

## Тема. 2.1. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

1. Общее понятие
2. Структурные схемы управления и контроля
3. Структурные схемы сбора, обработки и передачи информации

### 1. Общее понятие

Структурная схема управления и контроля является для каждого проектируемого объекта основным проектным документом, так как им устанавливаются оптимальные каналы административно-технического и оперативного управления технологическими процессами для достижения наивысших эксплуатационных их показателей.

Одновременно разработка структуры управления и контроля выявляет необходимость вести проектирование каждой части проекта (строительной, технологической, санитарно-технической, автоматизации и т. п.) не обособленно, а по методу системного проектирования, обеспечивая при этом наибольшую технико-экономическую эффективность проекта в целом.

Системный метод проектирования заключается в том, что наряду с применением прогрессивных решений по каждой части проекта (специализации) предусматриваются также эффективные общеобъектные взаимоулучшающие решения, обеспечивающие максимальное использование людских, трудовых и материальных резервов.

Структура, принятая за основу в проектировании объекта, обязывает исполнителей каждой части проекта вести разработку проектной документации с учетом научной организации труда, зафиксированной этой структурой, а также требований других частей проекта, а именно:

1) Техничко-экономическая часть проекта рассматривает проектируемый объект не изолированно от других сооружений, а как объект, включаемый в единую систему управления предприятия-завода, с соответствующими связями воздействия административного и производственного контроля и управления.

Установленная структурой категория объекта по признаку производственного деления (отделение, цех, производство и т. п.) на основании действующих критериев (численность работающих, количество и номенклатура выпускаемой продукции, энергопотребление и др.) обоснованно определяют оптимальную численность обслуживающего и управленческого персонала и их административную и оперативную подчиненность. Все это позволяет упорядочить процесс руководства объектом и повысить эффективность за счет использования имеющихся резервов.

2) Часть генерального плана находит рациональное размещение на плане проектируемых сооружений в соответствии с системой управления (централизованное, децентрализованное, цеховое, бесцеховое управление и т. п.) с учетом наибольшего приближения постов управления, сокращения излишних человеко-потоков и протяженностей линий функциональных связей между управляющим персоналом этих сооружений.

3) Технологическая часть решает компоновку технологического оборудования и вспомогательных технологических подразделений с учетом максимального приближения мест нахождения оперативного персонала и рабочих постов к местам обслуживания и управления, определенным структурой управления.

4) Часть автоматизации обеспечивает техническое оснащение средствами контроля и управления с целью осуществления предусмотренных функциональных задач системой управления.

5) Исполнители остальных частей проекта также обеспечивают реализацию требований системы управления, касающихся их специализации.

Разработанная структурная схема управления и контроля должна быть согласована со всеми исполнителями проекта, выполняющими ее требования.

Целесообразно схему структуры управления и контроля разрабатывать (хотя бы в эскизном варианте) одновременно с работами по составлению обосновывающих материалов к схемам развития отрасли промышленности, к которой относится проектируемый объект.

На этом этапе предпроектных работ в общей записке обосновывающего материала необходимо привести сведения по ожидаемой экономической эффективности, со сметным расчетом стоимости капитальных затрат для внедрения предусматриваемой структуры управления и контроля.

Структура управления и контроля разрабатывается в полном объеме (графический и текстовый материал) на стадии проектов при одно- и двухстадийном проектировании. На стадии рабочей документации при двухстадийном проектировании структура разрабатывается только в том случае, когда она изменяется в связи с принятыми новыми решениями при утверждении проектов.

Структурные схемы управления и контроля могут не разрабатываться, если система управления проектируемого объекта несложна, без многоуровневого управления и с однолинейным технологическим процессом.

Для объектов со сложными технологическими процессами при наличии нескольких технологических ниток с большим числом мощных агрегатов, для которых требуется по технологическим соображениям перераспределение нагрузок, структурные схемы разрабатываются обязательно.

При разработке структуры управления и контроля для вновь проектируемого объекта, но при наличии уже действующего аналогичного объекта необходимо учитывать все достижения и усовершенствования в части управления, внедренные на этом объекте.

Допускается разработанную документацию по структурам управления и контроля оформлять:

- в составе документации проекта «Автоматизация технологических процессов» как неотъемлемый материал этой части проекта.

- в составе документации технологической части проекта, для чего разработанный материал по структуре управления и контроля передается для оформления исполнителям этой части проекта.

