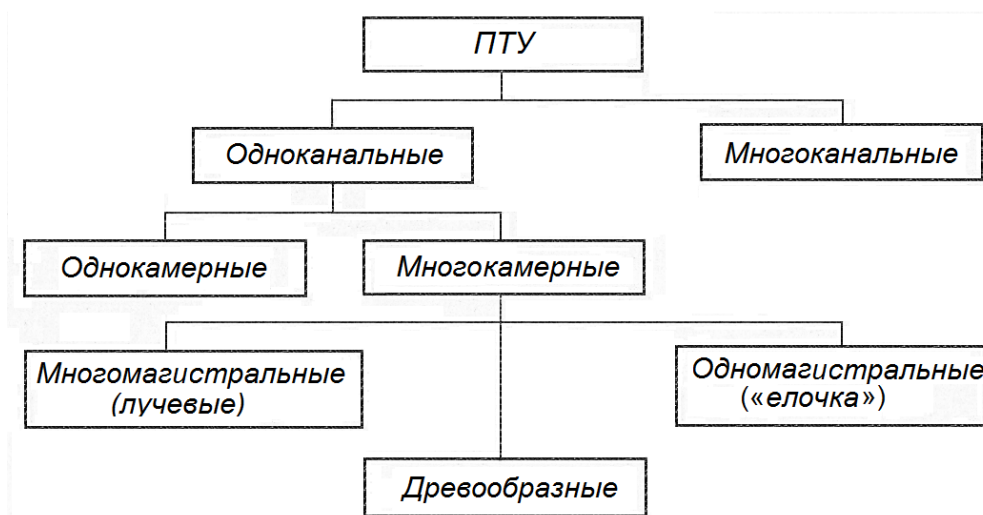


Рис. 2.2. Классификация ПТУ

В обоих случаях в телевизионных установках должно быть предусмотрено управление распределением видеоинформационных потоков.

Это управление осуществляется отдельной подсистемой дистанционного управления. Таким образом, ПТУ состоит из двух подсистем: собственно телевизионной системы и системы дистанционного управления. В функциональном отношении обе подсистемы являются независимыми. Классификация ПТУ по структурным параметрам (числу каналов, камер, виду связи) показана на рис. 2.2.

Одноканальные однокамерные ПТУ

Основной вариант (рис. 2.3, а) одноканальной однокамерной ПТУ состоит из автономной телевизионной камеры (КТ) и видеоконтрольного устройства (ВКУ), соединенных между собой линией связи (ЛС).

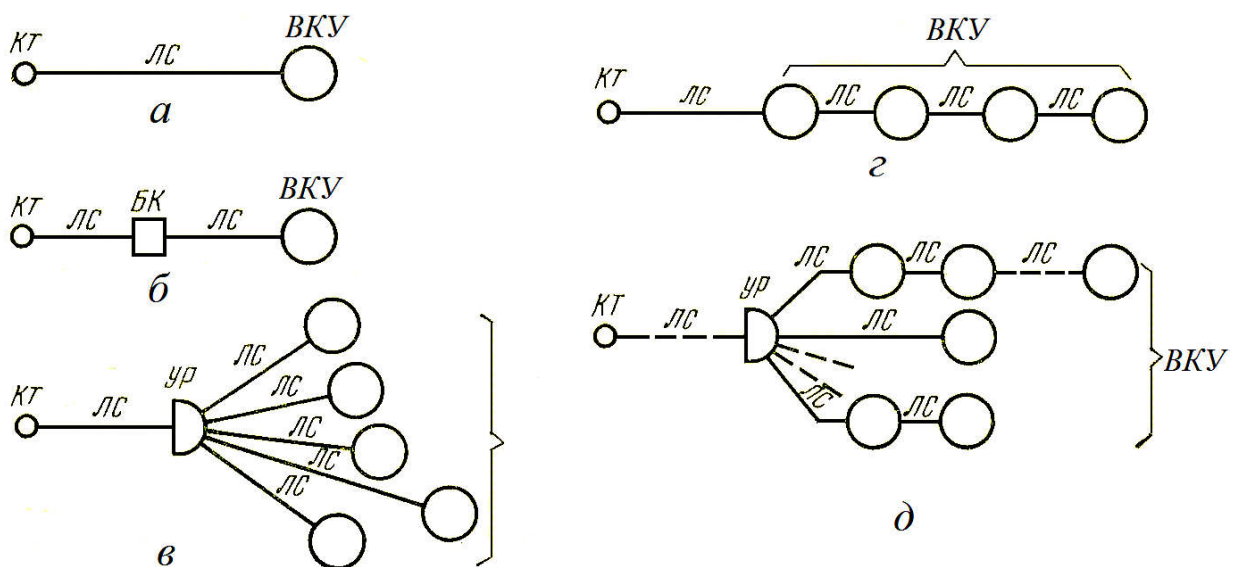


Рис. 2.3. Структуры одноканальных однокамерных ПТУ:

КТ – телевизионная камера; ВКУ – видеоконтрольное устройство; БК – блок канала;
УР – усилитель-распределитель; ЛС – линия связи

Вместо ВКУ может быть использован телевизор или экран дисплея ПЭВМ. Длина линии связи без дополнительных усилителей-корректоров обычно не превышает 1 км. От основного варианта образуются производные структуры. Их образование вызвано двумя обстоятельствами: выносом из телевизионной камеры на приемную сторону в блок канала (рис. 2.3, б) некоторых функциональных устройств и размножением телевизионного сигнала на несколько ВКУ (рис. 2.3, в).

Вынос из камеры функциональных устройств делается из соображений уменьшения габаритов и массы, повышения механической прочности, надежности и т.д. Однако относительно стоимости и надежности всей ПТУ оптимальным вариантом является основной вариант, и вынос из камеры ее узлов допустим только при наличии специфических внешних факторов.

Размножение телевизионного сигнала требуется в тех случаях, когда за объектом должно наблюдать несколько операторов, каждый из которых выполняет только ему порученные задачи, или когда за объектом наблюдает большая аудитория, например во время учебного процесса.

Для размножения телевизионного сигнала применяется несколько структур: лучевая, последовательная («елочка») и смешанная.

При *лучевой структуре* каждое ВКУ своей линией связи (лучом) подключается к усилителю-распределителю, имеющему несколько выходов (рис. 2.3, а). При *последовательном подключении* ВКУ соединяются друг с другом через специально предусмотренные в них линейные выходы. *Смешанная структура* предполагает наличие двух предыдущих способов подключения ВКУ (рис. 2.3, б).

Выбор структуры ПТУ с размножением телевизионного сигнала зависит от размещения в пространстве точек просмотра изображения. Так как все структуры позволяют создавать системы, дающие одинаковое качество телевизионного изображения, то выбор структуры делается из условия минимизации затрат на приобретение, размещение и эксплуатацию системы.

Одноканальные многокамерные ПТУ

Центральным элементом всех структур одноканальных многокамерных ПТУ является коммутатор (мультиплексор). Телевизионные камеры подключаются к мультиплексору в соответствии с той или иной структурой, поэтому целесообразно рассмотреть отдельно структуры приемной и передающей стороны.

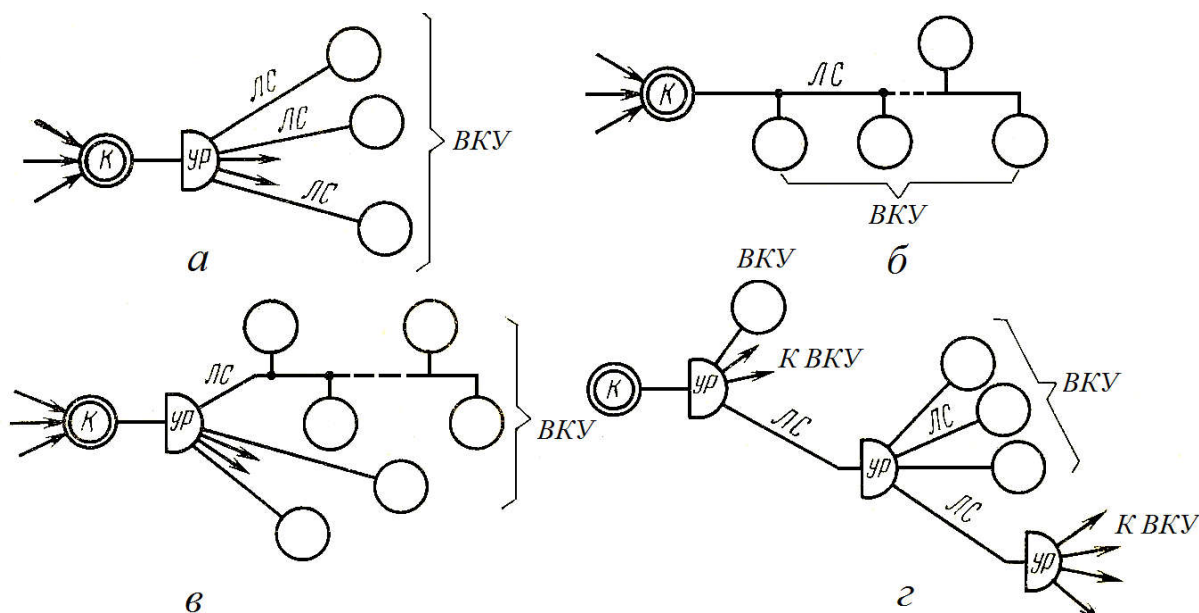


Рис. 2.4. Структуры приемной стороны одноканальных многокамерных ПТУ (К – коммутатор)

Структуры приемной стороны однокамерных многокамерных ПТУ (рис. 2.4, а, б, в) аналогичны структурам размножения телевизионного сигнала в однокамерных ПТУ. В больших видеоинформационных системах и системах диспетчерского назначения часто встречаются многоступенчатые структуры (рис. 2.4, г). Появление таких структур связано с большим числом ВКУ и разделением этих ВКУ на группы по признаку близости размещения.

В многокамерных ПТУ, как и в однокамерных, кроме мультиплексора дополнительно может быть блок канала в связи с необходимостью вынесения из камеры некоторых функциональных устройств.

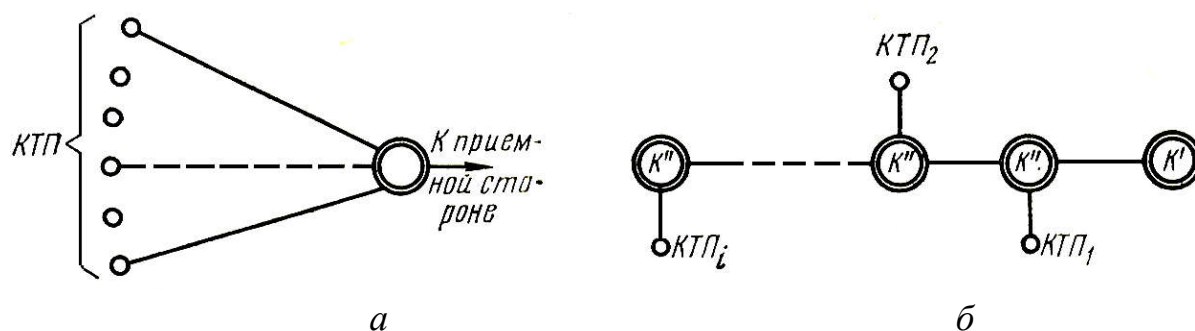


Рис. 2.5. Основные варианты структур передающей стороны однокамерных многокамерных ПТУ: а – лучевая, б – последовательная («елочка»)

Для структур передающей стороны имеются два основных варианта:

- 1) *лучевая*, когда каждая телевизионная камера через свою линию связи соединяется с мультиплексором (рис. 2.5, а),
- 2) *последовательная («елочка»)*, когда каждая телевизионная камера подключается к одной линии связи через свой коммутатор (рис. 2.5, б).

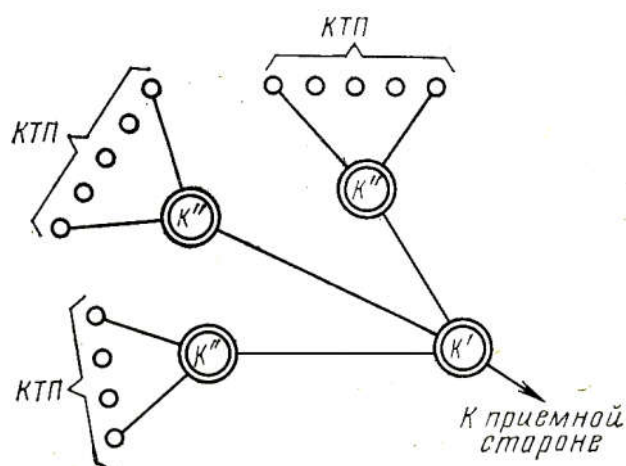


Рис. 2.6. Древообразная структура передающей стороны однокамерной многокамерной ПТУ, где К' и К'' – коммутаторы первого и второго уровней соответственно

Первыми появились лучевые структуры. Они отличаются простотой коммутатора. При небольшом удалении камер от коммутатора (менее 1 км)

стоимость линий связи составляет менее половины стоимости всей системы. Однако если телевизионные камеры удалены от коммутатора на расстояния более 1 км, а расстояния между камерами невелики, то такая структура оказывается неэкономичной. Становится очевидной необходимость введения дополнительных мультиплексоров для отдельных групп камер, располагаемых вблизи этих камер. Такие коммутаторы (коммутаторы второго уровня) обеспечивают выбор камеры из своих групп и связаны с основным коммутатором только одной линией связи. В результате образуется древообразная (кустовая) структура передающей стороны (рис. 2.6).

Число уровней коммутации может быть и больше двух. Примером такой сложной структуры может быть сеть, построенная по радиально-узловому принципу.

Возможные варианты подключения телевизионных камер к коммутатору через одну линию связи («елочкой») показаны на рис. 2.7.

Знание возможных структур ПТУ имеет большое значение при разработке ПТУ, образуемых ограниченным набором унифицированных приборов. Унификация приборов осуществляется по тем входным и выходным параметрам, а также по тем конструктивным характеристикам, которые обеспечивают соединение этих приборов в соответствии со всеми возможными или наиболее употребительными структурами.

