

Глава 9

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

9.1. Автоматизированные системы управления предприятиями

Предприятие (производственное объединение) как объект управления. Современные промышленные предприятия (ПП) являются сложными объектами управления, включающими основные и вспомогательные производства. Сложность управления предприятием состоит и в том, что оно непрерывно подвергается как внутренним, так и внешним возмущающим воздействиям. К первым относятся поломки оборудования, изменения его характеристик, аварии, взрывы и пожары, производственные травмы работников и т.д. Внешними возмущениями являются срывы межзаводских поставок, несвоевременное обеспечение транспортом, изменение нагрузки, стихийные бедствия и т.п. Система управления предприятием должна обеспечивать его нормальное функционирование в различных условиях. К функциям управления можно отнести управление технической подготовкой производства: организацию производства (основного, обеспечивающего и обслуживающего); управление технологическими процессами; оперативное управление производством; организацию метрологического обеспечения; технический контроль и испытания; управление сбытом продукции; организацию работ с кадрами; управление организацией труда и вопросы, связанные с заработной платой; управление материально-техническим снабжением; управление финансовой деятельностью. В зависимости от характера, специализации и масштаба ПП, а также конкретных условий его деятельности определяется состав функций управления и формируется система управления.

Функции управления реализуются путем решения задач управления ПП. Под задачей управления понимают алгоритм или совокупность алгоритмов формирования выходных документов (сообщений), имеющих определенное функциональное назначение для управления ПП или его подразделением. Задачи управления ПП можно разделить на два вида. Одни являются экономическими или организационными, например составление планов, учет сдачи и отгрузки товарной продукции, анализ показателей качества продукции, расчет заработной платы рабочим и служащим. Другие представляют собой задачи непосредственного управления работой отдельных технологических установок.

Решением экономических и организационных задач на ПП заняты многочисленные функциональные службы: производственный отдел, экономический отдел, технический отдел, бухгалтерия, отдел сбыта, отдел материально-технического снабжения, отдел кадров, отдел труда и зара-

ботной платы и т.д. Высококачественное управление таким сложным объектом, каким является современное ПП, возможно лишь при автоматизации управления. Последняя проводится на базе новых технических средств сбора, передачи, обработки и выдачи информации, причем основным устройством в этой системе управления становится ЭВМ. Другим непременным условием автоматизации управления является использование при обработке информации на ЭВМ современных методов расчета ТЭП, специальных разделов математики по поиску оптимальных управленческих решений, экономико-математических методов и моделей.

Основная цель автоматизации управления – улучшение технико-экономических показателей производственно-хозяйственной деятельности ПП, что достигается совершенствованием разработки, производства и сбыта продукции, обеспечения производства, управления перечисленными процессами, организационной и производственной структур ПП, а также улучшением качества проектируемой и выпускаемой продукции и снижением затрат на создание и использование (эксплуатацию) продукции.

Автоматизация управления ПП обосновывается производственно-хозяйственной необходимостью и производственно-экономической целесообразностью.

Производственно-хозяйственная необходимость обусловлена: недостаточной достоверностью информации о состоянии производственной деятельности подразделения; сложностью анализа и обработки информации; несвоевременностью ее получения управляющим персоналом; недостаточной полнотой текущего анализа и оценки деятельности подразделений; невозможностью полной обработки больших объемов информации о деятельности предприятия для учета и отчетности всех видов; несовершенством методов расчета технико-экономических показателей; невозможностью проведения своевременного контроля параметров процессов производства; нестабильностью качества входных потоков технологических объектов управления; нестабильностью режимов работы технологических объектов управления.

Основные задачи ПП при автоматизации управления – определение степени готовности предприятия к автоматизации; выявление направлений и объектов автоматизации; определение требований к объектам автоматизации; необходимость и целесообразность автоматизации и реконструкция объектов автоматизации, обеспечивающих эффективное функционирование автоматизированных систем управления; обеспечение работ по проектированию и внедрению автоматизированных систем управления.

Автоматизация управления должна сопровождаться внесением изменений в систему управления ПП. Это сводится к созданию новых, преобразованию имеющихся и ликвидации лишних подразделений в производст-

венным и функциональными структурах; уточнению и перераспределению функций и задач управления; изменению движения информационных и материальных потоков в соответствии с модифицированными производственной и функциональной структурами; уточнению уровня централизации и децентрализации управления; дифференциации операций управления между человеком и ЭВМ.

Формы использования вычислительной техники при автоматизации управления различны: коллективное использование ЭВМ на базе вычислительных центров коллективного пользования (ВЦКП) и кустовых вычислительных центров (КВЦ) данной отрасли; индивидуальное использование вычислительных машин посредством создания автоматизированной системы управления предприятием (АСУП).

ВЦКП создается в целях проведения вычислительных работ для нескольких десятков пользователей. На ПП устанавливаются лишь периферийные средства ввода и вывода информации для передачи исходной информации в ВЦКП и получения конечных результатов решения задач управления.

В результате использования ВЦКП повышается эффективность работы ЭВМ и надежность системы в целом, увеличивается разнообразие и сложность решаемых задач. Все сказанное относится и к КВЦ, которые предназначены для обслуживания нескольких пользователей одной отрасли. В настоящее время признано, что мелкие и средние предприятия должны проводить автоматизацию управления на основе ВЦКП и КВЦ.

На крупных ПП автоматизация управления проводится за счет индивидуального использования вычислительной техники на базе АСУП.

АСУП – это человекомашина система, объединяющая управленческий и руководящий персонал, вычислительную и организационную технику. Она предназначена для автоматизированного сбора, передачи и обработки производственно-экономической и социальной информации в целях подготовки и принятия решений по управлению, планированию и анализу деятельности коллектива ПП.

Проведение работ по автоматизации управления ПП возлагается на специализированное подразделение. Таким подразделением может быть отдел (лаборатория) АСУ или информационно-вычислительный центр.

АСУП состоит из функциональной и обеспечивающей частей.

Функциональная часть АСУП состоит из отдельных подсистем, выделенных в соответствии с функциями управления ПП. Рассмотрим основные подсистемы АСУП.

Подсистема технической и технологической подготовки производства (ТПП) обеспечивает сокращение сроков разработки новой и совершенствование существующей технологии. Решение

задач управления по ТПП повышает эффективность АСУП в целом, так как на этапе ТПП формируется значительная часть материальных и трудовых нормативов, принимаемых в качестве исходных и других важнейших подсистем АСУП.

К основным задачам подсистемы можно отнести расчеты норм расхода сырья и основных материалов на единицу продукции; норм относительных выходов продуктов и потерь сырья; производственных мощностей; плановых удельных норм расхода энергоресурсов; нормативной трудоемкости и расценки на изделие и т.д.

Часть задач этой подсистемы направлена на конструирование новых и совершенствование существующих аппаратов. Так, на ЭВМ проводятся технологические расчеты сложных аппаратов массо- и теплообмена, конструкторские расчеты на прочность и надежность, расчеты исполнительных механизмов и сужающихся устройств.

Подсистема технико-экономического планирования (ТЭП) предназначена для перспективного и текущего планирования путем разработки и обоснования производственной программы.

Подсистема оперативного управления основным производством (ОУОП) обеспечивает ритмичное выполнение планов производства (квартальных, месячных, декадных, суточных, сменных).

Подсистема материально-технического снабжения (МТС) осуществляет своевременное и комплексное обеспечение сырьем, топливом, основными и вспомогательными материалами в соответствии с производственной программой.

Подсистема управления вспомогательным производством (УВП) предназначена для управления ремонтным и энергетическим обеспечением, а также транспортным обслуживанием.

Подсистема управления качеством продукции (УКП) служит для формирования, обеспечения и поддержания необходимого качества продукции при ее разработке, производстве, реализации и эксплуатации.

Подсистема бухгалтерского учета предназначена для повышения оперативности учета и снижения затрат при обработке.

Подсистема управления кадрами служит для набора ИТР и рабочих на предприятие; разработки оценок профессиональной пригодности претендентов на должность или работу; организации мероприятий, направленных на повышение квалификации рабочих и служащих предприятия.

Подсистема управления сбытом продукции способствует своевременному и полному обеспечению потребителей продукцией в соответствии с договорными обязательствами и планом реализации предприятия.

Подсистема управления финансами предназначена для обеспечения и распределения денежных средств, необходимых для достижения ТЭП работы предприятия.

Обеспечивающая часть АСУП включает организационно-правовое, информационное, программное, математическое и техническое обеспечение АСУП.