В тех случаях, когда проектируемый объект намечается осуществлять очередями, структурную схему управления и контроля разрабатывают с учетом полного развития данного объекта с указаниями границ поочередного ее совершенствования.

При проектировании реконструируемого объекта разрабатываемая схема структуры управления и контроля должна базироваться на анализе существующей структуры и иметь обоснованные доводы для ее совершенствования.

Для объектов со сложной системой управления перед разработкой схемы структуры управления и контроля рекомендуется проводить инженерные и технико-экономические изыскания и исследования объекта управления для получения исходных данных на проектирование эффективных систем управления.

Проектная документация по системе управления и контроля разрабатывается на основе технических заданий и исходных данных, получаемых как результат проведения предпроектных работ и предварительной проработки по определению категории объекта по производственным показателям. Помимо этих сведений исходным материалом для разработки структурной схемы управления и контроля является:

- 1) задание на проектирование объекта;
- 2) технологические схемы основного и вспомогательного производств технологического объекта;
- 3) титульный список технологического объекта;
- 4) основные положения по объему информации и функциональным задачам при разработке АСУТП;
- 5) задание на разработку системы сбора, обработки и передачи информации при разработке АСУТП.

На схеме структуры управления и контроля отображаются в общем принципиальном виде основные решения по функциональной, организационной и технической структурам с соблюдением иерархии системы и взаимосвязей между пунктами управления и контроля, оперативным персоналом и технологическим объектом управления.

Принятые в структуре принципы организации оперативного управления, компоновочные решения по размещению пунктов и постов управления, а также наименование лиц, занятых в управлении, должны сохраняться во всех остальных частях проекта по данному объекту.

## 2. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

Структурные схемы управления и контроля в проектах автоматизации рекомендуется разрабатывать в соответствии с рекомендациями, изложенными в следующих нормативных материалах:

|                         |  |
|-------------------------|--|
| ВСН 281-75<br>МИНприбор | Временные указания по проектированию систем автоматизации технологически процессов;  |
| РТМ 25-240-76           | Руководящий материал. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Структурные схемы управления и контроля. Методика оформления. |

Схема составляется по технологическому признаку, границей каждой схемы могут быть пределы оперативного влияния на ведение процесса обособленно действующего объекта управления.

Деление схем допускается производить по вертикали иерархии управления (отделение, цех, производство, завод). В этом случае схему верхнего звена управления выполняют с полной детализацией, а нижестоящие показываются упрощенно без расшифровки, которая приводится на отдельном чертеже схемы этого звена, как это показано на рис. 1.

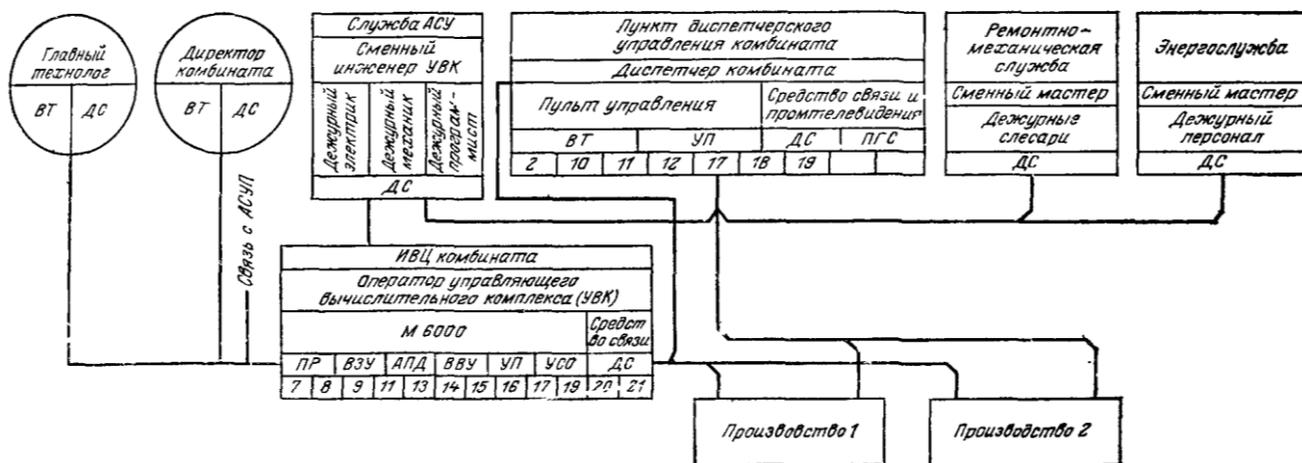


Рис. 1. Границы деления структурной схемы

Названия этим чертежам присваиваются без указания их принадлежности, так как она должна приводиться в основной надписи штампа, т. е. «Схема структурная управления и контроля»

При выполнении схем на нескольких листах им присваивают один и тот же номер и одинаковое название, но в чертежах, кроме первого листа, указывается в скобках «продолжение». На первом чертеже в штампе приводится количество листов, на которых показаны эти схемы, и первый номер, а на всех остальных — порядковые номера их листов.