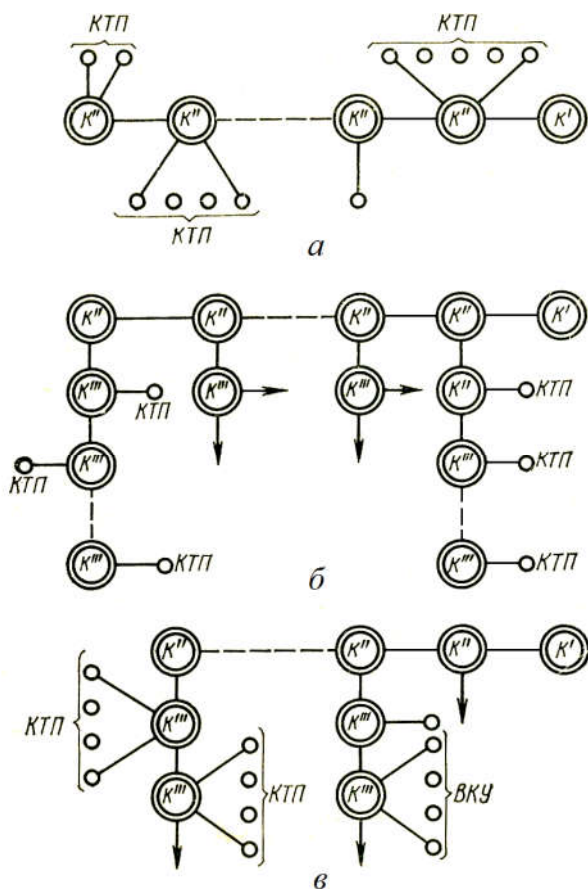


Рис. 2.7. Варианты структур типа «елочка» для передающей стороны одноканальной многокамерной ПТУ

Унифицированные приборы и структурные схемы ПТУ

Высокая степень узловой и приборной унификации различных по тактическому назначению ПТУ является одним из главных технических требований к ним. Выполнение этого требования автоматически приводит к таким принципам построения ПТУ, которые предполагают в условиях серийного производства гибкую комплектацию установок для удовлетворения запросов как можно большего числа потребителей.

Основу унифицированного ряда одноканальных ПТУ составляют автономные приборы. Под автономностью прибора понимается наличие у него следующих признаков: самостоятельного функционального назначения, конструктивной особенности и собственного источника питания. Именно автономность обеспечивает возможность комплектования по заказу потребителя любую по составу и структуре ПТУ без затрат на доработку.

По функциональному назначению все приборы унифицированного ряда делятся на четыре группы:

1) *приборы передающей стороны*, к которым относятся, например, телевизионные камеры, устройства наведения, оптические приставки, защитные кожуха;

2) *приборы приемной стороны*, включающие в себя видеоконтрольные устройства с различными диагоналями экрана, а также устройства видеозаписи, квадраторы и т.п.;

3) *линейные приборы*, например усилители-распределители, линейные усилители, корректирующие усилители и т.д.;

4) *приборы дистанционного управления*, к которым относятся пульты управления, блоки коммутации и пр.

Приборы передающей стороны, как правило, отличается специальное конструктивное исполнение, обеспечивающее возможность работы при более жестких требованиях на устойчивость к внешним воздействиям по сравнению с другими группами приборов. Как правило, интервал рабочих температур для ПТУ составляет от -50 до $+40$ °С, относительная влажность без защитных кожухов до 95%, виброустойчивость в диапазоне частот вибраций 10–35 Гц при ускорении до 1g. Длина линии связи без дополнительных линейных усилителей до 1 км.

Впервые принцип автономного исполнения приборов и построения на их основе унифицированного ряда ПТУ был реализован в ОКР «Комплекс ПТУ». Комплекс ПТУ включал в себя четыре группы установок ПТУ-28, 29, 30 и 31, отличающихся составами (соответственно, одноканальные установки с телевизором и передачей сигнала на высокой частоте, одноканальные установки с одним ВКУ, одноканальные и многоканальные установки с несколькими ВКУ).

Установки в соответствующих группах отличались между собой наличием разных оптических приставок, пультов управления режимами

работы камеры и дистанционным управлением устройством наведения и оптической приставкой, линейных усилителей и усилителей-распределителей телевизионного сигнала.

На рис. 2.8 приведены структурные схемы установок групп ПТУ-28 и ПТУ-29. Как видно из рисунка, группы установок ПТУ-28 и ПТУ-29 отличались только использованием на приемной стороне телевизора с высокочастотным входом или ВКУ, имеющего низкочастотный вход для полного телевизионного сигнала.

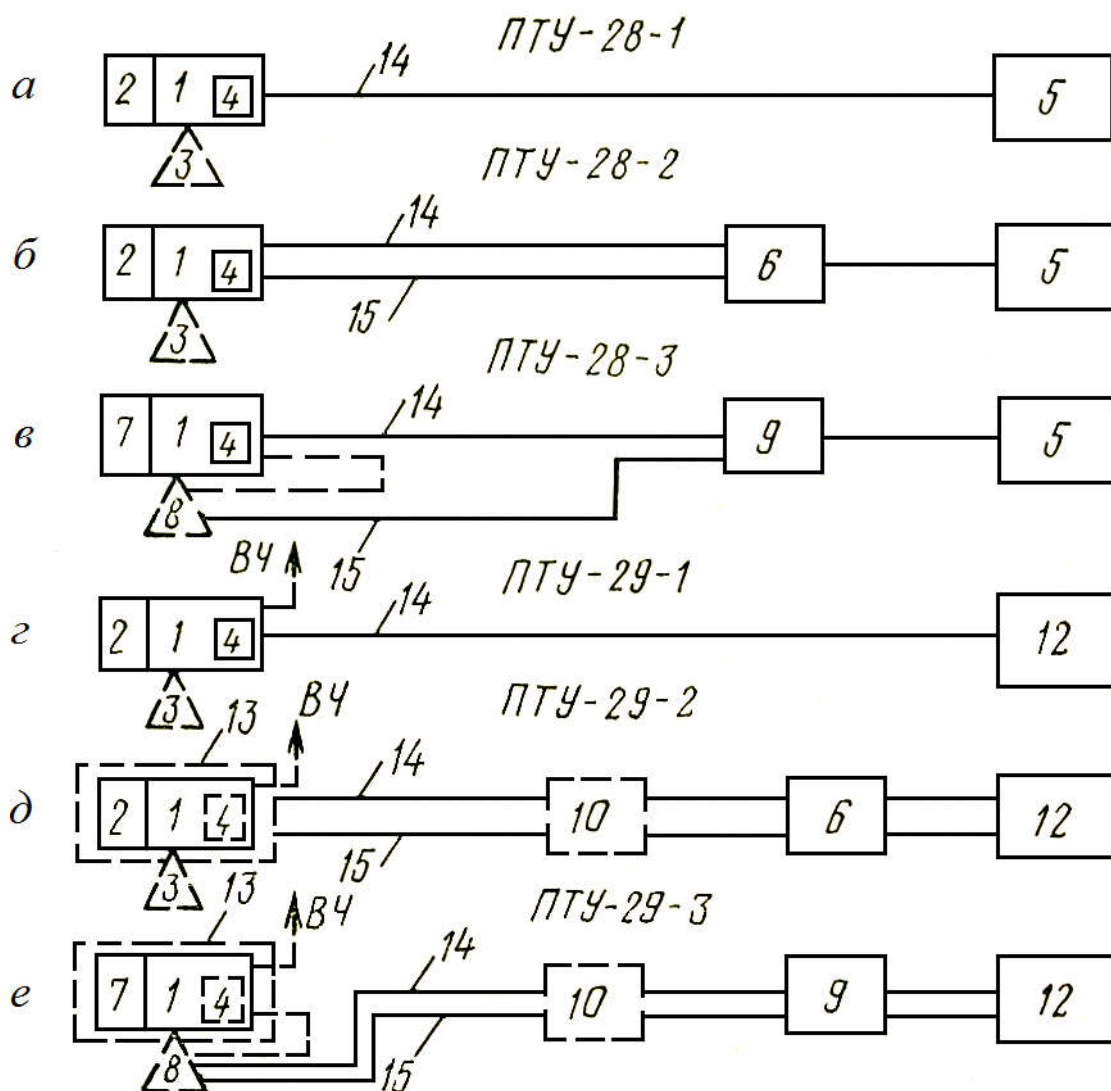


Рис. 2.8. Структурные схемы установок групп ПТУ-28 и ПТУ-29: 1 – телевизионная камера; 2 – оптическая приставка с ручным управлением; 3 – устройство наведения; 4 – микропередатчик; 5 – телевизор; 6 – пульт управления телевизионной камерой; 7 – оптическая приставка с дистанционным управлением; 8 – устройство наведения с дистанционным управлением; 9 – пульт управления телевизионной камерой, оптической приставкой и устройством наведения; 10 – линейный усилитель; 11 – ВКУ; 12 – ВКУ; 13 – защитный кожух телевизионной камеры; 14 – магистральный коаксиальный кабель; 15 – магистральный кабель управления. (Усилитель-распределитель (11) представлен на рис. 2.9, 2.10)

Отличительным признаком установок группы ПТУ-30, структурные схемы которых приведены на рис. 2.9, являлось наличие одной телевизионной камеры и размножение видеосигнала на несколько (до пяти) ВКУ.

При необходимости увеличения длины линии связи к камере предусматривалось последовательное подключение линейного усилителя.

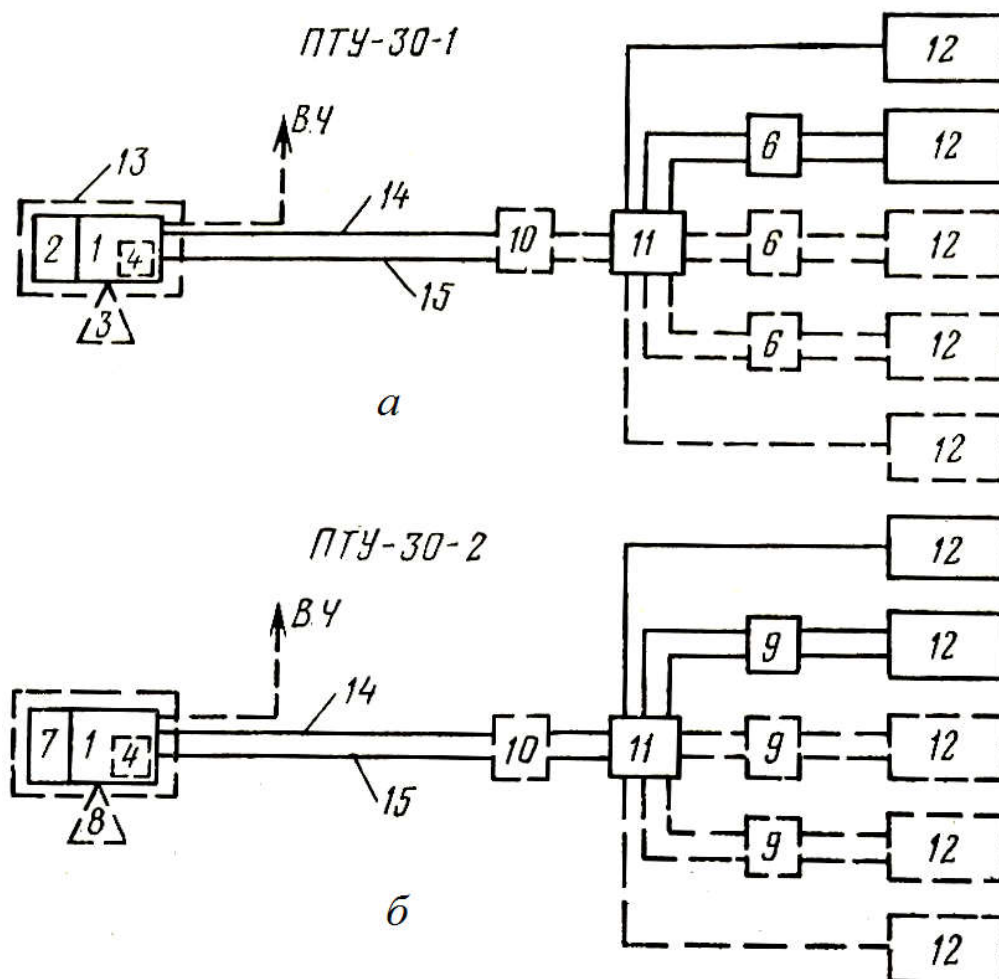


Рис. 2.9. Структурные схемы установок групп ПТУ-30: 1 – телевизионная камера; 2 – оптическая приставка с ручным управлением; 3 – устройство наведения; 4 – микропередатчик; 5 – пульт управления телевизионной камерой; 7 – оптическая приставка с дистанционным управлением; 8 – устройство наведения с дистанционным управлением; 9 – пульт управления телевизионной камерой, оптической приставкой и устройством наведения; 10 – линейный усилитель; 11 – усилитель-распределитель; 12 – ВКУ, 13 – защитный кожух телевизионной камеры; 14 – магистральный коаксиальный кабель; 15 – магистральный кабель управления

Отличительным признаком установок группы ПТУ-31, структурные схемы которых приведены на рис. 2.10, являлось наличие нескольких (до десяти) телевизионных камер и нескольких разнесенных постов управления установкой. Предусматривалась любая возможная комбинация приборов передающей стороны, дистанционное управление которыми и выбор камер обеспечивается с пульта управления.

