

А.В. Боровский, В.В. Братищенко

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ
ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Учебное пособие

Министерство образования и науки Российской Федерации
Байкальский государственный университет

А.В. Боровский, В.В. Братищенко

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ
ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Учебное пособие

Иркутск
Издательство БГУ
2017

УДК 004.82 (075.8)
ББК 32.97я7
Б83

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Байкальского государственного университета

Рецензенты д-р экон. наук, проф. А.П. Черников,
канд. техн. наук, доц. А.В. Сорокин

Боровский А.В.

Б83 Проектирование компьютерных систем для предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Боровский, В.В. Братищенко. – Иркутск : Изд-во БГУ, 2017. – 194 с. – Режим доступа: lib-catalog@bgu.ru.

Приводятся основные сведения по проектированию компьютерных систем промышленных предприятий. Подробно рассматриваются требования к постановке задачи на проектирование. Разбираются отечественные и зарубежные стандарты процесса проектирования и его документирования. Большое внимание уделяется технической составляющей процесса проектирования. Приведены образцы документов и схем.

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

УДК 004.82 (075.8)
ББК 32.97я7

© Боровский А.В.,
Братищенко В.В., 2017
© Издательство БГУ, 2017

Оглавление

Введение	5
Глава 1. Основы инновационной деятельности на производстве	6
1.1. Классификация компьютерных систем на производстве	6
1.2. Заказчик и разработчик должны найти друг друга	8
1.3. Инициативный работник	9
1.4. Роль руководителей предприятия	10
1.5. Статьи расходов предприятия	11
1.6. Источники инвестиций компании в оборудование	14
1.7. Ремонт или техническое перевооружение?	14
1.8. Проекты, направленные на повышение надежности	15
1.9. Проекты, направленные на повышение эффективности	18
1.10. Годовое или перманентное планирование?	18
1.11. План проектно-изыскательских работ	19
1.12. Организационные мероприятия	20
1.13. Выводы главы 1	21
Глава 2. Информационные технологии, направленные на повышение эффективности управления предприятием	23
2.1. Технология управления	23
2.2. Вопросы планирования	23
2.3. Управление производством	24
2.4. Бюджетирование	25
2.5. Системы поддержки принятия решений	26
Глава 3. Конкурс по выбору подрядчика	28
3.1. Определение состава работ	29
3.2. Определение состава закупок	32
3.3. Задание на проектирование	32
3.4. Определение стоимости первоначального лота	34
3.5. Двухстадийный конкурс на компьютерные системы	34
Глава 4. Государственная нормативно-техническая документация	36
4.1. Законы и постановления Правительства РФ	36
4.2. Национальные стандарты	38
4.3. Корпоративные НТД	39
4.4. О техническом регулировании в Российской Федерации	39
4.5. О западноевропейских комиссиях по стандартизации	42
Глава 5. Техническое задание на разработку и внедрение компьютерной системы	46
5.1. Состав ТЗ	46
5.2. Общие вопросы	46
5.3. Требования к системе	47
5.4. Порядок испытания и приемки КС в эксплуатацию	62
5.5. Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту ПТК	63

Глава 6. Проект полевого уровня.....	66
6.1. Граница полевого уровня	66
6.2. Какие вопросы рассматривает проект полевого уровня КС.....	66
6.3. Штампы на документах проекта.....	67
6.4. Ведомость проекта	68
6.5. Пояснительная записка	69
6.6. Схемы автоматизации	71
6.7. Система классификации и кодирования оборудования и сигналов	72
6.8. Электрические принципиальные схемы устройств полевого уровня	73
6.9. Перечень устройств полевого уровня.....	77
6.10. Перечни входных и выходных сигналов ПТК	78
6.11. Маркировка электрических цепей.....	79
6.12. Клемники полевых устройств	79
6.13. Проектирование кабельной системы.....	80
Глава 7. Проект программно-технического комплекса	83
7.1. Разбиение ПТК на функциональные узлы	83
7.2. Проектирование контроллера функционального узла.....	84
7.3. Верхний уровень ПТК	85
7.4. План расположения средств ПТК на объекте	85
Глава 8. Проектирование видов обеспечения ПТК.....	87
8.1. Общесистемные решения.....	87
8.2. Математическое обеспечение	87
8.3. Информационное обеспечение	89
8.4. Программное обеспечение	91
8.5. Организационное обеспечение	94
Глава 9. Системы автоматизированного проектирования	95
9.1. Расшифровка и толкование аббревиатуры САПР	95
9.2. Цели создания и задачи	96
9.3. Состав и структура.....	96
9.4. Подсистемы	97
9.5. Компоненты и виды обеспечения	97
9.6. Классификация по отраслевому назначению.....	99
Список рекомендуемой литературы	102
Список сокращений.....	109
Приложения.....	111

Введение

Современное производство немыслимо без использования компьютерных систем различного назначения. Компьютерные системы повышают эффективность и надежность производства. Что это значит, мы подробнее рассмотрим далее.

На строящихся производствах компьютерные системы проектируются изначально и органически встроены в процесс производства.

На старых предприятиях, оснащенных аналоговыми, а также цифровыми системами управления предыдущего поколения, возникает проблема технического перевооружения. Старые системы должны быть демонтированы и заменены современными компьютерными. Некоторые руководители говорят, пусть старое производство доживет свой век со старой системой управления, затем его нужно снести и на его месте построить новое производство с современной системой управления. Однако, такой подход неприемлем по следующим причинам:

- во-первых, сроки службы основного оборудования (80–100 лет) превышают в разы сроки службы элементов системы управления (20–30 лет), поэтому систему управления придется заменить 2 или 3 раза, пока работает основное оборудование;

- во-вторых, приборостроительная промышленность уже сняла с производства элементы старых систем управления, и поэтому просто поменять вышедший элемент на свой аналог невозможно;

- в-третьих, компьютерная система позволяет улучшить ведение технологического процесса, и как следствие – повысить его эффективность;

- в-четвертых, внедрение новой системы снижает аварийность производства, т.е. повышает его надежность;

- в-пятых, компьютерная система предоставляет целый спектр новых возможностей для персонала, что является весьма заманчивым, особенно для молодых работников.

Таким образом, на давно работающих предприятиях неизбежен процесс технического перевооружения систем управления.

Руководство нашей страны постоянно говорит о необходимости обновления оборудования и внедрения инноваций в промышленности. Нельзя откладывать эти процессы на 50–100 лет. Процесс обновления оборудования должен вестись перманентно. Техническое перевооружение систем управления производством – составная часть развития и совершенствования промышленности.

В данном курсе лекций Вы познакомитесь с основами проектирования компьютерных систем для промышленных производств, а также с методологией и технологией инновационной деятельности в промышленности в сфере систем управления технологическим оборудованием и производством в целом.

Методической основой данной книги является нормативно-техническая документация государственного, отраслевого и корпоративного уровней, принятая в Российской Федерации [1–10, 12–82, 99], книги [84–92], статьи [100–101], электронные источники [11, 82–83, 93–98, 102–115].

Глава 1. Основы инновационной деятельности на производстве

1.1. Классификация компьютерных систем на производстве

Прежде чем начать изложение материала курса лекций, давайте договоримся о терминологии.

Автоматизированные системы управления (АСУ) – комплекс технических и программных средств, обеспечивающий управление объектом в производственной или административной среде.

На промышленном предприятии необходимо, во-первых, управлять оборудованием. Реализуют такое управление «автоматизированные системы управления технологическим процессом», сокращенно АСУ ТП. Примерами единиц оборудования могут служить в энергетике – котельный агрегат, турбина, цех химводоочистки, цех топливоподачи; в металлургии – конвертор, прокатный стан; в нефтехимии – установка по производству химического реагента, ректификационная колонна и т.п. Во-вторых, часто приходится управлять территориально распределенными техническими системами. Такое управление реализуют «автоматизированные системы диспетчерского управления», сокращенно АСДУ. Примерами могут служить тепловые или электрические сети в региональных энергосистемах, трубопроводные системы по перекачке нефти и природного газа, системы управления железнодорожным транспортом и т.п. В-третьих, широкое распространение получили «автоматизированные системы управления предприятием», сокращенно АСУП. Такие системы используются для автоматизации работы управленческого персонала предприятий и компаний и сосредоточены в исполнительных дирекциях предприятий и компаний. АСУП могут включать: 1) системы планирования производства, 2) бухгалтерские программы, 3) складские программы, 4) системы контроля наработки оборудования и его ремонтов, 5) системы слежения за выработкой продукции, 6) системы автоматизированного делопроизводства и др.

В западноевропейской аббревиатуре первая из вышеперечисленных систем называется **ERP** (*Enterprise Resource Planning*), что означает «Планирование ресурсов производства».

Дадим выписку из Википедии:

«**ERP** – организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения, обеспечивающего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности.

ERP-система – конкретный программный пакет, реализующий стратегию ERP.

Концепция ERP сформулирована в 1990 году аналитиком (Gartner) как видение развития методик MRP II (Manufacturing Resource Planning) и CIM (*Computer-Integrated Manufacturing*), в начале – середине 1990-х годов появилось несколько успешных тиражируемых ERP-систем для крупных организаций, наиболее известные – разработки компаний Ваап (*нидерл.*), Oracle, PeopleSoft, SAP, JD Edwards, сформировался рынок услуг по внедрению ERP-систем с участием компаний большой четвёрки, в 2000-е годы произошла консолидация поставщиков, появилось значительное количество ERP-систем для малого и среднего бизнеса, наиболее известными поставщиками которых стали Sage Group и Microsoft.

Внедрение ERP-системы считается фактически необходимым условием для публичной компании и, начиная с начала 2000-х годов, ERP-системы, изначально внедрявшиеся только промышленными предприятиями, эксплуатируются большинством крупных организаций вне зависимости от страны, формы собственности, отрасли»

Четвертая и пятая из систем, указанных выше, носит аббревиатуру **MES** (*от англ. manufacturing execution system, система управления производственными процессами*) – специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства. MES-системы относятся к классу систем управления уровня цеха, но могут использоваться и для интегрированного управления производством на предприятии в целом. На производстве существует определенное соотношение между управляющими и информационными системами. Первые две: АСУ ТП и АСДУ – являются управляющими системами, третья: АСУП – является информационной системой. С другой стороны, АСУ ТП и АСДУ в обязательном порядке содержат информационную подсистему. Кроме нее в состав АСУ ТП и АСДУ входят другие подсистемы: автоматического регулирования, дистанционного управления, сигнализации, технологических защит и блокировок оборудования, функционально-группового управления, производственно-технического анализа и возможно какие-то дополнительные по необходимости.

Система АСУП собирает информацию, используя автоматизированный и ручной ввод, складывает ее в базах данных, предоставляет функции проверки, сортировки и обработки собранной информации, решает плановые, складские, производственно-технические, бухгалтерские и другие задачи, и предоставляет обработанную информацию управляющему персоналу предприятия или компании. Взаимодействие между управленческим персоналом осуществляется при помощи «системы автоматизированного делопроизводства». Окончательные решения всегда принимает директор предприятия или компании или его заместители согласно своим должностным обязанностям.

Отметим, что в технике существует два термина: «автоматические системы» и «автоматизированные системы». Различие между этими понятиями

следующее. Термин «автоматическая система» применяется, когда управление осуществляется без вмешательства человека. Второй термин «автоматизированная система» – используют, когда человек участвует в процессе управления, а система лишь помогает человеку. На современном производстве применяются и те и другие системы.

Разработка автоматических систем производится, во-первых, когда быстроедействие технологического процесса (время τ , необходимое для выполнения операций по управлению технологическим процессом) становится меньше времени реакции человека $\tau < 1$ с. В этих условиях человек не успевает управлять процессом и его волей-неволей приходится исключать из процесса управления. К числу автоматических систем относятся все автоматические регуляторы, которые поддерживают в заданном диапазоне значения технологических параметров процесса, сюда относятся также системы технологических защит и блокировок оборудования, все электрические защиты от короткого замыкания и многие другие системы. Во-вторых, автоматика применяется в опасных зонах, в которых появление человека становится невозможным. К ним относятся атомный реактор, зоны химических реакций, производство токсических веществ, космическая техника и др. В-третьих, автоматику разрабатывают для ситуаций, когда объем информации, обрабатываемой для принятия управленческих решений, слишком большой. Сюда можно отнести автоматику фото и телекамер, а также многие сервисы, связанные с обработкой текстов, изображений и баз данных.

Хотелось бы отметить, что информационные системы в чистом виде (т.е. обладающие только функцией просмотра информации) встречаются крайне редко. В большинстве случаев хорошие компьютерные программы оснащаются функциями специализированной автоматической обработки информации, а также функциями защиты и блокировки от вредных действий, что выводит их за рамки чисто информационных систем. Более правильным являлся бы термин «пользовательские программные системы». Такие системы являются аналогами АСДУ. Программа предоставляет пользователю набор сервисов, при помощи которых пользователь изменяет содержимое баз данных, которые, в данном случае, являются объектами управления.

1.2. Заказчик и разработчик должны найти друг друга

В процессе внедрения компьютерной системы на любом предприятии всегда фигурируют две стороны: заказчик и разработчик. Обычно, разработку или покупку уже готовой системы инициирует заказчик. Появлению разработчика всегда предшествует длительный подготовительный период, в течение которого заказчик «варится в собственном соку», т.е.:

- осмысливает необходимость разработки или покупки компьютерной системы;
- ищет разработчика (продавца);
- оценивает стоимость внедрения;

- доказывает ее необходимость и выгоду для производственных целей перед вышестоящим руководством;
- включает работу в планы компании.

В этот период на заказчика может оказать влияние рекламная деятельность фирмы разработчика. Заказчику должны попасться на глаза – (1) сайт разработчика, рекламные проспекты фирмы разработчика, которые могут (2) прийти по почте, или могут быть получены (3) на научно-технической конференции или выставке, или он должен услышать на семинаре (4) доклад представителя фирмы. Возможны также (5) личные контакты с дилерами фирмы разработчика. Для производителей очень существенным является (6) просмотр демо-версий программного обеспечения разработчика. В сложных случаях неизбежна (7) поездка на предприятие, где разработка была внедрена, и (8) сбор мнений эксплуатирующего персонала о недостатках новой системы. Иногда выезжают на завод-производитель для (9) ознакомления с качеством производства.

Иногда, информация о новых разработках поступает сверху через научно-технические отделы (НТО), которые имеются на некоторых предприятиях, и главного инженера предприятия.

Как правило, имеется не одно, а несколько предложений со стороны разных фирм. В результате возникает сложная проблема выбора конкретной разработки и конкретного подрядчика. Она приводит к проведению конкурсных торгов.

Рассмотрим некоторые проблемы «подготовительного» периода, и как они решаются в крупной компании.

1.3. Инициативный работник

Как правило, начинается все с появления на рабочем месте инициативного работника, понимающего необходимость технического перевооружения. Обычно, это начальник среднего звена: начальник цеха, отдела или службы предприятия или компании. Эти люди знают производство и могут обосновать необходимость технического перевооружения. Первым делом инициативный работник осмысливает проблему самостоятельно, затем ставит её перед вышестоящим руководством (главный инженер и директор предприятия). Заинтересовать директора или главного инженера предприятия могут следующие идеи:

- Коммерческая выгода проекта;
- Повышение надежности работы оборудования (снижение количества отказов);
- Устранение человеческого фактора в управлении оборудованием;
- Сокращение временного лага для принятия решения руководством;
- Ликвидация бумажного делопроизводства;
- Сокращение персонала (не всегда);
- Повышение привлекательности производства для молодежи;
- Повышение веса руководителя в глазах руководства и т.д.

Возможны также совершенно экзотические идеи, никак не связанные с реальной выгодой для компании. (Например, в ВУЗах борьба с вышестоящей бюрократией приводит к появлению высокоэффективных информационных систем.) На данном этапе все зависит от изобретательности инициативного работника. Если руководство предприятия не поддержало идею, оно вычеркнет предложение из любых планов.

1.4. Роль руководителей предприятия

Роль руководителей предприятия: директора и главного инженера – в вопросах внедрения новой техники исключительно высока. По существу от деятельности этих людей зависит судьба инноваций.

В крупной компании главный инженер предприятия:

- Организует подготовку предложений по техническому перевооружению и реконструкции (ТПиР) предприятия, проектно-изыскательским работам (ПИР) в подразделениях предприятия (цеха, отделы, службы, лаборатории и др.);
- Заслушивает и разбирает поданные предложения;
- Формирует портфель предложений предприятия для ИД (исполнительная дирекция) компании;
- Защищает предложения предприятия в ИД;
- Участвует в конкурсных торгах по закупке оборудования и выбору подрядчиков на исполнение работ;
- Организует работу по исполнению принятых проектов;
- Контролирует выполнение работ;
- Организует приемку работ у подрядчиков;
- Организует обучение персонала работе на новом оборудовании.

Роль директора предприятия несколько иная. Она заключается:

- В создании организационного механизма, обеспечивающего реконструкцию, техническое перевооружение и модернизацию предприятия;
- В расстановке кадров, способных осуществлять указанные мероприятия;
- В третейских разбирательствах (решении спорных вопросов);
- В защите финансовых планов предприятия перед вышестоящими инстанциями.

На практике роль директора и главного инженера предприятия очень высока. Без их поддержки ни одно предложение не будет реализовано. В российской тяжелой промышленности руководители предприятий (директор и главный инженер) – это, как правило, инженеры со стажем работы на данном предприятии не менее 15–20 лет, прошедшие лестницу должностей. Эти руководители знают предприятие и его оборудование «как свои пять пальцев». Они прекрасно осведомлены о слабых местах оборудования, о степени его изношенности, о проблемах предприятия. Их «невозможно обмануть» в технических и финансовых вопросах. Современная практика показывает, что нарушение кадрового подбора руководителей приводит к аварийной и неэффективной работе предприятий.

1.5. Статьи расходов предприятия

В условиях достигнутой поддержки со стороны руководителей предприятия инициативный работник получит задание – включить обсуждаемое предложение в инвестиционный план предприятия на следующий год.

При этом сразу возникнут следующие вопросы:

- Какие документы нужно оформить для включения в план?
- Куда направить подготовленные документы и в какие сроки?
- По какой статье запрашивать финансирование работы?

Рассмотрим для определенности проект, связанный с разработкой и внедрением новой компьютерной системы взамен действующей, физически и морально устаревшей. К этому кругу вопросов относится внедрение как новых компьютерных систем класса АСУ ТП и АСДУ взамен старых аналоговых на ламповой, транзисторной и релейной технике, так и новых компьютерных информационных систем класса АСУП взамен существующей бумажно-карандашной системы управления предприятием.

Начать следует с установления статей расходования средств на предприятии. К их числу относятся:

1) Закупки сырья и расходных материалов.

Каждое предприятие покупает сырье, необходимое для осуществления производства товара. Для тепловой электростанции – это уголь и вода, для нефтехимиков – это нефть, для алюминиевого завода – это глинозем, для металлургов – это руда и кокс. Расходные материалы могут включать в себя горюче-смазочные материалы (ГСМ), химические вещества, катализаторы и т.п.

2) Фонд оплаты труда (ФОТ).

Работникам предприятия необходимо ежемесячно выплачивать зарплату. В связи с этим предприятие формирует фонд оплаты труда.

3) Ремонты.