При выполнении структурных схем для нескольких аналогичных объектов (цех, производство) ее показывают только для одного объекта с соответствующим указанием в примечании о ее применимости для других объектов.

Схема в общем виде должна отражать структуру управления объектом с соблюдением иерархии системы и взаимосвязей между пунктами контроля и управления с отдельными

должностными лицами и служить принципиальной основой для проектирования системы автоматизации данного объекта.

В общем случае структурная схема управления при помощи условных графических, буквенных и цифровых обозначений должна показывать:

- 1) все технологические подразделения, входящие в систему управления, согласно титульному списку для данного объекта;
- 2) пункты контроля и управления (всех видов щитов), в том числе не входящие в состав разрабатываемого проекта, но имеющие связь с данной системой управления;
- 3) технологический персонал и специализированные службы, обеспечивающие оперативное управление и нормальное функционирование технологического объекта;
- 4) основные функции и технические средства, обеспечивающие их реализацию в каждом пункте контроля и управления;
- 5) взаимосвязь подразделений технологического объекта, пунктов контроля и управления и технологического персонала между собой.

Основным условным графическим обозначением является прямоугольник, разделенный по горизонтали на пять строк, изображающий командный пункт на разных уровнях управления (рис. 2):

1) в верхней строке прямоугольника дается наименование пунктов управления (диспетчерский пункт, операторский пункт, рабочий пост и т. п.);

|   |   |           |   |   |    |                    |    |    |                         |           |           |           |                       |            |  |
|---|---|-----------|---|---|----|--------------------|----|----|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|------------|--|
| <i>Центральный пункт оперативного управления производства</i> |   |           |   |   |    |                    |    |    |                         |           |           |           |                       |            |  |
| <i>Технолог-оператор</i>                                      |   |           |   |   |    |                    |    |    |                         |           |           |           |                       |            |  |
| <i>Щит контроля</i>   |   |           |   |   |    | <i>Мнемо-схема</i> |    |    | <i>Пульт управления</i> |           |           |           | <i>Средство связи</i> |            |  |
| <i>ИА</i>   |   | <i>РА</i> |   |   |    | <i>С</i>           |    |    | <i>КА</i>               | <i>СУ</i> | <i>ВТ</i> | <i>УП</i> | <i>ДС</i>             | <i>ЛГС</i> |  |
| 1   | 2 | 4         | 6 | 8 | 10 | 11                 | 12 | 13 | 15                      | 17        | 19        | 20        | 21                    |            |  |

а)

|                        |           |          |                       |           |            |
|------------------------|-----------|----------|-----------------------|-----------|------------|
| <i>Пост управления</i> |           |          |                       |           |            |
| <i>Аппаратчик</i>      |           |          |                       |           |            |
| <i>Щит КИП</i>         |           |          | <i>Средство связи</i> |           |            |
| <i>Д</i>               | <i>ИА</i> | <i>С</i> | <i>КА</i>             | <i>ДС</i> | <i>ЛГС</i> |
| 1                      | 2         | 3        |                       |           |            |

б)

|                            |
|----------------------------|
| <i>Механическая служба</i> |
| <i>Начальник смены</i>     |
| <i>Дежурный персонал</i>   |
| <i>ДС</i>                  |

в)

Рис. 2. Графическое изображение на структурных схемах:

а) пункты управления, б) посты управления; в) вспомогательные службы

2) во второй строке — должностное лицо технологического персонала, ответственное за принятие решений [диспетчер, начальник смены, старший оператор (рис. 2, а)], или персонал, управляющий технологическим процессом с местных щитов или рабочих постов [аппаратчик, машинист и т. п. (рис. 2,б)];

3) в третьей строке — наименование основных устройств комплекса технических средств, устанавливаемых в данном пункте (щит контроля, пульт управления, мнемосхема, вычислительный комплекс, средства связи). Перечисление этих устройств производится через разделительную вертикальную линию;

4) в четвертой строке перечисляются через вертикальную линию основные функциональные группы устройств КТС в виде буквенных условных обозначений, приведенных в табл. 1;

5) в пятой строке показываются через вертикальную линию основные функции системы, реализуемые технологическим персоналом и комплексом технических средств на данном иерархическом уровне управления в виде арабских цифр условных обозначений, приведенных в табл. 2.