Организационно-правовое обеспечение (ОПО) – это совокупность методов, средств и юридических актов, регулирующих и организующих разработку, внедрение и функционирование АСУП. Особенно важна роль ОПО на стадии разработки АСУП, когда закладываются ее основные характеристики, т.е. в момент проведения технико-экономического анализа системы управления ПО (ПП), выбора направлений совершенствования системы управления, выбора и постановки задач управления, обеспечивающих повышение эффективности разрабатываемой системы, формулировки требований к комплексу технических средств для решения выбранных задач и т.д.

На этой стадии основной документ ОПО – "Общепромышленные руководящие методические материалы по созданию АСУП". В нем приводится порядок финансирования всех работ по созданию АСУП, указываются права и ответственность заказчика и разработчика, даются обязательный состав и содержание технического задания, технического и рабочего проектов, приводится необходимая организационно-распорядительная документация с указанием форм документов, регламентируется порядок проведения опытной эксплуатации системы и приемосдаточных испытаний.

При разработке АСУП используют также методику предпроектного обследования, методические материалы по выбору оригинальных задач, выбору пакетов прикладных программ (ППП), использованию типовых проектных решений, разработке общесистемных документов. Также используются отраслевыми и общегосударственными перечнями состава задач управления, типовых задач, ППП; типовыми структурами управления предприятием; унифицированными формами документов и т.д.

На стадии функционирования АСУП ОПО материализуется в комплексе директивных документов, правовых актов общего, отраслевого и местного характера, организационной документации (графики, инструкции, методики, памятки и т.д.). Перечисленные документы определяют эффективную работу системы управления ПО (ПП), функции, права и связи его подразделений и работников, обеспечивают наиболее рациональные формы и методы получения и обработки управленческой информации, пути ее продвижения, а также порядок использования новейших средств обработки данных для принятия научно обоснованных управленческих решений.

Информационное обеспечение (ИО) представляет собой совокупность единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации, унифицированных систем документации и массивов информации, используемых в АСУП. Осуществляется выдача следующей информации: нормативных и справочных данных, текущих сведений о состоянии объекта управления и поступающих извне системы (оперативная информация), накапливаемых учетных и архивных сведений.

Для однозначного описания данных и обеспечения эффективного поиска и идентификации данных в памяти ЭВМ используют системы классификации и кодирования.

Система классификации – это совокупность правил и результат разделения заданного множества на подмножества. При разработке АСУ используют общесоюзный или отраслевой классификатор. Если их применение неэффективно, разрабатывают локальный классификатор предприятия.

Основным элементом ИО являются информационные массивы, предназначенные для хранения информации. Различают *входные, основные, рабочие* и *выходные* массивы и данные.

Программное обеспечение представляет собой совокупность программ для реализации АСУП на базе применения вычислительной техники.

Математическое обеспечение – это совокупность средств и методов, позволяющих строить экономико-математические модели задач управления предприятием. Построение экономико-математической модели включает следующие этапы: выбор критерия эффективности, определение ограничений, составление формальных математических соотношений, отражающих моделируемый экономический процесс. Получение оптимального решения экономико-математической модели проводится на базе методов математического программирования, математической статистики и теории массового обслуживания.

Математическое программирование (линейное, нелинейное, динамическое, стохастическое, дискретное и оптимизация на сетях) используют при решении задач планирования и управления производством.

При решении задач прогнозирования выпуска готовой продукции, спроса на продукцию, развития предприятия, выявления причин текучести кадров и определения нормативных данных применяют методы математической статистики.

Теория массового обслуживания нашла применение при определении оптимального комплекта оборудования предприятия, людских резервов, числа ремонтных бригад.

9.2. Автоматизированные системы управления технологическими процессами

Основные понятия и определения

Основой автоматизации производства является применение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) с электронными управляющими вычислительными машинами. Применение АСУТП повышает уровень организации производства и оперативность взаимодействия персонала с технологическим агрегатом. Это сокращает цикл производства, позволяет перейти к оптимизированным режимам технологических процессов, что увеличивает производительность агрегатов, повышает производительность труда, эффективность использования сырья и материалов, а также предотвращает аварийные ситуации. Наибольшее число систем внедрено в энергетической, химической и нефтехимической промышленности. Внедрение систем показало высокую их эффективность. В среднем срок окупаемости таких систем составляет примерно 1,2 года, в то время как систем автоматизации без применения вычислительной техники – 1,5 года. Большинство АСУТП, которые созданы и создаются в настоящее время, являются не автоматическими, а автоматизированными. В этих системах ещё велика роль оператора, который либо сам принимает решения в соответствии с информацией, предоставляемой ему вычислительной машиной, либо оценивает и реализует решения, выработанные ЭВМ. Однако по мере совершенствования технических средств всё более возможным становится переход к автоматическому управлению агрегатами и процессами.

Создание методологических основ для разработки систем управления технологическими процессами требует установления единой терминологии. В соответствии с общепромышленными методическими материалами системы технологический процесс + АСУТП названы автоматизированными технологическими комплексами. Под управляемым технологическим процессом понимается такой процесс, для которого определены основные входные (управляющие, управляемые и неуправляемые) воздействия и выходные переменные процессы, которые необходимо контролировать в реальном времени, установлены детерминированные и (или) вероятностные зависимости между входными воздействиями и выходными параметрами (математическая модель), разработаны методы их автоматического измерения и направленного измерения.

Автоматизированная система управления технологическим процессом – это система, которая при участии оперативного персонала в реальном времени обеспечивает автоматизированное управление процессом изготовления (переработки) продукта по заданным технологическим и технико-экономическим критериям.

Под автоматической системой управления технологическим процессом понимается система, которая без вмешательства оперативного персонала обеспечивает управление в реальном времени основной или группой основных технологических операций по заданным технологическим или технико-экономическим критериям.

Расположение на территории объекта управления технических средств АСУТП и оперативного персонала (центрального и локального постов управления) называется *топологией* АСУТП.

АСУТП, которая разбивается на две и более подсистемы, решающие задачи управления на своём горизонтальном уровне управления и связанные между собой по вертикали информационными связями и соответствующими аппаратно-программными средствами, объединяется в понятие иерархической системы.

Как правило, в таких АСУТП с помощью аппаратно-программных средств обеспечивается общесистемная организация решения в реальном времени задачи комплексного управления объектом с увязкой (координаций) решаемых задач на каждом уровне. К такой системе применим термин "интегрирование АСУТП", под которым понимается управление не отдельной частью технологического процесса, а охват процесса в комплексе с решением задач организационно-технологического управления по технико-экономическим критериям, применяется как к иерархическим АСУТП, так и к одноуровневым системам на основе одной центральной ЭВМ. Составляющими комплексной АСУТП являются локальные АСУТП, автономно функционирующие подсистемы комплексной АСУТП, управляющие отдельными операциями или частями процесса.

Для АСУТП управляемым объектом является технологический объект, представляющий совокупность технологического оборудования. АСУТП воздействует непосредственно на те или иные элементы оборудования технологического объекта.

Таким образом, АСУТП представляет собой человекомашинную систему, обеспечивающую автоматизированный сбор и обработку информации, необходимую для оптимизации управления технологическими процессами. Процесс оптимизации предполагает выбор такого варианта управления, в котором достигается минимальное или максимальное значение некоторого критерия, характеризующего качество управления.

При выборе и разработке АСУТП необходимо учесть экономические показатели всего производства, характер технологического процесса, тщательно проанализировать, сможет ли внедрение АСУ коренным образом изменить производительность и улучшить условия труда на данном объекте. Разработка АСУТП должна сопровождаться:

технико-экономическим обоснованием необходимости её применения;

анализом технологического процесса как объекта управления;
построением математической модели процесса;
формулировкой решаемых задач;
проектированием собственно системы управления, которое осуществляется на основе системного анализа и включает разработку систем локальной автоматики, а также разработку информационного, математического, алгоритмического и технического обеспечения системы;
анализом структурной надёжности системы и разработкой мероприятий по её выполнению;
разработкой системы технического обслуживания.

После разработки и опытной эксплуатации АСУТП проводится анализ её функционирования и коррекция всех её частей применительно к реальным условиям эксплуатации. Нередко внедрение АСУТП сопровождается коренной реконструкцией объекта.