Оборудование предприятия необходимо ежегодно ремонтировать, чтобы восстанавливать его работоспособность до первоначального уровня. Сформулируем понятие:

Ремонт – *восстановление деградировавшей технологической схемы предприятия до состояния, заложенного в первоначальном проекте.* Ремонт предполагает замену вышедших из строя или потерявших свой ресурс элементов технологической схемы на новые идентичные элементы. Ремонты бывают текущие, планово-предупредительные (ППР) и аварийные. Текущий ремонт осуществляется без останова, либо с краткосрочным остановом оборудования. В период ППР производится длительный останов технологической установки, на протяжении которого заменяют элементы оборудования, потерявшие свой ресурс. Аварийные ремонты предполагают внеплановую замену внезапно вышедших из строя элементов оборудования.

4) Техническое перевооружение и реконструкция (ТПиР).

Дадим здесь определения реконструкции, технического перевооружения и модернизации предприятия. Это различающиеся понятия.

Реконструкция действующих предприятий – *переустройство существующих цехов и объектов основного, подсобного и обслуживающего назначения, как правило, без расширения имеющихся зданий и сооружений. Реконструкция связана с совершенствованием производства и повышением его технико-экономических показателей (ТЭП) на основе достижений научно-технического прогресса (НТП), осуществляемое по комплексному проекту на реконструкцию предприятия в целях увеличения производственных мощностей, улучшения качества и изменения номенклатуры продукции, в основном, без увеличения численности работающих при одновременном улучшении условий труда и охраны окружающей среды.*

Реконструкция всегда осуществляется с изменением технологической схемы предприятия и направлена на повышение его ТЭП.

Техническое перевооружение действующих предприятий – *комплекс мероприятий по повышению технико-экономического уровня отдельных цехов и участков предприятий на основе внедрения передовой техники и технологий, механизации и автоматизации производства, модернизации и замены устаревшего и физически изношенного оборудования, новым, более производительным, а также совершенствованию общезаводского хозяйства и вспомогательных служб.*

Техническое перевооружение относится к мероприятиям рангом ниже, чем реконструкция. Технологическая схема производства изменениями не охватывается. Однако, возможна замена отдельных подсистем оборудования на более современные с улучшенными характеристиками. Замена старых систем управления оборудованием на современные компьютерные как раз относится к понятию «технического перевооружения». Внедрение информационных систем в звене управления производством – также относится к понятию «технического перевооружения» производства.

Модернизация оборудования – *замена отдельных частей и узлов оборудования на аналоги с улучшенными характеристиками.*

Понятие модернизации на производстве относится к мелким работам, к числу которых относятся, например, замены отдельных электродвигателей и насосов на улучшенные аналоги, замены отдельных блоков регуляторов или защит оборудования и т.д.

5) Проектно-изыскательские работы (ПИР).

Новое строительство, реконструкция предприятия, некоторые виды технического перевооружения предваряются проектно изыскательскими работами. Такие работы завершаются появлением проекта. Более подробно, что такое проект компьютерной системы, из каких частей и документов он состоит, мы будем рассматривать ниже. Любой проект имеет две цели: расчет стоимости оборудования и всех работ по внедрению системы, и, во-вторых, изготовление документации, необходимой для проведения монтажа и наладки новой системы.

6) Новое строительство.

Расширение предприятия сопровождается новым строительством. Сюда относят строительство новых цехов, больших единиц оборудования, новых зданий и сооружений, новых подъездных путей, складов и т.п. Новое строительство обычно выносят в отдельный пункт затрат предприятия или компании.

7) Закупки оборудования.

На крупных предприятиях закупки оборудования обычно выделяют в отдельную статью затрат. Оборудование делят на то, которое «требует монтажа», и на то, которое «не требует монтажа».

8) Непроизводственные затраты.

Из этой статьи расходов крупные предприятия финансируют строительство или покупку жилья для своих работников, содержание домов отдыха, профилакториев, детских летних лагерей, сюда же относятся скидки на санаторно-курортные путевки, содержание столовых и другое.

9) Выплаты по налогам и кредитам.

Предприятие платит многочисленные налоги в казну государства и региона. Также предприятие должно оплачивать ранее взятые кредиты. Эти статьи расходов мы здесь рассматривать не будем, так как этому вопросу посвящены курсы по налогообложению и кредитам.

10) Выплаты дивидендов в акционерных обществах.

Обычно каждой из указанных статей затрат на предприятии или в компании занимаются свои подразделения исполнительной дирекции. Например, в региональных энергетических компаниях статьями затрат (1)-(10) занимаются: 1) топливно-транспортная служба (ТТС), 2) отдел труда и заработной платы (ОТиЗ), 3) служба ремонтов, 4) службы Главного инженера, 5) производственно-техническая служба (ПТС), 6) отдел капитального строительства (ОКС), 7) Отдел материально-технического снабжения (ОМТС), 8) отдел социального развития (ОСР), 9-10) бухгалтерия. Названия подразделений на разных предприятиях могут отличаться, но смысл их деятельности сохраняется – планирование и контроль различных статей затрат.

Работы по разработке и внедрению компьютерных систем в промышленности, могут производиться при новом строительстве, реконструкции и техническом перевооружении предприятий. В последних двух случаях, эти работы затрагивают статьи затрат: (5) ПИР и (4) ТПИР. Работы по полемому уровню систем частично могут производиться за счет средств, выделяемых на ремонты по пункту (3). Задействована также будет статья затрат (7) – закупки оборудования. Контактировать придется при планировании и организации работ со службами

Главного инженера и ОМТС. В случае нового строительства добавится взаимодействие с ОКС – отделом капитального строительства.

1.6. Источники инвестиций компании в оборудование

Руководство любой крупной промышленной компании всегда делит затраты, запланированные для работы компании на текущий год, на две части. Первая часть формирует себестоимость товара. Это затраты абсолютно необходимые для производства товара в текущем году. Вторая часть включает в себя перспективные затраты, нацеленные на повышение эффективности работы предприятия в будущем. Они осуществляются из прибыли компании.

Статьи затрат (1–3) и частично статью (4) относят к себестоимости товара. Почему частично – об этом ниже. Оставшуюся часть статьи (4) и статьи (5–8) – финансируют из прибыли. В случае, если финансовое состояние предприятия ухудшится, директор начнет в первую очередь сокращать затраты, финансируемые из прибыли. В этом смысле статья «техническое перевооружение и реконструкция» всегда находится в условиях финансовых рисков, т.е. под угрозой недофинансирования. Есть прибыль – работы ведутся, нет прибыли – работы откладываются «на потом».

Амортизация – часть выручки компании, направляемая на восстановление оборудования. Если оборудование служит 50 лет, то это ежегодно 1/50 от первоначальной стоимости оборудования в пересчете на текущий курс рубля.

Прибыль – это то, что останется от полного дохода компании после осуществления затрат на себестоимость производства товара.

Таким образом, предприятие может инвестировать в перспективное оборудование

- амортизацию;
- прибыль.

1.7. Ремонт или техническое перевооружение?

Действующие системы управления технологическими процессами и производством постепенно деградируют. Из-за физического износа, неправильной эксплуатации, неверных действий персонала и по другим причинам выходят из строя отдельные элементы систем управления. Количество вышедших из строя элементов со временем увеличивается. После многих лет эксплуатации, не все из этих элементов могут быть заменены на свои идентичные копии или функциональные аналоги, так как электронная промышленность постепенно снимает с производства морально устаревшие элементы. Наконец, наступает момент истины, когда необходимо ставить вопрос не о ремонте системы управления, а о ее техническом перевооружении, т.е. о замене на современное компьютерное оборудование. Временной лаг постановки вопроса о техническом перевооружении действующей системы зависит от скорости перемен в электронной промышленности страны. Можно отметить следующие этапы развития электроники: 1) этап

ламповых устройств, 2) этап транзисторных устройств, 3) этап микропроцессорных устройств. Граница между этапами 1 и 2 проходила в конце 60-х, начале 70-х годов. Переход к этапу 3 начался в промышленности в конце 90-х начале 2000-х годов.

При замене старых систем управления на новые компьютерные объективно возникают два процесса. Во-первых, происходит восстановление функций деградировавшей системы управления до проектного уровня. Этот процесс относится к прерогативе ремонтной деятельности. Во-вторых, происходит появление новых функций, которыми не обладала старая система. Второй процесс составляет смысл технического перевооружения. Следовательно, разработка и внедрение новой компьютерной системы может финансироваться из двух источников: из амортизации и прибыли. Такая разновекторность процесса финансирования одной разработки является объективной, однако, противоречит действующим бухгалтерским правилам, которые требуют отнесения разработки к одному источнику финансирования.

Решение этой бухгалтерской задачи во многих компаниях реализовано следующим образом. Все проекты, связанные с техническим перевооружением, делят на два вида:

- 1) проекты, направленные на восстановление надежности,
- 2) проекты, направленные на повышение эффективности.

Первый вид проектов, финансируют из амортизации, второй вид проектов финансируют из прибыли (в том числе из привлеченных средств).

Руководители предприятий обычно знают соотношение амортизационной и эффективной составляющих в общей сумме инвестиций в оборудование предприятия и могут решить, к какому виду следует отнести разработку для включения предложения в план.

1.8. Проекты, направленные на повышение надежности

Для оформления предложения, направленного на повышение надежности на предприятиях энергетики принята следующая схема. Оформляется документ под названием «Паспорт проекта, направленного на повышение надежности». Примерный вид такого документа представлен в приложении 1.1. (Названия и цифры условные.). В основу документа положен «метод анализа иерархий» из системного анализа.

Метод Анализа Иерархий (выписка из википедии) – *математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений*. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение, какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к её решению. Этот метод разработан американским математиком Томасом Саати, который написал о нем книги, разработал программные продукты и в течение 20 лет проводит симпозиумы ISAHN (International Symposium on Analytic Hierarchy Process). МАИ широко используется на практике и активно развивается учеными

всего мира. В его основе заложены и *психологические* аспекты. МАИ позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения. Метод Анализа Иерархий используется во всем мире для принятия решений в разнообразных ситуациях: от управления на межгосударственном уровне до решения отраслевых и частных проблем в бизнесе, промышленности, здравоохранении и образовании. Для компьютерной поддержки МАИ существуют программные продукты, разработанные различными компаниями.

Паспорт состоит из следующих компонент: эмблемы компании, названия предприятия, названия компании и наименования инвестиционной программы. Далее следует наименование проекта, общая стоимость, стоимость проектных работ и баллы по четырем критериям, суммарный балл. Далее следуют подписи директора, главного инженера предприятия и согласующие визы начальников служб Исполнительной Дирекции компании, курирующих данное направление.

Вторая страница паспорта представляет собой краткую пояснительную записку к предложению, которая строится по следующей схеме:

- наименование проекта;
- описание существующей ситуации;
- описание проекта;
- описание возможных рисков в условиях невыполнения проекта;
- возможные дополнительные эффекты;
- описание сроков внедрения;
- возможные периоды внедрения;

На третьей странице паспорта представлен расчет баллов по используемым критериям. На четвертой странице – сведения о выпуске продукции на данном оборудовании.

В паспорте введены несколько критериев по надежности и путем ранжирования проектов по данным критериям определяется их приоритетность:

- критерий 1 – Износ оборудования;
- критерий 2 – Требования нормативно-технической документации и инспектирующих органов;
- критерий 3 – Отказы оборудования;
- критерий 4 – Ущерб от остановки оборудования из-за отказа.

Каждый критерий имеет оценку в баллах от 1 до 10.

Критерий 1 определяет физический износ оборудования, его техническое состояние, влияющее на надежность работы. Данный критерий основывается на актах, протоколах, заключениях по техническому диагностированию, выполненных специализированными организациями или заключениями соответствующих служб предприятия (компании) по результатам проведенных испытаний о техническом состоянии оборудования и возможности его дальнейшей эксплуатации.

Критерий 2 характеризует требования НТД (нормативно-технической документации) и инспектирующих органов к устройству, технической и безопасной эксплуатации оборудования, обеспечивающих их надежность.

Критерий 3 определяет для каждой категории оборудования возможность отказов и отражает статистику отказов. В данном случае, не учитываются отказы оборудования, вызванные неправильными действиями персонала. Статистика по отказам приводится с последнего капитального ремонта оборудования.

Критерий 4 характеризует ущерб от отключения (аварии) оборудования. При этом необходимо учитывать следующие факторы:

- время ликвидации аварии;
- затраты на восстановительный ремонт, недоотпуск продукции, восстановление режима производства продукции;
- категорию потребителя;
- возможный размер штрафных санкций;
- упущенную выгоду, материальный ущерб.

Перечисленные критерии имеют разную значимость в общей оценке проектов по надежности. Вводится следующее распределение критериев по значимости:

Для каждого критерия определено предельное значение, которое соответствует максимальному количеству баллов – 10.

Для критерия 1 распределение баллов зависит от отношения фактического значения параметра износа оборудования (толщина стенки, овальность, твердость и т.д.), определенному по результатам объективного контроля, к нормативному значению, указанному в нормативно-технической документации.

Для критерия 2 распределение баллов зависит от величины в % отклонения от требований НТД и инспектирующих органов. 10 баллов при нарушении требований НТД и 0 баллов, если требования соблюдаются.

По критерию 3, для оборудования, по которому не должно быть отказов, принимают 10 баллов. Для других вариантов баллы распределяются в зависимости от отношения фактического числа отказов за межремонтный период к предельно возможному количеству отказов по данной категории оборудования за тот же период.

Критерий 4 оценивается в зависимости от величины ущерба в тыс. р.

После определения баллов по каждому критерию надежности оценивается общая значимость проекта. Она получается путем перемножения значимости критерия надежности на количество баллов по данному критерию. После чего полученные величины по каждому критерию складываются. Предельным значением общей значимости проекта принимается некоторое значение, например, **пять**. Если общая сумма получилась больше либо равной пяти, значит, проект следует реализовывать, если меньше, то можно отложить реализацию проекта до изменения значений по критериям. Распределив проекты по полученным значениям в порядке убывания, получим их приоритетность.

1.9. Проекты, направленные на повышение эффективности

Если проект является эффективным, то он может быть оформлен по второй схеме. Образец соответствующего паспорта проекта по эффективности представлен в Приложении 1.2. Работы по замене старых систем управления на новые компьютерные системы, как правило, не дают достаточной эффективности, чтобы оформлять их по программе «Эффективность». Дело в том, что практически вся эффективность была выжата разработчиками старых систем управления. Эти системы отслужили свой срок и потеряли надежность. Поэтому они оформляются по программе «Надежность». Паспорт проекта, направленного на повышение эффективности, также состоит из титульной страницы, далее следует описание проекта, далее обоснование эффективности.

1.10. Годовое или перманентное планирование?

В тяжелой промышленности РФ принято годовое планирование, которое является наследием плановой экономики СССР. Посмотрим, к чему это приводит на практике. Согласно подзаконным актам, смотри, например, СТП [1]: решение комиссии о включении в сводный годовой план инвестиционной деятельности компании производится на основании следующих критериев

- необходимость реализации инвестиционного проекта;
- наличие утвержденной проектно-сметной документации;
- анализ и выбор альтернативных решений;
- экономические перспективы реализации проекта, финансово-экономические показатели эффективности проекта, окупаемость проекта;
- влияние проекта на надежность поставок потребителю, общая значимость показателей надежности проекта;
- обоснованность технических решений, принятых при проектировании;
- обоснованность принятого объема капиталовложений;
- возможность реализации проекта в плановые сроки.

Таким образом, для включения предложения в План инвестиций требуется уже иметь выполненную проектно-сметную документацию. Оказывается, по правилам, действующим в промышленности, нужно включиться сначала в план проектно-изыскательских работ (ПИР). Затем выполнить Проект, затем только включаться в план инвестиций. Со сроками происходит следующее. Год уходит – на включение в план ПИР, за второй год выполняются проектные работы, третий год тратится на включение в план инвестиций, имея на руках уже выполненный проект. Лишь на четвертый год можно приступить к реализации проекта. Хорошо, если на пятый год удастся приступить к испытаниям системы. Кстати, именно по этим причинам в СССР были введены пятилетки. Дело в том, что на внедрение даже небольшой разработки в промышленности уходило минимум пять лет.

Применительно к техническому перевооружению систем управления такой подход совершенно не годится. Допускать, чтобы между появлением пред-

ложения и его реализацией проходило 4–5 лет в условиях современной динамичной экономики неприемлемо. Годовое планирование, принятое во многих российских компаниях, является организационной причиной отставания российской экономики от экономики Запада.

Решает проблему метод проектного (перманентного) планирования. Такой метод был реализован в Сталинском СССР в период Великой Отечественной Войны и после нее на этапе восстановления страны. Метод проектного планирования применяют западные корпорации. О необходимости перехода к проектному планированию в масштабах страны говорил Герман Греф на экономическом форуме Сбербанка в 2016 г. Метод проектного планирования на уровне Правительства РФ начинает внедрять Премьер РФ Дмитрий Медведев с 2017 года.

Проектное планирование ведется на перманентной основе. Проекты для реализации выбирают не один раз в год, а каждый квартал, или еще лучше – каждый месяц. Выбранный проект включают в очередь на реализацию, вне зависимости от годовых периодов. Реализация проекта производится по мере поступления финансовых средств. Работы по подготовке проектной документации и реализацию проекта не разделяют временным лагом, а ведут по совмещенному графику в едином потоке. Широко применяют типовые решения, когда полный объем проектной документации готовится только для первой системы. Для следующих систем осуществляют только привязку к объекту и учет уникальных факторов. Такой подход позволяет внедрять инновацию за один год, а не за 4–5 лет.

В тяжелой промышленности РФ для ускорения процесса обновления необходимо включить ПИР в состав затрат для предложения, уже принятого к реализации. Отдельный ПИР не делать. Именно такой подход был реализован, в частности, в ОАО «Иркутскэнерго» в 2000 годах. Работы по замене систем управления были привязаны к ремонтной кампании, которая проводится с 15 мая по 15 сентября. Поэтому на выполнение собственно проектных работ остается время с 15 сентября по 15 мая, т.е. 7 месяцев. На строительно-монтажные работы отводится время с 15 мая по 15 августа, т.е. 3 месяца. Пуско-наладочные работы проводятся с 15 августа до конца года, т.е. 4,5 месяца. (На практике все существенно сложнее из-за непредвиденных обстоятельств и косности многих управленцев, не желающих выходить за рамки правил годового планирования).

1.11. План проектно-исследовательских работ

Правила формирования планов проектно-исследовательских работ (ПИР) регулируют корпоративные подзаконные акты. Это могут быть Приказы или Стандарты предприятия (СТП). Например, в ОАО Иркутскэнерго существует СТП [2]. Указанные документы устанавливают порядок формирования, согласования и утверждения перечня проектно-исследовательских работ и **Заданий на проектирование**, а также **процедуру экспертизы**, согласования и утверждения проектно-сметной документации (ПСД) на новое строительство, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение и ликвидацию предприятий, зданий, сооружений.

Работы по созданию компьютерных систем подпадают под действие данного стандарта, так как относятся к техническому перевооружению. Для включения в план ПИР необходимо готовить и утверждать Задание на проектирование. А после завершения проектных работ проходить процедуру экспертизы проекта.