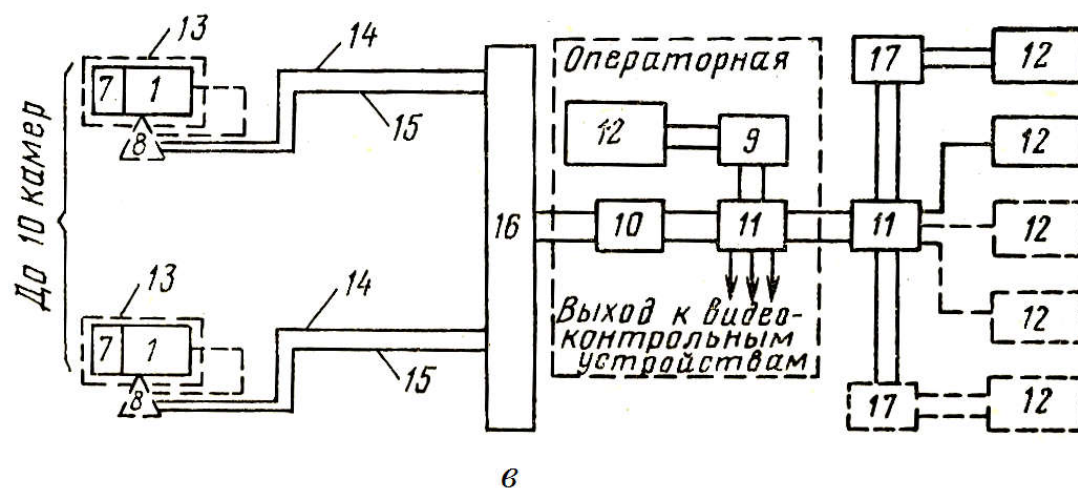
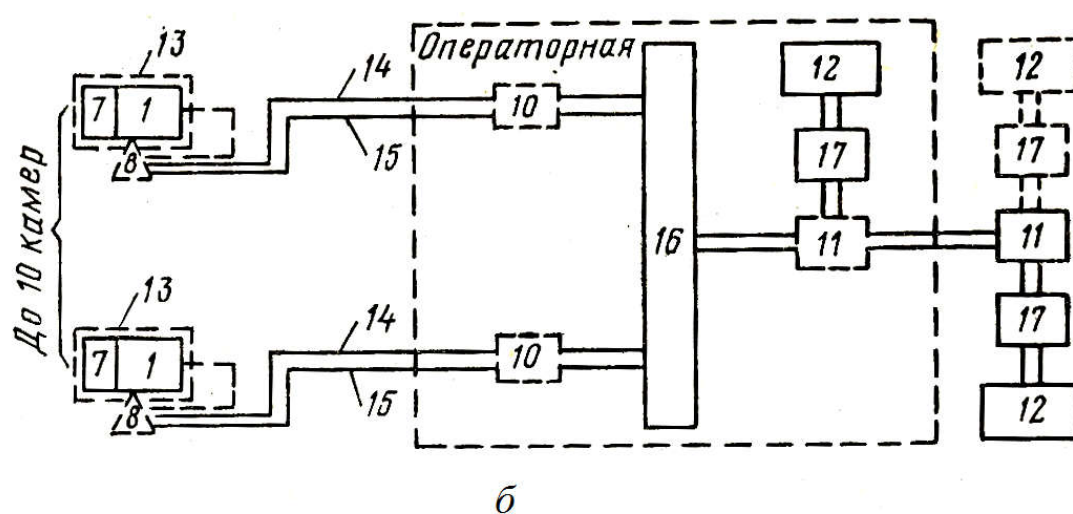
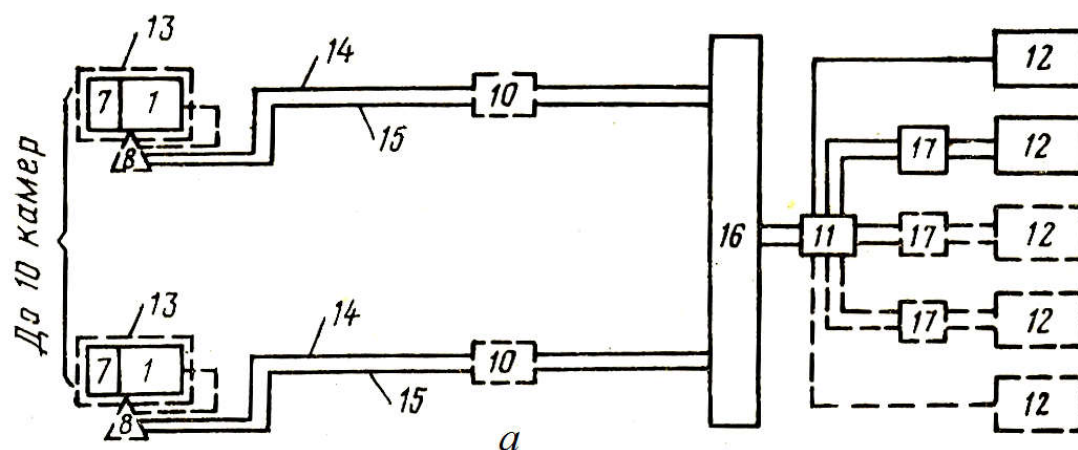


Рис. 2.10. Структурные схемы установок групп ПТУ-31: 1 – телевизионная камера; 7 – оптическая приставка с дистанционным управлением; 8 – устройство наведения с дистанционным управлением; 9 – пульт управления телевизионной камерой, оптической приставкой и устройством наведения; 10 – линейный усилитель; 11 – усилитель распределитель; 12 – ВКУ; 13 – защитный кожух телевизионной камеры; 14 – магистральный коаксиальный кабель; 15 – магистральный кабель управления; 16 – блок коммутации; 17 – пульт управления многокамерной установкой. (Блоки 2–6 представлены на рис. 2.8–2.9)

Развитие унификации приборов ПТУ в последующих ОКР «Планта» и «Орбита» привело к расширению их функциональных возможностей и позволило гибко формировать составы как одноканальных, так и многоканальных ПТУ. Так, в аппаратуре серии «Орбита» появились новые функциональные приборы, в частности, блоки дополнительной информации для вывода на экран ВКУ текущей даты и времени, номера включенной камеры и другой буквенно-цифровой информации, устройства совмещения изображений для вывода на один экран одновременно нескольких изображений и др. Был расширен ряд типовых приборов и разработаны 7 групп установок (группы А, Б, В, Г, Д, Е и Ж), обеспечивающих повышение гибкости комплектования составов ПТУ с учетом требований потребителя (Телевизионные установки прикладного назначения – ПТУ: каталог. Великий Новгород, Новгородское НПО «Волна». 1991. 52 с.).

Поскольку данный подход в большинстве случаев актуален и в настоящее время, рассмотрим некоторые структурные схемы, приведенные на рис. 2.11–2.15, из данных групп ПТУ. На рисунках обозначены: 1–4 – камеры телевизионные; 5, 6 – устройства наведения; 7–9 – линейные усилители; 11–12 – усилители-распределители; 13, 14 – линейный блок; 15 – телевизионный приемник; 16 – ВКУ; 17 – блок дополнительной информации; 18–26 – пульта управления; 27–36 – блоки коммутации; 37 – коммутатор видеосигналов; 38 – устройство совмещения изображений; 43 – коаксиальный кабель; 44 – симметричная двухпроводная линия связи; 45 – кабель управления.

ПТУ групп А и Б

ПТУ группы А (рис. 2.11) являются однокамерными установками с телевизионным приемником. В них осуществляется преобразование ПТС в радиосигнал, который на частоте одного из телевизионных каналов вещательного телевидения подается по коаксиальному кабелю на вход телевизионного приемника. Управление установкой заключается во включении (выключении) камеры в рабочий режим. Фокусировка и регулировка диафрагмы объектива производится на камере вручную при ее установке и ориентировании на объект.

В настоящее время преобразование ПТС в радиосигнал на частоте вещательного канала практически не используется, поскольку большинство телевизионных приемников, кроме антенного входа, имеют отдельный видеовход для ПТС.

ПТУ группы Б (рис. 2.11) являются однокамерными установками с ВКУ. Управление установками заключается во включении камеры в рабочий режим, дистанционном управлении оптической приставкой (фокусировка, управление диафрагмой, масштабирование) и наведении на объект наблюдения. К питающей сети приборы подключаются по месту их установки.

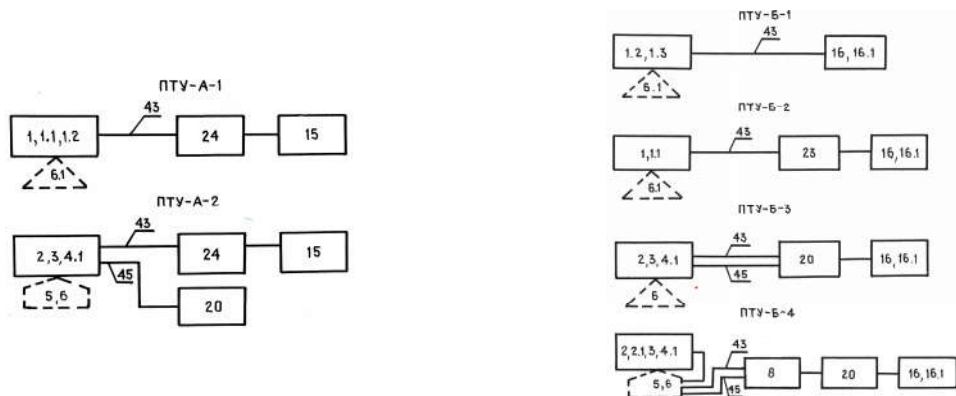


Рис. 2.11. Структурные схемы ПТУ группы А (слева) и ПТУ группы Б (справа)

ПТУ группы В

ПТУ группы В (рис. 2.12) являются однокамерными установками с несколькими ВКУ. Отличительным признаком является размножение телевизионного сигнала. Варианты ПТУ в группе отличаются наличием дистанционного управления, длиной линии связи и, соответственно, наличием линейных усилителей.

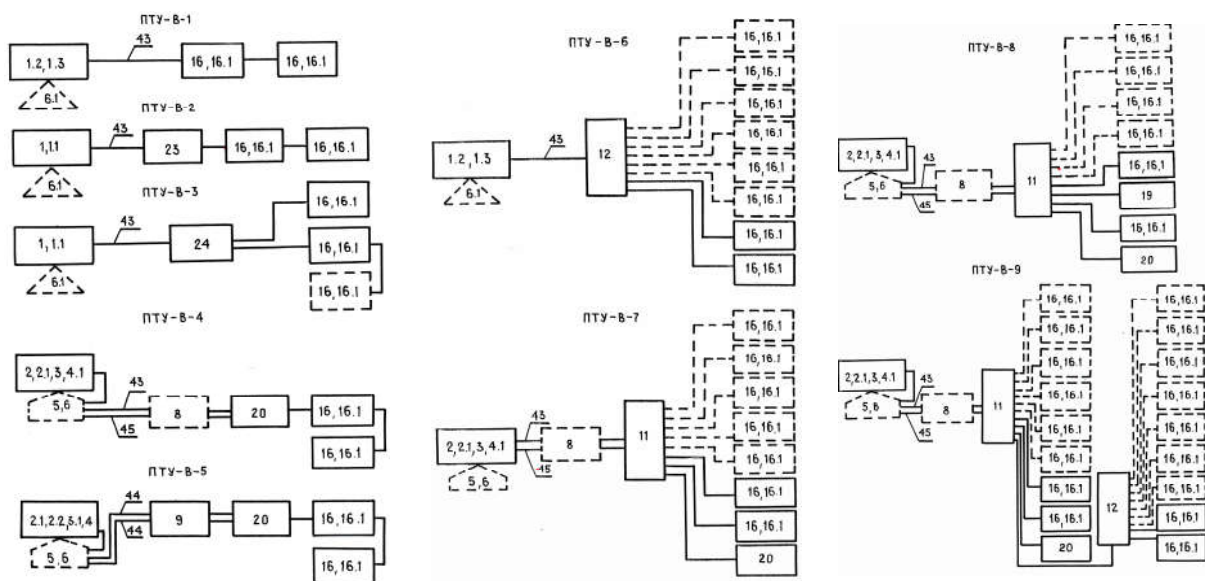


Рис. 2.12. Структурные схемы ПТУ группы В

ПТУ группы Г

ПТУ группы Г (рис. 2.13) являются многокамерными одноканальными установками с длиной линии связи до 2 км. Отличительными признаками данной группы ПТУ является наличие нескольких (до 28) телевизионных камер на передающей стороне и наличие на приемной стороне нескольких разнесенных постов управления ПТУ. Команды управления, сформированные в пульте управления, передаются в камерные дешифра-

торы, где декодируются и подаются на управляющие элементы камер, оптических приставок и устройств наведения.

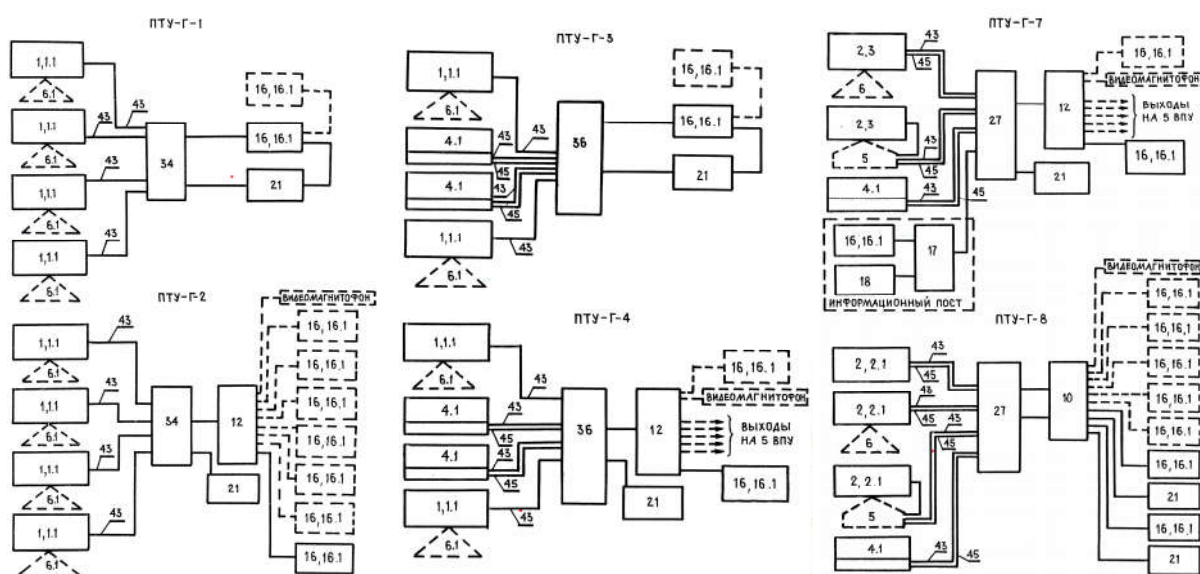


Рис. 2.13. Некоторые структурные схемы ПТУ группы Г

ПТУ группы Д

ПТУ группы Д (пример на рис. 2.14) являются многокамерными одноканальными установками с длиной линии связи от 5 до 10 км.