Задачи АСУТП в общей схеме управления производством и их классификация

Объективная необходимость широкого внедрения во всех отраслях народного хозяйства АСУТП обусловлена тем, что применение современных средств автоматических сбора и обработки информации позволяет решать следующие задачи:

вести процесс с производительностью, максимально достижимой для данных производительных сил, автоматически учитывая непрерывные изменения технологических параметров, свойств исходных материалов и полуфабрикатов, изменения в окружающей среде, ошибки операторов;

управлять процессом, учитывая номенклатуру продукции (сортамент, номиналы, классы, группы точности и качество) путём оперативной перестройки режимов технологического оборудования и т.п;

реализовывать статистическое управление процессами в реальном времени по экстремальному или адаптивному алгоритму;

осуществлять автоматическое управление технологическими процессами во вредных для человека и пожаро- и взрывоопасных условиях.

Необходимо отметить также, что решение названных задач при внедрении АСУТП имеет для народного хозяйства, кроме прямого экономического эффекта, и существенный социальный эффект, так как требует повышение общего уровня организации производства и его культуры. Конкретные функции, которые выполняет АСУТП, зависят также от характера и сложности управляемого процесса, а также от технических возможностей самой АСУТП. К таким функциям относятся:

сбор и обработка информации о состоянии технологического процесса и выпускаемых изделий;

контроль и идентификация процесса;
 стабилизация и регулирование процесса;
 логико-программное управление;
 поиск оптимальных решений по управлению процессом;
 комплексное координационное управление объектом;
 анализ и предотвращение аварийных ситуаций;
 техническая диагностика отдельных частей и системы в целом.

Таким образом, АСУТП, решая самостоятельную задачу повышения эффективности отдельных производственных процессов, одновременно создают информационную и техническую базу для автоматизированной системы управления производством и предприятием в целом.

Цель и задачи комплексной системы управления технологическим объектом иллюстрируются обобщённой схемой управления, приведённой на рис. 9.1.

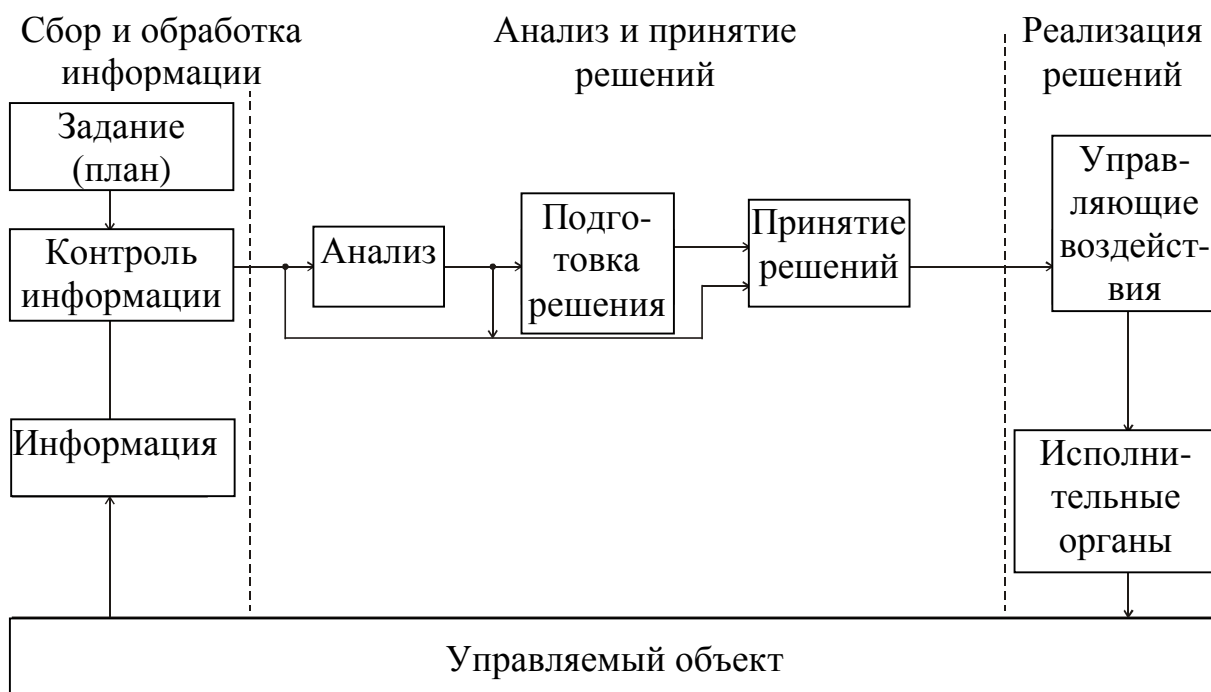


Рис. 9.1. Структурная схема АСУТП

АСУТП классифицируются по шести наиболее существенным признакам:

характеру управляемого технологического процесса;
 степени сложности управляемого процесса;
 степени охвата управляемого процесса;
 степени автоматизации задач управления;
 функционально-алгоритмическому признаку;
 архитектурному признаку.

Рассмотрим основные виды АСУТП в зависимости от классификационного признака.

По *характеру управляемого технологического процесса* АСУТП можно разделить на следующие классы:

- АСУ основными непрерывными технологическими процессами;
- АСУ основными непрерывно-дискретными процессами;
- АСУ сборочными процессами в дискретном производстве;
- АСУ контрольными операциями и процессами;
- АСУ процессами изготовления оснастки и инструментов для основного производства.

Классификация по *степени сложности управляемого процесса* основывается на условных границах числа параметров контроля и управления процессом. Например, классификация для предприятий с непрерывным и непрерывно-дискретным характером производства выделяет количественные границы: 20, 40, 100, 800 параметров. Такая классификация может служить основой для планирования разработок и определения номенклатурной базы АСУТП.

Системы по *степени охвата управляемого процесса* целесообразно разделить на два основных класса: комплексные АСУТП, локальные АСУТП.

Классификация по *степени автоматизации задач управления* используется с момента зарождения АСУТП и определяет распределение "интеллектуальных" функций в решении задачи управления между ЭВМ и человеком, т.е. основывается на признаке технического совершенства АСУТП как кибернетической системы.

В этом плане различают АСУТП в зависимости от способов выполнения основных информационных и управляющих функций.

АСУТП, функционирующие без вычислительного комплекса. Такие АСУТП применяются для управления отдельными технологическими агрегатами, установками или отдельными, относительно простыми производственными процессами, они обладают определённой автономностью, занимая при этом, как правило, нижнюю ступень иерархии управления производством. В этих системах автоматический контроль, регулирование параметров технологического процесса, а в ряде случаев и их оптимизация осуществляются автономными специальными техническими устройствами. Информация о состоянии объекта вводится в такую систему автоматически от датчиков (первичных преобразователей), а управляющее воздействие поступает от неё на регулирующие органы. При этом сбор информации и формирование управляющих воздействий производится либо непрерывно, либо с высокой частотой, определяемой темпом управляемого технологического процесса.

Оператор и подчинённые ему технические средства управления объектом составляют единую автоматизированную систему управления объектом (рис. 9.2). Приведённый вариант системы управления, хотя и не содержит в своём составе вычислительного комплекса, является человеко-машинной системой и, как АСУТП, достаточно широко распространённой.