Рассмотрим определения некоторых используемых терминов:

Предпроектная документация – *ходатайство (декларация) о намерениях и обоснование инвестиций. Порядок разработки и состав обоснований инвестиций определен Сводом Правил [3].*

Проектная документация – *представляет собой комплекс документов, включающий технико-экономические обоснования, чертежи, пояснительные записки и другие материалы, определяющие объем и содержание работ по объекту строительства, а также другие предъявляемые к этим работам требования.*

Проектно-сметная документация – *это материалы, подготовленные в результате разработки проектной документации и смет на объект строительства.*

Сметная стоимость строительства *новых, расширения, реконструкции, технического перевооружения и капитального ремонта действующих предприятий, зданий и сооружений – это денежные средства, сумма которых определяется на основе проектных материалов.*

Создание объекта строительства осуществляется в **непрерывном инвестиционном процессе** с момента возникновения идеи (замысла) до сдачи объекта в эксплуатацию. Выполнение проектно-изыскательских работ является **составной частью инвестиционного процесса** и входит в план инвестиционной деятельности, направляемой на капитальное строительство»

– Стоимость проектных работ должна быть указана в паспорте проекта. Обычно она составляет 5-10 % от стоимости всего предложения.

– К Паспорту проекта прилагается **Задание на проектирование.**

Что такое Задание на проектирование и как его оформить мы рассмотрим в главе 2.

1.12. Организационные мероприятия

Основные этапы по подготовке портфеля предложений и его включению в инвестиционный план крупной компании производятся примерно по следующей схеме.

1) Сразу после новогодних праздников, фактически до 20 января, управленческая структура компании, отвечающая за подготовку инвестиционного плана, рассылает циркулярное письмо, в котором сообщает, что предприятия должны до конца февраля представить в ИД проект инвестиционных планов по каждому из предприятий.

2) До 30 января службы ИД рассылают по предприятиям информационные письма, в которых предлагают руководителям предприятий решение наиболее сложных и злободневных проблем. Это вопросы унификации оборудования при

проведении новых работ. Возможность включения в целевые программы, имеющиеся в компании. Вопросы выбора оборудования, программного обеспечения и т.д. Пример такого информационного письма представлен в Приложении 1.3.

3) В январе и феврале предприятия готовят соответствующие предложения и проект Плана инвестиций по своему предприятию. Предложения оформляются в виде паспортов по программе «Надежность», либо по программе «Эффективность». Пример паспорта проекта по программе «Надежность» представлен в Приложении 1.4. Паспорта сопровождаются доказательной базой, расчетами эффективности, актами по состоянию оборудования, актами отказов оборудования, которое предполагается к замене, предписаниями надзирающих органов (котлонадзор, энергонадзор, ростехнадзор, пожарный надзор), протоколами технических совещаний и др.

4) В марте, апреле паспорта проектов с предприятий рассматриваются в службах Главного инженера компании по направлениям. Предприятия получают визы начальников служб. В этот период предприятия могут доработать необходимую доказательную базу и паспорта проектов.

5) До конца июня все подписанные предложения сосредотачиваются в ИД, где дирекция формирует проект инвестиционного годового плана компании.

6) В мае, июне работает комиссия Главного инженера компании, в которой предприятия во главе со своими Главными инженерами защищают инвестиционные планы предприятий. При этом часть предложений выбраковывается.

7) В июле Главный инженер компании представляет Генеральному директору первый вариант инвестиционного плана компании

8) В июле, сентябре производится вторая корректировка Плана инвестиций и второй вариант Плана передается Генеральному директору.

9) С октября по декабрь План инвестиций рассматривается управляющей компанией Акционерного общества и утверждается на совете директоров компании в конце декабря.

10) До конца февраля следующего года появляются окончательные корректировки Плана, связанные с точными расчетами годовой прибыли.

11) В марте появляется окончательно утвержденный инвестиционный план текущего года.

Здесь описана организационная схема годового планирования. На любом этапе предложение предприятия может быть вычеркнуто из Плана инвестиций. Или его исполнение отодвинуто на будущее, т.е. на год-два. Очевидны недостатки системы годового планирования инвестиций. Такая система тормозит внедрение важных проектов. На бюрократические процедуры уходит, по меньшей мере, целый год.

1.13. Выводы главы 1

В крупной компании, для включения предложения по разработке и внедрению компьютерной системы (неважно информационной или управляющей) для предприятия в годовой план инвестиций необходимо подготовить:

1) Паспорт проекта по программе «Надежность» или «Эффективность» (или аналогичный документ). Паспорт должен включать суммы затрат на проектирование и на разработку и внедрение системы.

2) Задание на проектирование системы.

3) Обосновывающие документы (расчеты эффективности, статистику отказов старой системы за последние годы, справку о состоянии старой системы управления). Акты отказов. Предписания государственных надзирающих органов. Техническое решение на разработку и внедрение новой системы.

4) Расчет убытков предприятия в расчете на один отказ старой системы.

Все документы должны быть утверждены руководителями предприятия.

Процесс включения работы в инвестиционный план занимает один год и сопровождается напряженной работой инициативных работников, ответственных лиц и руководителей предприятия, а также служб Главного инженера компании.

Глава 2. Информационные технологии, направленные на повышение эффективности управления предприятием

Управление предприятием основано на точном и оперативном мониторинге объекта управления. Для экономических объектов управления это означает учет и контроль огромного количества хозяйственных операций. Неслучайно процесс автоматизации в первую очередь начинается с бухгалтерского учета, который отражает все материально-денежные аспекты деятельности любого предприятия.

2.1. Технология управления

Кроме операций бухгалтерского учета необходимо регистрировать и учитывать большое количество фактов. Это прежде всего все факты взаимодействия с клиентами (заказчиками). Для такого учета используют системы управления взаимоотношениями с клиентами – CRM-системы (Customer Relationship Management) – прикладное программное обеспечение для организаций, предназначенное для автоматизации стратегий взаимодействия с заказчиками (клиентами), в частности для повышения уровня продаж, оптимизации маркетинга и улучшения обслуживания клиентов путём сохранения информации о клиентах и истории взаимоотношений с ними, установления и улучшения бизнес-процессов и последующего анализа результатов.

Другой большой группой сторонних организаций являются поставщики различных ресурсов, материалов и услуг. В отношении всех партнеров необходимо отслеживать предложения, заключения договоров и все действия по выполнению и оплате договоров.

Инновации в области автоматизации взаимоотношений с партнерами: клиентами, заказчиками, поставщиками прежде всего связаны с применением коммуникационных и интернет технологий. Создание персональных кабинетов, предоставление оперативного доступа ко всем данным взаимодействия, разделение общего пространства данных, объединение технологических цепочек разных предприятий – все это позволяет решать общие задачи точнее и оперативнее, снижать общие издержки и повышать качество выполнения работ.

2.2. Вопросы планирования

На каждом предприятии основу функционирования составляют различные планы, реализующие стратегии стратегического, тактического и оперативного управления. Процессы планирования чрезвычайно сложны, так как являются плохо формализуемыми процедурами, выполняемыми в условиях неопределенности. Поэтому автоматизируются наиболее простые варианты планирования. Например, программа Project Expert может быть использована для разработки бизнес-планов и оценки инвестиционных проектов по известным формулам и заданным пользователем параметрам проекта, хотя сами параметры такие как спрос или курсы валют зависят от большого количества неизвестных факторов.

Получается точный расчет показателей проекта по чрезвычайно неточным данным. Другая аналогичная программа Microsoft Project создана, чтобы помочь менеджеру проекта в разработке планов, распределении ресурсов по задачам, отслеживании прогресса и анализе объемов работ. Microsoft Project создает расписания с учетом используемых ресурсов.

Самое сложное – это создание плана функционирования предприятия в целом. План как правило имеет несколько уровней детализации, начиная с планирования в укрупненных показателях и заканчивая детальными планами производства, включающими календарные графики выполнения отдельных работ. Из плана производства получают график потребления материальных ресурсов, использования оборудования, выходной логистики, денежных потоков и многие другие. Для выполнения этих графиков необходимо спланировать материально-техническое снабжение, планы ремонта и модернизации оборудования, графики работы персонала, сбыт продукции, финансовые потоки и ряд других вспомогательных процессов. Поэтому АСУП – это набор взаимосвязанных подсистем.

Исходные данные для планирования предоставляют маркетинговые исследования, позволяющие точнее определить место (нишу) предприятия на рынке и сформировать таким образом представление о требуемом объеме производства товаров или услуг и требования к их потребительским свойствам. Часть такой информации может быть получена из подсистемы сбыта в виде сводных данных об объемах, номенклатуре и динамике сбыта. План в укрупненных единицах детализируют и преобразуют в календарный график работ с учетом многочисленных ограничений. По графику определяют потребности в материалах и составляют график потребления для подсистемы материально-технического снабжения.

Подсистема материально технического снабжения должна обеспечить материалами все потребности. Для этого формируется план закупок, заключаются договоры с поставщиками, контролируется исполнение и оплата закупок, организуется хранение и выдача материалов. При этом требуется достижение противоречивых целей управления. С одной стороны, нужно снижать затраты на снабжение, уменьшать запасы, оборотные средства, с другой, снижать риски простоев по причине отсутствия материалов и брак из-за некачественных материалов.

2.3. Управление производством

Подсистема управления производством, кроме планирования, должна учитывать все факты, сопровождающие производство материалов и оказание услуг: выполнение операций, трудовые, материальные, финансовые и другие затраты. Списание материалов в производство оформляется накладными на выдачу материалов со склада, учет трудовых затрат – нарядами и табелями отработанного времени. Факт изготовления изделия оформляется накладными на поступление изделия на склад готовой продукции. Выполнение операций фиксируется в маршрутных листах. Сложность представляет синхронное выполнение большого количества операций, обеспечивающих процесс изготовления без простоев и перепроизводства отдельных деталей и частей. При этом любой сбой может

вызывать цепную реакцию и приводить к остановкам. Поэтому системы управления производством являются наиболее сложными. Кроме организации производства подсистема должна способствовать достижению целей управления: сокращению затрат, простоев, повышению качества и многих других.

Подсистема сбыта обеспечивает не только контроль взаимоотношений с клиентами – заказчиками, но и планирование и продвижение товаров и услуг на рынке. Общая тенденция – обеспечить не только продажу, но и гарантийное и послегарантийное обслуживание. И, как обычно, целями управления сбытом являются снижение издержек и повышение качества обслуживания.

В современных продуктах доля труда исполнителей составляет более 50 % и имеет тенденцию к увеличению. Поэтому качество персонала влияет напрямую на качество товаров и услуг и коммерческий успех предприятия. Поэтому подсистема управления кадрами должна решать не только задачи учета и стандартной отчетности, но и задачи управления соответствия персонала потребностям предприятия и качеством рабочей силы. Стандартные учетные задачи предусматривают ведение штатного расписания (списка рабочих мест), личных дел персонала, приказов сопровождающих движение кадров. Управление обычно включает планирование карьеры работников, формирование кадрового резерва, повышение квалификации и переобучение сотрудников.

2.4. Бюджетирование

Подсистема финансового управления тесно связана с подсистемой бухгалтерского учета и должна помогать планировать, организовывать и контролировать финансовые потоки на предприятии. В крупной организации важной задачей является объединение различных планов в единый план предприятия. Основой такого объединения является необходимость выполнения общих для всех процессов ресурсных ограничений предприятия, важнейшими из которых являются финансы, производственные мощности, человеческие ресурсы и материальные запасы. Полученный согласованный план называют бюджетом. Бюджет – это детализированный план деятельности организации, направленный на достижение целей организации. Бюджетирование – это процесс согласованного планирования и управления деятельностью организации с помощью показателей, которые позволяют определить вклад каждого подразделения и каждого менеджера в достижение целей.

Бюджетирование может быть организовано по-разному: это может быть планирование сверху вниз в виде декомпозиции бюджетных заданий подразделениям, или планирование снизу вверх в виде консолидации бюджетных предложений организаций. Возможно построение бюджета на основе портфеля заказов, или объединения бюджетов проектов, или комбинации нескольких технологий построения бюджетов. В результате создается бюджет в виде комплексного набора большого количества плановых показателей. Причем каждый показатель может быть детализирован по различным направлениям: по подразделениям, проектам, продуктам, заказчикам, по времени и т.д.

Не менее важная задача – это контроль исполнения бюджета. На основе всестороннего учета необходимо определять фактические значения показателей,

которые, прежде всего, используются для контроля выполнения планов. В силу случайных факторов возникает необходимость в корректировке планов и бюджетов, что и составляет одну из основных задач управления.

2.5. Системы поддержки принятия решений

Повышение эффективности управления на основе информационных технологий является одной из приоритетных задач автоматизации. Дублирование в АСУП бумажных технологий управления не дает значимого эффекта повышения качества управления. Еще в 1970-х годах В.М.Глушковым был сформулирован принцип новых задач, который требовал от проектируемых АСУ инновационных функций. Последовательное применение этого принципа привело к выделению особого класса систем, получивших название систем поддержки принятия решений СППР (Decision Support Systems – DSS). Такие системы применяют для содействия принятию решений плохо формализованных задач в условиях недостатка информации и большой неопределенности. Здесь могут применяться методы извлечения информации по запросам пользователя, позволяющие ему оценивать ситуацию с различных точек зрения, сценарии вида «что, если», методы имитационного моделирования и искусственного интеллекта. Системы этого сильно зависят от вида предприятия и объекта управления. В тоже время современные информационные технологии предоставляют значительное количество готовых информационных технологий для поддержки принятия решений – это многомерный анализ данных (OLAP – On-Line Analytical Processing) и различные задачи и модели исследования зависимостей (Data mining).

Управление на основе бумажных отчетов представляется достаточно архаичным. Например, после выделения в бумажном отчете увеличения продаж некоторого товара, может появиться необходимость анализа продаж этого товара по продавцам, по датам продаж или по торговым точкам. Конечно, это можно сделать, изучая новый отчет. Однако, во-первых, большая часть нового отчета о продажах других товаров окажется ненужной, во-вторых, нужный отчет может быть не реализован в программной системе. Все это привело к появлению технологии многомерного анализа (OLAP – On-Line Analytical Processing), которая позволяет оперативно на экране дисплея получать сведения о влиянии на показатели одного фактора или произвольных комбинаций факторов.

Интерфейс многомерного анализа успешно заменяет множество отчетов: можно выбрать показатели и факторы, влияющие на показатели, и сразу получить данные о зависимостях в табличном и графическом вариантах. Можно выполнить детализацию показателей для набора значений некоторого фактора или, наоборот, получить агрегированные значения. В результате аналитик выделяет феномены неудач или успехов, а также соответствующие факторы, влияющие на появление феноменов. Все это позволяет принимать обоснованные управленческие решения.

Многомерный анализ часто называют разведочным, так как в итоге аналитик получает ряды и графики, демонстрирующие изменения показателей в зависимости от выбранных факторов. Точное описание этих зависимостей, закономерности влияния факторов остается скрытым и требует дальнейшего изучения.

Те не менее, именно эти зависимости позволяют прогнозировать ситуацию, просчитывать и оценивать результаты управляющих воздействий. Модели исследования закономерностей объединяют под общим названием Data mining.

Технологию Data Mining достаточно точно определил Григорий Пятецкий-Шапиро (Gregory Piatetsky-Shapiro) – один из основателей этого направления: «Data Mining- это процесс обнаружения в сырых данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности».

Кроме термина Data Mining используется несколько близких понятий и технологий [121]:

- Извлечение знаний из баз данных (Knowledge Discovery in Databases – KDD) – процесс получения из данных знаний в виде зависимостей, правил, моделей, обычно состоящий из таких этапов, как выборка данных, их очистка и трансформация, моделирование и интерпретация полученных результатов.

- Business Intelligence – программные средства, функционирующие в рамках предприятия и обеспечивающие функции анализа информации и доступа к аналитической информации.

Gartner Group определяет состав рынка систем Business Intelligence как набор программных продуктов следующих классов:

- средства построения хранилищ данных (data warehousing), позволяющих собрать данные из разных подсистем;

- системы многомерной аналитической обработки (On-Line Analytical Processing, OLAP);

- информационно-аналитические системы (Enterprise Information Systems, EIS);

- средства интеллектуального анализа данных (Data Mining);

- инструменты для выполнения запросов и построения отчетов (Query and Reporting Tools).

Кроме упомянутых дисциплин широкое применения находит наука под названием «Искусственный интеллект», которая входит в комплекс компьютерных наук, а создаваемые на её основе технологии относятся к информационным технологиям. Задачей этой науки является воссоздание с помощью вычислительных систем и иных искусственных устройств разумных рассуждений и действий.

Само по себе применение технологий поддержки принятия решений не гарантирует высокого качества управления. Талант менеджера, искусство находить оригинальные решения сложных задач управления не могут заменить современные информационные технологии, однако они могут существенно снизить затраты на сбор и предварительную обработку данных. Повышение качества управленческих решений приводит к существенному повышению эффективности работы предприятия.

Глава 3. Конкурс по выбору подрядчика

Итак, наше предложение включено в план инвестиций компании на текущий год. Как действовать дальше? Дальше по правилам игры крупной компании проводится конкурс по выбору подрядчиков на проведение работ и закупку необходимого оборудования.

Конкурс проводится, когда предметом договора является нечто технически сложное, например, компьютерная система, требующая привлечения высокопрофессиональных специалистов, и когда важным критерием является качество и надежность системы, а также финансовая устойчивость исполнителя. В таком случае устанавливают квалификационные и качественные критерии, по которым выбирают участника конкурса, предложившего наилучшие условия исполнения договора. При проведении конкурса цена предложения может играть второстепенную роль. Если заказчику затруднительно сформулировать четкие требования, то он может провести двухэтапный конкурс, где на первом этапе будет отобрано техническое решение, а на втором – участник, который готов его исполнить.

Государственные тендеры (конкурсы) регулируются федеральным законом (ФЗ) [4] от 05.04.2013. Организаторами в таких случаях выступают государственные учреждения, органы государственной власти или корпорация Росатом. Данный закон строго регламентирует проведение процедуры тендеров, устанавливая конкретные правила отбора участников. Кроме того, существует жесткая система планирования и отчетности государственных закупок. Для участия в государственном тендере необходимо понимать единую схему проведения процедуры в соответствии с законом. Заказчику запрещено устанавливать иные требования, кроме тех, которые указаны в законе. Помимо этого, Распоряжением Правительства РФ [5] от 31.10.2013 (с ред. от 25.04.2015) утвержден перечень закупок товаров, работ, услуг, которые должны происходить исключительно посредством электронного аукциона. Для этого утверждены пять официальных электронных торговых площадок. Также закон устанавливает запрет заказчикам закупать товары определенной марки и производителя, что дает возможность более широкому кругу участников подать заявку на участие в тендере, предоставив различные ценовые предложения.

Тендеры (конкурсы) для частных компаний с государственным участием регулируются федеральным законом от 18.07.2011 [6]. Их проводят компании, в уставном капитале которых доля участия государства превышает 50 %. Особенностью проведения этих тендеров является то, что заказчик самостоятельно разрабатывает собственное положение о закупках, в котором прописывает механизм проведения закупок и заключения договоров.