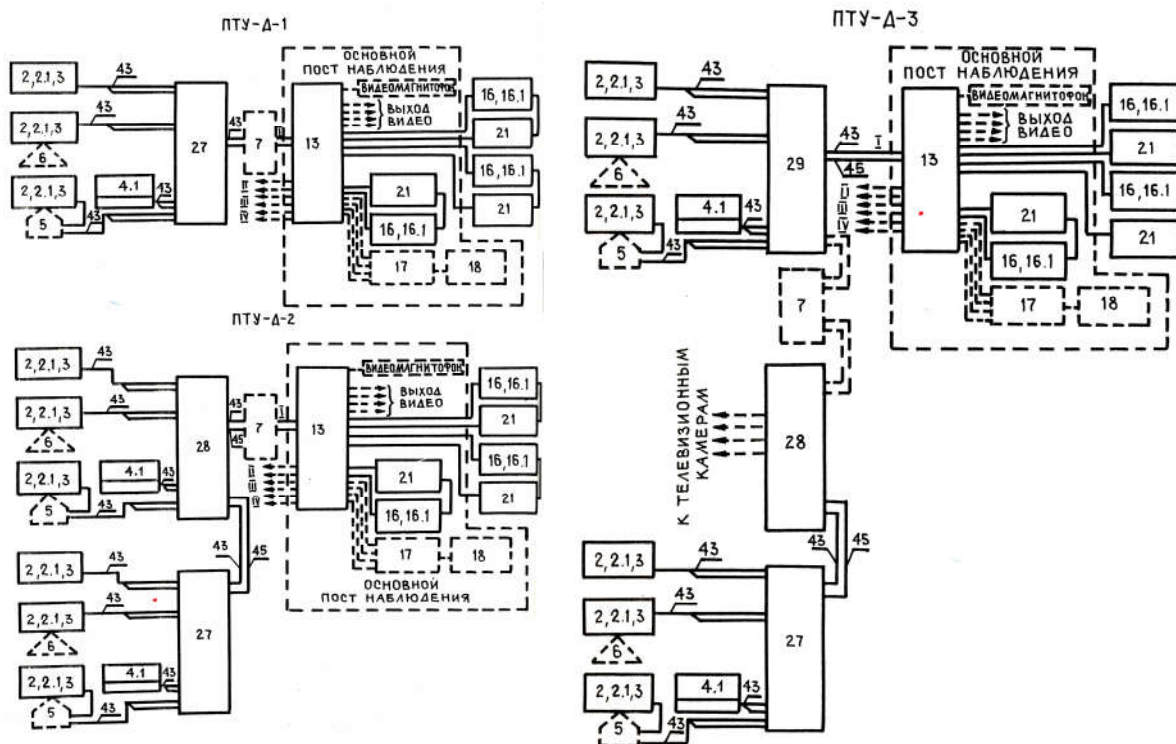


Рис. 2.14. Некоторые структурные схемы ПТУ группы Д

ПТУ группы Е и Ж

где σ – коэффициент отражения поверхности объекта;

T_0 – прозрачность объектива (отношение выхода светового потока к входному – обычно берется значение $T_0 = 0,7-0,8$).

На практике чаще используется обратная формула:

$$E = 4 E' / \sigma T_0 \ddot{O}^2,$$

позволяющая, исходя из известной чувствительности датчика, выраженной в люксах (освещенности фотомишени), получить значение освещенности объекта, требуемое для обеспечения приемлемого количества.

При выборе объектива и определении места установки камеры используют формулу

$$a = AFH/hL,$$

где a – линейный размер изображения на экране, мм;

A – линейный размер предмета, мм;

F – фокусное расстояние объектива, мм;

L – расстояние от предмета до передней линзы объектива, мм;

H – высота экрана, мм;

h – высота мишени фотоприемника, мм.

Из этой формулы в качестве характеристики масштаба получаемого изображения может быть взято отношение $M = A/a$.

Для перемещающихся объектов может быть определена предельно допустимая скорость их перемещения в плоскости перпендикулярно оси камеры при четкости изображения во время движения приблизительно 300 телевизионных линий (практически без смаза):

$$V = 3L/F \text{ (мм/с)},$$

где L – расстояние от камеры до объекта, см;

F – фокусное расстояние объектива, см.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные принципы построения ПТУ.
2. Охарактеризуйте классификацию ПТУ.
3. Приведите пример структур ПТУ.
4. Приведите пример оптических расчетов для определения места размещения ПТУ при эксплуатации.

ЛЕКЦИЯ 3

3.1. Новые разработки в области промышленного телевидения

В качестве иллюстрации состояния в области промышленного телевидения рассмотрим ряд унифицированных приборов и телевизионные системы на их основе из числа последних разработок ОАО «НИИПТ «Растр» по материалам официального сайта предприятия ОАО «НИИПТ «Растр» www.rastr.ru.

В разработках предприятия сохраняется принцип преемственности и функционального деления ПТУ на составные части, заложенный в свое время в аппаратуре «Комплекс ПТУ» и развитый в последующих поколениях ПТУ «Планета» и «Орбита», что обеспечивает гибкость формирования различных вариантов поставок аппаратуры с учетом требований потребителей. В качестве фотоприемников в основном используются камеры на ПЗС со стандартным разрешением. В основе приемных устройств лежат жидкокристаллические экраны. В пультах управления, коммутаторах видеосигналов, линейных блоках широко используются микроконтроллеры, позволяющие управлять аппаратурой по стандартным протоколам обмена. Имеются новые функциональные приборы, обеспечивающие возможность передачи сигналов изображения по ВОЛС и телефонной линии связи. Для отображения видеoinформации, а также для ее записи и хранения в системах используются такие функциональные приборы, как квадраторы и видеорегистраторы.

В целом аппаратура может быть охарактеризована как промежуточный этап между 4 и 5 поколениями ПТУ.

Основные понятия для систем телевизионного наблюдения и охраны

Телевизионные системы наблюдения и охраны представляют собой комплекс технических средств, обеспечивающих наблюдение за объектами, периметрами протяженных объектов, территориями и внутренними помещениями в любых физико-климатических условиях, в любое время суток, в том числе при отсутствии естественного и демаскирующего искусственного освещения.

При этом обеспечивается:

- формирование полного телевизионного сигнала и передача его по линиям связи: коаксиальный кабель; телефонная, витая пара;
- распределение и коммутация телевизионного сигнала потребителям;
- дистанционное управление телевизионными камерами и устройствами наведения с одного или нескольких постов наблюдения (с приоритетом пультов управления);

- отображение телевизионной информации на экране мониторов, одновременный просмотр изображений от нескольких телевизионных камер на одном мониторе;

- дистанционное наблюдение за объектами, удаленными от ТВ-камеры на значительные расстояния (до 25–30 км);

- автоматическое обнаружение признаков нарушения в охраняемых зонах с формированием звуковых и световых сигналов тревоги;

- возможность досмотра телевизионными камерами зон нарушения по сигналам датчиков тревожной сигнализации;

- документирование (видеозапись) телевизионных изображений, в том числе в тревожных ситуациях;

- возможность работы совместно с ПЭВМ.

Телевизионные системы наблюдения могут использоваться как самостоятельные системы видеоконтроля, встраиваться в локальные и глобальные компьютерные сети, в различные технологические системы управления технологическими процессами, в интегрированные системы охраны.

Системы строятся на базе функционально и конструктивно законченных приборов (телевизионных камер, защитных кожухов, устройств наведения, пультов управления, линейных усилителей, блоков соединения, мониторов, мультиплексоров, видеорегистраторов, ПЭВМ и компьютерных систем и т.п.).

В основу построения телевизионных систем заложен принцип наращивания технических средств по мере расширения выполняемых задач и функциональных возможностей, что позволяет при минимальных затратах решить вопрос расширения уже действующих систем.

Основные технические характеристики телевизионных систем:

- чувствительность телевизионных камер – от 0,1 до 0,001 лк;
- разрешающая способность телевизионных камер – от 380 до 560 т. л.;
- углы поля зрения телевизионных камер – от 3,4 до 90 град;
- углы обзора при дистанционном или ручном наведении камер – до 360 град;

- передача полного телевизионного сигнала (ПТС) на расстояние по коаксиальному кабелю – до 10 км, по телефонной, витой паре – до 2,8 км;

- передача сигналов управления по двухпроводной линии связи – до 10 км;

- количество постов управления – до 4;

- размеры экрана монитора (мониторов) – от 5" до 20";

- возможность изменения масштаба изображения – до 27 раз;

- возможность поочередного или одновременного просмотра изображений от телевизионных камер;

- возможность автоматического обнаружения изменений в телевизионном сигнале с формированием сигнала тревоги;

- возможность записи видеосигнала с длительностью до 960 ч;
- возможность сопряжения с датчиками тревожной сигнализации;
- устойчивость к воздействию климатических факторов (от 60 до +45 °С);
- устойчивость к воздействию синусоидальной вибрации в диапазоне частот 20–25 Гц с ускорением 19,6 м/с² (2g);
- степень исполнения защитных оболочек приборов от IP30 до IP68;
- соответствие требованиям по электромагнитной совместимости действующим стандартам;
- устойчивость к перенапряжениям и микросекундным помехам большой энергии, возникающим в результате воздействия внешних опасных источников напряжения, в частности высоковольтных линий электропередач, контактных сетей электрифицированных железных дорог и городского электротранспорта, электросварочных установок, близко расположенных радиотехнических передающих, локационных и других станций, атмосферных (грозовых) разрядов.

Телевизионные камеры

Черно-белые телевизионные камеры для работы на открытом воздухе

На рис. 3.1 приведен внешний вид, а в табл. 3.1, 3.2 даны некоторые технические характеристики черно-белых телевизионных камер (КТП) на ПЗС 1/3" для работы на открытом воздухе.



Рис. 3.1. Внешний вид телевизионных камер:

верхний ряд: КТП-162 с вариообъективом (слева); КТП-161 в упрочненном корпусе, совмещенная с УН (в центре); КТП-172 совмещенная со скрытно управляемым УН (справа); нижний ряд: КТП-233 с объективами с постоянным фокусным расстоянием (слева); КТП-208 со встроенным сетевым блоком питания (в центре); КТП-220 с панорамным наблюдением за объектами и мгновенным масштабированием выбранной зоны осмотра (справа)

Таблица 3.1

Технические характеристики КТП

Наименование параметра	Ед. изм.	КТП-162	КТП-161-2	КТП-172
Разрешающая способность в центре	т. л.	350	375	375
Рабочий диапазон освещенности	лк	0,5–50 000	0,1–50 000	
Диапазон рабочих температур	°С	От –40 до + 45		
Дистанционное управление: масштабированием фокусированием диафрагмой		+ + +	– – –	– – +
Напр. питания /обогрева камеры	В	12/220	12/27	12/27
Напряжение питания УН	В	–	–	27
Угол зрения по горизонтали	град	7,4–30 (3,4–32)	17, 22, 34, 51	16,3
Угол наведения: по горизонтали по вертикали	град	– –	От +80 до –80 От +30 до –30	150 90
Степень защиты по ГОСТу 14254		IP55	IP43	IP55
Габаритные размеры	мм	311×143×102	76×100×105	160×108×175

Таблица 3.2

Технические характеристики КТП

Наименование параметра	Ед. изм.	КТП-208	КТП-233	КТП-220
Разрешающая способность	т. л.	375	375	350
Рабочий диапазон освещенности	лк	0,1–50 000	0,1–50 000	50–100 000
Диапазон рабочих температур	°С	От – 40 до + 45		
Дистанционное управление: масштабированием фокусированием диафрагмой		– – –	– – –	+ + +
Напр. пит./обогрева камеры	В	220	12/220	12/220
Напр. питания УН		–	–	27
Угол наведения по горизонтали по вертикали	град	– –	– –	100 80
Угол зрения по горизонтали	град	5,5–89	5,5–89	100 или 17
Степень защиты по ГОСТу 14254		IP55	IP55	IP65
Габаритные размеры	мм	277×109×90	197×109×90	D185×220
Масса камеры	кг	2,0	2,0	7

Цветные телевизионные камеры

Ниже на рис. 3.2 и в табл. 3.3 приведен внешний вид и некоторые технические характеристик цветных телевизионных камер.

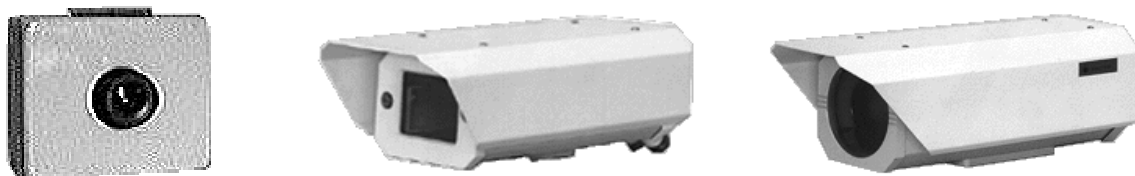


Рис. 3.2. Внешний вид телевизионных камер: малогабаритная камера для работы в помещении КТП-149(слева); камера для работы на открытом воздухе КТП-209 (в центре); камера с вариообъективом для работы на открытом воздухе КТП-226 (справа)

Таблица 3.3

Технические характеристики цветных КТП

Наименование параметра	Ед. изм.	КТП-149	КТП-209	КТП-226
Тип преобразователя свет-сигнал		ПЗС 1/3"		
Телевизионный стандарт		<i>PAL</i>	<i>PAL</i>	<i>PAL</i>
Разрешающая способность в центре	т. л.	450	450	430
Рабочий диапазон освещенности	лк	1–50 000		5–50 000
Диапазон рабочих температур	°С	От –10 до +40	От –40 до + 45	От –40 до +40
Напряжение питания камеры/обогрев кожуха	В	12	220	12/220
Угол зрения по горизонтали (оговаривается при заказе)	град	17–89	5,5–89	3,4–34
Степень защиты по ГОСТу 14254		<i>IP30</i>	<i>IP55</i>	<i>IP55</i>
Габаритные размеры	мм	74×86×70,5	277×109×90	353×143×110
Масса камеры	кг	0,17	2,0	3,0

Цифровые телевизионные камеры для работы на открытом воздухе

Телевизионная камера КТП-255 *IP* предназначена для преобразования оптического изображения объектов наблюдения в цифровой сигнал для передачи видеоизображения по локальным сетям, а также в аналоговый сигнал системы *PAL* для передачи по коаксиальным кабелям при работе в составе цифровой или аналоговой систем телевизионного наблюдения. Технические характеристики камеры приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Технические характеристики КТП-255 IP

Наименование параметра	Значения
Сенсор <i>CMOS</i> с прогрессивной разверткой, мегапикселей	2
Максимальное разрешение	1920×1280
Вид электрического сигнала на выходе камеры: аналоговый; цифровой	<i>PAL</i> <i>Ethernet</i>
Скорость кадров для всех разрешений, кадр/с	До 25
Скорость кадров для всех разрешений, кадр/с	До 25
Рабочий диапазон освещенности, люкс	От 1 до 50 000
Возможность ручного управления фокусировкой, масштабированием	Обеспечивается
Объектив	2,5-кратный вариофокальный
Светодиодная подсветка	До 10 м
Потребляемая мощность по цепи питания 12 В, Вт	6
Степень защиты оболочки по ГОСТу 14254	<i>IP65</i>
Рабочий диапазон температур, °С	От 10 до +45
Габаритные размеры, мм	268×100×106
Масса, кг	2,5±0,3
Время непрерывной работы камеры в сутки, ч	24
Срок службы, лет	10

Малогабаритные телевизионные камеры

На рис. 3.3 и в табл. 3.5 приведены внешний вид и некоторые технические характеристики малогабаритных телевизионных камер.