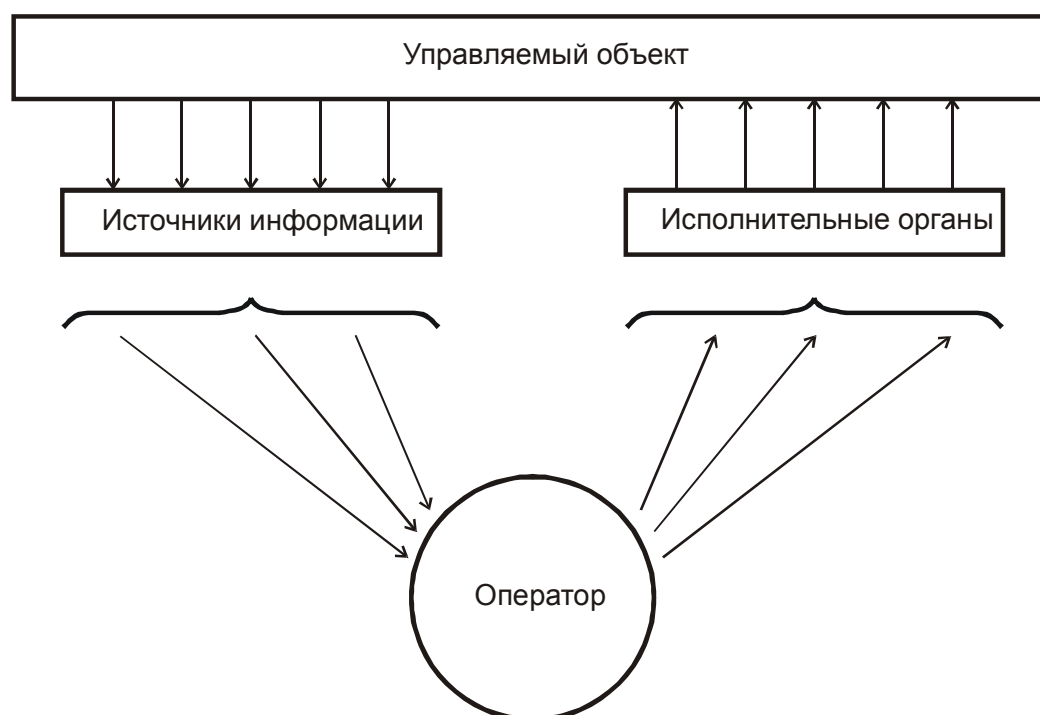


Рис. 9.2. АСУТП без вычислительного комплекса

АСУТП с вычислительным комплексом, выполняющим информационные функции. Система этого вида (рис. 9.3) содержит все функциональные и аппаратные элементы, присущие рассмотренной выше системе, но отличается от неё наличием вычислительного комплекса (ВК), который осуществляет централизованный контроль, вычисление комплексных технических и технико-экономических показателей, а также контроль за работой и состоянием оборудования. Вычислительный комплекс получает в системах такого вида информацию о состоянии объекта, а особенностью систем является то, что анализ поступающей информации, принятие решений, а также осуществление управляющих воздействий возлагается на оператора. Данные об объекте управления, кроме вывода на централизованные средства отображения информации, могут передаваться в вышестоящую АСУ для дополнительной обработки непосредственно, либо выводиться для этой цели на внешние накопители.

Целью сбора данных может быть также изучение технологического процесса при различных условиях, в том числе и предаварийных. В результате накапливается информация, позволяющая построить или уточнить математическую модель процесса, которым надо управлять.

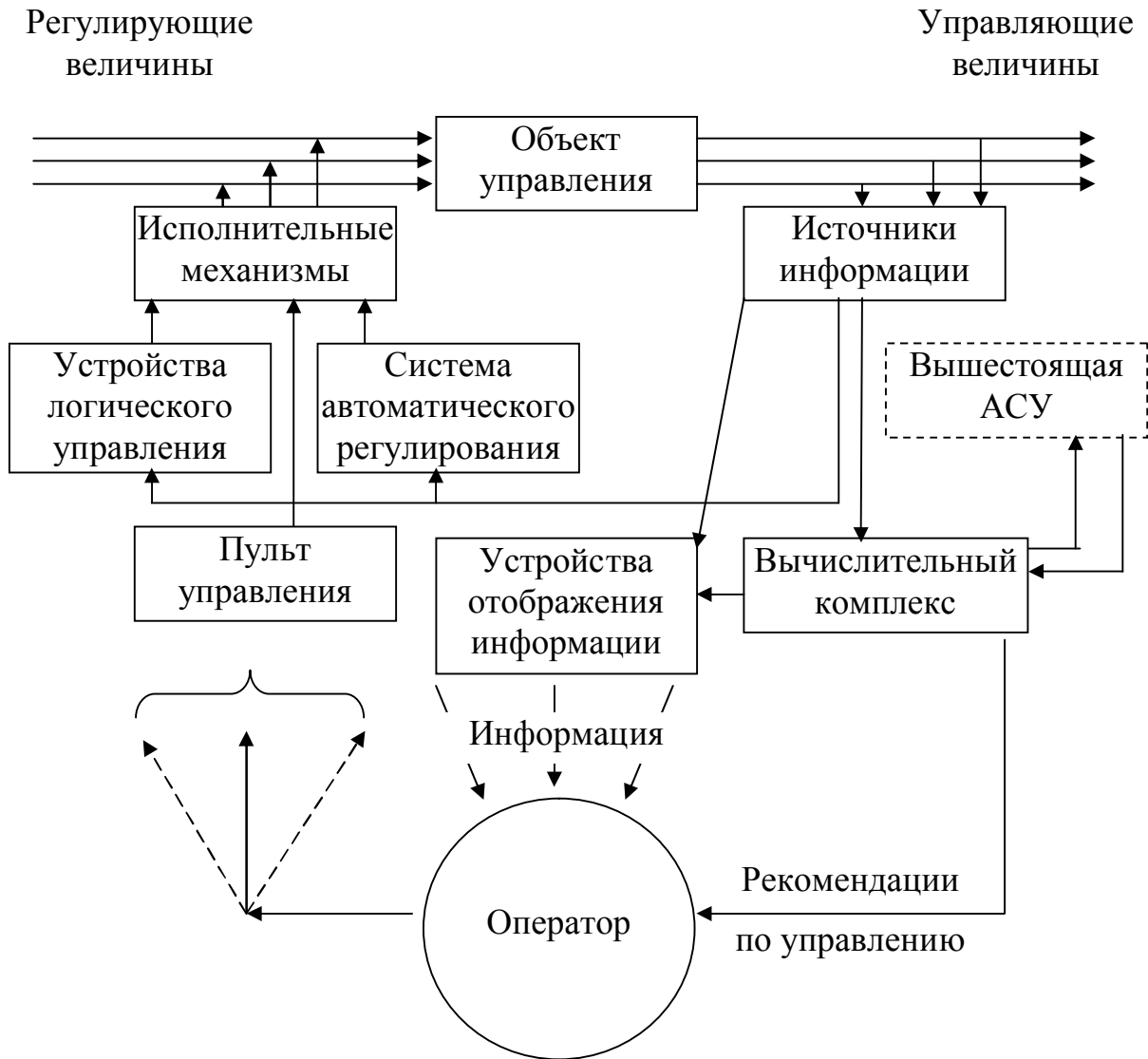


Рис. 9.3. АСУТП с вычислительным комплексом, выполняющим информационные и советующие функции

АСУТП с вычислительным комплексом, выполняющим управляющие функции в режиме "советчика". В такой системе ВК, кроме функций, выполняемых в системе, рассмотренной выше, анализирует поступающую информацию и производит поиск оптимальных решений с выдачей рекомендаций по управлению (советов) оператору, который и осуществляет выбор решения и управляющее воздействие на объект.

АСУТП с вычислительным комплексом, выполняющим функции центрального управляющего устройства (супервизорное управление).