Коммерческие тендеры – это тендеры, в которых организатором выступают любые коммерческие структуры. Они сами для себя выбирают проведение тендера, так как для них это является отличным способом экономичного расходования собственных денежных средств. Законодательство не регулирует проведение этих тендеров, организаторы вправе проводить любые процедуры по

своим правилам. Например, в ОАО Иркутскэнерго, государственное участие в котором меньше 50 %, в 2003 году существовали СТП [7,8].

3.1. Определение состава работ

Первым шагом следует составить список предполагаемых работ и укрупненный список закупаемого оборудования, необходимых для реализации вашего предложения. Выглядит это примерно так:

Работы:

1) Разработка Технического задания;

Для сложных технических изделий, каковыми являются компьютерные системы, ТЗ является необходимым документом для головного изделия в серии.

Техническое задание – исходный документ на разработку и внедрение технического объекта (изделия). ТЗ устанавливает основное назначение разрабатываемого объекта, его технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, предписание по выполнению необходимых стадий создания документации (конструкторской, технологической, программной и т. д.) и её состав, а также специальные требования.

Техническое задание является юридическим документом – как приложение включается в договор между заказчиком и исполнителем на проведение работ по разработке и внедрению изделия и является его основой: определяет порядок и условия работ, в том числе цель, задачи, принципы, ожидаемые результаты и сроки выполнения. ТЗ задает **объективные** критерии, по которым можно определить, сделан ли тот или иной пункт работ или нет.

Все изменения, дополнения и уточнения формулировок ТЗ обязательно согласуются с заказчиком и им утверждаются. Это необходимо и потому, что в случае обнаружения в процессе исполнения неточностей или ошибочности исходных данных возникает необходимость определения степени вины каждой из сторон-участниц разработки, распределения понесенных в связи с этим убытков.

Техническое задание на компьютерную систему – это сложный, объемный документ, как правило, насчитывающий сотни страниц текста. Основные подходы к составлению ТЗ на разработку и внедрение изделия мы рассмотрим в отдельной главе.

2) Проект полевого уровня системы;

Проект (в инженерной деятельности) – целостная совокупность технических решений, свойств или характеристик системы и ее частей, описанных в

форме, пригодной для реализации системы. Является результатом проектирования – процесса определения состава, компонентов, интерфейсов и других характеристик системы и её составляющих.

Любой проект состоит из двух частей – технической документации (технический проект) и рабочей документации (рабочий проект).

Технический проект – это часть проекта, включающая расчет стоимости создаваемой технической системы. В неё входят документы (описания, чертежи, схемы, таблицы), необходимые для определения состава технической системы. Завершается технический проект проектно-сметной документацией, в состав которой входят спецификации и сметы на оборудование, программное обеспечение и работы по монтажу системы. (Сметы на наладку и испытания создаваемой системы обычно предоставляет организация, осуществляющая наладку и ввод системы в эксплуатацию. Проектная организация, как правило, вопросами наладки не владеет.)

Рабочий проект: это вторая часть полного проекта, содержащая документацию (описания, чертежи, схемы, планы, таблицы и т.п.), необходимую для осуществления строительно-монтажных работ (СМР) на техническом объекте. Завершается рабочий проект локальными сметами на СМР, а также сводной сметой строительно-монтажных работ.

В промышленности компьютерная система, управляющая оборудованием, делится на полевой уровень и верхний (компьютерный) уровень.

Полевой уровень компьютерной системы: часть системы, расположенная непосредственно на технологическом оборудовании. Включает в себя – датчики, исполнительные механизмы, аппараты, схемы их электропитания, кабельные сети, шкафы с релейным и электрооборудованием. Границей раздела полевого и верхнего уровня являются клемные ряды в шкафах промежуточных клемм (ШПК), либо в шкафах автоматики (ША).

3) Проект программно-технического комплекса.

Верхний уровень компьютерной системы: часть компьютерной системы, включающая контроллеры, серверы, автоматизированные рабочие места (АРМы), сетевое и коммутационное оборудование, щиты или пульты управления, центральное табло.

Эта часть оборудования, как правило, сосредоточена в пунктах управления технологическим оборудованием. Верхнюю часть компьютерной системы принято называть программно-техническим комплексом (ПТК).

Офисные информационные системы могут не содержать полевого уровня, а их ПТК может не содержать контроллеров.

4) Инжиниринг.

Инжиниринг: *работы по созданию программного обеспечения для компьютерной системы.*

В российском строительном законодательстве отсутствует статья инжиниринг. Это создает определенные проблемы. Статью инжиниринг приходится включать либо в ПИР, либо в стоимость оборудования. Скажем, покупать программно-технический комплекс с уже разработанным и заложенным в него программным обеспечением. В результате получим удорожание проектных работ, либо очень дорогое оборудование ПТК.

Лет 30–40 назад таких работ не было. А когда начали внедрять компьютерную технику в промышленности, то эту статью в законодательство так и не включили. Происходит это от того, что реальная жизнь всегда опережает законодательство.

5) Строительно-монтажные работы (СМР).

Строительно-монтажные работы производятся по полемому уровню компьютерной системы и отдельно по уровню ПТК. Во втором случае эти работы связаны с организацией рабочих мест для персонала, а также щитов или пультов управления.

6) Пуско-наладочные (ПНР).

Пуско-наладочные работы проводятся отдельно по полемому уровню системы, затем с подключенным ПТК. Второй этап ПНР делят на холодную наладку, когда технологический объект не работает, и на горячую наладку, когда технологический объект включен в работу. Для офисных ИС не содержащих полевого уровня, этапа горячей наладки не существует. Для них производится наладка программного обеспечения в рабочем режиме.

7) Обучение персонала.

Обучение персонала может проводиться с отрывом от рабочего места в центрах подготовки, организованных поставщиком ПТК. Тогда нужно оплачивать труд преподавателей центра и командировки персонала. Возможно также обучение на рабочем месте. В этом случае нужно оплачивать труд и командировки преподавателей.

Вторым шагом вам следует определиться, какие пункты вы будете исполнять хозспособом, т.е. привлекая персонал вашего предприятия. Обычно часть СМР и ПНР можно выполнить, привлекая для этих целей персонал предприятия.

Оставшийся список нужно выставить на конкурс по выбору генерального подрядчика. Лучше выбрать генерального подрядчика, иначе вам придется проводить много конкурсов на различные виды работ. При этом произойдет потеря ответственности за всю систему.

3.2. Определение состава закупок

Оборудование:

1) Оборудование полевого уровня системы

Может включать датчики, механизмы управления приводами, электроаппаратуру, шкафы релейные, электропитания, промежуточных клемм, кабель, кабельные каналы и многое другое.

2) Оборудование ПТК.

Может включать ПТК целиком, как единый объект, либо по частям: шкафы контроллеров (они же шкафы автоматики – ША), шкафы электропитания, серверы, персональные компьютеры, сетевое оборудование, щиты, пульта, табло и др.

Программное обеспечение:

может включать

- Операционные системы
- Систему проектирования ПО для контроллеров
- Лицензии на исполнительные модули ПО для контроллеров
- Систему проектирования ПО для сервера и рабочих станций
- Лицензии на исполнительные модули ПО для сервера и рабочих станций
- Специализированное ПО (например, для инженерной или архивной станции) и др.

3.3. Задание на проектирование

В пакет документов, для проведения конкурса должно войти «Задание на проектирование». Этот документ готовится на основании «Градостроительного кодекса РФ» и Постановления Правительства РФ [9]. Другие нормативные акты – первоисточники можно найти по ссылке [10].

Задание на проектирование – перечень требований, поставленных заказчиком в письменном виде, документально оформленных и выданных исполнителю работ проектно-исследовательского характера. Такое задание обычно предшествует разработке строительных, конструкторских или инженерных проектов и призвано ориентировать проектанта на создание проекта, удовлетворяющего желаниям заказчика и соответствующего условиям использования, применения разрабатываемого проекта, а также ресурсным ограничениям [11].

Этот документ разрабатывается заказчиком на этапе включения работы в инвестиционный план предприятия. По этому документу специалисты служб главного инженера компании исследуют объемы и необходимость предстоящих

работ. Некоторые пункты первоначального задания могут исключаться для уменьшения стоимости работ, некоторые наоборот добавляться. Этот же документ необходим проектной организации для определения состава и стоимости проектирования.

Так как часть работ заказчик резервирует для своего персонала, то при проведении конкурса «Задание на проектирование» дополняется написанием «Конкурсного задания». В конкурсном задании конкретизируется перечень работ, выставляемых на конкурс.

«Задание на проектирование» составляется по шаблону, приведенному в Приложении 3.1. Приведем также пример конкретного задания на проектирование для компьютерной системы, смотри прил. 3.2. Задание может содержать большое количество информации, понятной только инженерам и специалистам, проработавшим на предприятии не один год, а также специалистам в сфере разработки компьютерных систем.

Далее, для окончательной оценки объемов работ к «Заданию на проектирование» следует приложить перечень оборудования полевого уровня, с которым будет работать компьютерная система. С каждым типом оборудования связано определенное количество сигналов, на входе и на выходе компьютерной системы. Количество типов оборудования не слишком велико, обычно 10–15 разновидностей. Поэтому к перечню типов оборудования следует приложить перечни сигналов, связанных с каждым типом. В результате формируется сводный перечень сигналов ввода\вывода для компьютерной системы по её полемому уровню.

Поясним сказанное. Типами оборудования могут быть:

- Датчик температуры
- Датчик давления
- Датчик уровня жидкости
- Датчик дискретного срабатывания
-
- Задвижка на трубопроводе
- Клапан на трубопроводе
-
- Аппарат целевого действия
- И т.д.

Обычно с датчиком связан один сигнал, с задвижкой 5–7 сигналов, с клапаном 7–9 сигналов, с аппаратом 10–15 сигналов.

Компьютерная система принимает и обрабатывает каждый сигнал с заданной частотой повторения. Формирует базу данных сигналов, которая обновляется с заданной частотой, например 100 раз в секунду. С этой базой данных работают программы высшего уровня, которые решают те или иные задачи. От объема сигналов зависит стоимость работ по проектированию, созданию и внедрению компьютерной системы.

Иногда прикладывают перечень сигналов, поступающих на вход и на выход компьютерной системы. Часто предлагают оба перечня, т.е. оборудования и сигналов. Пример конкретного перечня сигналов представлен в Приложении 3.3.

Итак, для проведения конкурса необходимы следующие документы:

- задание на проектирование компьютерной системы;
- перечни оборудования полевого уровня и сигналов ввода\вывода компьютерной системы;
- конкурсное задание (если часть объемов выполняется хозспособом).

При проведении конкурса на офисную информационную систему перечни по полемому уровню выпадают. В конкурсном задании прописывают объем функций, выполняемых системой, прилагают перечень задач, решаемых системой. Описывают объем системы – количество рабочих мест, серверов и мощности информационных потоков.

3.4. Определение стоимости первоначального лота

Этот вопрос решается при определении плановых затрат на этапе подготовки к включению предложения в план инвестиций. Цена первоначального лота указана в паспорте проекта. Конечно, эта цена берется не с потолка. Она рассчитывается заказчиком по государственным сметным справочникам. Эту работу продельывает сметный отдел предприятия совместно с начальником цеха, в котором будет производиться внедрение новой компьютерной системы. Цена программно-технического комплекса вместе со стоимостью лицензионного ПО и инжиниринга устанавливается запросом на фирму-производитель ПТК. Все сметные расчеты и прайсы фирм-производителей прикладываются к паспорту проекта на этапе включения в план.

3.5. Двухстадийный конкурс на компьютерные системы

Первым шагом топ-менеджер, ответственный за проведение конкурса, утверждает перечень фирм, которые приглашаются для участия в конкурсе. Количество приглашаемых фирм должно быть не менее 10. Что затрудняет сговор между участниками конкурса. Право вносить фирмы в список участников конкурса имеют руководители компании и предприятия в соответствии с Положением о проведении конкурсов.

Вторым шагом за две-три недели до проведения конкурса во все фирмы рассылаются письма-приглашения для участия в конкурсе. В этом письме заказчик просит каждую фирму в течение трех дней подтвердить свое участие в конкурсе. Конкурсные материалы заказчика выставляются в Интернет. Стоимость первоначального лота не разглашается.

Третьим шагом каждая фирма-участница высылает письмо-подтверждение и через три дня формируется окончательный список участников конкурса.

Четвертым шагом за день до назначенного конкурса фирмы-участницы присылают технические предложения на компьютерную систему. Обычно это

документы на несколько десятков страниц с подробным описанием решения по компьютерной части и программному обеспечению, с картинками и таблицами.

Пятым шагом в объявленный день собирается техническая комиссия, которая рассматривает представленные технические предложения и отбирает те из них, которые выставляются на финансовый конкурс. Часть предложений по различным причинам отсеивается. Слабые фирмы, посредники, подозрительные предложения забраковываются. Состав технической комиссии утверждается приказом по компании.

Шестым шагом (обычно через день) проводится финансовый конкурс, на котором рассматриваются только финансовые предложения. Фирмы, допущенные к финансовому конкурсу, приносят пакеты с коммерческими предложениями непосредственно на конкурс, чтобы лишить чиновников компании возможности посмотреть заранее цифры предложений. Выигрывает фирма, предложившая минимальную цену вопроса и наиболее выгодную схему оплаты выполненных работ, скажем отложенная оплата работ, или отсутствие авансирования, и т.д. Состав конкурсной комиссии утверждается приказом по компании и отличается от состава технической комиссии.

Седьмым шагом с выигравшей фирмой в течение одной-двух недель заключается Договор на выполнение работ. В результате проведения конкурса у вас на предприятии может оказаться совсем не тот подрядчик, которого вы предполагали и с которым договаривались о проведении работ. Иногда конфликт интересов производственникам удается преодолеть, взяв проигравшую фирму на субподряд на выполнение части работ. В финансовом отношении проигравшая фирма получит в лучшем случае половину первоначально планировавшихся средств.

Глава 4. Государственная нормативно-техническая документация

Конкурс выигран. Договор с подрядчиком заключен. К вам на предприятие звонят представители проектной фирмы и просят выписать пропуск. К вам едут проектировщики. Чтобы с ними общаться, необходимо знать азы проектного дела. Вы должны четко знать, какой объем документации вы хотите получить от проектировщиков. И что для этого нужно предоставить проектировщикам. Начнем разбираться.

Прежде всего, следует познакомиться с государственной нормативно-технической документацией (НТД), которая регламентирует проектные работы в сфере компьютерных систем.

Вся НТД делится на следующие подвиды.

Государственные документы:

1. Федеральные законы.
2. Постановления правительства РФ.
3. Национальные стандарты (ранее 2016 года – ГОСТы).
4. Строительные нормы и правила (СНиПы).
5. Санитарные правила и нормы (СанПиНы).
6. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).
7. Правила пожарной безопасности (ППБ).
8. Правила охраны труда (ПОТы).
9. Метрологические инструкции (МИ)

Министерские документы:

1. Руководящие документы (РД).
2. Отраслевые стандарты (ОС).

Корпоративные документы:

1. Стандарты предприятий (СтП).
2. Приказы.
3. Положения.

4.1. Законы и постановления правительства РФ

К числу законов РФ имеющих отношение к предметной области относятся:

1. Федеральный Закон «О стандартизации в Российской Федерации» [12].
2. Федеральный Закон «Об обеспечении единства измерений» [13].
3. «Трудовой кодекс» от 2001г., с изменениями на ноябрь 2016г. (ранее КЗОТ) [14].

Не следует удивляться, что в списке законов появился Трудовой кодекс. Дело в том, что в Техническом задании и в Пояснительной записке к проекту в обязательном порядке должны быть отражены вопросы охраны труда персонала.

Важным в предметной области является документ [9]: «Правительство РФ. ПОСТАНОВЛЕНИЕ. От 16.02.2008, № 87. В Постановлении установлены следующие разделы проектной документации на объекты капитального строительства:

Раздел 1. «Пояснительная записка».

Раздел 2. «Схема планировочной организации земельного участка».

Раздел 3. «Архитектурные решения».

Раздел 4. «Конструктивные и объемно-планировочные решения».

Раздел 5. «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений».

Раздел 6. «Проект организации строительства».

Раздел 7. «Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства» выполняется при необходимости сноса (демонтажа) объекта или части объекта капитального строительства.

Раздел 8. «Перечень мероприятий по охране окружающей среды».

Раздел 9. «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности».

Раздел 10. «Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов».

Раздел 11. «Смета на строительство объектов капитального строительства».

Раздел 12. «Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами».

Техническое перевооружение систем АСУ ТП и АСУ П подпадает под действие Постановления правительства, так как относится к программам «Надежность» или «Эффективность» годового плана капитального строительства компании. Посмотрим, какие разделы из указанных, должен содержать наш проект.

Раздел 1. «Пояснительная записка». – Да, описывает содержание проекта в целом.

Раздел 2. «Схема планировочной организации земельного участка» – нет.

Раздел 3. «Архитектурные решения». – Да, описывает помещение компьютерного щита управления, требования к нему и его компоновку.

Раздел 4. «Конструктивные и объемно-планировочные решения». – Да, должна быть представлена документация с планами расположения оборудования нашей системы, планы кабельных трасс, план щита управления, установочные чертежи полевого оборудования системы.

Раздел 5. «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений». – Да, это основной раздел. Здесь должна быть сосредоточена документация обо всей нашей системе.

Раздел 6. «Проект организации строительства». – Да.

Раздел 7. «Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства» выполняется при необходимости сноса (демонтажа) объекта или части объекта капитального строительства. – Да, если есть большие объемы демонтажа старой системы.

Раздел 8. «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» – Нет.

Раздел 9. «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности». – Да, если система расположена в зоне пожарной безопасности.

Раздел 10. «Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов». – Зависит от того, разрешено работать на данном предприятии инвалидам или нет.

Раздел 11. «Смета на строительство объектов капитального строительства». – Да.

Раздел 12. «Иная документация в случаях, предусмотренных Федеральными Законами». – Зависит от того, подчиняется ли данное предприятие действию других Федеральных Законов.

4.2. Национальные стандарты

Стандартизацией называется деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентно-способности продукции, работ или услуг.

Стандартом называется документ, в котором устанавливаются характеристики продукции, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения.

Стандарты разных уровней принимаются различными по уровню и полномочиям органами стандартизации. Все специализированные организации, занимающиеся разработкой и распространением стандартов, принято делить на международные, национальные и профессиональные. В России с 2016 года применяется термин «Национальный стандарт» [12]. До 2016 года применялся термин «Государственный стандарт».

Все Государственные Стандарты собраны в официальной базе данных РАГС – Российский Архив Государственных Стандартов, а также строительных норм и правил (СНиП) и образцов юридических документов. (<http://rags.ru/gosts/>).

Применительно к компьютерным системам можно выделить три группы ГОСТов.

Первая группа посвящена правилам оформления проектов на промышленные системы, в том числе компьютерные. Вторая группа называется «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД) и описывает принятые обозначения в различных областях инженерного проектирования. Третья группа ГОСТов относится к информационным технологиям.

К первой группе ГОСТов можно отнести систему проектной документации для строительства (СПДС). Здесь понятие строительства понимается в расширенном смысле. Строят не только здания и сооружения, но и технические установки. Приведем лишь некоторые из 80 ГОСТов этого типа [15–22].