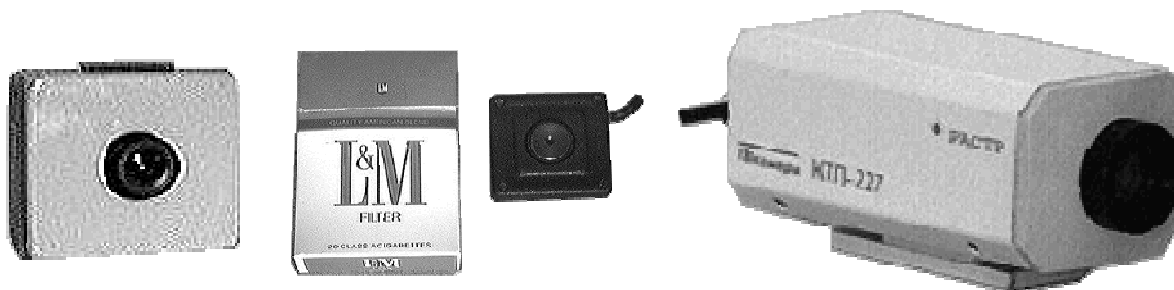


Рис. 3.3. Внешний вид телевизионных камер:
КТП-165 (слева); КТП-170 (в центре); КТП-227 (справа)

Таблица 3.5

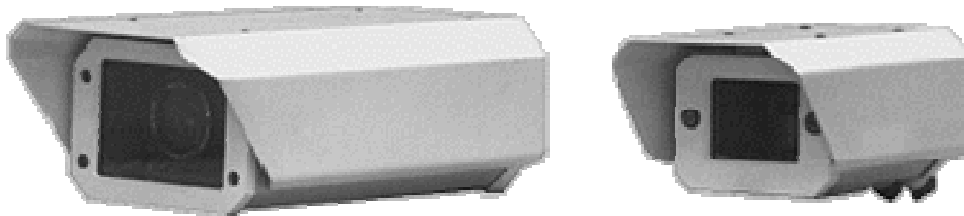
Технические характеристики малогабаритных телевизионных камер

Наименование параметра	Ед. изм.	КТП-165	КТП-170	КТП-227	КТП-165-4
Тип преобразователя свет-сигнал		ПЗС 1/3"			
Рабочий диапазон освещенности	лк	0,1–50 000			
Диапазон рабочих температур	°С	От 10 до +40			
Разрешающая способность в центре	т. л.	375			500
Угол зрения по горизонтали	град	От 12 до 89			
Возможность скрытого наблюдения через отверстие до 1 мм		Нет	Да	Нет	Нет
Напряжение питания камеры	В	12	12	220	12
Потребляемая мощность, не более	Вт	1,5	1,5	3,0	1,0
Степень защиты по ГОСТу 14254		IP30	IP30	IP30	IP30
Габаритные размеры	мм	37×51×50	17×42×40	140×60×55	70×66,5×98
Масса	кг	0,065	0,05	0,5	0,17

Защитные кожуха

Защитные кожуха (рис. 3.4) обеспечивают работоспособность телевизионных камер в условиях пониженных температур, высокой влажности, при наличии пыли, дождя, снега и солнечной радиации.

В защитных кожухах (ЗК) предусмотрен подогрев внутреннего объема корпуса, а также защитного стекла.

**Рис. 3.4.** Внешний вид некоторых защитных кожухов

Технические характеристики некоторых ЗК приведены в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Технические характеристики защитных кожухов

Наименование параметра	Ед. изм.	ЗК-25	ЗК-25-4	ЗК-33	ЗК-26
Диапазон рабочих температур	°С	От 40 до + 45	От 40 до + 45	От 60 до + 45	От 40 до + 45
Отн. влажность при 25 °С	%	До 100	До 100	До 100	До 100
Напряжение питания	В	220			
Потребляемая мощность	Вт	18	18	30	60
Внутренние размеры	мм	58×65×55	180×65×55	58×65×55	230×60×70
Габаритные размеры	мм	197×100×87	277×100×87	197×100×87	376×143×115
Масса	кг	0,85	1,2	0,85	1,6
Степень защиты		IP55 (по ГОСТу 14254)			

Пульты управления

Унифицированные пульты управления (ПУ) включают ряд модификаций, приведенных на рис. 3.5.



Рис. 3.5. Внешний вид пультов управления слева-направо: ПУ-208-1, ПУ-218, ПУ-279

Пульт управления ПУ-208-1 предназначен для управления однокамерной ТВ-системой по двухпроводной линии связи и выполняет следующие функции:

- дистанционное включение (выключение) ТВ-камеры;
- управление устройством наведения по горизонтали и вертикали;
- управление оптической приставкой ТВ-камеры (масштаб, фокус, диафрагма).

Работает совместно с линейными блоками, служащими для питания и приема-передачи команд управления по двухпроводной линии связи.

В варианте исполнения ПУ-208-5 прием/передача команд управления производится по интерфейсу RS-485 без линейных блоков. Питание осуществляется через сетевой адаптер.

Пульт управления ПУ-218 предназначен для управления однокамерной ТВ-системой по 6-проводной линии связи и обеспечивает:

- питание ТВ-камеры (12 В);

- коррекцию видеосигнала в коаксиальном кабеле 12 дБ/6,5 МГц;
- управление устройством наведения;
- управление оптической приставкой.

Пульт управления ПУ-279 предназначен для дистанционного управления КТП, УН и другими линейными устройствами (БК, БС, БУ) в составе многокамерных ТВ-систем и обеспечивает:

- дистанционное включение (выключение) ТВ-камер;
- управление коммутацией видеосигналов в системе;
- управление УН по горизонтали и вертикали;
- управление оптической приставкой КТП (масштаб, фокус, диафрагма).

В ПУ-279 имеется:

- режим форматирования последовательности переключения КТП и режим автоматического переключения КТП;
- режим задания приоритета пульта в системе;
- режим фиксации;
- режим возврата.

Работает совместно с линейными блоками, служащими для питания и приема-передачи команд управления по двухпроводной линии связи.

В ПУ-279 предусмотрена возможность передачи команд управления по одному из стандартных интерфейсов по RS-485 или по RS-232.

Пульт управления ПУ-289 предназначен для дистанционного управления многокамерной телевизионной установкой прикладного назначения по интерфейсу RS-485.

ПУ-289 обеспечивает формирование команд управления по интерфейсу RS-485:

- устройством наведения по горизонтали и вертикали с переменной скоростью;
- оптической приставкой: масштабированием, фокусированием и изменением диафрагмы;
- включения режима автоматического сканирования камеры с возможностью остановки сканирования в режиме АВТОМАТ;
- коррекции значений координат оптической оси видеокамеры по горизонтали на экране монитора;
- фиксации положения видеокамеры и ее возврата в фиксированное положение;
- вывода информации об угле поворота видеокамеры на экран монитора.

ПУ-289 защищен по интерфейсу управления RS-485 от воздействия микросекундных импульсных помех большой энергии, вызываемых переключениями, возникающими в результате коммутационных переходных процессов и молниевых разрядов.

ПУ имеет аппаратную и программную поддержку связи с ПЭВМ.

Дистанционно управляемые устройства наведения

Унифицированные устройства наведения (УН) включают в себя ряд модификаций, некоторые из которых показаны на рис. 3.6.

В УН обеспечивается:

- 1) возможность наведения КТП по вертикали и горизонтали;
- 2) трансляция в КТП сигналов дистанционного управления, а из КТП – полного телевизионного сигнала;
- 3) трансляция в КТП напряжения питания 220 В.



Рис. 3.6. Внешний вид устройств наведения: УН-59 (слева), УН-79 (справа)

Коммутаторы видеосигналов, блоки соединения, коммутации, управления

Данные приборы предназначены для организации однокамерных и многокамерных ТВ-систем. На рис. 3.7 приведен внешний вид коммутаторов видеосигналов на 8 и 16 каналов.

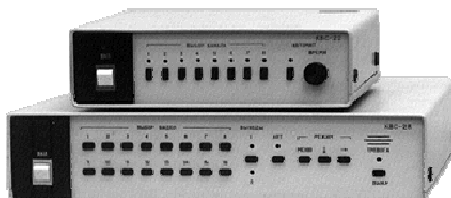


Рис. 3.7. Внешний вид коммутаторов видеосигналов

Блоки соединений (рис. 3.8) выполняют следующие функции:

- дистанционное включение/выключение сети;
- дистанционное формирование напряжений управления двигателями УН и ОП КТП;
- коммутацию видеосигналов на выход по команде с ПУ;
- прием команд управления по двухпроводной линии связи;
- задание с ПУ системного адреса;
- коррекцию выходного видеосигнала в коаксиальном кабеле;
- передачу видеосигнала по коаксиальному кабелю или телефонной паре;
- анализ состояния датчиков тревожной сигнализации.



Рис. 3.8. Внешний вид блока соединений БС-52

Ниже в табл. 3.7 приведены некоторые технические характеристики блока соединений БС-52.

Таблица 3.7

Технические характеристики блока соединений БС-52

Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	25 Вт
Напряжение питания камер	12–14 В
Напряжение управления УН и ОП	24–27 В
Количество входов ССС	1
Степень защиты по ГОСТу 14254	IP43
Диапазон рабочих температур	От –40 до +45 °С
Габаритные размеры	300×105×310 мм
Масса	3,5 кг

Блоки коммутации (рис. 3.9) выполняют следующие функции:

- дистанционное вкл./выкл. сети при вкл./выкл. ПУ;
- питание четырех КТП;
- формирование напряжений управления двигателями УН и ОП КТП;
- коммутацию видеосигналов на выход;
- коррекцию выходного видеосигнала в коаксиальном кабеле 12 дБ/6,5МГц;
- передачу видеосигнала по коаксиальному кабелю или телефонной паре;
- прием команд управления по двухпроводной линии связи до 10 км;
- анализ состояния датчиков тревожной сигнализации (вход ССС);
- задание с ПУ системного адреса;
- управление по RS-485.



Рис. 3.9. Внешний вид блока коммутации БК-67 (5 вх./1 вых.)

Ниже в табл. 3.8 приведены некоторые технические характеристики блока коммутации БК-67.

Таблица 3.8

Технические характеристики блока коммутации БК-67

Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	35 Вт
Напряжение питания камер	12–14 В
Напряжение управления УН и ОП	24–27 В
Количество входов ССС	4 (по 1 на КТП)
Степень защиты по ГОСТу 14254	IP43
Диапазон рабочих температур	От 40 до +45 °С
Габаритные размеры	361×147×348 мм
Масса	8,5 кг

Блоки управления выполняют следующие функции:

- дистанционное вкл./выкл. сети при вкл./выкл. ПУ;
- питание 4-х КТП;
- формирование напряжений управления двигателями УН и ОП КТП;
- прием команд управления по двухпроводной линии связи до 10 км;
- задание с ПУ системного адреса.

**Рис. 3.10.** Внешний вид блока управления БУ-84

В качестве примера на рис. 3.10 приведен внешний вид блока управления БУ-84, который имеет варианты исполнения в виде конструктивно законченного прибора настенного типа и прибора, предназначенного для работы в составе стойки.

Таблица 3.9

Технические характеристики блока управления БУ-84

Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	25 Вт
Напряжение питания камер	12–14 В
Напряжение управления УН и ОП	24–27 В
Диапазон рабочих температур	От –40 до +45 °С
Степень защиты по ГОСТу 14254	
БУ-84	IP43
БУ-84-1	IP00
Габаритные размеры	300×310×105 мм
Масса	4,0 кг

Линейные усилители (ЛУ)

В качестве примера рассмотрим линейный усилитель ЛУ-21, который предназначен для коррекции искажений видеосигнала, вносимых коаксиальными кабелями с затуханиями 12 дБ/км, 24 дБ/км, 36 дБ/км, 48 дБ/км, 60 дБ/км на частоте 6,5 МГц с дискретным переключением степеней коррекции.

Внешний вид линейного усилителя ЛУ-21 показан на рис. 3.11. Технические характеристики ЛУ-21 приведены в табл. 3.10.



Рис. 3.11. Линейный усилитель ЛУ-21 (1 вх./1 вых., $R_{вх.}/R_{вых}$ 75 Ом)

Таблица 3.10

Технические характеристики линейного усилителя ЛУ-21

Вход видео (CCIR, PAL)	1 (1,0 В, 75 Ом)
Выход видео	1 (1,0 В, 75 Ом)
Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	7 Вт
Диапазон рабочих температур	От 40 до +40 °С
Степень защиты оболочки по ГОСТу 14254	IP44
Габаритные размеры	205×251×85 мм
Масса	1,5 кг

Усилители-распределители (УР)

УР (рис. 3.12) выполняют функции размножения видеосигнала на несколько выходов.

В качестве примера рассмотрим модификации прибора типа УР-23, который обеспечивает:

- распределение видеосигнала на четыре выхода;
- распределение двух видеосигналов на четыре выхода;
- коррекцию искажений видеосигнала, вносимых коаксиальным кабелем с затуханием до 12 дБ/км на частоте 6,5 МГц по каждому входу.

УР-23 имеет варианты исполнения в виде конструктивно законченных приборов настольного типа, приборов, предназначенных для работы в составе стойки. Технические характеристики УР-23 приведены в табл. 3.11.



Рис. 3.12. Внешний вид настольного варианта прибора УР-23

Таблица 3.11

Технические характеристики усилителя-распределителя УР-23

Число входов видео (<i>CCIR, PAL</i>)	1 или 2
Число выходов видео	4 или 8
Размах входного сигнала	1,0 В
Входное и выходное сопротивление	75 Ом
Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	2,5 (4,5) Вт
Диапазон рабочих температур	От 1 до 40 °С

Линейные блоки

Линейные блоки предназначены для коррекции искажений видеосигнала при передаче его по линии связи на расстояние свыше 1 км. На рис. 3.13 в качестве примера приведен внешний вид линейного блока ЛБ-45 (4 вх./4 вых., $R_{вх.}/R_{вых}$ 75 Ом).



Рис. 3.13. Линейный блок ЛБ-45

Линейный блок ЛБ-45 выполняет следующие функции:

- коррекцию искажений видеосигнала, вносимых коаксиальным кабелем с затуханием до 60 дБ/км на частоте 6,5 МГц по каждому из 4-х входов с дискретным переключением степеней коррекции (от 12 до 60 дБ);
- ручную регулировку степени коррекции от 0 до 12 Дб в промежутках между вышеуказанными дискретными значениями, а также от 48 до 60 дБ (от 4 до 5 км кабеля РК-75-9-12).

Технические характеристики ЛБ-45 приведены в табл. 3.12.

Таблица 3.12

Технические характеристики линейного блока ЛБ-45

Напряжение питания	220 В
Потребляемая мощность	19 Вт
Диапазон рабочих температур	От 1 до 35°C
Степень защиты оболочки по ГОСТу 14254	IP20
Габаритные размеры	362×233×75мм
Масса	3,0 кг

Средства передачи телевизионного сигнала

Устройство передачи информации УТЭ-2М

Устройство УТЭ-2М (рис. 3.14) предназначено для передачи полного телевизионного сигнала и низкоскоростных потоков сигналов телеуправления по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС) в однокамерных и многокамерных телевизионных системах наблюдения и охраны. Передача телевизионных сигналов (используется метод частотно-импульсной модуляции) и сигналов телеуправления осуществляется по отдельным оптическим волокнам. Использование ВОЛС в ТВ-системах позволяет обеспечить высокий уровень их защищенности от воздействия электромагнитных полей и повысить уровень закрытости от считывания информации.