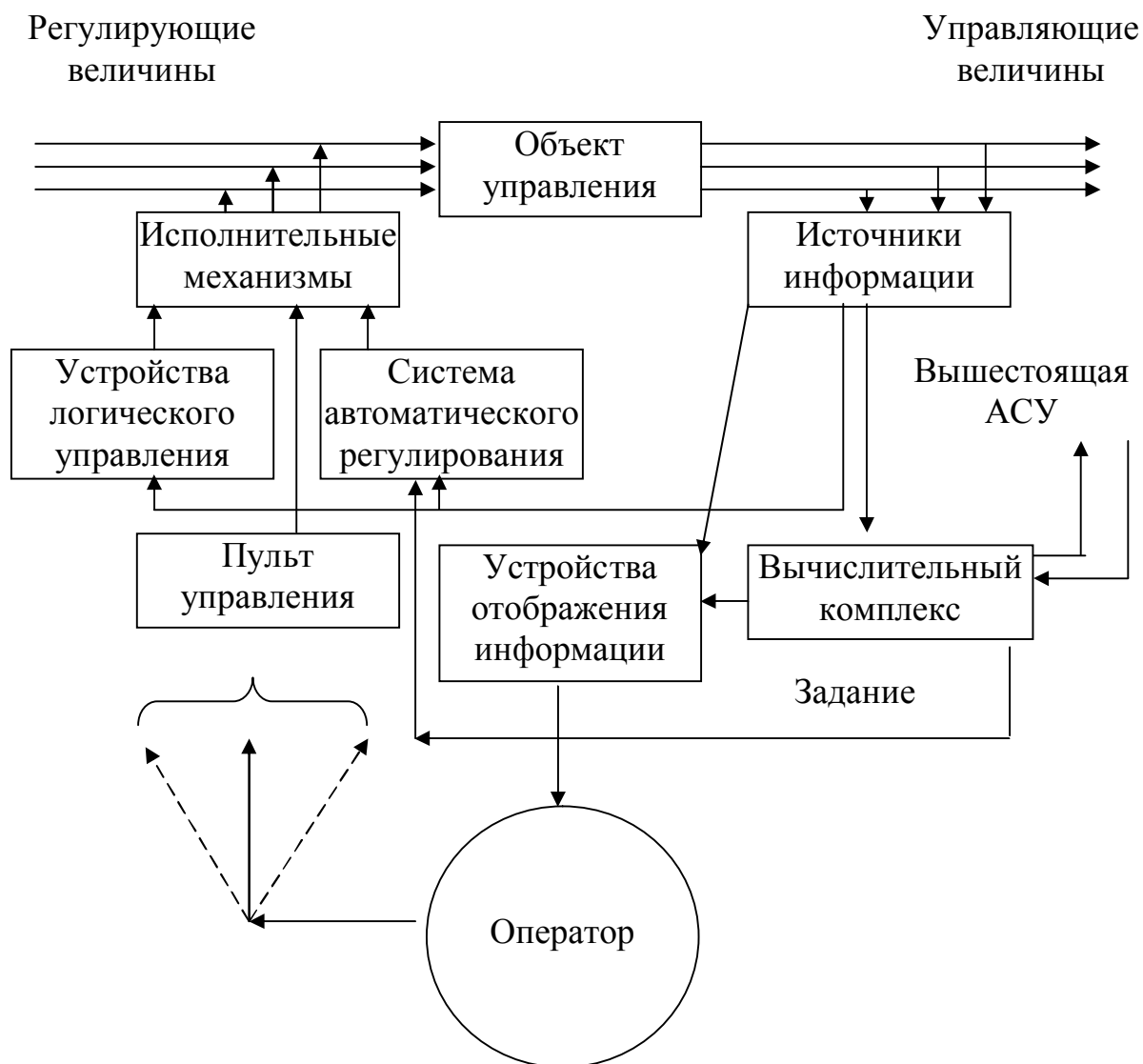


Рис. 9.4. АСУТП с вычислительным комплексом, осуществляющим супервизорное управление

В системах такого вида (рис. 9.4). ВК включается в замкнутый контур автоматического управления и вырабатывает управляющие воздействия, поступающие как сигналы заданий непосредственно на вход системы автоматического регулирования. Основная задача супервизорного управления – автоматическое поддержание технологического процесса вблизи оптимальной рабочей точки путём оперативного воздействия на него. В этом существенное преимущество данного вида систем автоматического управления. ВК, отыскав в системе супервизорного управления необходимые

значения заданий, регулятором преобразует их в такие сигналы, которые непосредственно используются для изменения задания и настройки регуляторов. Функции оператора в таком виде управления сводятся к общему наблюдению за ходом процесса и введению необходимых коррективов в уравнение контуров управления.

АСУТП с вычислительным комплексом, выполняющим функции непосредственного (прямого) цифрового управления. В АСУТП (рис. 9.5), вычислительный комплекс которой работает в режиме непосредственного цифрового управления (НЦУ), сигналы, используемые для приведения в действие исполнительных механизмов, поступают непосредственно от ВК, а необходимые ранее регуляторы исключаются из системы (или используются как резерв). НЦУ позволяет заменить совокупность регуляторов с соответствующими им заданиями на вычислительный комплекс. В этом случае вместо расчёта заданий регулятором рассчитываются значения управляющих воздействий и соответствующий сигнал передаётся непосредственно на исполнительные механизмы регулирующих органов. Это делается для каждого контура управления. Одно из главных преимуществ применения АСУТП с ВК в режиме НЦУ заключается в возможности изменения алгоритмов управления для контуров управления внесением изменений в программу.

Классификация по *функционально-алгоритмическому признаку* определяет функции и степень совершенства алгоритма управления, реализуемого АСУТП. Выполняемые системой функции, в свою очередь, определяют источники её технико-экономической эффективности, что придаёт особую практическую значимость классификации по данному признаку. По этому признаку АСУТП классифицируются на следующие системы:

- логико-программного управления;
- экстремального управления;
- адаптивного управления;
- организационно-технологического управления;
- оптимально-координационного управления.

Классификация по *архитектурному признаку* обобщает все известные системотехнические решения при построении АСУТП.

Различают следующие АСУТП по архитектурному признаку:

одноуровневые централизованные системы на базе одного управляющего вычислительного комплекса (одной ЭВМ), имеющие прямую связь со всеми источниками и приёмниками информации;

одноуровневые централизованные с уплотнением каналов связи – системы на базе одного управляющего комплекса;

двухуровневые с одной ЭВМ – системы на базе одной ЭВМ с частным распределением функций управления на управляемые регуляторы и (или) программаторы и (или) локальные посты управления;

многоуровневые (двухуровневые) с определенным количеством ЭВМ – системы, в которых ЭВМ используется более чем на одном уровне.

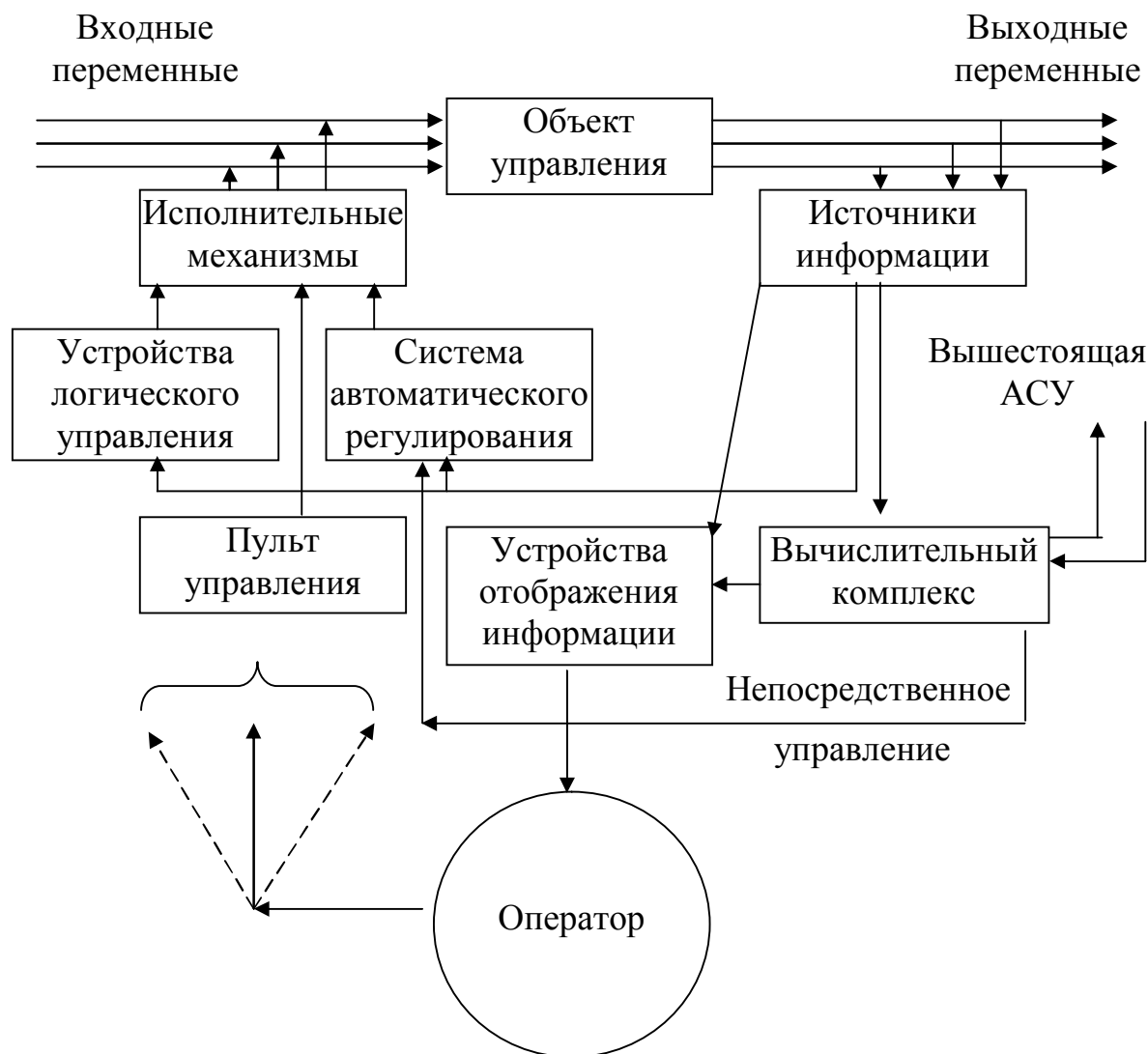


Рис. 9.5. АСУТП с вычислительным комплексом, выполняющим непосредственное управление

В соответствии с теорией многоуровневых систем для иерархических АСУТП свойственны последовательные вертикальные расположения подсистем (вертикальная декомпозиция), приоритет действий подсистем верхнего уровня и зависимость действий подсистем верхнего уровня от результатов выполнения нижними уровнями своих функций. Взаимодействие возможно всеми уровнями, однако всегда сохраняется приоритетное воздействие верхних уровней на нижние. При проектировании АСУТП находят практическое применение три основных понятия иерархических уровней:

уровни описания или абстрагирования (страты);

уровни сложности принимаемого решения (слои);
организационные уровни (эшелоны).