Ко второй группе ГОСТов относится «Единая система конструкторской документации», сокращенно ЕСКД. Ниже приведем некоторые [23–31] из более чем 200 ГОСТов ЕСКД. Можно сказать, что система ГОСТов ЕСКД устанавливает графический язык для инженерного проектирования.

Третья группа ГОСТов относится к вопросам информационных технологий (ИТ). Процитируем некоторые из них [32–42]. Существуют также рекомендованные для исполнения в РФ международные стандарты в области информационных технологий. Некоторые из них приведены в списке первоисточников [43–57]. Группа ГОСТов в сфере ИТ насчитывает более 120 документов и быстро увеличивается.

4.3. Корпоративные НТД

Существует огромное множество корпоративной нормативно-технической документации. Крупные государственные компании, такие как РАО ЕЭС России (в 2008 г. разделена по видам деятельности, а также на ряд мелких генерирующих компаний), РосНефть, РАО РЖД, РосАтом, РосТелеком и т.д., выпустили многие тысячи всевозможных документов, регламентирующих инженерно-техническую и организационную деятельность своих предприятий. В качестве примера приведем ссылки на 5 общедоступных документов РАО ЕЭС России в предметной области [58–62].

4.4. О техническом регулировании в Российской Федерации

В России с 2016 года издание и применение национальных стандартов регулируется Федеральным Законом № 104-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» [12]. Согласно ст. 4 этого закона национальные стандарты имеют рекомендательный характер. Каждая корпорация может применять те или иные стандарты в добровольном порядке, формируя собственный список для внутреннего применения. Обязательными для применения в национальном масштабе являются стандарты: для оборонной продукции; для защиты сведений, составляющих государственную тайну или иной информации ограниченного доступа, ст. 6. Такие стандарты имеют названия: «национальный стандарт ограниченного распространения», «государственный военный стандарт». Также обязательны для применения документы по стандартизации включенные в определенный Правительством Российской Федерации перечень документов. Применение документов по стандартизации для целей технического регулирования устанавливается в соответствии с законом «О техническом регулировании», ст. 5.

Перечень документов по стандартизации включает:

- документы национальной системы стандартизации:
 - национальные стандарты Российской Федерации:
 - основополагающий национальный стандарт Российской Федерации;
 - национальный стандарт Российской Федерации;
 - предварительный национальный стандарт Российской Федерации;
 - правила стандартизации;
 - рекомендации по стандартизации;
 - информационно-технические справочники.

- стандарты организаций;
- технические условия;
- своды правил.

Разработчиком документов национальной системы стандартизации, за исключением национальных основополагающих стандартов и правил стандартизации, в соответствии с ФЗ может быть любое юридическое или физическое лицо или общественное объединение.

В СССР стандарты на продукцию были обязательны для министерств, ведомств и всех предприятий, организаций и учреждений, расположенных на территории страны, независимо от их ведомственной подчиненности. В стране развилась чрезмерная стандартизация, которая сдерживала развитие инноваций в промышленности.

В 1990 году было установлено [63], что государственные стандарты содержат обязательные и рекомендуемые требования. К обязательным требованиям отнесли требования к качеству продукции, обеспечивающие ее безопасность для жизни и здоровья населения, охрану окружающей среды, совместимость и взаимозаменяемость продукции. Государственный стандарт Российской Федерации с 1992 года имеет обозначение ГОСТ Р. В 1993 году был принят ФЗ «О стандартизации», который установил название «Государственный стандарт Российской Федерации».

В 1997 году [64] государственные стандарты Российской Федерации, в части устанавливаемых в них обязательных требований, отнесли к техническим регламентам. Так как закон о техническом регулировании отсутствовал, то это означало внезапную отмену всех ГОСТов.

В 2003 году закон «О стандартизации» был отменен и принят закон «О техническом регулировании». Однако, практика производства показала, что без существования ГОСТов не обойтись. Как говорится, вилка должна вставляться в розетку, а гайка накручиваться на винт. В связи с этим Правительство РФ начало постепенно возвращать для обязательного применения утратившие силу ГОСТы под другими названиями. Примером такого возврата старых ГОСТов в сфере проектных работ является Постановление правительства № 87 от 2008 года [9] о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию.

В 2016 году, наконец, был принят закон «О стандартизации в Российской Федерации» [12], в котором разграничены области действия технического регулирования и стандартизации. В настоящее время вместо термина ГОСТ используется термин: «Национальный Стандарт РФ».

Для предприятий, которые не входят в состав крупных корпораций, имеются только Национальные Стандарты (с 2016 г.) и ГОСТы прошлых лет, которые не носят обязательного характера. Однако, эти предприятия обязаны выполнять предписания различных документов, которые утверждены Федеральными Законами. Министерства и крупные корпорации утверждают списки ГОСТов и других документов, выполнение которых обязательно на подчиненных им предприятиях, и также обязаны выполнять предписания Федеральных Законов.

Применительно к проектированию компьютерных систем имеем следующие ограничения. Общие правила оформления проекта регламентируются строительным ГОСТ Р 21.1101-2013 [16], в котором описаны основные требования к проектной и рабочей документации. Состав разделов проекта регламентируется Постановлением Правительства РФ №87 от 2008 года [9], которое уже упоминалось выше. Из пунктов этого постановления нужно выбрать те, которые могут иметь отношение к компьютерным системам. Некоторые уточнения общих правил применительно к системам АСУ ТП представлены в достаточно свежем ГОСТ 21.408-2013[15], в котором представлены правила выполнения рабочей документации при проведении автоматизации технологических процессов. Систему графических обозначений для чертежей и схем при автоматизации технологических процессов дает ГОСТ 21.208-2013[19]. Другие обозначения представлены в ГОСТах системы ЕСКД. Техническое задание на разработку и внедрение компьютерной системы пишется на основе положений ГОСТ 34.602-89 [65].

Вопросы создания программного обеспечения регламентированы ГОСТами в сфере ИТ. Здесь следует иметь в виду, что большинство этих ГОСТов являются переводами западно-европейских или американских стандартов. Цели стандартизации ИТ технологий на Западе и в России отличаются. Западные стандарты были созданы комиссиями по стандартизации по заданиям Правительств Западных стран для обуздания стихийного рынка в области ИТ через судебную систему. Поэтому большое внимание в этих стандартах уделяется оценке качества программных продуктов, правилам тестирования программного обеспечения, жизненному циклу программных продуктов, правилам технической поддержки ПО и его сопровождению, и даже правилам продажи и оформления коробок для носителей ПО. Потребитель на Западе может обратиться в суд в связи с продажей ему некачественного ПО. Суд с привлечением технических экспертов проанализирует выполнение или невыполнение соответствующих стандартов производителем ПО и вынесет решение, оценив степень законности требований потребителя. В России такая судебная практика не принята на уровне ментальности как потребителя, так и судьи. Во всяком случае, российские фирмы продающие свое ПО на Западе, должны придерживаться западноевропейских ИТ стандартов, чтобы не угодить там под судебное преследование. В России судиться из-за некачественного ПО не принято. Поэтому, значительная часть западных стандартов в России не востребована. При проектировании ПО в России допускается практически полная степень свободы для программистов, которые ограничены только применяемыми программными технологиями.

(Один из авторов книги, работая в компании «ОАО Иркутскэнерго», наблюдал в 2003 году, как РАО ЕЭС России пересмотрело список РД и ОС ранее обязательных для применения, оставив из 1500 наименований порядка 150. Что вызвало шок среди инженерного персонала предприятий. Министерство в условиях неопределенности не стало включать в этот список только что отмененные ГОСТы. Однако, ряд ГОСТов прошлых лет компания выпустила позднее с аббревиатурой ОС или РД. Интересно отметить, что ГОСТы по ИТ в обязательный список министерства не вошли.)

Интересно отметить, что разработка и внедрение на промышленных предприятиях информационных систем, относящихся к классу АСУП, осуществляется по тем же правилам, по которым разрабатываются и внедряются системы АСУ ТП и АСДУ. В этом смысле применительно ко всем указанным системам применяется один и тот же комплекс НТД. Проекты на управляющие системы и на любые ИС оформляются одинаково. Отличаться будет состав документации и отдельные требования к управляющим и информационным системам в области быстродействия, надежности, безопасности и др. в сторону упрощения требований для ИС офисного применения.

Для предприятий не подвергающихся техническому регулированию ситуация еще проще. Никаких обязательных требований к разработке и внедрению ИС не существует. Напомним, что национальные стандарты носят рекомендательный характер, а ГОСТы прошлых лет отменены. Однако, работникам таких предприятий не следует находиться в эйфории от вседозволенности, так как это путь к неэффективным разработкам и зря потраченным деньгам на создание ИС. Здесь следует придерживаться технических правил, принятых в промышленности, подвергающейся техническому регулированию, с некоторыми разумными упрощениями. Следует иметь в виду, что эти правила появились не на пустом месте, а в результате многочисленных проб и ошибок на путях разработки действительно эффективных и надежных компьютерных систем.

4.5. О западноевропейских комиссиях по стандартизации

Международная стандартизация – стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов всех стран.

Международный стандарт – стандарт, принятый международной организацией.

Международная электротехническая комиссия (МЭК англ. International Electrotechnical Commission, IEC; фр. Commission électrotechnique internationale, CEI) – *международная некоммерческая организация по стандартизации в области электрических, электронных и смежных технологий. Некоторые из стандартов МЭК разрабатываются совместно с Международной организацией по стандартизации.*

Международная электротехническая комиссия создана в 1906 г. на международной конференции, в которой участвовали 13 стран, в наибольшей степени заинтересованных в такой организации. Датой начала международного сотрудничества по электротехнике считается 1881 г., когда состоялся первый Международный конгресс по электричеству. Позже, в 1904 г., правительственные делегаты конгресса решили, что необходима специальная организация, которая бы занималась стандартизацией параметров электрических машин и терминологией в этой области.

После Второй мировой войны, когда была создана ИСО, МЭК стала автономной организацией в ее составе. Но организационные, финансовые вопросы и

объекты стандартизации были четко разделены. МЭК занимается стандартизацией в области электротехники, электроники, радиосвязи, приборостроения. Эти области не входят в сферу деятельности ИСО.

Первоначально комиссия располагалась в Лондоне, с 1948 года по настоящее время штаб-квартира находится в Женеве, Швейцария. В настоящее время имеет региональные центры в Юго-восточной Азии (Сингапур), Латинской Америке (Сан-Пауло, Бразилия) и Северной Америке (Бостон, США).

МЭК способствовала развитию и распространению стандартов для единиц измерений, которые, в конечном счёте, стали единицами СИ. В 1938 году был издан международный электротехнический словарь с целью объединить электрическую терминологию.

Представительство каждой страны в МЭК облечено в форму национального комитета. Членами МЭК являются более 40 национальных комитетов, представляющих 80 % населения Земли, которые потребляют более 95 % электроэнергии, производимой в мире. Официальные языки МЭК – английский, французский и русский. Национальные комитеты всех стран образуют Совет – высший руководящий орган МЭК.

Основной координирующий орган МЭК – Комитет действий. Кроме главной своей задачи – координации работы технических комитетов – Комитет действий выявляет необходимость новых направлений работ, разрабатывает методические документы, обеспечивающие техническую работу, участвует в решении вопросов сотрудничества с другими организациями, выполняет все задания Совета.

Международные стандарты МЭК можно разделить на два вида: общетехнические, носящие межотраслевой характер, и стандарты, содержащие технические требования к конкретной продукции. Основные объекты стандартизации МЭК:

- материалы для электротехнической промышленности (жидкие, твердые, газообразные диэлектрики, медь, алюминий, их сплавы, магнитные материалы);
- электротехническое оборудование производственного назначения (сварочные аппараты, двигатели, светотехническое оборудование, реле, низковольтные аппараты, кабель и др.);
- электроэнергетическое оборудование (паровые и гидравлические турбины, линии электропередач, генераторы, трансформаторы);
- изделия электронной промышленности (интегральные схемы, микропроцессоры, печатные платы и т.д.);
- электронное оборудование бытового и производственного назначения;
- электроинструменты;
- оборудование для спутников связи;
- терминология.

МЭК принято более 2 тыс. международных стандартов.

Значительный вклад в разработку более 900 стандартов в области электротехники, электроники и компьютерной техники внесла следующая ассоциация:

Институт инженеров электротехники и электроники – IEEE (англ. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*) – международная некоммерческая ассоциация специалистов в области техники, мировой лидер в области разработки стандартов по радиоэлектронике, электротехнике и аппаратному обеспечению вычислительных систем и сетей.

Международная организация по стандартизации.

ISO 9000 – серия международных стандартов, описывающих требования к системе менеджмента качества организаций и предприятий.

Серия стандартов ISO 9000 разработана Техническим комитетом 176 (ТК 176) Международной организации по стандартизации (*International Standard Organization*). В основе стандартов лежат идеи и положения теории всеобщего менеджмента качества (TQM). Принято считать, что при разработке первой версии стандартов ISO 9000 ТК 176 руководствовался британским стандартом BS 5750, разработанным Британским институтом стандартов (BSI). В свою очередь, считается, что британский стандарт базировался на отраслевых стандартах английского ВПК.

Международная организация по стандартизации была создана в 1946 году двадцатью пятью национальными организациями по стандартизации, на основе двух организаций: ISA (International Federation of the National Standardizing Associations), учрежденной в Нью-Йорке в 1926 году (расформирована в 1942) и UNSCC (United Nations Standards Coordinating Committee), учрежденной в 1944 году. Фактически её работа началась с 1947 года.

ИСО – неправительственная организация, осуществляющая разработку международных стандартов и международное сотрудничество в области стандартизации управления предприятиями, штаб-квартира в Лондоне. В работе ИСО участвует более 160 стран. Главная цель ИСО – содействие развитию стандартизации в мировом масштабе с целью упрощения международного товарообмена и взаимопомощи, а также для расширения сотрудничества в сфере интеллектуальной, научно-технической и экономической деятельности. В круг компетенции ИСО входит:

- принятие мер, направленных на упрощение, совершенствование методов согласования стандартов во всех областях их применения в мировом масштабе;
- разработка, принятие международных стандартов, их информационное обеспечение;
- организация внутренних информационных потоков;
- налаживание сотрудничества с другими международными организациями для совместного решения смежных вопросов.

Высшим органом ИСО является Генеральная Ассамблея. В период между сессиями Генеральной Ассамблеи деятельностью организации руководит Совет

во главе с президентом ИСО. Рассмотрением и подготовкой решений по конкретным вопросам занимаются постоянные и временные комитеты Совета. При Совете создано дополнительное бюро, которое руководит техническими комитетами ИСО. Проекты международных стандартов разрабатываются непосредственно рабочими группами, действующими в рамках технических комитетов.

Другими органами Совета ИСО являются Техническое бюро и шесть комитетов. Кратко рассмотрим деятельность Комитета по вопросам потребления (КОПОЛКО). В задачи комитета входит:

- изучение путей содействия потребителям в получении максимального эффекта от стандартизации продукции, а также установление мер, которые необходимо предпринять для более широкого участия потребителей в национальной и международной стандартизации;
- выработка с позиции стандартизации рекомендаций, направленных на обеспечение информацией потребителей, защиту их интересов, а также программ их обучения по вопросам стандартизации;
- обобщение опыта участия потребителей в работах по стандартизации, применению стандартов на потребительские товары, по другим вопросам стандартизации, представляющим интерес для потребителей.

Глава 5. Техническое задание на разработку и внедрение компьютерной системы

Начинать работу по проектированию компьютерной системы (КС) нужно с подготовки «Технического задания на разработку и внедрение КС», (сокращенно – ТЗ). Такое ТЗ готовится совместно фирмой проектировщиком и фирмой заказчиком. На титульном листе будут стоять подписи двух директоров, одна от фирмы проектировщика, вторая от фирмы заказчика. Будут проставлены две печати, от каждой фирмы – своя. Подписи стоят равноправно на одном уровне, одна слева, другая справа в верхней части титульного листа. Пример титульного листа ТЗ представлен в Приложении 5.1.

ТЗ формулирует технические требования к программно-техническому комплексу КС, к оснащенности полевого уровня системы (при его наличии), к объемам автоматизации, к функциям программного обеспечения ПТК. ТЗ является тем документом, в соответствии с которым после завершения всех работ будет осуществляться сдача-приемка компьютерной системы заказчику.

5.1. Состав ТЗ

Основные правила написания ТЗ представлены в ГОСТ 34.602-89 [65]. Характерный перечень разделов ТЗ представлен ниже:

1. Общие сведения.
2. Назначение и цели создания системы.
3. Характеристика объекта автоматизации.
4. Требования к системе.
 - 4.1. Требования к системе в целом.
 - 4.2. Требования к комплексу технических средств.
 - 4.3. Требования к видам обеспечения.
5. Состав и содержание работ по созданию системы.
6. Порядок контроля и приемки ИС в эксплуатацию.
7. Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие.
8. Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению элементов системы.
9. Требования к персоналу.
10. Требования к документированию.
11. Источники разработки.

5.2. Общие вопросы

В разделе «Общие сведения» приводятся:

- Полное наименование работы.
- Юридические основания на проведение данной работы.
- Организация – заказчик.

Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы определяется ГОСТ 34.603-92 [66] и Постановлением правительства №87 [9]. В разделе «Назначение и цели создания системы» говорится:

Создаваемая ИС предназначена для...

Целью модернизации ИС является ...

Создание ИС приводит к целому ряду улучшений производства (управления)...:

(Например:

- устраняются причины отказов, восстанавливаются не работавшие датчики, система вводится в проектном объеме;
- повышается качество ведения технологических процессов;
- возрастает точность, достоверность и своевременность предоставляемой персоналу оперативной информации;
- упрощается и приобретает наглядность процедура настройки технологической системы;
- появляется новая функция диагностики полевых устройств (датчиков, исполнительных механизмов), что сокращает время на поиск и устранение возможных отказов контрольно-измерительных приборов;
- появляется функция самодиагностики программно-технических средств системы;
- появляется функция архивирования технологических параметров и их просмотра, что упрощает и придает объективность процедуре анализа технологических режимов и аварийных ситуаций;
- сокращаются затраты на ремонт и техническое обслуживание ИС, ремонт электронных средств ИС приобретает характер замены неисправных модулей, и т.д.);

В разделе «характеристика объекта автоматизации»: приводится описание объекта, для которого проводится автоматизация. Для офисных систем таким объектом является отдел, служба, фирма, склад, магазин, бухгалтерия и т.д. Для промышленных систем – техническая система. Здесь требуется подробно описать структуру объекта, для которого разрабатывается компьютерная система или ИС.

5.3. Требования к системе

Раздел пишется на основе государственных и корпоративных НТД. К ним могут относиться документы следующих видов: Национальные стандарты (ГОСТ), СНИП, САНПИН, РД, ОС и др. К примеру, при написании ТЗ на разработку промышленной компьютерной системы весьма информативным является документ, разработанный энергетиками: РД 153-34.1-35.127-2002 [58]. В этом документе изложены все основные требования к компьютерным устройствам и к программному обеспечению для промышленных компьютерных систем, частным случаем которых являются информационные системы.

При разработке офисных ИС система требований ослабляется по совокупности имеющихся пунктов до разумного уровня.

5.3.1. Требования к системе в целом

Описываются общесистемные требования. К ним относятся:

- Функции, выполняемые системой
- Требования к быстродействию системы и ее частей
- Требования к защите и сохранности информации
- Требования к надежности системы
- Требования к способам передачи информации между частями системы
- И другие общесистемные требования, зависящие от назначения конкретной системы.