Рис. 3.14. Внешний вид УТЭ-2М

Использование ВОЛС эффективно в многоканальных телевизионных системах, а также в системах, работающих в химически агрессивных средах. Возможна интеграция ТВ-систем с ВОЛС с другими системами, имеющими свободные волоконные жилы. Устройство подключается к волоконно-оптическому кабелю через оптические разъемы. Основные технические характеристики УТЭ-2М приведены в табл. 3.13.

Таблица 3.13

**Технические характеристики устройства передачи информации
по ВОЛС: УТЭ-2М**

Оптическая длина волны, мкм	1,3
Дальность передачи, м (при затухании не более 0,7 дБ/км)	До 10 000
Напряжение питания	220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность, Вт	Не более 15
Диапазон рабочих температур, °С	От 1 до 35
Масса устройства, кг	2
Габаритные размеры, мм	204×164×59
Входной и выходной ПТС, В	1 + 0,3
Отношение сигнал/шум (взвешенное значение), дБ	Не менее 50
Коэффициент нелинейных искажений сигнала яркости, %	Не более 10
Перекус П-импульсов полей, %	Не более 10
Неравномерность АЧХ: в полосе частот от 1 до 5 МГц, от 5 до 7 МГц	Не более 5 Не более 10
Размах выходных сигналов телеуправления, В	24+5
Скорость передачи данных, Кбит/сек	До 50

*Аппаратура для передачи телевизионного сигнала
по двухпроводным линиям связи в реальном масштабе времени*

Комплект аппаратуры предназначен для передачи полного телевизионного сигнала на расстояние до 1400 м.

Состав:

- передатчик ЛБ-36;
- приемник ЛУ-23-2.

ЛБ-36 обеспечивает предварительную коррекцию искажений ТВ-сигнала в кабеле типа ТПП-0,5 на расстояние до 400 м, а ЛУ-23-2 – на расстояние до 1000 м. Некоторые технические характеристики аппаратуры приведены в табл. 3.14.

При использовании промежуточного усилителя длина линии связи может быть увеличена в два раза (до 2800 м).

Комплект аппаратуры используется в следующем составе:

- передатчик ЛБ-36;
- промежуточный усилитель ЛУ-23;
- приемник ЛУ-22-1.

ЛУ-23 обеспечивает промежуточную коррекцию искажений ТВ-сигнала, передаваемого через кабель типа ТПП-0,5 длиной до 200 м от

передатчика ЛБ-36, на расстояние до 1000 м, а приемник ЛУ-22-1 обеспечивает дополнительную коррекцию искажений ТВ-сигнала в кабеле ТПП-0,5 на расстояние до 1600 м.

Таблица 3.14

Некоторые технические характеристики аппаратуры передачи телевизионного сигнала по телефонной паре

Номинальный размах входного/выходного видеосигнала, В	1
Входное/выходное сопротивление, Ом	75
Полоса пропускания	50 Гц – 4,5 МГц
Напряжение питания	220 В, 50 Гц
Диапазон рабочих температур, °С	От –40 до + 45
Степень защиты по ГОСТу 14254	IP43
Габаритные размеры приборов, мм, не более	270×155×67
Масса, кг, не более	1,1
Потребляемая мощность, Вт, не более	4

***Телевизионные системы наблюдения и охраны
во взрывоопасных зонах***

Предназначены для работы во взрывоопасной и агрессивной атмосфере окружающей среды. Телевизионные системы выполняют функции как технологического, так и охранного телевидения. Могут использоваться как самостоятельные системы видеоконтроля, а также совместно с системами охранно-пожарной сигнализации и контроля доступа в составе интегрированных систем охраны.

Телевизионные камеры и ВКУ (рис. 3.15) имеют различные конструктивные особенности, обеспечивающие их взрывобезопасность. Выбор типа телевизионных камер для систем наблюдения во взрывоопасных зонах определяется категорией взрывоопасной зоны и условиями эксплуатации.

ТВ-системы обеспечивают:

- наблюдение и дистанционный контроль технологических процессов на производственных объектах;
- контроль технического состояния оборудования;
- круглосуточное наблюдение за удаленными и малопосещаемыми объектами;
- наблюдение за состоянием объектов в труднодоступных и опасных для человека местах;
- наблюдение непосредственно в местах производства и хранения взрывоопасных материалов и изделий из них с целью исключения хищений;

– наблюдение за объектами с повышенной взрывоопасностью с целью предотвращения чрезвычайных ситуаций и несанкционированного доступа.

Телевизионные системы обеспечивают наблюдение за работой механизмов буровых установок во взрывоопасных зонах нефтяных и газоконденсатных месторождений. Телевизионные камеры закрепляются на ноге буровой вышки. У подножия буровой на экране видеопросмотрового устройства оператор контролирует положение элеватора и механизма захвата свечи, поочередно переключая с пульта управления изображения от ТВ-камер системы. В системе обеспечивается автоматическая подстройка параметров при изменении условий эксплуатации. Конструкция ТВ-камер предусматривает защитный козырек для защиты от попадания на стекло климатических осадков и бликов солнечного света.

Телевизионные системы взрывозащищенного исполнения эксплуатируются на предприятиях ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Роснефть», ОАО «ГАЗПРОМ», в том числе на морской ледостойкой стационарной платформе «Приразломная» и др.



Рис. 3.15. Взрывозащищенные приборы для формирования телевизионных систем

Система телевизионная СТ-0-05Ех

Однокамерная телевизионная система СТ-О-05Ех (рис. 3.16) предназначена для дистанционного наблюдения подвижных и неподвижных объектов и производственных процессов во взрывоопасных зонах, в которых возможно образование взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом, и взрывоопасных зонах, в которых присутствуют горючие пыли или взрывчатые пылевоздушные смеси. Состав системы: камера телевизионная КТП-187Ех, блок соединений, устройство наведения УН-72, линейный блок ЛБ-20, пульт управления ПУ-208-1, монитор 15".



Рис. 3.16. Внешний вид приборов системы СТ-0-05Ех

Взрывозащищенная телевизионная камера КТП-187Ех со встроенным устройством наведения устанавливается на УН-72 во взрывоопасной зоне. На приемной стороне вне взрывоопасной зоны устанавливаются остальные приборы системы.

Возможности при эксплуатации:

- 1) наблюдение за производственными процессами в условиях взрывоопасных зон при освещенности на объекте от 10 до 50 000 лк;
- 2) при температуре окружающего воздуха от минус 40 до плюс 45 °С;
- 3) при относительной влажности воздуха до 98% при 25 °С;
- 4) в условиях промышленной атмосферы, содержащей сероводород и сернистый ангидрид;
- 5) дистанционное наведение ТВ-камеры на объект наблюдения в пределах угла 100 градусов по горизонтали и 60 градусов по вертикали;
- 6) дальность передачи сигнала изображения от ТВ-камеры до 1000 м.

В качестве линии связи во взрывоопасной зоне используются кабели широкого применения, допустимые для прокладки во взрывоопасных зонах и при соответствующих условиях эксплуатации.

Взрывозащищенная телевизионная система СТ-М-35Ex

Многокамерная телевизионная система СТ-М-35Ex (рис. 3.17) предназначена для:

- дистанционного наблюдения за обстановкой на территории наземной буровой установки и механизмами внутри ее модулей (для наблюдения устья скважины, барабана лебедки, вибросита блока очистки, затвора силового верхнего привода);
- визуального наблюдения за действиями персонала во взрывоопасных зонах;
- видеозаписи и просмотра аварийных событий и событий, предшествовавших моменту возникшей аварийной ситуации.

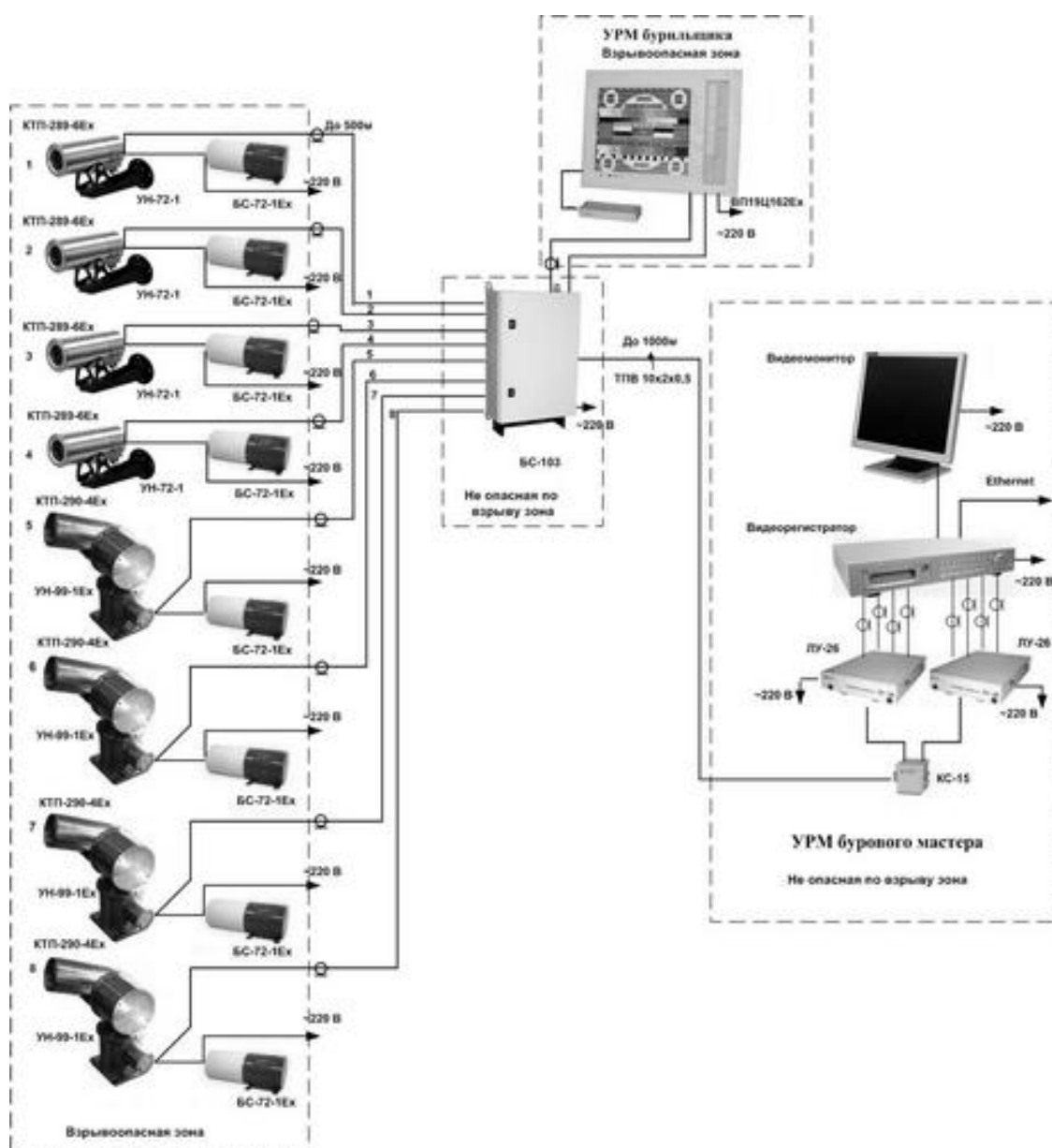


Рис. 3.17. Структурная схема многокамерной системы СТ-М-35Ex

Некоторые технические характеристики системы приведены в табл. 3.15.

Таблица 3.15

**Некоторые технические характеристики
телевизионной системы СТ-М-35Ех**

Вид телевизионного сигнала на входе ВПУ (монитора)	ПТС цветного изображения системы <i>PAL</i>
Число передающих телевизионных камер	До 8 шт.
Число постов наблюдения	2
Дистанционное управление устройством наведения: поворот по горизонтали наклон по вертикали масштабирование фокусирование	0–360° ±90° 1×10 От 0,5 до ∞ м
Рабочий диапазон освещенности на объекте наблюдения	От 0,1 до 50 000 лк
Максимальная длина линий связи: от КТП до БС-103 от БС-103 до ЛУ-26	500 м 1000 м
Напряжение питания	220 ±22 В, 50 Гц
Диапазон рабочих температур КТП-289-6Ех, КТП-290-4Ех, УН-99-1Ех БС-72-1Ех, КС-14 БС-103 ВП19Ц162Ех остальных приборов	От –50 до +50 °С От –50 до +45 °С От –45 до +40 °С От –40 до +40 °С От 0 до +40 °С

***Системы телевизионного наблюдения
в зонах с повышенным уровнем радиации***

Предназначены для наблюдения за объектами, технологическими процессами в воздушной среде при воздействии различного уровня радиации. Формируются на базе специальных приборов, рассчитанных на работу в условиях воздействия радиоактивного излучения, и типовых приборов общего применения: пультов управления, линейных блоков, коммутаторов, квадраторов, видеопросмотровых устройств черно-белого и цветного изображения.

Системы телевизионного наблюдения для зон с повышенным уровнем радиации обеспечивают:

- дистанционный контроль технологических процессов на производственных объектах с повышенным уровнем радиации;
- контроль технического состояния оборудования для своевременного предотвращения аварийных ситуаций;
- круглосуточное наблюдение за удаленными и малопосещаемыми объектами;

- наблюдение за состоянием объектов в труднодоступных и опасных для человека местах;
- наблюдение за ситуацией на объектах в случае возникновения аварии;
- наблюдение за больными при рентгеновском обследовании, лучевом и радиологическом лечении.

Основные потребители:

- атомные электростанции;
- предприятия атомной промышленности;
- предприятия по переработке и хранению ядерных отходов;
- научно-исследовательские институты и научные ядерные центры;
- предприятия по производству фармацевтических препаратов, осуществляющие их стерилизацию с помощью ускорителей;
- радиоизотопные лаборатории металлургических комбинатов;
- онкологические диспансеры, больницы, клиники.

Разработанные и выпускаемые в «НИИПТ «Растр» телевизионные системы наблюдения в радиационно опасных зонах работают на Курской и Ленинградской АЭС, на ОАО «Кургансиснтез» (г. Курган), АО «Циклотрон» (Калужская обл., г. Обнинск) и ОАО «Аквад» (Нижегородская обл., г. Саров), в Центральном физико-техническом институте Министерства обороны РФ (Московская обл., г. Сергиев Посад) и на других предприятиях.

Телевизионная система «Радий»

Телевизионная система «Радий» (рис. 3.18) предназначена для наблюдения за объектами и производственными процессами в зонах с высоким уровнем радиации при воздействии гамма-излучения мощностью 10^6 рад/час (при интегральной дозе не более 10^8 рад и высоких температурах до 70°C). В радиационно опасной зоне устанавливаются: камера телевизионная передающая КТП-215 черно-белого изображения, источники света ИС-12, устройство наведения УН-83, коробка соединительная КС-6.