На рис. 9.6 приведён один из возможных вариантов стратифицированного представления АСУТП.

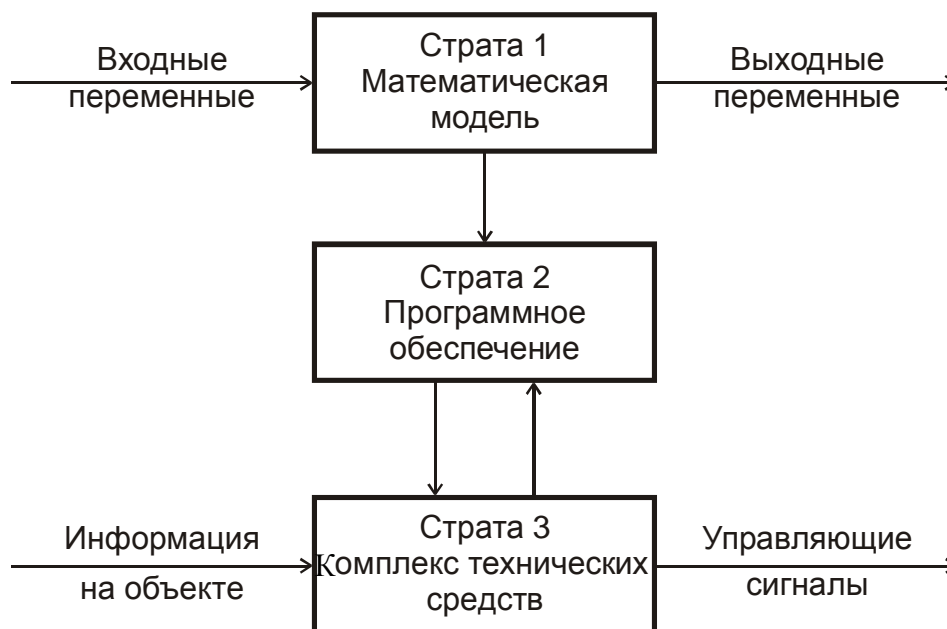


Рис. 9.6. Стратифицированное представление АСУТП

Состав АСУТП

В состав АСУТП входят следующие основные компоненты: оперативный персонал, информационное, организационное, программное и техническое обеспечение. Основные компоненты АСУТП и их взаимодействие показаны на рис. 9.7. Как видно из схемы, основная задача АСУТП сводится к целенаправленному преобразованию входной информации в выходную. Сбор входной информации, её обработку и анализ, а также принятие решений по управлению и их реализацию осуществляют оперативный персонал. Для правильного функционирования и решения основной задачи оперативный персонал руководствуется документами организационного обеспечения, а КТС имеет программное обеспечение. В процессе функционирования АСУТП между её основными компонентами существует интенсивное взаимодействие. Эти взаимодействия внутри системы, а также её взаимодействие с внешней средой носят информационный характер, так как сводятся к передаче и приёму информации в виде различных сигналов, данных, сообщений, текстов и т.д. Множество принятых форм массивов данных, документов, перечней и используемых сигнала-

лов, кодов и правило их расшифровки образуют информационный комплекс АСУТП.

Автоматизация технологических процессов типовыми средствами контроля, средствами дистанционного управления и т.п. способствует повышению уровня пожаро- и взрывобезопасности объекта. Однако больший эффект по пожаро- и взрывозащите производств может быть достигнут при использовании вычислительной техники, входящей в АСУТП.

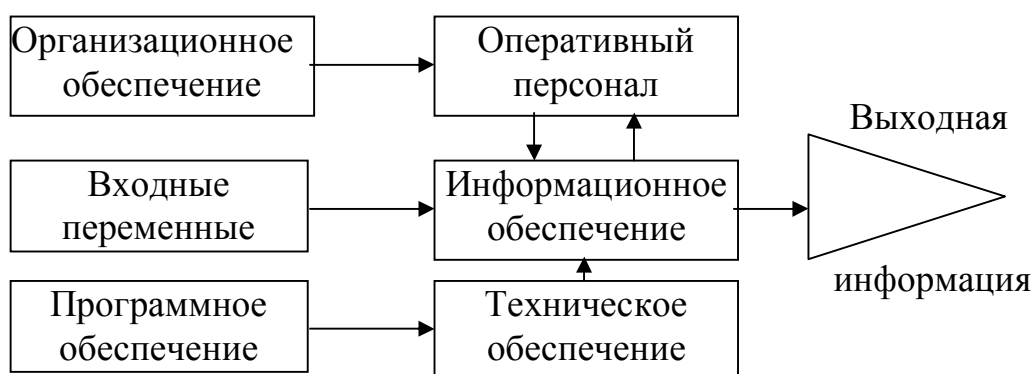


Рис. 9.7. Блок-схема взаимодействия основных компонентов АСУТП

9.3. Автоматизированные системы управления взрывопожарозащитой (АСУВПЗ) промышленных объектов

Вычислительная техника позволяет компоновать управляющие и информационные вычислительные системы для отдельных технологических процессов, а также автоматизированные системы управления для отдельных цехов и промышленных предприятий с одним или несколькими вычислительными комплексами. Комплексная автоматизация промышленных объектов системами управления на базе ВТ оптимизирует ход производственного процесса при переменных значениях параметров, влияющих на процесс, в целях достижения его наибольшей экономической эффективности и пожарной безопасности. За критерий оптимальности могут быть приняты некоторые обобщенные показатели, характеризующие экономическую или техническую сущность работы объекта: максимальная производительность труда, снижение расхода ценного сырья и т.п., а для обеспечения пожарной безопасности комплексный или обобщенный показатель. Одновременно, как было показано в п. 9.2, УВМ, входящие в состав АСУТП, среди прочих задач выполняют анализ аварийных ситуаций и выявляют причинно-следственные связи, что может быть экстраполировано в принципе и на системы пожарной защиты.

Информация, поступающая в УВМ, позволяет выделить группы связанных между собой аварийных сигналов, определить основную причину

появления этих сигналов и их ближайшие, наиболее угрожающие результаты. Таким результатом аварийной ситуации может быть пожар или взрыв. Так как вычислительная машина успевает за короткий срок проверить большое количество логических условий, то способность автоматизированной системы управления распознавать пожаро- и взрывоопасные ситуации значительно превышает возможности оператора. Для выявления такой ситуации и организации пожарной защиты в программу УВМ включается подпрограмма с командами целевого назначения. Эта подпрограмма представляет собой цепочку логических выборов поиска оптимального решения пожарной защиты. В результате логического анализа УВМ должна определить в каждом конкретном случае уровень защиты, снизить нагрузку на объект, произвести постепенное отключение или остановку оборудования и включение системы пожарной защиты или подавления взрыва.

Пример блок-схемы программы анализа аварийного сигнала приведён на рис. 9.8, а структурная схема управления с наличием подсистемы пожарной защиты и взрывоподавления приведена на рис. 9.9.