При формулировке требований к быстродействию ИС целесообразно использовать следующую таблицу из [58].

Наименование параметра	Значение для ПТК	
	Общее быстродействие	Особое быстродействие
1. Периодичность опроса сигналов, обеспечивающая требования по точности фиксации событий и значений аналоговых сигналов по отношению к системному времени ПТК (в зависимости от динамических свойств параметра):		
– дискретных пассивных	0,5 с	0,5 с
– дискретных инициативных	10 мс	0,5–1,0 мс
– аналоговых	0,1–2 с	0,5–1,0 мс
– аналоговых для температурных параметров	0,1–30 с	0,1–30 с
2. Задержка от подачи оператором команды вызова информации до начала вывода/до окончания вывода соответственно:		
– на экран монитора	1/(2–2,5) с	1,0–2,0 с
– на экран коллективного пользования	2/(3–4) с	2,0–3,0 с
3. Периодичность обновления информации:		
– на экране монитора	1,0–2,5 с	1,0–2,0 с
– на экране коллективного пользования	2,0–3,0 с	2,0–3,0 с
4. Задержка в отображении спонтанно появляющихся сигналов предупредительной и аварийной сигнализации на экранах мониторов операторских станций и экране монитора событийной станции	0,5–1,0 с	0,5–1,0 с
5. Задержка представления аварийных сигналов на световых табло в случае управления табло от ПТК	0,5–1,0 с	0,5–1,0 с
6. Периодичность обновления информации на обобщенной мнемосхеме в случае управления мнемосхемой от ПТК:		
– для аналоговой информации	1,0–2,0 с	1,0–2,0 с
– для дискретной информации	0,5–1,0 с	0,5–1,0 с

Наименование параметра	Значение для ПТК	
	Общее быстрое действие	Особое быстрое действие
7. Время срабатывания Технологических защит, Информационных защит после обнаружения аварийной ситуации в пределах	0,1–0,2 с	–

При формулировке требований к надежности следует обратить внимание на выполнение следующих мероприятий. Программно-технический комплекс должен создаваться как восстанавливаемая и ремонтпригодная система, рассчитанная на длительное функционирование.

Должны быть использованы следующие основные способы повышения надежности:

- повышение аппаратной надежности технических средств;
- резервирование технических средств и программного обеспечения, обеспечивающего работоспособность деградированных систем при единичных отказах без останова оборудования;
- диагностика технических средств и программного обеспечения;
- защита от выдачи ложных команд и использования недостоверной информации;
- использование рационального человеко-машинного интерфейса, позволяющего быстро и однозначно идентифицировать и устранять нарушения;
- передача и обработка информации в цифровой форме,
- использование специальных кодов для защиты информации в процессе обмена и при необходимости контроль доставки информации;
- контроль информации на входе, использование избыточности «два из двух», «два из трех» в наиболее ответственных случаях;
- хранение наиболее важной информации и программ в энергонезависимом запоминающем устройстве;
- защита данных и программного обеспечения от несанкционированного доступа;
- облегченный режим работы элементов ПТК (50 % от номинала);
- гальваническое разделение каналов, модулей, шин и т.п.;
- эксплуатация ПТК в соответствии с инструкциями, выполнение регламентов технического обслуживания и своевременное обеспечение запасными частями;
- повышение уровня квалификации обслуживающего персонала ПТК.

Для повышения надежности технических средств на стадии разработки и изготовления должны быть приняты следующие меры:

- должны использоваться только высококачественные элементы в промышленном исполнении и должен проводиться по возможности 100 %-ный контроль всех элементов;

- технические средства должны быть ориентированы на продолжительные (до 48 ч) предельные эксплуатационные условия, т.е. на воздействие максимально допустимой температуры окружающего воздуха, максимально допустимой влажности, вибрации и пр.;
- используемые элементная и конструктивная базы должны надежно работать без принудительной вентиляции;
- технические средства должны обладать высокой помехозащищенностью от различных внешних воздействий (см. разд. 6);
- на аналоговых входах в требуемых случаях должны быть предусмотрены настраиваемые фильтры;
- в процессе изготовления должна выполняться проверка функционирования элементов, входящих в состав модулей, самих модулей и законченных изделий;
- должна проводиться приработка модулей при повышенной температуре и при циклическом изменении температуры.

Показателями аппаратной надежности отдельных подсистем ПТК являются средняя наработка на отказ (до отказа) и ложное срабатывание, а также средняя продолжительность восстановления устройств, реализующих конкретную подсистему.

Средняя наработка на отказ – *технический параметр, характеризующий надёжность восстанавливаемого прибора, устройства или технической системы.*

Средняя продолжительность работы устройства между отказами показывает, какая наработка в среднем приходится на один отказ. Выражается в часах.

$$T = \sum_{i=1}^N t_i / N$$

где t_i – наработка до наступления отказа i ; N – число отказов. Измеряется статистически, путём испытания множества приборов на стенде, или вычисляется методами теории надёжности.

Для программных продуктов обычно подразумевается срок до полного перезапуска программы или полной перезагрузки операционной системы.

Средняя наработка до отказа – *эквивалентный параметр для неремонтопригодного устройства. Поскольку устройство не восстанавливаемое, то это просто среднее время, которое проработает устройство до того момента, как сломается.*

При формулировке требований к надежности компьютерной системы требуется знать определение «времени наработки на отказ» и пользоваться следующей таблицей [58]:

Таблица А.1 – Показатели аппаратной надежности отдельных подсистем

Подсистема, формулировка отказа	Средняя наработка на отказ, тыс. ч, не менее			Средняя продолжительность восстановления, ч, не более
	Вариант ответственности подсистемы			
	Обычный	Повышенной надежности	Высокой надежности	
1. Сбор и предварительная обработка аналоговой информации:				
– отказ одного канала	10,0	20,0	30,0	1
– одновременный отказ двух или более каналов в одной УСО	30,0	70,0	100,0	1
– одновременный отказ всех каналов одного УСО	100,0	150,0	200,0	1
2. Сбор и предварительная обработка дискретной информации:				
– отказ одного канала	10,0	20,0	30,0	1
– одновременный отказ всех каналов одного УСО	100,0	150,0	200,0	1
3. Передача данных по интерфейсным каналам:				
– невозможность обмена данными между двумя любыми контроллерами	20,0	30,0	50,0	1
– невозможность обмена данными между тремя или более контроллерами	30,0	50,0	100,0	1
– невозможность обмена данными между любым из контроллеров и устройствами верхнего уровня (сервер, операторские и другие станции ПТК)	100	200	400	1
4. Предупредительная и аварийная сигнализация:				
– отказ одного канала	10,0	20,0	30,0	1
– отказ более чем одного канала	50,0	80,0	100,0	1
5. Автоматическое регулирование:				
– отказ одного контура АР	10,0	15,0	20,0	1
– одновременный отказ всех контуров АР в пределах одного контроллера	30,0	40,0	50,0	1
– ложное срабатывание по одному каналу	100,0	200,0	300,0	0,5
6. Логическое и программное управление ЛУ и ПУ:				
– отказ одной программы ЛУ, ПУ	10,0	15,0	20,0	1
– одновременный отказ всех программ одного контроллера	15,0	30,0	50,0	1

Подсистема, формулировка отказа	Средняя наработка на отказ, тыс. ч, не менее			Средняя продолжительность
	Вариант ответственности подсистемы			восстановления, ч, не более
	Обычный	Повышенной надежности	Высокой надежности	
– ложное срабатывание по одному каналу	100,0	200,0	300,0	0,5
7. Отображение информации оператору–технологу:				
– невозможность вызова одного видеокадра	3,0	8,0	10,0	1
– отсутствие динамической информации по одному каналу	3,0	5,0	10,0	1
– невозможность вызова всех видеок кадров на одной операторской станции	20,0	30,0	100,0	1
– невозможность вызова всех видеок кадров на всех операторских станциях	200	300	400	1
8. Дистанционное управление:				
– невозможность управления по одному каналу	50,0	100,0	200,0	1
– невозможность управления по двум и более каналам	100,0	200,0	300,0	1
– ложное срабатывание по одному каналу	500,0	750,0	1000,0	0,5
9. Регистрация аварийных ситуаций РАС:				
– отказ по одному параметру РАС	3,0	10,0	20,0	1
– полный отказ РАС	30,0	50,0	100,0	1
10. Расчетные функции:				
– отказ функции	1,0	2,0	3,0	4,0

5.3.2. Требования к комплексу технических средств

Этот комплекс требований включает:

- Общетехнические требования к КТС.
- Требования к электропитанию и заземлению.
- Требования к электробезопасности оборудования.
- Требования к пожарной безопасности оборудования.
- Требования к охране труда при работе с КТС.
- Требования по допуску инвалидов при работе с КТС.

К общетехническим требованиям могут относиться:

- Иерархичность системы.
- Модульность системы.
- Распределенный характер системы.

- Технические стандарты электроники.
- Принцип горячего резервирования технических устройств.
- Принцип самодиагностики технических устройств.
- Принцип открытости технических устройств.
- Возможность наращивания технических устройств и связанный с этим резерв оборудования.
- Выбор вида связи.

Для программного обеспечения следует отметить:

- Модульность построения всех составляющих.
- Иерархичность собственно ПО и данных.
- Распределенный или централизованный характер ПО.
- Эффективность (минимальные затраты ресурсов на создание и обслуживание ПО).
- Простота интеграции, открытость (возможность расширения и модификации).
- Гибкость (возможность внесения изменений и перенастройки).
- Надежность (соответствие заданному алгоритму, отсутствие ложных действий), защита от несанкционированного доступа и разрушения как программ, так и данных.
- Живучесть (выполнение возложенных функций в полном или частичном объемах при сбоях и отказах, восстановление после сбоев).
- Унификация решений.
- Простота и наглядность состава, структуры и исходных текстов программ.
- Выбор ОС реального времени, мягкого реального времени или общепользовательских ОС.
- Наличие стандартных оболочек (программ, конфигураторов) для разработки ПО и их выбор.
- Среды разработки ПО.

Остановимся подробнее на очень важном вопросе о выборе стандартов электроники.

Стандарт VME (Versa Module Eurocard)

В 1979 году **Motorola Inc.** (произносится Моторола инкорпорейтед) – ныне упразднённая американская компания, бывшая в своё время одним из мировых лидеров в области интегрированных телекоммуникаций, и встроенных электронных систем, разрабатывала свой новый микропроцессор 68000, и компанией был поднят вопрос о создании стандартизированной шины для систем, использующих процессор 68000. С тех пор спецификация стандарта была несколько раз пересмотрена, и в 1987 году была принята действующая по настоящее время спецификация VMEbus Rev. C1, которая является международным стандартом ANSI/IEEE 1014–1987.

Компания Моторола имела крупные подряды от министерства обороны США. В связи с этим электронный стандарт VME считается оборонным стандартом блока НАТО и используется в военной электронике западных стран вплоть до настоящего времени. В гражданской сфере этот стандарт применялся до 2000-х годов в средствах связи и используется до настоящего времени в некоторых видах промышленных контроллеров. В России стандарт VME был разрешён с запаздыванием в 15 лет [116,117].

Характеристики шины:

- Разрядность шины – 32/64.
- Адрес/Данные – отдельные (VME32), мультиплексируемые (VME64).
- Тип шины – асинхронная.
- Конструктив – евромеханика 3U, 6U, 9U.
- Максимальное количество модулей в крейте – 21 штука.
- Пропускная способность в 32-разрядном варианте – 40 Мбайт/с (VME32), 80 Мбайт/с (VME64).

В режиме блочных передач (когда на одну передачу адреса идёт несколько передач данных) скорость может достигать 320 Мбайт/с (VME64).

На западе пытались стандартизовать некоторые элементы электроники в основном до 90-х годов. После 90-х процесс развития новой техники ускорился и достаточно медленный процесс стандартизации перестал удовлетворять западные электронные компании. Они стали объединяться в ассоциации по интересам, которые начали разрабатывать коллективные спецификации на изделия. Любая компания, производящая или использующая электронику других компаний, может вступить в коллективную ассоциацию, сделав соответствующий финансовый взнос, и использовать в своих изделиях разработанные спецификации. Разрабатываются в основном универсальные разъемы для электронных плат и шины передачи данных между цифровыми устройствами. Стандартизуются габариты электронных плат, а также крепежные устройства. Совокупность стандартизуемых факторов электронной платы носит название её *форм-фактора*. Такой способ стандартизации не имеет отношения к национальным стандартам и его называют стандартом промышленных объединений.

Стандарт MicroPC

Является старым форм-фактором IBM PC-совместимых (x86) промышленных компьютеров для жёстких условий эксплуатации (1981-2001гг). Размер плат MicroPC 124×112 мм. Американским производителем – фирмой Octagon Systems была разработана система крепления плат MicroPC с шиной ISA.

Основные производители: Octagon Systems (США) и Fastwel (Россия). Есть также целый ряд прочих производителей, но номенклатура и объём производства не сравнимы с теми же показателями Octagon Systems и Fastwel. В России крупнейшим дистрибьютором оборудования форм-фактора MicroPC является компания Прософт. Область применения этого форм-фактора от бортовых устройств космических аппаратов, до автоматизации сельскохозяйственного производства. Существуют также мезонинные устройства MicroPC с форм-фактором PC/104.

Подтверждённое время безотказной работы в жёстких условиях эксплуатации для плат форм-фактора MicroPC производства Octagon Systems и Fastwel составляет от 10 до 20 лет.

Выпускаются процессорные модули, модули дискретного ввода-вывода, аналогового ввода-вывода и прочие периферийные и интерфейсные платы, также специализированные монтажные каркасы.

Процессорные модули выпускаются различного исполнения как по степени устойчивости к внешним воздействиям, так и по производительности и возможностям, например:

- модуль 5066 (Octagon Systems) работает в диапазоне температур окружающей среды от -40 до $+70$ °С, тип процессора – AMD 5x86/133 МГц, в ПЗУDOS 6.22, совместимость с ОС Windows, Windows NT, QNX;

- модуль 5266 (Octagon Systems) работает в диапазоне температур окружающей среды от -40 до $+75$ °С при рабочей частоте процессора 366 МГц и -40 до $+65$ °С при частоте 500 МГц, тип процессора – AMD Geode LX800, работа модуля возможна с ОС Windows XP, Linux и DOS;

- модуль CPC106 (Fastwel) работает в диапазоне температур окружающей среды от -40 °С до $+85$ °С, тип процессора – STPC Vega (32 бит x86 PII ядро и 64 бит сопроцессор); ОС – DOS, QNX 6.x, RTDOS-32, Windows CE 5.0, Windows XP, Linux, Windows 2000.

Фирмы выпускают также значительное количество других процессорных модулей.

Особенность конструкции:

- пассивная материнская плата (объединительная панель или шлейф);
- 4-х точечное крепление плат расширения;
- возможно наличие дополнительных дискретных и аналоговых портов ввода-вывода или наличие расширения PC/104 у процессорных модулей;
- сторожевой таймер;
- расширенный температурный диапазон: от -40 до $+85$ °С;
- низкое энергопотребление и выделение тепла.

Шина ISA (Industry Standard Architecture).

Шина старых спецификаций. Представляет собой, 8- или 16-разрядную шину ввода-вывода IBM PC-совместимых компьютеров. Служит для подключения плат расширения. Конструктивно выполняется в виде 62- или 98-контактного разъёма на материнской плате.

Впервые 8-разрядная шина ISA появилась на компьютерах IBM PC в 1981 году. Это была шина с частотой до 8 МГц и скоростью передачи данных до 4 Мбайт/с (передача каждого байта требовала минимум двух тактов шины). Разъём состоял из 62 контактов, из которых 8 использовалось для данных, 20 – для адреса, остальные – для управляющих сигналов, а также подачи напряжений питания (0, ± 5 В, ± 12 В).

В 1984 году шина была усовершенствована. Для подключения 16-разрядных устройств использовались разъёмы, состоящие из двух частей: полностью совместимой с 8-разрядной шиной 62-контактной и новой 36-контактной.

В 1988 году консорциумом из девяти основных производителей компьютеров была запущена 32-разрядная архитектура системной шины EISA, которая мало отличалась от «классической ISA».

В 1993 году компании Intel и Microsoft усовершенствовали шину в плане поддержки Plug and Play. Появилась *ISA PnP*, которая позволяла операционной системе самой определять ресурсы, назначаемые для устройства (прерывание, адреса памяти для обмена с системой и т.п.).

Интерфейс ISA был основным на системах типа AT, в дальнейшем с середины 1990-х годов на материнских платах форм-фактора ATX, он был вытеснен более перспективной шиной PCI. Начиная с 2000-х годов шина ISA не используется в персональных компьютерах.

Для встроенных систем существует вариант компоновки шины ISA – шина PC/104. Электрически она полностью совместима с шиной ISA, но отличается от неё конструкцией разъёмов.

Шина PCI (Peripheral component interconnect) [120].

Весной 1991 года компания Intel завершает разработку первой макетной версии шины PCI. Перед инженерами была поставлена задача разработать недорогое и производительное решение, которое позволило бы реализовать возможности процессоров, Pentium и Pentium Pro.

В 1992 году появляется первая версия шины PCI, Intel объявляет, что стандарт шины будет открытым, и создаёт PCI Special Interest Group. Благодаря этому любой заинтересованный разработчик получает возможность создавать устройства для шины PCI без необходимости приобретения лицензии. Первая версия шины имела тактовую частоту 33 МГц, могла быть 32- или 64-битной, а устройства могли работать с сигналами в 5 В или 3,3 В. Теоретически пропускная способность шины 133 Мбайт/с, однако в реальности пропускная способность составляла около 80 Мбайт/с.

В середине 1993 года компания Intel предпринимает активные шаги по продвижению шины PCI на рынке. Ответом на критику со стороны специалистов из ассоциации Usenet стала PCI 2.0.

В 1995 году появляется версия PCI 2.1, которая обеспечила передачу данных по шине с частотой 66 МГц и максимальную скорость передачи в 533 Мбайт/с. Кроме того, эта шина была поддержана на уровне ОС Windows 95 (технология Plug and Play)..

В 1997 году, в связи с развитием компьютерной графики, шина PCI перестала удовлетворять новым требованиям к видеокартам.

В начале 2010-х интерфейс PCI постепенно вытеснился интерфейсами PCI Express и USB. На некоторых материнских платах (особенно, компактных форм-факторов mATX и т.п.) PCI-разъём не устанавливается вовсе.

Шина USB [119].

Первые экспериментальные спецификации для USB 1.0 появились в 1995 году. Разработка USB поддерживалась фирмами Intel, Microsoft, Philips, US Robotics. USB стал «общим знаменателем» под тремя не связанными друг с другом стремлениями разных компаний:

- Расширить функциональность компьютера.
- Подключить к компьютеру мобильный телефон.
- Обеспечить простоту подключений для пользователя.

Hewlett-Packard, Intel, Alcatel-Lucent, Microsoft, NEC и Philips совместно выступили с инициативой по разработке более скоростной версии USB. Спецификация USB 2.0 была опубликована в 2000 году и является обратно совместимой со всеми предыдущими версиями USB.