Система обеспечивает управление с пульта:

- включением (выключением) светильников при освещенности на объекте наблюдения (меньше 10 лк);
- устройством наведения в горизонтальной и вертикальной плоскостях;
- оптической приставкой ТВ-камеры (фокусировка и диафрагмой).

Состав системы:

- камера телевизионная передающая КТП-215 – 1 шт.;
- источник света – 2 шт.;
- устройство наведения УН -83 – 1 шт.;
- коробка соединительная КС-6 – 1 шт.;
- блок соединений БС-64 – 1 шт.;

- линейный блок ЛБ-22 – 1 шт.;
- пульт управления ПУ-208-4 – 1 шт.;
- монитор 12" – 1 шт.

Некоторые технические характеристики телевизионной системы «Радий» приведены в табл. 3.16.

Таблица 3.16

**Некоторые технические характеристики
телевизионной системы «Радий»**

Разрешающая способность	500 т. л.
Рабочий диапазон освещенности	100–10 000 лк
Угол наведения: по горизонтали по вертикали	$\pm 90^\circ$ $\pm 180^\circ$
Напряжение питания	220 В
Максимальная длина линии связи между: КТП и КС КС и БС БС и ЛБ ЛБ и ПУ ЛБ и монитором	10 м 250 м 1000 м 5 м 10 м
Степень защиты по ГОСТу 14254	IP65
Рабочий диапазон температур для: КТП-215, УН-83, ИС-12, КС-6 БС-64 ЛБ-22-2, ПУ-208-4	От 10 до 70 °С От 10 до 40 °С От 1 до 35 °С



Рис. 3.18. Внешний вид приборов системы «Радий»

Система телевизионная СТ-М-35

Многокамерная телевизионная система СТ-М-35 (рис. 3.19) предназначена для визуального осмотра высокоактивных внутриреакторных элементов. В радиационно опасной зоне устанавливаются телевизионные пе-

редающие камеры КТП-250. Рассчитаны на работу в условиях воздействия радиоактивного излучения мощностью 10^3 рад/час при суммарной дозе за время эксплуатации до 10^5 рад за счет использования внешнего свинцового стакана, свинцового козырька и зеркала в оптической приставке КТП-250, обеспечивающего излом оптической оси. Телевизионная камера КТП-250 оснащена 20-кратным вариообъективом.



Рис. 3.19. Внешний вид приборов системы СТ-М-35

Состав системы:

- камера телевизионная передающая КТП-250 – 4 шт.;
- блок управления БУ-84 – 1 шт.;
- линейный блок ЛБ-20 – 1 шт.;
- пульт управления ПУ-229-1 – 1 шт.;
- квадратор – 1 шт.;
- монитор 20" – 1 шт.

Некоторые технические характеристики телевизионной системы СТ-М-35 приведены в табл. 3.17.

Таблица 3.17

**Некоторые технические характеристики
телевизионной системы СТ-М-35**

Разрешающая способность	350 т. л.
Рабочий диапазон освещенности	100–10 000 лк
Угол наведения: по горизонтали по вертикали	± 90 град ± 10 град
Напряжение питания	220 В
Максимальная длина линии связи между: КТП-250, БУ-84, квадратором БУ-84, ЛБ-20 квадратором, монитором	100 м 5 м 5 м

Продолжение табл. 3.17

Рабочий диапазон температур для: КТП-250, ЛБ-20, ПУ-229-1 БУ-84	От 1 до 35 °С От 40 до + 45 °С
Время непрерывной работы	8 ч

Система обеспечивает:

- одновременное наблюдение за объектами четырьмя телевизионными камерами с поста оператора;
- одновременный просмотр видеосигналов с 4-х телевизионных камер с помощью квадратора;
- просмотр сигнала с любой из 4-х телевизионных камер в полноэкранном режиме квадратора;
- управление с пульта включением (выключением) телевизионных камер;
- управление с пульта оптической приставкой телевизионной камеры;
- управление с пульта механизмом наведения телевизионной камеры.

Системы телевизионного наблюдения в агрессивной атмосфере окружающей среды

Предназначены для дистанционного наблюдения за объектами, расположенными в химически агрессивной атмосфере окружающей среды на предприятиях нефте- и газоперерабатывающих и химических производств.

Области применения:

- визуальный контроль технологических процессов в химически агрессивной атмосфере;
- контроль ситуаций на малопосещаемых, труднодоступных и опасных для человека объектах;
- контроль состояния оборудования химического производства с целью обеспечения безопасности его эксплуатации, снижения риска катастрофического развития внештатных ситуаций.

Телевизионные системы для наблюдения в химически агрессивной атмосфере окружающей среды (рис. 3.20) создаются на базе коррозионно-стойких телевизионных камер КТП-221, КТП-238 и типовых приборов приемной стороны (пультов управления, линейных блоков, мониторов, коммутаторов и т.д.). Состав и структура построения систем телевизионного наблюдения в агрессивной атмосфере окружающей среды определяются требованиями заказчика.



Рис. 3.20. Внешний вид приборов
для телевизионного наблюдения в агрессивной среде

В системах обеспечивается:

- устойчивость к атмосферной коррозии приборов передающей стороны (телевизионной камеры и устройства наведения) при эксплуатации в атмосфере, содержащей агрессивные вещества в концентрациях по ГОСТу 12.1.005 – постоянно, а в аварийных ситуациях с любым превышением указанных норм (концентрация веществ агрессивной атмосферы не должна образовывать с воздухом взрывоопасных смесей);
- возможность размещения приборов приемной стороны (пульта управления и монитора) вне агрессивной зоны;
- возможность наблюдения изображения одновременно на двух постах (один из них пассивный);
- дистанционное управление с пульта оператора (активный пост наблюдения): устройством наведения телевизионной камеры по горизонтали и вертикали, диафрагмой, фокусировкой, масштабом (10-кратное плавное увеличение изображения) оптической приставки телевизионной камеры;
- непрерывная круглосуточная работа;
- обдув дополнительного защитного стекла ТВ-камеры сжатым воздухом для регулярной очистки от загрязнения.

Некоторые технические характеристики телевизионных систем для наблюдения в химически агрессивной атмосфере окружающей среды приведены в табл. 3.18.

Таблица 3.18

**Некоторые технические характеристики телевизионных систем
для наблюдения в химически агрессивной атмосфере
окружающей среды**

Система цветового кодирования	<i>PAL</i>		
Разрешающая способность в центре	300 т. л.		
Рабочий диапазон освещенности	50–50 000 лк		
Угол поля зрения камеры: по горизонтали по вертикали	От 29,4 до 3,1° От 22,2 до 2,3°		
Угол наведения камеры: по горизонтали по вертикали	±180° 90° +45°		
Напряжение питания системы	220 В, 50 Гц		
Мощность, потребляемая системой	80 Вт (120 Вт при включенном обогреве)		
Дальность передачи ПТС: от КТП до ПУ между постами наблюдения	Не более 200 м Не более 200м		
Диапазон рабочих температур для: приборов передающей стороны (КТП-238, УН-83-1) приборов приемной стороны (ПУ-218, цветных мониторов)	От 40 до +45 °С От 1 до 35°С		
	Габаритные размеры	Масса	Степень защиты
КТП-238	290×155×130 мм	8 кг	<i>IP68</i>
УН-83-1	300×155×2350 мм	11 кг	<i>IP68</i>
ПУ-218	220×196×61 мм	1,6 кг	<i>IP30</i>

***Системы телевизионного наблюдения
в зонах с повышенной температурой***

Предназначены для дистанционного непрерывного наблюдения за различными производственными процессами и объектами.

Разработанные и выпускаемые ОАО «НИИПТ «РАСТР» системы телевизионного наблюдения для зон с повышенной температурой окружающей среды работают на стекольных предприятиях ОАО «Борский стекольный завод», ОАО «Салаватстекло», ОАО «Киришский стекольный завод», ОАО «Саратовский институт стекла», на металлургических предприятиях ОАО «Северсталь», ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Таганрогский металлургический комбинат» и др.

Установка телевизионного наблюдения УТН-7

Предназначена для дистанционного наблюдения на экране монитора за различными производственными процессами в зонах с повышенной температурой окружающей среды до $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$ на предприятиях металлургической, стекольной, топливно-энергетической и других отраслей промышленности (рис. 3.21).



Рис. 3.21. Внешний вид систем УТН-7 (слева), УТН-12 (в центре)

Основные особенности:

- возможность наблюдения при температуре окружающей среды до $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$ (для УТН-7) или до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ (для УТН-12) за счет использования видеокамеры в водоохлаждаемом кожухе из нержавеющей стали;
- обдув пространства перед защитным стеклом видеокамеры сжатым воздухом для предотвращения попадания на стекло пыли и брызг;
- защита видеокамеры от переполюсовки питающего напряжения;
- высокая устойчивость к воздействию магнитных полей;
- передача видеосигнала и токового питания видеокамеры по одному коаксиальному кабелю, рассчитанному на температуру окружающей среды до $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- запись видеоизображений в различных заданных режимах, просмотр записанной информации;
- передача видеoinформации через локальные и глобальные компьютерные сети.

Телевизионная система наблюдения «Перископ-1400»

Система предназначена для непрерывного наблюдения с поста оператора за объектами и производственными процессами в условиях температуры окружающего воздуха в районе передней стенки телевизионной передающей камеры до $1350\text{ }^{\circ}\text{C}$ на предприятиях металлургической, стекольной, топливно-энергетической промышленности (рис. 3.22).

На предприятии ОАО «Северсталь» (Вологодская обл., г. Череповец) телевизионная система наблюдения «Перископ-1400» используется для непрерывного круглосуточного наблюдения цветного изображения

внутреннего объема нагревательной печи (расположения слябов в печи) во время производственного процесса нагрева слябов перед прокаткой на стане.



Рис. 3.22. Внешний вид системы «Перископ»

Основные особенности:

- дистанционный ввод/вывод телевизионной камеры из высокотемпературной зоны;
- автоматический вывод телевизионной камеры (не более 30 с) с одновременным включением световой и звуковой сигнализации при возникновении аварийной ситуации: перегрев внутри кожуха камеры (свыше 80 °С), снижение расхода охлаждающей воды, отключение или снижение напряжения электрической сети;
- непрерывная круглосуточная работа.

Особенности конструкции КТП:

- двухконтурный защитный кожух из нержавеющей стали с охлаждением водой и продувкой очищенным от примесей воздухом;
- максимальное отражение кожухом теплового излучения.

Переносная телевизионная система наблюдения «Термозонд»

Телевизионная система (рис. 3.23, 3.24) предназначена для оперативного наблюдения внутри высокотемпературных печей и котлов при температуре до 1600 °С, например для:

- регулярной визуальной диагностики состояния футеровки и свода стекловаренных и металлургических печей без остановки производства с целью определения степени износа огнеупоров и выявления разрушений;
- осмотра регенераторов, для наблюдения за износом насадки во время технологического процесса варки стекла;

- визуального контроля розжига горелок и положением ядра пламени в котлах ТЭЦ и ГРЭС с целью обеспечения безопасной эксплуатации;
- наблюдения за процессом горячего ремонта высокотемпературных печей методом керамической наплавки.

Длина рабочей части КТП, вводимой в горячую зону составляет 600 мм.



Рис. 3.23. Внешний вид системы «Термозонд»

Наблюдение проводится путем введения телевизионной камеры внутрь печи или котла через технологическое отверстие. Выбор ракурса наблюдения осуществляется глубиной ввода и поворотом камеры. Контроль изображения осуществляется на экране видеомонитора, размещаемого в блоке БС-96, с записью изображения цифровым видеорегистратором.



Рис. 3.24. Применение системы «Термозонд» в стекольной промышленности

Система телевизионного наблюдения СТН-27Т (1600 °С)

Система предназначена для дистанционного наблюдения различных производственных процессов в зонах с повышенной температурой окружающей среды на предприятиях металлургической, стекольной, топливно-энергетической и других отраслей промышленности (рис. 3.25).



Рис. 3.25. Внешний вид системы СТН-27Т

Система обеспечивает:

- 1) цветное изображение высокого качества (до 1920×1080 элементов);
- 2) возможность оперативной адаптации системы к условиям эксплуатации;
- 3) подключение камеры одним кабелем (витая пара) для питания, передачи видеосигнала и сигналов управления.

В системе имеется специализированное программное обеспечение для:

- 1) улучшения качества изображения;
- 2) формирования дополнительной информации о зоне контроля, положении; масштабе отображения, параметрах настройки изображения, графической разметки, датах и времени, температуры и др.;
- 3) архивации видеоизображений.

В системе обеспечивается:

- 1) возможность наблюдения при температуре окружающей среды до +1600 °С за счет использования цифровой камеры с двухконтурным защитным кожухом из нержавеющей стали с охлаждением водой и продувкой воздухом;

- 2) дистанционное управление (с клавиатуры ПК) параметрами цифровой камеры с использованием программного обеспечения экспозицией, усилением, балансом белого, уровнем черного, гамма-коррекцией, компен-

сацией фоновой засветки, масштабированием, преобразованием яркости изображения;

3) передача цифрового потока и питания ТВ-камеры по витой паре,

4) непрерывная круглосуточная работа;

5) обдув пространства перед защитным стеклом видеокамеры сжатым воздухом для предотвращения попадания на стекло пыли и брызг;

6) дистанционный ввод/вывод телевизионной камеры из высокотемпературной зоны;

7) автоматический вывод телевизионной камеры из высокотемпературной зоны с одновременным включением световой и звуковой сигнализации при возникновении аварийной ситуации, в частности, перегреве внутри кожуха камеры; при снижении расхода охлаждающей воды, отключении или снижении напряжения электрической сети.

Малогабаритные телевизионные системы для досмотра транспортных средств

Система телевизионного наблюдения «Эстакада-8»

Система (рис. 3.26) предназначена для оперативного обследования труднодоступных мест, например транспортных средств, контейнеров, складских и других помещений. Позволяет обнаружить нахождение взрывных устройств, контрабандных предметов, определить наличие зачинок, сколов, заварок и забоев номеров кузова, двигателя и его узлов, осуществить проверку маркировочных данных грузов, изделий машиностроения с записью изображения и звука на карту памяти с объемом от 1 до 16 Гбайт.



Рис. 3.26. Внешний вид телевизионной системы «Эстакада-8»

ТВ-камера с ИК-подсветкой диаметром 23 мм установлена на гибкой штанге. Наблюдение изображений производится на малогабаритном LCD-мониторе, конструктивно объединенном с пультом управления.