Рис. 9.8. Блок-схема программы анализа аварийного сигнала

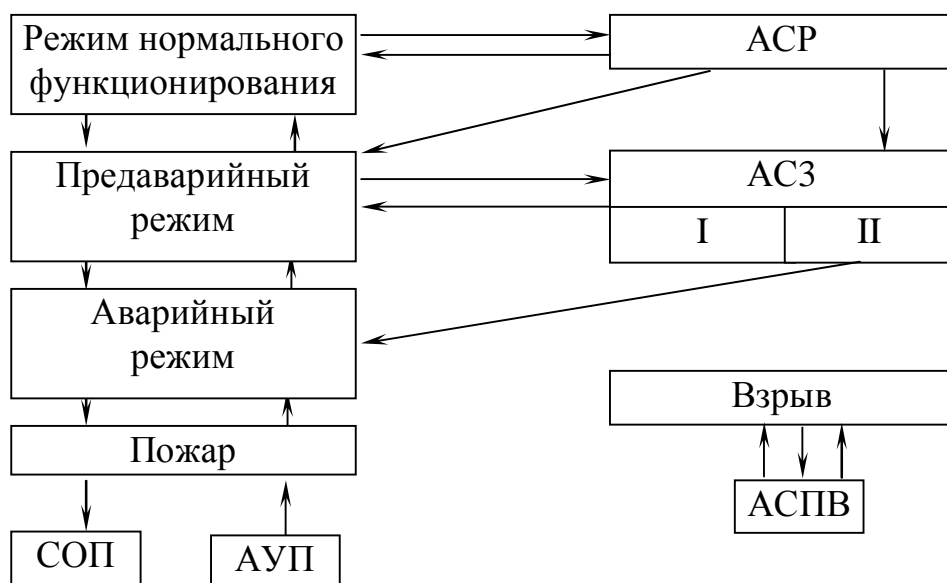


Рис. 9.9. Структурная схема управления с наличием подсистемы пожарной защиты и взрывоподавления

Таким образом, для обеспечения автоматической пожарной защиты АСУТП может выполнять ряд функций:

1. Предупреждение пожаров и взрывов на объекте защиты путем анализа обстановки по пожаро- и взрывоопасности в ходе технологического процесса и осуществление защитных воздействий, исключающих пожар или взрыв. Это может быть осуществлено по специально разработанному алгоритму с учётом вышесказанного.

2. Контроль работоспособности автоматической пожарной защиты (АПЗ). Это обусловлено повышением сложности систем АПЗ, трудностью решаемых ими задач в условиях интенсификации производства и его повышенной пожарной опасностью. Введение быстрых и объективных машинных методов контроля, не связанных с субъективными особенностями человека, может значительно повысить надёжность систем АПЗ и своевременно обнаружить неисправности.

Для контроля работоспособности систем АПЗ с помощью вычислительных машин (ВМ) комплекса АСУТП необходимо установить число независимых состояний систем АПЗ (дежурное, аварийное, ремонтное), независимые параметры, наиболее полно характеризующие состояние системы АПЗ, признаки состояния и их взаимосвязь с параметрами технологического процесса произвести минимизацию их числа, выбрать оптимальный алгоритм контроля системы АПЗ и подобрать измерительные, регистрирующие и информационные устройства достаточной точности.

3. Управление ликвидацией пожара и спасанием людей. Пожары на современных предприятиях, связанные с обращением в большом количестве легковоспламеняющихся жидкостей, горючих газов и пылей, могут

принимать сложные формы и большие размеры, а это значительно усложняет управление силами и средствами по его ликвидации.

В связи с этим функция управления ликвидацией пожара и спасания людей, выполняемая УВМ и другими техническими средствами, должна обеспечивать выявление помещения (места) на территории объекта, где возникло загорание, контроль пуска локальных систем пожаротушения, оповещение оператора и пожарных подразделений о пожаре, выдачу рекомендаций о первичных действиях по тушению пожара силами добровольных пожарных дружин, прибывшими подразделениями пожарной охраны и выдавать информацию о предписанных маршрутах эвакуации людей.

Цель внедрения АСУВПЗ на промышленном объекте – повышение уровня взрывопожаробезопасности технологических процессов и безопасности людей и их эвакуации в экстремальных случаях.

Для достижения этой цели АСУВПЗ, решая задачи по обеспечению автоматизированной противопожарной и противовзрывной защиты, выполняет соответствующие информационные и управляющие функции.

К информационным функциям АСУВПЗ относятся:

1. Контроль обеспеченности автоматическими приборами и системами предупреждения, локализации и ликвидации пожаров, взрывов и аварий защищаемого объекта (наличие, режим работы, ремонт и т.п.).

2. Контроль выполнения предписаний, рекомендаций и решений контролирующих органов и ГПН.

3. Контроль работоспособности систем предупреждения пожаров, взрывов, аварий.

4. Контроль работоспособности систем локализации и ликвидации пожаров, взрывов, аварий.

5. Контроль "нормы" технологических параметров, определяющих взрывопожароопасность защищаемого объекта.

6. Контроль связи и схем оповещения.

7. Обнаружение и регистрация отклонений параметров, определяющих взрывопожароопасность защищаемого объекта.

8. Информация оператора о текущем взрывопожароопасном состоянии защищаемого объекта, возникновении аварийной ситуации (пожар, взрыв, авария).

9. Информация оператору-диспетчеру о прогнозе аварийной ситуации.

10. Выдача рекомендаций оператору-диспетчеру по реализации плана ликвидации аварийной ситуации.

11. Выдача оперативного плана пожаротушения и рекомендации РТП.

12. Регистрация срабатывания систем предупреждения, локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

К управляющим функциям АСУВПЗ относятся:

1. Приведение в действие систем предупреждения, локализации и ликвидации аварийных ситуаций, пожаров и взрывов.

2. Частичное или полное отключение технологического оборудования и остановка технологического процесса.

3. Управление средствами и системами эвакуации людей из аварийных помещений и зон.

Организационное обеспечение АСУВПЗ – совокупность описаний функциональной, технической и организационной структур, инструкций и регламентов для оперативного персонала АСУВПЗ, определяющего действия при функционировании технологического комплекса с наличием АСУВПЗ.

Структурная схема АСУВПЗ в общем виде включает: комплекты первичных преобразователей-датчиков на различные параметры, характеризующие возможные аварийные ситуации (аварию, взрыв, пожар) на защищаемом объекте, устройство контроля, приёма и преобразования информации, вычислительный комплекс, управляющие устройства и исполнительные органы, систему отображения, представления и регистрации информации.

Разделяют три разновидности АСУВПЗ:

Для первой характерно включение подсистемы пожарной безопасности в АСУТП. Это, как правило, крупные предприятия, уже имеющие комплексные, двух- и многоуровневые АСУТП. Задачи АСУВПЗ по обеспечению пожаровзрывобезопасности входят самостоятельными подпрограммами в комплексе АСУТП.

Вторая разновидность – это самостоятельная и независимая АСУВПЗ объекта или технологического процесса.

Третья разновидность – это сочетание АСУТП и АСУВПЗ в комплексе АСУ производством.

Структуры АСУВПЗ определяют состав, назначение и взаимодействие подсистем, степень централизации и число уровней иерархии системы, организацию связей между компонентами АСУВПЗ, взаимосвязь АСУВПЗ с другими системами управления, а также возможность развития и модернизации АСУВПЗ в пределах, оговоренных техническим заданием на создание АСУВПЗ.

В ходе проектирования АСУВПЗ разрабатываются следующие виды структур:

функциональная структура;

организационная структура;

структура комплекса технических средств.

Элементами функциональной структуры АСУВПЗ являются подсистемы, функции, задачи, операции, а связями между элементами – потоки

информации, циркулирующей между ними при функционировании системы.

Элементами организационной структуры АСУВПЗ являются структурные подразделения и (или) отдельные должностные лица, связанные с функционированием АСУВПЗ, а связи между ними определяют обмен информацией, соподчинённость и взаимодействие. При проектировании АСУВПЗ целесообразно разрабатывать организационную структуру таким образом, чтобы предусмотреть создание единой службы эксплуатации АСУВПЗ.

Структура комплекса технических средств (КТС) АСУВПЗ включает:
датчики контроля аварийной загазованности и пожарной сигнализации объекта;

датчики контроля состояния технологического объекта управления (ТОУ ВПЗ);

исполнительные устройства, осуществляющие управление оборудованием ТОУ ВПЗ;

устройства предупредительной и аварийной сигнализации;

средства электроавтоматики;

средства ввода-вывода информации (устройства связи с объектом);

средства обработки информации и управления (центральные обрабатывающие устройства);

средства хранения информации;

средства обмена информацией;

оперативно-диспетчерское оборудование;

сервисное оборудование;

источники питания, конструктивы, кроссовую и коммутационную аппаратуру;

соединительные кабели, провода, жгуты.

Вариант структуры КТС распределённой многоуровневой АСУВПЗ представлен на рис. 9.10.