Таблица 1

## Перечень условных буквенных обозначений групп КТС

| Наименование   | Условное обозначение |
|--|----------------------|
| Преобразователи (датчик) аналоговые, позиционные и др. | Д                    |
| Сигнализаторы  | С                    |
| Индикаторы цифровые                                    | ИЦ                   |
| Индикаторы аналоговые                                  | ИА                   |
| Регуляторы локальные                                   | Р                    |
| Регистраторы аналоговые                                | РА                   |
| Дозаторы автоматические                                | ДА                   |
| Командоаппараты  | КА                   |
| Станции и панели управления, исполнительные устройства | СУ                   |
| Задающие устройства                                    | ЗД                   |
| Устройство связи с объектом                            | УСО                  |
| Процессор  | ПР                   |
| Внешние запоминающие устройства                        | ВЗУ                  |
| Аппаратура передачи данных                             | АПД                  |
| Устройство символьной индикации (видеотерминал)        | ВТ                   |
| Видеотерминал графический                              | ВТГ                  |
| Графопостроитель                                       | ГП                   |
| Вводно-выводное устройство                             | ВВУ                  |
| Устройство печати                                      | УП                   |
| Телетайп   | Т                    |
| Датчик ручного ввода данных                            | ДРВ                  |
| Регистратор производства                               | РП                   |
| Аппаратура диспетчерской и операторской связи          | ДС                   |
| Аппаратура производственной громкоговорящей связи      | ПГС                  |
| Камера передающая протелевидения                       | КП                   |
| Видеоконтрольное устройство протелевидения             | ВКУ                  |

Таблица 2

## Перечень условных цифровых обозначений основных функций систем управления

| Наименование   | Условное обозначение |
|--|----------------------|
| Контроль технологических параметров  | 1                    |
| Измерительное преобразование   | 2                    |
| Контроль и сигнализация состояния оборудования и отклонения технологических параметров | 3                    |
| Ручной ввод данных   | 4                    |
| Регистрация технологических параметров   | 5                    |
| Видеоконтроль производства (протелевидение)  | 6                    |
| Расчет технико-экономических показателей (ТЭП)   | 7                    |
| Диагностика технологических линий (агрегатов)  | 8                    |
| Прогнозирование основных показателей производства                                      | 9                    |
| Анализ состояний технологических процессов   | 10                   |
| Контроль выполнения плановых заданий   | 11                   |

|   |    |
|---|----|
| Контроль проведения ремонтов  | 12 |
| Оценка работы смены   | 13 |
| Учет производства и состояние отчетных данных за смену                                | 14 |
| Подготовка и выдача оперативной информации в АСУП                                     | 15 |
| Получение производственных ограничений и заданий от АСУП                              | 16 |
| Дистанционное управление технологическим оборудованием и исполнительными устройствами | 17 |
| Автоматическое управление электроприводами технологического оборудования              | 18 |
| Выбор режимов регуляторов и ручное управление задатчиками                             | 19 |
| Корректировка заданий локальным регулятором   | 20 |
| Стабилизирующее регулирование   | 21 |
| Распределение нагрузок технологических линий  | 22 |
| Оптимизация отдельных технологических процессов                                       | 23 |
| Координация работы участков (цехов) технологического объекта                          | 24 |

Специальные производственные службы, обеспечивающие нормальное функционирование технологического объекта, показываются на схеме также в виде прямоугольников, в которых заносятся следующие сведения: наименование службы (ремонтно-механическая служба обслуживания КТС и т.п.), дежурного персонала (мастер, слесарь, монтер, приборист и т.п.), технических средств (средства связи) и видов этих средств (диспетчерская, громкоговорящая и т.п.), как это показано на рис. 2, в.

Ниже графических условных изображений первого уровня управления в прямоугольнике под схемой приводятся наименования технологического оборудования (башня, компрессор, насос, дробилка и т. п.) и технологических установок (нейтрализация, склад и т. п.), на которые оказывает управляющее воздействие персонал из пунктов и постов этого уровня управления, и надписи о принадлежности этого оборудования и установок в соответствии с производственной структурой (отделение, участок, технологическая линия, производство и т. п.).