Пока происходило распространение USB-портов второй версии, производители внешних жёстких дисков уже «упёрлись» в ограничение USB 2.0 – и по току, и по скорости. Потребовался новый стандарт, который вышел в 2008 году. Уложиться в старые 4 провода не удалось, добавили 5 новых проводов. Первые материнские платы с поддержкой USB 3.0 вышли в 2010 году. К 2013 году USB 3.0 стал массовым.

Стандарт Compact PCI [118].

С начала 2000 годов начали появляться спецификации для нового форм-фактора электронных плат *Compact PCI*. Появление этого стандарта было обусловлено произошедшей миниатюризацией электронных чипов. Если габариты электронных плат стандарта Micro PC составляли десятки сантиметров, то новый стандарт переходил к платам с меньшим габаритом. Потребности в такой электронике имелись в системах связи, у военных и в космической технике. Потребовалась разработка новых разъемов и шин обмена данными между большим количеством микропроцессоров. Стандарт *Compact PCI* это действующий стандарт, активно развивающийся в настоящее время. Этот стандарт постепенно перетекает также в область промышленной электроники. Хотя особая миниатюризация там не требуется, и сфера промышленной электроники отличается большой консервативностью, так как установленные системы требуется эксплуатировать без замены электроники не менее двадцати лет

Применительно к промышленным компьютерным системам важно не ошибиться в выборе электронного стандарта. Нужно выбирать технику, выполненную в стандарте, который развивается по восходящей линии. В противном случае, можно столкнуться с тем, что выбранная вами электроника будет снята с производства фирмой производителем, и вы не сможете ее отремонтировать в случае поломок. С другой стороны нежелательно выбирать экспериментальные непроверенные решения по той же причине.

Требования к охране труда

Общетехнические требования включают требования к различным видам безопасности и условиям работы персонала. Требования безопасности являются приоритетными по отношению к другим требованиям. ПТК должен быть построен таким образом, чтобы случайные или ошибочные действия оперативного персонала, а также отказы технических средств не приводили к ситуациям, опасным для жизни и здоровья людей. Требования к безопасности ПТК должны соответствовать требованиям разд. 2 ГОСТ 24.104-85 [67], а также ПТБ (Правила техники безопасности).

Технические средства ПТК по требованиям защиты человека от поражения электрическим током относятся к классу 1 и должны выполняться в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75 [68].

Оборудование ПТК, требующее осмотра или обслуживания без перерыва в работе должно устанавливаться в местах, безопасных для пребывания персонала. Конструкция и размещение стоек (шкафов) ПТК должны удовлетворять требованиям электро и пожаро безопасности в соответствии с ПТЭ (РД 34.20-501-95 [69]), ГОСТ 12.2.003-91.ССБТ [70], ГОСТ 12.2.007.6-75.ССБТ [72], ГОСТ 12.1.044-89.ССБТ [73] и ГОСТ 12.1.004-91 [71].

Стойки (шкафы) должны быть оснащены механическими блокираторами дверей (крышек), исключающими их самопроизвольное или несанкционированное открытие.

Все элементы технических средств ПТК, находящиеся под напряжением, должны быть защищены от случайного прикосновения к ним обслуживающего персонала, а также иметь предупредительные надписи на русском языке.

Технические средства ПТК должны быть заземлены. Заземление территориально рассредоточенных технических средств ПТК должно выполняться по месту их установки. Должна быть исключена необходимость организации автономного защитного контура заземления для устройств ПТК. На видном месте устройств ПТК должны быть предусмотрены четко различимые устройства (болты) для подключения защитного заземления по ГОСТ 12.1.030-81 [74] к общему контуру заземления. Электрическое сопротивление между болтом и любой металлической частью устройства (шкафа), подлежащей заземлению, не должно превышать 0,1 Ом.

Сопротивление изоляции цепей в пределах одного устройства должно быть не менее 100 МОм. Допускается организация автономного логического (информационного) контура заземления по техническим условиям поставщиков ПТК.

Контроль состояния заземляющих устройств должен выполняться в соответствии с РД 153-34.0-20.525-00 [75].

Инструкции по эксплуатации технических средств ПТК должны включать специальные разделы требований по безопасности установки, заземления и технического обслуживания.

Условия работы оперативного и обслуживающего персонала при эксплуатации ПТК должны соответствовать требованиям санитарных норм и требованиям безопасности персонала. Входящие в состав ПТК операторские станции,

персональные компьютеры, на базе которых создаются АРМ, должны иметь гигиенический сертификат, а также сертификаты, гарантирующие соблюдение стандартов по электрической, механической и пожарной безопасности (ГОСТ Р 50377-92 [76]), уровню создаваемых радиопомех (ГОСТ Р 51318.22-99 [77]), уровню электростатических полей (ГОСТ 12.1.045-84. ССБТ [78]), работоспособности в условиях электромагнитных помех (ГОСТ Р 50628-2000 [79]) и уровню создаваемого шума (ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ [80]) и вибрации (ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ [81]).

Предпочтительными являются мониторы с маркировкой Low Radiation (слабое излучение), мониторы с жидкокристаллическим экраном и мониторы с установленной защитой по методу замкнутого металлического экрана.

Правила допуска инвалидов определяются Постановлением Правительства №87 (редакция от 2011г.)

Устройство электропитания

Электропитание всех устройств ПТК должно производиться от собственных источников (модулей) электропитания, получающих энергию от электросети предприятия.

Первичными источниками электропитания ПТК могут являться две независимые сети, каждая из которых является трехфазной сетью переменного тока 380/220 В, частотой 50 ± 1 Гц.

Характеристики первичных сетей электропитания:

- номинальное линейное напряжение – 380 В (+10, –15 %);
- номинальное фазное напряжение – 220 В (+10, –15 %);
- число фаз – 3.

Первичными источниками электропитания ПТК могут также являться две независимые сети, одна из которых является трехфазной сетью переменного тока напряжением 380/220 В, частотой (50 ± 1) Гц, а другая – сетью постоянного тока напряжением 220 В.

Источники электропитания устройств нижнего уровня ПТК (например, контроллерных шкафов) могут быть предназначены для получения электропитания от двух независимых сетей (по одному из указанных выше вариантов), либо только от одной сети. В этом случае устройства нижнего уровня ПТК должны получать электропитание от агрегатов бесперебойного питания (АБП). Предпочтительным является включение АБП в состав поставки ПТК.

Электропитание дублированных устройств ПТК должно производиться от независимых источников.

Электропитание технических средств верхнего уровня ПТК, достаточных для безаварийного останова оборудования, должно осуществляться от устройств бесперебойного питания (УБП) с внутренней аккумуляторной поддержкой (до 30 мин).

Электропитание ПТК должно удовлетворять правилам безопасности, изложенным выше. Прикосновение человека к внешним оболочкам и устройствам ПТК (корпус компьютера, монитор, клавиатура, мышь, принтер, кабель) не

должны приводить к поражению человека электрическим током. При возникновении пожара элементы ПТК не должны выделять токсичных веществ, которые могли бы приводить к гибели персонала. Все изоляционные материалы и оплетки кабелей должны быть негорючими. Кабельные сети должны прокладываться в соответствии с правилами пожарной безопасности.

5.3.3. Требования к видам обеспечения

В соответствии с этой группой требований ведется разработка программного обеспечения, его подготовка к эксплуатации и передаче заказчику.

К видам обеспечения ПТК относятся:

1. Общесистемные решения
2. Математическое обеспечение.
3. Информационное обеспечение.
4. Программное обеспечение.
5. Организационное обеспечение.
6. Метрологическое обеспечение.

Общесистемные решения.

Такие решения содержат:

- Описания структуры системы в целом с учетом удаленных подсистем.
- Описание средств связи между отдельными подсистемами.
- Описания архитектуры программного обеспечения.
- Описания архитектуры отдельных программных блоков системы.

Математическое обеспечение ПТК.

К математическому обеспечению ПТК относятся:

- Описания всех математических задач, которые будут заложены в программу. Это могут быть задачи, описываемые математическими формулами. Логические задачи, описываемые методами формальной логики, либо логических схем (диаграмм).
- Описания алгоритмов, при помощи которых будут решаться все задачи, закладываемые в ПО

Например, к математическому обеспечению ПТК относятся формулы расчета ТЭП (технико-экономические показатели) технологического оборудования. Для каждого вида производств эти формулы свои. В ТЗ обычно прописывают перечень задач и перечень алгоритмов, которые необходимо разработать.

Информационное обеспечение ПТК.

Для информационного обеспечения системы приводят требования:

- 1) к составу, структуре и способам организации данных в системе;
- 2) к информационному обмену между компонентами системы;
- 3) к информационной совместимости со смежными системами;

- 4) по использованию общесоюзных и зарегистрированных республиканских, отраслевых классификаторов, унифицированных документов и классификаторов, действующих на данном предприятии;
- 5) по применению систем управления базами данных;
- 6) к структуре процесса сбора, обработки, передачи данных в системе и представлению данных;
- 7) к защите данных от разрушений при авариях и сбоях в электропитании системы;
- 8) к контролю, хранению, обновлению и восстановлению данных;
- 9) к процедуре придания юридической силы документам, продуцируемым техническими средствами АС (в соответствии с ГОСТ 6.10.4).

В упрощенном понимании пользователя к информационному обеспечению ПТК относят:

- Набор экранных форм (видеограмм), с которыми работает оператор рабочей станции.
- Описание и правила работы с интерфейсами для рабочих мест.
- Набор ведомостей и протоколов, которые печатаются для отчетности.
- Базы данных с их описаниями.
- Описание архивов информации и средств работы с ними.

В ТЗ описывают состав информационного обеспечения, необходимого для разработки компьютерной системы.

Программное обеспечение ПТК.

ПО всегда делится на стандартное и разрабатываемое. К стандартному ПО относятся операционные системы, системы управления базами данных (СУБД), оболочки для проектирования и т.д.

ПТК состоит из следующих частей:

- Модули УСО.
- Контроллеры.
- Сервер (для малых систем отсутствует).
- Рабочие станции.
- Инженерная станция.
- Архивная станция.
- Компьютер-шлюз (не всегда).

Каждая часть ПТК оснащается своим пакетом ПО. Разработка ПО заканчивается предоставлением

- Описания архитектуры ПО для системы в целом.
- Описания состава стандартного ПО.
- Кодов разрабатываемого ПО с их описаниями.

Создание ПО для ПТК является высокоинтеллектуальной задачей. Огромный труд в эту проблему вложили разработчики САПРов и SCADA-систем. Они же рекомендуют операционные системы, с которыми совместимо их ПО. С другими операционными системами их ПО работать не может, поскольку оно встраивается в операционную систему.

В ТЗ прописывается состав стандартного и разрабатываемого ПО.

Организационное обеспечение.

Для организационного обеспечения приводят требования:

- 1) к структуре и функциям подразделений, участвующих в функционировании системы или обеспечивающих эксплуатацию;
- 2) к организации функционирования системы и порядку взаимодействия персонала АС и персонала объекта автоматизации;
- 3) к защите от ошибочных действий персонала системы.

В состав организационного обеспечения обычно входят:

Техническое описание ПТК, Инструкция пользователя, Инструкция для программиста группы АСУ, Регламент технического обслуживания и ремонта ПТК, а также другие документы. В ТЗ прописывают состав организационного обеспечения, необходимого для передачи заказчику.

5.4. Порядок испытания и приемки КС в эксплуатацию

ПТК в промышленности должен пройти следующие виды испытаний:

- предпоставочные заводские испытания;
- испытания отдельных подсистем в режиме холодной наладки (с выключенным технологическим оборудованием);
- испытания отдельных подсистем и всей системы целиком в режиме горячей наладки (на включенном технологическом оборудовании);
- испытания при сдаче системы из наладки в опытную эксплуатацию (72 часа непрерывной работы с изменениями в режимах работы оборудования);
- приемочные испытания в постоянную эксплуатацию.

Для серийных систем опытная эксплуатация может не проводиться. Все виды испытаний, кроме заводских, проводятся на технологическом объекте.

Гарантийный срок на ПТК должен быть не менее 18 мес. после изготовления и отгрузки ПТК заказчику при условии хранения ПТК на площадке заказчика в соответствии с требованиями поставщика. В этот период поставщик ПТК должен производить гарантийный ремонт. В дальнейшем, на весь срок службы ПТК поставщик должен гарантировать поставку за отдельную плату ЗИП в необходимом объеме.

5.5. Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту ПТК

Требования к эксплуатации

В комнатных условиях:

- рабочая температура окружающей среды 15–25 °С;
- предельная температура (на период не более 2 ч) 10–40 °С;
- относительная влажность воздуха 30–75 % при температуре 25 °С;
- предельная влажность воздуха 20–80 % при температуре 25 °С;
- атмосферное давление (группа Р1) 84,6–106,7 кПа;
- вибрация в диапазоне частот 0,5 – 50 Гц с амплитудой 0,15 мм (группа N1);
- напряженность внешних магнитных полей постоянного и переменного тока с частотой 50 Гц – до 40 А/м;
- напряженность внешних электрических полей до 10 кВ/м;
- содержание пыли (размер частиц не более 3 мкм) в помещениях не более 1,0 мг/м³.

Технические средства, устанавливаемые вблизи технологического оборудования, должны надежно функционировать при следующих условиях:

- атмосферное давление 84–106,7 кПа;
- вибрация в диапазоне частот 0,5–50 Гц с амплитудой 0,1 мм;
- напряженность магнитных полей постоянного и переменного тока до 400 А/м;
- напряженность переменных электрических полей до 10 кВ/м;
- наличие промышленных радиопомех;
- рабочая температура окружающей среды в нормальных условиях 10–50 °С;
- относительная влажность не более 90 %.

В аварийных режимах допускается температура 75 °С и относительная влажность 100 %

Условия эксплуатации ПТК должны удовлетворять требованиям технических условий на используемые технические средства. ПТК в промышленности должен выполнять свои функции и сохранять свои показатели в пределах установленных значений при следующих условиях эксплуатации:

- содержание коррозионно-активных агентов в атмосфере помещения должно составлять 30–60 % от величин, определяемых для атмосферы IV типа; сернистого газа от 20 до 250 мг/м³; хлоридов от 0,3 до 30 мг/м³ (группа условий эксплуатации металлов и сплавов – 1);
- воздействие вибрации в диапазоне частот 10...25 Гц с амплитудой до 0,1 мм;
- магнитные поля постоянные и переменные с частотой 50 Гц напряженностью до 400 А/м;
- рабочее значение температуры окружающего воздуха в интервале от 10 до 35 °С, предельное верхнее значение 55 °С, предельное нижнее значение 3 °С, возможное изменение температуры с темпом 5 °С/час;

- относительная влажность 50...80 %, верхнее предельное значение – 90 %;
- атмосферное давление:
 - верхнее рабочее значение 106,7 кПа (800 мм рт. ст.), нижнее рабочее значение 86,6 кПа (650 мм рт. ст.), нижнее предельное значение 84,0 кПа (630 мм рт. ст.);
 - содержание пыли в помещении не более 1,0 мг/м³ при размере частиц не более 3 мкм;
 - содержание пыли в герметизированной зоне для магнитных носителей информации не более 0,3 мг/м³ при максимальных размерах частиц не более 3 мкм и количестве частиц не более 100 тыс. шт./м³ воздуха;
 - концентрация озона в приземном слое воздуха 40 мг/м³.

Условия эксплуатации средств вычислительной техники, входящей в состав ПТК, должны соответствовать ГОСТ 21552-84 «Средства вычислительной техники. Общие технические требования...». ПТК должен допускать кратковременную работу при отказе систем кондиционирования и повышении температуры в помещении до 55 °С. Время работы при повышенной температуре должно указываться в технических условиях на компоненты ПТК.

Электронная техника должна быть защищена от влияния:

- 1) радиоэлектронных помех;
- 2) электромагнитных полей напряженностью до 400 А/м;
- 3) электрических помех, действующих на дискретные входы, с амплитудой до 5 В любой длительности или амплитудой до 500 В длительностью до 1 мкс;
- 4) электрических помех, действующих на аналоговые входы, с амплитудой до 100 мВ на частоте сети;
- 5) импульсных помех с амплитудой до 100 В и длительностью до 1 мкс.

Требования к техническому обслуживанию и ремонту

Техническое обслуживание ПТК должно включать следующие работы:

- 1) текущее обслуживание;
- 2) регламентное обслуживание.

Текущее обслуживание должно включать восстановление работоспособности при неисправностях и отказах технических и программных средств.

Текущее обслуживание должно производиться квалифицированным рабочим персоналом путем замены модулей из состава запасных инструментов и приборов (ЗИП). Регистрация и отображение текущего состояния работоспособности ПТК должны осуществляться с помощью инженерной станции.

Регламентное обслуживание, требующее отключения электропитания, должно производиться не чаще одного раза в год.

В процессе проектирования ПТК должен быть определен комплект ЗИП, достаточный для эксплуатации средств управления в течение года. Желательно предусмотреть возможность восстановления ЗИП предприятием-изготовителем программно-технических средств по договорам с Заказчиком.

При замене неисправного модуля резервным, из состава ЗИП не должна требоваться его дополнительная настройка и регулировка.

Требования к хранению компонентов системы

Условия хранения применяемых компонентов должно соответствовать ГОСТ 15.150-69 (отапливаемое помещение) со следующими условиями:

- 1) температура воздуха 5...40 °С;
- 2) относительная влажность среднегодовая 60 % при 20 °С, верхнее значение 80 % при 25 °С;
- 3) отсутствие солнечного излучения, воздействия дождя и плесневых грибков.

Комплект ЗИП должен храниться в специальных ящиках (шкафах) в помещении группы АСУ.

Требования к персоналу

Разрабатываются применительно к конкретной системе. Указывается

- количество персонала;
- уровень образования (среднее, техникум, высшее.);
- специализация (инженер-программист, техник-экономист и т.д.).

Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие

При появлении на предприятии компьютерной системы приходится изменять организационную структуру эксплуатации оборудования, либо управления производством. Например, появлении системы класса АСУ П приводит к сокращениям управленческого персонала и некоторых подразделений системы управления и приводит к появлению новых должностей. Все эти изменения нужно проделать на этапе пуско-наладочных работ и испытаний новой системы, чтобы быть готовым к её нормальной эксплуатации.

Если сохранить весь персонал в рамках старой структуры управления, и просто оснастить его компьютерами, то вы не получите преимуществ от внедрения АСУ. Один сервер может обслуживать 150-200 рабочих мест. Поэтому компьютерное оборудование никаких ограничений на количество рабочих мест не накладывает. В связи с этим необходимо проводить хронометрирование объема работ, выполняемого на одном автоматизированном рабочем месте. Затем определять число АРМов.

Для технологических систем количество АРМов определяется количеством функциональных узлов оборудования и объемом информации для просмотра.

Требования к документированию

В этом пункте определяется состав Проекта, т.е. вид и количество документов, которые должен предоставить Проектный институт или Инжиниринговая фирма.

Глава 6. Проект полевого уровня

Проект любой промышленной компьютерной системы (КС) делится на два уровня

- Проект полевого уровня компьютерной системы;
- Проект программно-технического комплекса (ПТК) компьютерной системы.

6.1. Граница полевого уровня

Граница полевого уровня проходит по клеммным рядам шкафа промежуточных клемм (ШПК), который устанавливается рядом с контроллерами. Либо по рядам входных клемм контроллера, в том случае если шкаф промежуточных клемм отсутствует.