Структурная схема предусматривает два уровня управления:

1) нижний (локальный) уровень, реализованный на программируемых контроллерах (ПК) с последовательными интерфейсами RS 232, RS 485;

2) верхний уровень, реализованный на персональной ЭВМ.

Таким образом, АСУВПЗ строится на базе двухуровневого распределённого комплекса технических средств, функционирование которого должно обеспечиваться аппаратными и программными средствами стыковки (сопряжения).

Нижний (локальный) уровень АСУВПЗ выполняет функции автоматического непрерывного контроля состояния и программно-логического управления ТОУ ВПЗ в дежурном режиме и при обнаружении аварийной ситуации с представлением локальной информации.

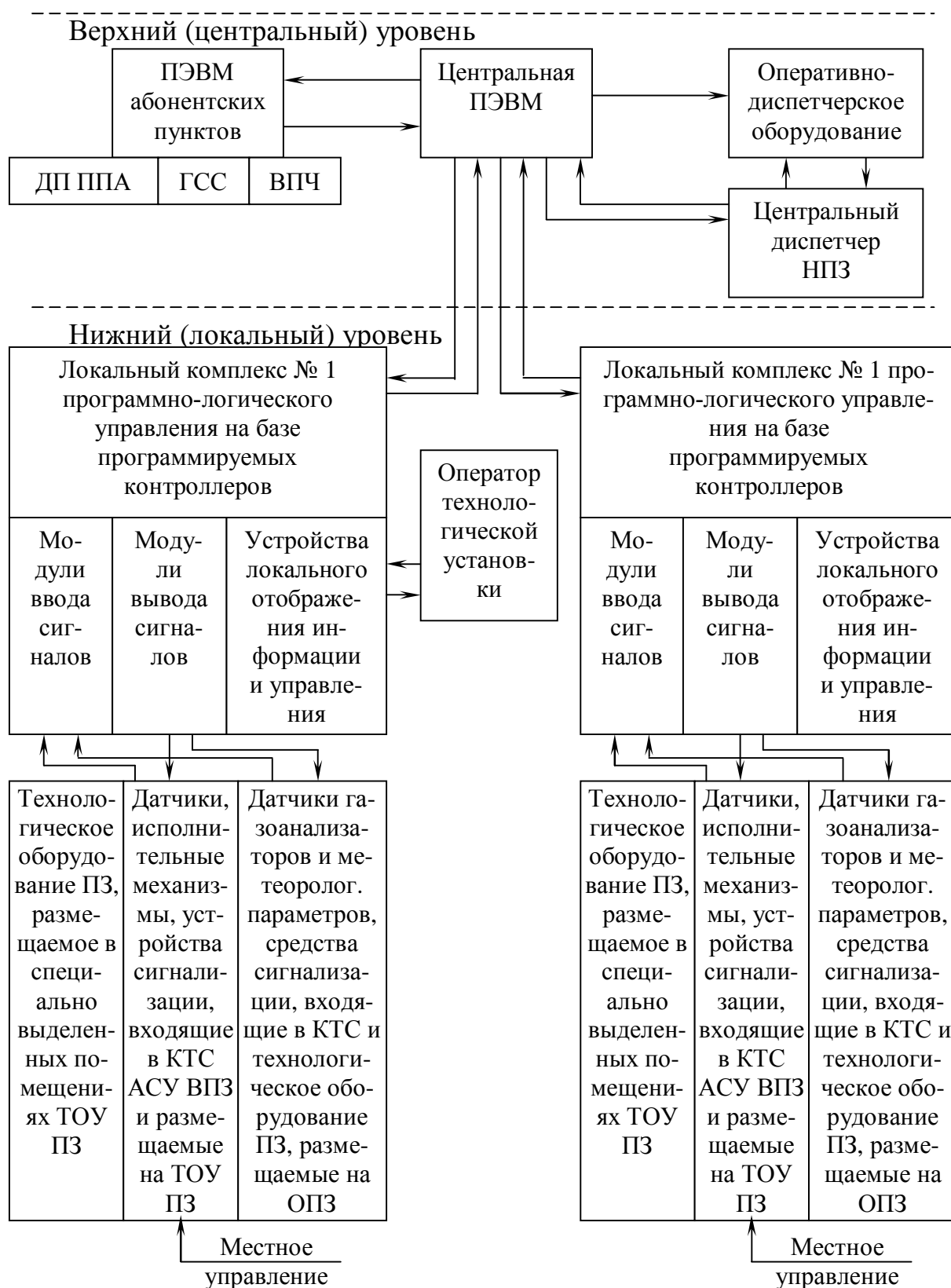


Рис. 9.10. Структура комплекса технических средств распределенной многоуровневой АСУВПЗ нефтеперерабатывающего предприятия (стрелками показано направление передачи информации и управляющих воздействий):
ДП ППА – диспетчерский пункт противопожарной автоматики

Верхний (центральный) уровень выполняет функции централизованного представления информации оператору АСУВПЗ, передачи нижнему уровню команд автоматического дистанционного управления, контроля и координации функционирования подсистем нижнего уровня АСУВПЗ. Предусматривается возможность автономного функционирования локальных подсистем (например, при отказе верхнего уровня). В этом случае информацию об аварийной ситуации и состоянии ТОУ ВПЗ можно получить от устройств отображения информации, входящих в состав соответствующих локальных комплексов нижнего уровня. Автоматизированное управление (дублирующее автоматическое) осуществляется с помощью средств ручного управления этих комплексов.

Каждый локальный комплекс ПК управляет "своим" участком или видом ТОУ ВПЗ (канальными модулями газоанализаторов-сигнализаторов, электрозадвижками САЗ и т.д.)

Локальные комплексы располагаются в местах, приближенных к управляемому технологическому оборудованию ВПЗ (например, в операторных технологических установок).

В нормальном режиме функционирования АСУВПЗ (при отсутствии отказов) локальные комплексы не требуют постоянного пребывания оперативного персонала. Развитие распределенной АСУВПЗ при расширении ТОУ ВПЗ (появлении дополнительных установок пожарной автоматики, систем подавления взрыва и систем автоматической защиты) обеспечивается за счёт подключения к системе дополнительных локальных комплексов в пределах, соответствующих возможностям используемых средств ВТ.

Технические средства верхнего (центрального) уровня АСУВПЗ располагаются в специальных помещениях – диспетчерских пунктах АСУВПЗ объекта, где предусмотрено непрерывное круглосуточное дежурство операторов системы, а нижнего уровня АСУВПЗ – в операторных технологических установок.

Обмен информацией между техническими средствами верхнего и нижнего уровней АСУВПЗ осуществляется по уплотнённым каналам связи в соответствии с принятыми протоколами обмена.

При создании конкретной АСУВПЗ необходимо обеспечить соответствие технических требований к АСУВПЗ общим требованиям, установленным ГОСТ 24.104. "Единая система стандартов АСУ. Автоматизированные системы управления. Общие требования", и требованиям технического задания (ТЗ). Эти требования следующие:

а) АСУВПЗ должна обеспечивать согласованное управление и контроль состояния работы ТОУ ВПЗ в реальном времени, в условиях непрерывного круглосуточного режима эксплуатации;

б) АСУВПЗ должна выполнять функции в объеме не меньше, чем предусмотрено действующими нормами и правилами пожарной автоматики;

в) АСУВПЗ должна обладать уровнем надёжности, устанавливаемым техническим заданием. Общий порядок оценки надёжности АСУВПЗ – в соответствии с ГОСТ 24.704. "Единая система стандартов АСУ. Надёжность автоматизированных систем управления. Основные положения";

г) сбор, обработка, передача и представление информации о пожаре должны осуществляться автоматически. Представление информации о неисправностях системы должно осуществляться как автоматически, с учётом приоритета важнейших в данный момент времени сообщений, так и автоматизированно, по запросу оператора;

д) должна быть предусмотрена защита данных, размещаемых в запоминающих устройствах комплекса технических средств (КТС) АСУВПЗ, от разрушений при сбоях в электропитании и от несанкционированного доступа к ним;

е) при разработке программной документации АСУВПЗ следует разработать меры защиты программ от ошибочных действий оперативного персонала;

ж) АСУВПЗ в целом и все виды её обеспечений должны быть приспособлены к модернизации и, при необходимости, к наращиванию системы;

з) КТС АСУВПЗ должен обеспечиваться электроснабжением по первой категории согласно ПУЭ;

и) оперативный персонал АСУВПЗ должен иметь уровень подготовленности, достаточный для выполнения своих функций, определяемых организационным обеспечением системы.