Система телевизионного наблюдения «Нырок»



Рис. 3.27. Внешний вид телевизионной системы «Нырок»

Переносная телевизионная система с телескопической штангой длиной до 5 м (рис. 3.27) предназначена для оперативного досмотра и обследования грузов под тентами, в вагонах, трюмах, в складских помещениях, за преградами и через оконные проемы, труднодоступных частей транспортных средств, труб, полостей, емкостей с целью обнаружения взрывных устройств, наркотиков, контрабандных предметов и др. Имеется возможность управления наведением камеры с ручки штанги и записи изображений на карту памяти. Применение ИК-подсветки обеспечивает досмотр в условиях внешнего затемнения.

Цветная ПТУ для контроля состояния больших площадей земной и водной поверхности «Клен»

Система (рис. 3.28) предназначена для дистанционного наблюдения за обширными зонами, потенциально опасными с точки зрения экологических бедствий и катастроф: за лесными массивами в пожароопасный сезон с целью раннего предупреждения лесных пожаров, за акваториями портов, территориями аэродромов и подходов к ним. При высоте расположения ТВ-камеры 40 м радиус обзора составляет до 30 км. Формируется информация о положении ТВ-камеры по горизонтали и вертикали с точностью до 0,3°.

Варианты системы обеспечивают передачу сигналов по сети Интернет и сетям мобильной связи. Программное обеспечение позволяет производить картографическую привязку видеокамер, формирование азимутов, определение координат объектов, управление камерами и наблюдение в реальном времени. В системе обеспечивается наведение с переменной скоростью, с высокой точностью позиционирования.



Рис. 3.28. Внешний вид ПТУ «Клен»

Использование для наблюдения двух и более установок позволяет с большей точностью определять координаты места происшествия, что позволяет персоналу быстро и правильно действовать в сложившейся ситуации.

3.2. Цифровые технологии в промышленном телевидении

Современные цифровые технологии видеонаблюдения позволяют получить значительный экономический эффект при обеспечении безопасности территориально распределенных объектов за счет передачи изображений по компьютерной сети (рис. 3.29). В этой связи представляет интерес организация передачи видеопотоков в реальном времени по распределенной сети с использованием протокола *TCP/IP* при автоматическом регулировании скорости передачи в зависимости от пропускной способности и индивидуальных возможностей серверов и клиентов.

Видеосервер обычно представляет собой компьютер со специализированными платами видеоввода, к которым подключаются от одной до нескольких видеокамер. Программное обеспечение видеосервера организует захват видеокадров, обработку видео (улучшение качества изображения, выявление движения, компрессию видеопотоков, запись в локальный архив), передачу по сети потоков сжатого видео клиентам.

В роли клиента может выступать любой компьютер, подключенный к сети и получающий потоки данных с видеосерверов, декомпрессирующий видеоизображения и выводящий изображения на монитор. В настоящее время широкое распространение начали получать *IP*-камеры, непосредственно подключаемые к компьютеру через стандартный *USB*-интерфейс и обеспечивающие непосредственный выход в цифровую сеть.

В зависимости от функциональных возможностей *IP*-камеры клиент может получать потоки данных клиентом как напрямую с камеры (посредством протокола семейства *IP*), так и через специальный видеосервер.

Основные критерии оценки качества распределенной системы цифрового видеонаблюдения – величина временной задержки между каким-либо событием, произошедшим перед видеокамерой, и моментом его отображения на экране клиента, а также количество кадров, отображаемых в секунду на экране клиента. Оба параметра зависят от пропускной способности сети и производительности сервера и клиента. Следует подчеркнуть: помимо передачи видеопотоков по сети значительную роль играют процессы компрессии/декомпрессии видео, поэтому, если в глобальных сетях решающую роль играет пропускная способность канала, то в локальных сетях слабым звеном зачастую становятся ограниченные вычислительные мощности отдельных компьютеров.

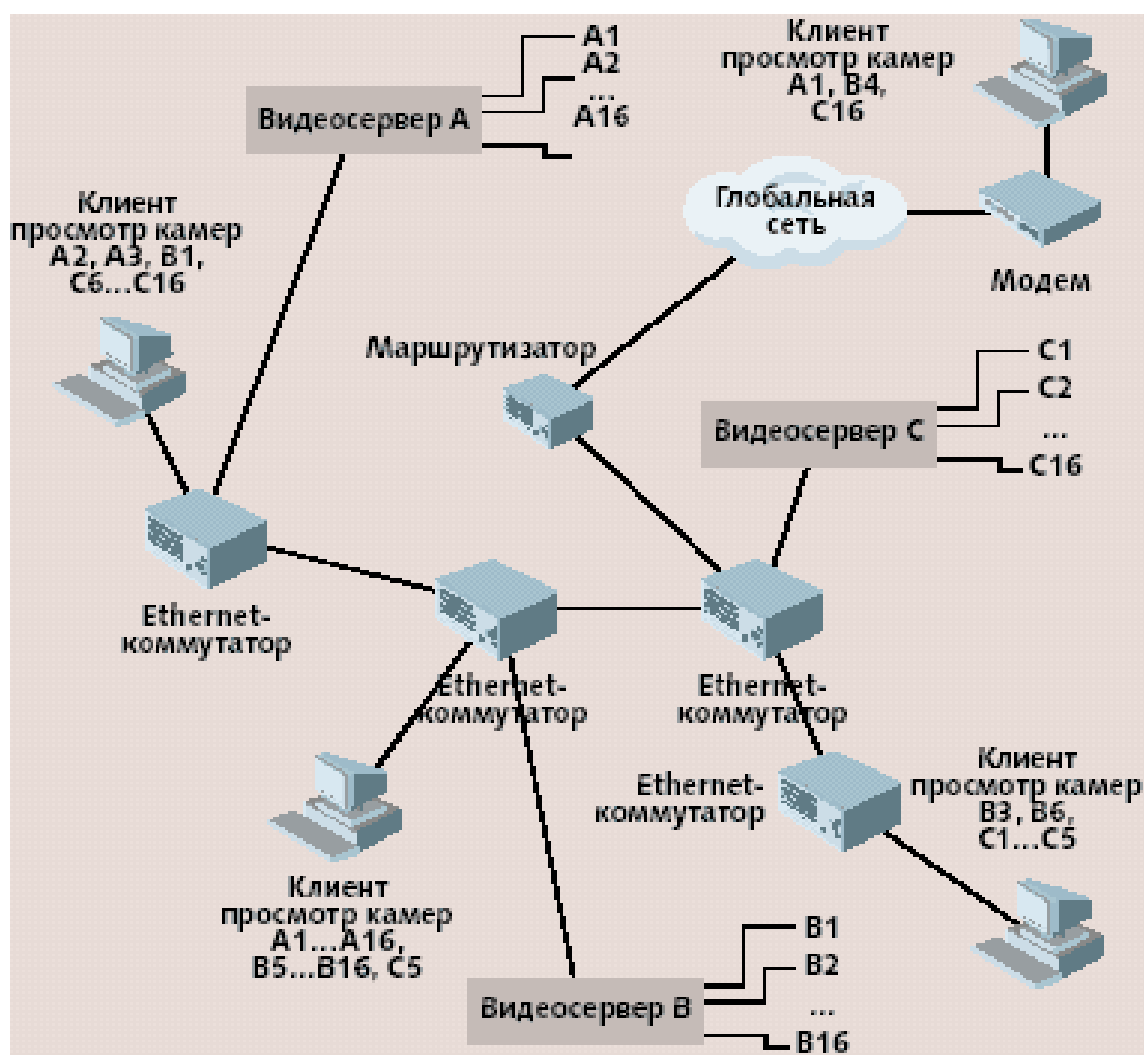


Рис. 3.29. Территориально распределенная многопользовательская система видеонаблюдения

В системах видеонаблюдения общего пользования в качестве клиента может быть использован любой компьютер, поэтому вследствие ограниченности возможностей отдельных экземпляров реальная скорость вывода видео на экран может снижаться до 1–4 кадра/с на камеру при возможных 25 кадрах/с. В этом случае нет смысла передавать клиенту кадры, которые он не в состоянии обработать. Требуется механизм прореживания передаваемых кадров на уровне сервера с помощью *Ethernet*-коммутатора.

При невозможности или нецелесообразности использования в ПТУ *IP*-камеры, для вхождения в локальную вычислительную сеть необходимо использовать специальный блок (блок соединений), который, кроме этой функции, может выполнять и ряд других, например обеспечивать питание, управление и защиту камеры.

Тенденция передачи видеосигналов и сигналов телеуправления по цифровым линиям связи вычислительных сетей в последние годы усилилась. Такие сети имеются практически на каждом предприятии. Кроме того, они имеют выход во внешнюю сеть и, при необходимости, имеется возможность организовать передачу телевизионного сигнала в любую точку мира. В качестве линии связи может быть использован кабель как с витыми парами, так и оптоволоконным кабелем, который обеспечивает более качественную и высокоскоростную передачу на большие расстояния.

В связи с этим в ближайшее время наиболее оптимальным решением по использованию линий связи может быть следующее:

- 1) от телевизионной камеры до блока соединений передача осуществляется по проводным линиям, оптимизированным для обеспечения минимальных габаритов телевизионной камеры и простоты ее прокладки;
- 2) через блок соединений осуществляется подключение к локальной вычислительной сети – проводной или оптоволоконной, причем цифровой волоконно-оптический канал связи следует применять для передачи сигналов изображения на расстояние 1 км и выше.

Заключение

Как видно из приведенного выше обзора современных отечественных разработок в области промышленного телевидения, основные принципы и подходы в проектировании ПТУ – функциональное деление и унификация, обеспечивающие гибкость построения систем различного назначения, сохраняются. Сохраняются и основные признаки классификации ПТУ: по числу камер, конфигурации линий связи, области применения и пр. По-прежнему остается актуальным использование телевизионной аппаратуры для таких традиционно сложившихся с момента появления первых ПТУ областей применения, как производства с высокой степенью внешних воздействий и специфическими условиями эксплуатации. К таким воздействиям и условиям относятся радиация, химически агрессивная

среда, высокая температура, запыленность и загазованность, взрывоопасные производства. Все это требует специфических конструктивных и схемных исполнений аппаратуры.

Совершенствование ПТУ идет по мере появления новой элементной базы, а также по мере развития методов преобразования свет-сигнал и сигнал-свет, методов конструирования и схемотехники. Современную аппаратуру промышленного телевидения отличает широкое применение бескорпусных камерных модулей отечественного и импортного производства, в основном на ПЗС стандартной и повышенной чувствительности и разрешающей способности, мониторов на базе *LCD*-экранов, микроконтроллеров, встроенных в функциональные приборы, и наличие ПЭВМ со специализированным программным обеспечением.

С точки зрения конструктивных особенностей аппаратуры следует отметить широкое использование бескорпусных элементов и их поверхностного монтажа, появление оригинальных конструкторских решений, обеспечивающих повышение степени защиты аппаратуры от различного рода внешних воздействий на местах ее эксплуатации.

Все вышеперечисленное позволило также существенно повысить показатели надежности ПТУ. Несмотря на появление новых черт, рассмотренная аппаратура является пока этапом перехода от четвертого поколения к следующему, пятому поколению.

В настоящее время наблюдается «соревнование» между технологиями твердотельных преобразователей свет-сигнал: ПЗС и КМОП. Телевизионные камеры на ПЗС пока не сдают своих позиций, хотя КМОП-фотоприемники имеют потенциальные преимущества. Аналогичная ситуация складывается на рынке промышленных телевизионных систем и для *IP*-камер, для которых область применения в промышленности пока является более ограниченной по сравнению с традиционными видеосистемами.

Тем не менее основными направлениями в развитии данной области техники, реализация которых позволит совершить окончательный переход к пятому поколению ПТУ, по-видимому, можно считать следующие:

- 1) повышение качества изображения, в том числе за счет разрешающей способности, и переход к передаче изображений с качеством не ниже *HD*, преимущественное использование КМОП-фотоприемников и видеосистем на кристалле;

- 2) широкое использование методов передачи по цифровым каналам связи;

- 3) появление новых функциональных приборов для проектирования многоракурсных, панорамных, *3D*, а также высокоскоростных систем видеонаблюдения;

- 4) широкое использование встроенного функционального контроля;

- 5) дальнейшая интеллектуализация оборудования за счет использования средств вычислительной техники и программного обеспечения.

Контрольные вопросы

1. Приведите пример функциональных унифицированных приборов для ПТУ.
2. Охарактеризуйте современные промышленные телевизионные системы.
3. Назовите основные тенденции в развитии промышленных телевизионных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Богданов, Г.М.* Прикладные телевизионные установки (размещение и эксплуатация) / Г.М. Богданов. М.: Связь, 1979. 280 с.
2. *Челпанов, В.И.* ОАО «НИИПТ «РАСТР»: Традиции и инновации / В.И. Челпанов // Вестник новгородского государственного университета. 2011. № 65. С. 106–109.
3. *Челпанов, В.И.* Телевизионные системы для взрывоопасных зон объектов нефтегазового комплекса / В.И. Челпанов // Нефтегазопромышленный инжиниринг. 2011. № 2. С. 40–41.
4. *Челпанов, В.И.* Телевизионная аппаратура ОАО «НИПТ «Растр» для ТЭК / В.И. Челпанов // Топ Энергопром. 2012. Март–апрель. С. 30–31.
5. *Алексеев, К.А.* Справочник по промышленному телевидению / К.А. Алексеев. Киев: Техника, 1978. 96 с.
6. *Лейтес, Л.С.* Развитие техники ТВ-вещания в России: справочник / Л.С. Лейтес. М.: Святогор, 2005. 224 с.
7. *Грязин, Г.Н.* Системы прикладного телевидения: учеб. пособие для вузов / Г.Н. Грязин. СПб.: Политехника, 2000. 277 с.
8. *Дамьяновски, В.* Библия охранного телевидения: пер с англ. / В. Дамьяновски. М.: ООО «ИСС», 2002. 352 с.
9. Разработка базовых технологий изготовления и конструкций унифицированных модулей цифровых телевизионных систем для экстремальных условий эксплуатации: отчет по НИР / «НИИПТ «Растр». Великий Новгород, 2011. Рег. № 9714.

Учебное издание

ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ. СИСТЕМЫ ПРИКЛАДНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Курс лекций

Часть 1

ПРОМЫШЛЕННОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Автор-составитель

Корнышев Николай Петрович

Редактор *Л. В. Ванюшина*

Компьютерная верстка *И. В. Люля*

Подписано в печать 25.12.2015. Бумага офсетная. Формат 60×84 1/16.

Гарнитура Times New Roman. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 4,7. Уч.-изд. л. 5,2. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательско-полиграфический центр

Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого.

173003, Великий Новгород, ул. Б. Санкт-Петербургская, 41.

Отпечатано в ИПЦ НовГУ.

173003, Великий Новгород, ул. Б. Санкт-Петербургская, 41.