Совокупность перечисленных графических условных изображений с нанесенными линиями управления представляет схему взаимосвязи между управляемой системой (технологический объект управления) и управляющей" системой и раскрывает содержание структуры управления и контроля.

Указанная структурная схема может быть дополнена административно-техническими подразделениями, как ОГЭ, ОГМ, дирекция (директор, главный инженер, главный технолог, начальники отделений и т.п.), которые на схеме изображаются в виде кружков с соответствующей записью внутри.

Приведенные условные обозначения в табл. 1 и 2 при необходимости могут быть дополнены по усмотрению исполнителя, но с соблюдением принципа их построения.

Размеры всех условных изображений и обозначений не регламентируются и выбираются по усмотрению исполнителя с соблюдением одинаковых размеров для однотипных изображений и обозначений.

При компоновке материала на чертеже следует руководствоваться тем, что графический материал должен быть расположен в верхней части листа, а текстовой — внизу и справа относительно графического.

На чертеже схемы над основной надписью приводится перечень примененных условных обозначений согласно табл. 1 и 2. В тех случаях, когда они не помещаются над надписью, допускается их переносить налево с заполнением сверху вниз.

Допускается справа графического материала схемы, если это вызывается необходимостью, приводить четко сформулированное пояснение к схеме.

Ниже схемы даются примечания и ссылка на относящиеся чертежи.

Взаимосвязи между пунктами контроля и управления технологическим персоналом и объектом управления изображаются на схеме сплошными линиями.

Слияние и разветвление линий показывается на чертеже линиями с изломом.

Контуры условных изображений наносятся на чертежах сплошными линиями толщиной 0,5, линии связи 1 мм. Линии разграничений внутри условных изображений — толщиной 0,2...0,3 мм. Условные обозначения выполняются толщиной 0,5 мм.

Пример оформления структурных схем управления и контроля на основании вышеуказанных требований.

При разработке структурной схемы управления и контроля для производства или предприятия должна быть использована одна из действующих в каждой отрасли промышленности типовых схем структуры административно-технического управления соответственно с определенной категорией проектируемого производства или предприятия.

### 3. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ СБОРА, ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

В тех случаях, когда при выполнении проекта автоматизации технологических процессов выявляется необходимость одновременно предусматривать средства для передачи информации в АСУТП, желательно в состав этого проекта включать помимо структурной схемы управления и контроля также структурную схему сбора, обработки и передачи информации.

Структурные схемы сбора, обработки и передачи информации должны определять выбор технических средств в объеме, необходимом для решения задач, охватываемых АСУТП.

Структурные схемы сбора, обработки и передачи информации должны отражать взаимосвязи отдельных функциональных блоков системы, их назначение, количество и размещение, а также принцип построения каналов связи.

Разработка схемы должна производиться в соответствии с заданием, получаемым от разработчика АСУТП.

При вычерчивании структурной схемы следует пользоваться буквенными обозначениями, приведенными в табл. 3.

Таблица 3

Перечень условных буквенных обозначений функциональных блоков и устройств для схем сбора, обработки и передачи информации

| Наименование функциональных блоков и устройств       | Условные буквенные обозначения |
|--|--------------------------------|
| Устройство цифровой индикации отклонений и по вызову | УЦИОВ                          |
| Устройство сигнализации                              | УС                             |
| Датчики ручного ввода информации                     | ДРВИ                           |
| Автоматические датчики технологических параметров    | АД                             |
| Датчики контроля работы оборудования                 | ДКРО                           |
| Автоматические табельные доски                       | АТД                            |
| Устройство автоматической печати                     | УПП                            |
| Устройство печати отклонений и по вызову             | УПОВ                           |
| Электронные коммутаторы местные                      | ЭКМ                            |
| Электронные коммутаторы центральные                  | ЭКЦ                            |
| Блок управления сбором информации                    | БУС                            |
| Блок сигнализации                                    | БС                             |
| Блок преобразования кодов                            | БПК                            |
| Блок периодической печати                            | БПП                            |
| Блок цифровой индикации отклонений и по вызову       | БЦИОВ                          |
| Блок печати отклонений и по вызову                   | БПОВ                           |

|  |        |
|--|--------|
| Ленточный перфоратор   | ЛП     |
| Карточный перфоратор   | КП     |
| Запоминающее устройство на магнитных дисках                          | ЗУМД   |
| Оперативное запоминающее устройство                                  | ОЗУ    |
| Арифметическое устройство  | АУ     |
| Устройство управления с запоминающим устройством на магнитных дисках | УУЗУМД |
| Устройство управление  | УУ     |
| Пульт управления   | ПУ     |

Перечень буквенных обозначений может быть дополнен соответственно применяемым техническим средствам по усмотрению исполнителя по аналогии с приведенными в таблице обозначениями.

Пример исполнения структурной схемы сбора, обработки и передачи информации приведен на рис. 3 и специальных пояснений не требует.

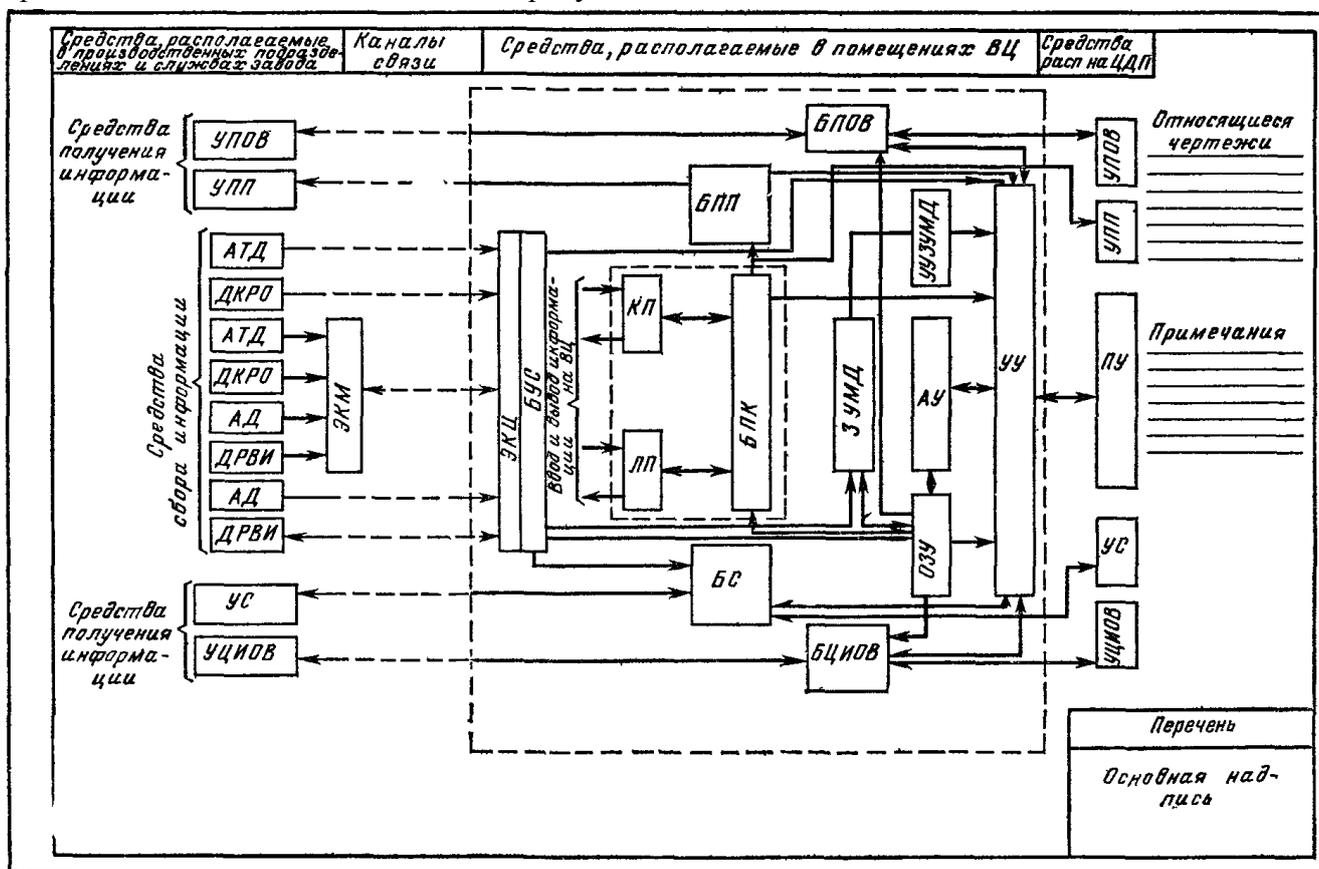


Рис. 3. Пример исполнения структурной схемы сбора, обработки и передачи информации