Для больших проектов шкафы промежуточных клемм устанавливаются всегда. Дело в том, что по ним проходит граница зон ответственности цехов «Контрольно-измерительных приборов и автоматики» (сокращенно КИПиА), электроцеха (сокращенно ЭЦ) и отдела или цеха АСУ ТП. Для электроцеха и цеха КИПиА делают различные шкафы промежуточных клемм. Вся кабельная сеть между ШПК и контроллерами и весь ПТК находятся в зоне ответственности цеха АСУ ТП. Работники цеха КИПиА и ЭЦ не имеют права что-либо делать с промежуточной кабельной сетью и работать внутри шкафов контроллеров, т.е. внутри ПТК. Клемники ШПК имеют две стороны. Одна сторона лежит в зоне ответственности цехов КИПиА, либо ЭЦ, а вторая принадлежит цеху АСУ ТП.

Иногда в случае локальных проектов, когда имеется только два участника, цех КИПиА и цех АСУ ТП, либо ЭЦ и цех АСУ ТП, шкафов промежуточных клемм не устанавливают. Кабель заводят напрямую на входные клемные ряды шкафов контроллеров. Тем самым устраняют промежуточные клеммы. Авторы встречали в своей практике оба решения.

Иногда попадаются промежуточные решения, когда устанавливается шкаф промежуточных клемм электроцеха, а цех КИПиА заводит сигнальный кабель напрямую в шкафы контроллеров. Такое решение характерно для случая, когда группа АСУ ТП входит в состав цеха КИПиА. (В теплоэнергетике цех КИПиА переименован в цех Тепловой Автоматики и Измерений, сокращенно ТАИ).

6.2. Какие вопросы рассматривает проект полевого уровня КС

Проект полевого уровня компьютерной системы рассматривает:

- устройства полевого уровня (датчики, исполнительные механизмы, электродвигатели, аппараты, другие механизмы) и их место в технологической схеме управляемого оборудования;
- шкафы местного управления электрическими приводами запорной арматуры на трубопроводах и электродвигателями насосов и других механизмов;

- традиционные пульты управления устройствами полевого уровня с аналоговыми и цифровыми показывающими приборами, ключами и кнопками управления;
- электрические схемы передачи сигналов от всех устройств и шкафов полевого уровня на ПТК и от ПТК на эти устройства и шкафы;
- электрические схемы передачи сигналов от всех устройств и шкафов полевого уровня на традиционные щиты управления и обратно;
- устройство традиционных щитов и пультов управления;
- схемы электропитания устройств и шкафов полевого уровня и традиционных щитов управления;
- схемы заземления устройств, шкафов, пультов, коробок промежуточных клемм и т.д.;
- групповые измерительные схемы с учетом их электропитания;
- кабельную систему передачи сигналов и электропитания;
- клемные ряды всех устройств полевого уровня, промежуточных клеммных коробок, шкафов и традиционных пультов и присоединения жил кабеля к конкретным клеммам;
- планы расположения устройств полевого уровня, шкафов и пультов, прохождение кабельных трасс внутри производственного здания между устройствами полевого уровня, шкафами и пультами и ПТК;
- монтажные (установочные) чертежи устройств полевого уровня;
- спецификации на оборудование, кабельную сеть и материалы, необходимые для монтажа полевого уровня системы;
- сметы на оборудование, кабель и материалы

6.3. Штатпы на документах проекта

На первом листе каждого документа в правом нижнем углу ставится штамп, выполненный в соответствии с ГОСТ Р 21.1101-2013.

					14467411-008ЭО-АТХ.001			
					Насосная Центральная, Тепловые сети, г.Сосновск			
Изм.	Лист	Докум.	Подп.	Дата	Тех.переворужениесистемы управления насосной Центральной. Часть «КИПиА.»	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Иванов С.Д.					РП	1	195
Пров.	Петров Д.В.							
Т. контр.	Сидоров П.В.							
Н. контр.	Алексеев А.С.				Ведомость комплекта чертежей и документации	ООО ПКЦ«Теплоремонт»		
Утв.	Романов А.В.							

Штамп содержит информацию:

Код документа	14467411-008ЭО-АТХ.001
Наименование объекта	Насосная Центральная, Тепловые сети, г. Сосновск
Наименование проекта	Тех. перевооружение системы управления насосной Центральная. Часть «КИПиА.»
Наименование документа	Ведомость комплекта чертежей и документации
Код, определяющий стадию проектных работ	РП (рабочий проект)
Наименование проектной организации	ООО ПКЦ «Теплоремонт»
Номер листа документа	1
Количество листов в документе	17

Код документа определяется по номенклатурным справочникам проектной организацией. Он определяет вид объекта, вид проектирования, вид создаваемой системы, номер документа.

В левой части штампа вписываются фамилии:

Разработчика документа	Иванов С.Д.
Проверяющего правильность технических решений представленных в документе	Петров Д.В.
Технического контроллера (проверяющего правильность оформления документа на соответствие ГОСТ)	Сидоров П.В.
Нормо контроллера (проверяющего объем работ, выполненных проектами ровщиком)	Алексеев А.С.
Утвердившего документ	Романов А.В.

На последующих страницах документа в правом нижнем углу ставится упрощенный штамп

					14467411-008ЭО-АТХ.001	Лист
						68
Изм.	Лист	Докум.	Подп.	Дата		

В нем указываются только код документа и номер листа.

6.4. Ведомость проекта

Первым документом проекта полевого уровня (вообще говоря, любого проекта) является ведомость проекта. Это перечень документов, входящих в состав проекта. Ведомость оформляется в виде таблицы из четырех столбиков. В первый столбик вписывается код документа, во второй – наименование документа, в третий – количество листов, в четвертый – формат листов.

Документ	Наименование	Кол-во листов	Прим.
14467411-008ЭО-АТХ.001	Ведомость комплекта чертежей и документации	2	А4
14467411-008ЭО-АТХ.002	Пояснительная записка	9	А4
14467411-008ЭО-АТХ.003	

6.5. Пояснительная записка

Правила написания пояснительной записки установлены Государственным нормативным актом: «Правительство РФ. Постановление. От 16 февраля 2008 года № 87. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию». Ниже приведем полностью соответствующий раздел и укажем пункты, которые имеют отношение к компьютерной системе.

«Пояснительная записка» должна содержать:

а) реквизиты одного из следующих документов, на основании которого принято решение о разработке проектной документации:

- федеральная целевая программа, программа развития субъекта Российской Федерации, комплексная программа развития муниципального образования, ведомственная целевая программа и другие программы;

- решение Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления в соответствии с их полномочиями;

- решение застройщика;

б) исходные данные и условия для подготовки проектной документации на объект капитального строительства. В пояснительной записке указываются реквизиты следующих документов:

- задание на проектирование – в случае подготовки проектной документации на основании договора;

- отчетная документация по результатам инженерных изысканий;

- правоустанавливающие документы на объект капитального строительства – в случае подготовки проектной документации для проведения реконструкции или капитального ремонта объекта капитального строительства;

- утвержденный и зарегистрированный в установленном порядке градостроительный план земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства;

- документы об использовании земельных участков, на которые действие градостроительных регламентов не распространяется или для которых градостроительные регламенты не устанавливаются, выданные в соответствии с федеральными законами уполномоченными федеральными органами исполнительной власти, или уполномоченными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, или уполномоченными органами местного самоуправления;

- технические условия, предусмотренные частью 7 статьи 48 Градостроительного кодекса Российской Федерации и иными нормативными правовыми актами, если функционирование проектируемого объекта капитального строительства невозможно без его подключения к сетям инженерно-технического обеспечения общего пользования (далее – технические условия);

- документы о согласовании отступлений от положений технических условий;

- разрешение на отклонения от предельных параметров разрешенного строительства объектов капитального строительства;

- акты (решения) собственника здания (сооружения, строения) о выводе из эксплуатации и ликвидации объекта капитального строительства – в случае необходимости сноса (демонтажа);
- иные исходно-разрешительные документы, установленные законодательными и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, в том числе техническими и градостроительными регламентами;
- решение органа местного самоуправления о признании жилого дома аварийным и подлежащим сносу – при необходимости сноса жилого дома;
- в) сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства, состав и характеристику производства, номенклатуру выпускаемой продукции (работ, услуг);
- г) сведения о потребности объекта капитального строительства в топливе, газе, воде и электрической энергии;
- д) данные о проектной мощности объекта капитального строительства – для объектов производственного назначения;
- е) сведения о сырьевой базе, потребности производства в воде, топливно-энергетических ресурсах – для объектов производственного назначения;
- ж) сведения о комплексном использовании сырья, вторичных энергоресурсов, отходов производства – для объектов производственного назначения;
- з) сведения о земельных участках, изымаемых во временное (на период строительства) и (или) постоянное пользование...;
- и) сведения о категории земель, на которых располагается (будет располагаться) объект капитального строительства;
- к) сведения о размере средств, требующихся для возмещения убытков правообладателям земельных участков, – в случае их изъятия во временное и (или) постоянное пользование;
- л) сведения об использованных в проекте изобретениях, результатах проведенных патентных исследований;
- м) технико-экономические показатели проектируемых объектов капитального строительства;
- н) сведения о наличии разработанных и согласованных специальных технических условий...;
- о) данные о проектной мощности объекта капитального строительства, значимости объекта капитального строительства для поселений (муниципального образования), а также о численности работников и их профессионально-квалификационном составе, числе рабочих мест (кроме жилых зданий) и другие данные, характеризующие объект капитального строительства, – для объектов непроизводственного назначения;
- п) сведения о компьютерных программах, которые использовались при выполнении расчетов конструктивных элементов зданий, строений и сооружений, а также для других целей;
- р) обоснование возможности капитального строительства по этапам с их выделением (при необходимости);

с) сведения о предполагаемых затратах, связанных со сносом зданий и сооружений, переселением людей, переносом сетей инженерно-технического обеспечения (при необходимости);

т) заверение проектной организации о том, что проектная документация разработана в соответствии с градостроительным планом земельного участка, заданием на проектирование, градостроительным регламентом, и другими документами...»

Постановление правительства разработано для строительства крупных производств. Однако, оно устанавливает правила оформления проектов и для небольших работ. Для этого необходимо выбирать из его текста все, что относится к конкретному проекту. Таким образом, в пояснительной записке указываем:

- «План инвестиций заказчика»
- «Задание на проектирование»
- Договор с заказчиком.

В соответствии с пунктом в) описываем проект. Это наиболее трудоёмкая часть записки. Описание должно включать назначение системы, ее функции и ее состав. Целесообразно включить в состав записки комментарии, касающиеся документов проекта. Следует прокомментировать нестандартные обозначения. Приводим технико-экономические показатели (ТЭП) оборудования до и после внедрения. Указываем, к каким улучшениям характеристик производства приведет внедрение новой техники. Описываем новые решения (Ноу-Хау), которые предполагается применить в данном проекте, с указанием использованных патентов, если они есть. Описываем программное обеспечение и его надежность. Указываем этапность разработки. Вставляем раздел про персонал, который будет эксплуатировать новую систему. Подробно описываем сведения по охране труда и технике безопасности применительно к рассматриваемой разработке. В пояснительную записку можно включать и другие разделы, но обязательно должна присутствовать информация, указанная в Постановлении правительства, применительно конечно к разрабатываемой системе.

Пример пояснительной записки смотри в приложении 6.1 к данной главе.

6.6. Схемы автоматизации

В этом документе представлены технологические схемы основного оборудования, которым управляет компьютерная система. На этих схемах расставляются *устройства полевого уровня*, входящие в состав системы управления. Это датчики, электрические привода запорной и регулирующей арматуры, электродвигатели механизмов и аппаратов. Каждому устройству полевого уровня присваивается номер на схеме.

В нижнем поле схемы автоматизации представлена последовательность присвоенных номеров и показано, в какие шкафы промежуточных клемм и шкафы управления поступают сигналы с каждого устройства. Указано общее количество сигналов и их распределение по типам (аналоговые, дискретные, переменного или постоянного тока, специальные и т.д.). В правой стороне нижнего

поля подсчитано общее количество сигналов каждого типа, количество сигналов, поступающих в отдельные шкафы управления, суммарное число сигналов.

Схемы автоматизации дают полное представление об общем количестве сигналов и их распределении по полемому оборудованию, шкафам и типам. Обозначения полевых устройств КИПиА на схемах автоматизации должны соответствовать ГОСТ 21.208-2013 [19]. Обозначения элементов и узлов технологической схемы проводятся в соответствии с системой ГОСТов ЕСКД. В приложении 6.2 представлен пример небольшой схемы автоматизации.

6.7. Система классификации и кодирования оборудования и сигналов

В соответствии с требованиями нормативной документации (РД50-34.698-90 [59]) при создании программно-технического комплекса должна использоваться единая система классификации и кодирования технологической информации (включая технологическое оборудование, аналоговые и дискретные сигналы, события и т.п.).

В инженерном проектом деле широко используется немецкая система классификации и кодирования технических элементов KKS (*от нем. выражения Kraftwerk-Kennzeichen System*). Эта система классификации и кодирования широко используется в настоящее время при проектировании как строящихся, так и реконструируемых энергетических объектов, см. сайт Института Энергетических Систем, г.Москва [82]. На основе описываемой системы идентификации организуется проектная база данных, которая используется и как инструментальное средство создания ПТК и как единый архив проекта. По сообщениям сайта, в будущем система KKS будет заменена на «Reference Designation System for Power Plants», RDS-PP (которая на 90 % будет совпадать с ныне существующей системой KKS).

На схемах автоматизации для каждой единицы оборудования приведены идентификаторы, состоящие из набора цифр и букв. Они составляются в рамках принятой системы кодирования оборудования, сигналов и модулей программного обеспечения. Сигналы разделяются на физические и виртуальные. Виртуальные сигналы появляются внутри программного обеспечения.

Идентификатор полевых устройств системы управления делится на две части. Первая часть относится к технологическому оборудованию. Вторая часть к оборудованию системы управления. Последние три цифры – порядковый номер полевого устройства. В больших системах управления могут фигурировать сотни одинаковых датчиков, поэтому используют три цифры. Каждая буква в идентификаторе имеет свое смысловое значение.

Идентификаторы оборудования и сигналов вводятся для компьютерной обработки проекта. Если сделана единая электронная база данных всех идентификаторов, то далее можно делать любые необходимые выборки.

6.8. Электрические принципиальные схемы устройств полевого уровня

Электрические измерительные схемы с нормированным токовым выходом.

К этому классу схем относятся схемы постоянного тока (DC) с напряжением +24В (В – вольт) и диапазонами сигнальных токов: 4-20; 0-20; 0-5 мА. (мА – миллиампер). Электрические схемы присоединения и снятия сигнала с датчика и электропитания датчика поступают вместе с датчиком и представлены в паспорте датчика, либо в инструкции по эксплуатации датчика. Эти схемы разрабатывает завод изготовитель датчика.

Различают двухпроводные и четырехпроводные схемы подключения датчиков с нормированным токовым выходом. В первом варианте схем электропитание и передача сигнала осуществляются по одним и тем же проводам. Во втором варианте схем электропитание датчика и передача сигнала осуществляются по различным проводам. Двухпроводные схемы позволяют экономить кабель.

В двухпроводных схемах в измерительное кольцо врезается элемент питания постоянного тока с напряжением +24В. Наилучшим вариантом для компьютерных измерений считается диапазон токов 4-20 мА, сдвинутый относительно нуля. Такая шкала позволяет организовать диагностику исправности электрической цепи. При отсутствии технологического сигнала есть показание 4 мА – значит схема работает, если показания меньше 4 мА – значит возникла неисправность цепи. При наличии технологического сигнала ток превышает значение 4 мА.

Иногда от одного элемента постоянного тока +24В питают несколько датчиков. Питательный элемент характеризуется номинальным током, при котором он работает в нормальном режиме. Количество датчиков подсчитывают делением номинального тока на максимальный сигнальный ток – 20 мА. Если номинальный ток питательного элемента – 100 мА, то от него можно питать 5 датчиков.

Схемы с коллективным подключением нескольких датчиков к одному питательному элементу позволяют экономить на элементах питания. Но в таких измерительных схемах возможно взаимное влияние датчиков друг на друга. При этом искажаются показания датчиков. А в случае случайного попадания в такую схему переменного напряжения ~220В выйдут из строя все датчики вместе с питательным элементом. Поэтому коллективные схемы менее надежны. По указанным причинам проектировщики стремятся устанавливать отдельный питательный элемент с малым номинальным током 20-40 мА в измерительную схему каждого датчика.

Четырехпроводные измерительные схемы с отдельным электропитанием также могут питаться от элементов постоянного тока +24В, либо от однофазной сети переменного тока ~220В, в зависимости от конструкции прибора и решений завода изготовителя.

Электропитание ~220В всегда осуществляется от технологической (цеховой) сети переменного тока.

Электропитание датчиков от элементов +24В может осуществляться в трех вариантах:

- Элементы устанавливаются в шкафах контроллеров,
- Элементы устанавливаются в отдельных шкафах электропитания, входящих в состав ПТК,
- Элементы устанавливаются по месту установки датчиков.

В больших проектах предпочтительным является второй вариант, при этом исключается нежелательный нагрев контроллеров. В малых проектах предпочтение вызывает первый вариант. При этом экономят на шкафе электропитания. Установка элементов питания по месту датчика может вызвать проблемы. Дело в том, что во время капитальных ремонтов основного оборудования датчики демонтируются, и ремонтный персонал может повредить или потерять элементы питания.

Термопары.

Известно, что в месте соединения двух разных металлов возникает термо-э.д.с., величина которой зависит от температуры окружающей среды. От термопары тянут специальный кабель, состоящий из двух жил, сделанных из металлических сплавов, которые участвуют в измерениях внутри термопары. Эти две жилы непосредственно заводятся в термопарный модуль УСО контроллера.

Специальный кабель имеет высокую цену. Поэтому вблизи от места расположения термопар делают клемную коробку, в которую собирают спецкабели от каждой термопары. От клемной коробки до ПТК сигналы от термопар пропускают через медный многожильный контрольный кабель.

В такой измененной измерительной цепи возникают два дополнительных спаев (спецметалл – медь), на них генерируется дополнительная термо-э.д.с., которая искажает первоначальную э.д.с. Это приводит к отклонению измеряемой температуры от истинной на несколько градусов. Чтобы устранить искажения температуры применяют схему с компенсацией э.д.с. холодных спаев. В клемную коробку ставят дополнительный датчик температуры, при помощи которого измеряют температуру клемной коробки. Измерения заводят в ПТК. Далее расчетным путем корректируют измерения основной температуры.

Термосопротивления.

При помощи термопар измеряют высокие температуры 300–600 °С. Меньшие температуры измеряют при помощи термосопротивлений. Измерительные схемы для термосопротивлений бывают трехпроводные и четырехпроводные. Разработаны также универсальные датчики на базе термосопротивлений с нормированным токовым выходом 4–20 мА, подключаемые по двухпроводной схеме.

Дискретные датчики типа сухой контакт.

Для контроля перехода технологического параметра через некоторое значение используются дискретные датчики, замыкающие контакт реле. На реле подается переменное или постоянное напряжение из ПТК, либо из цеховой схемы

электропитания в зависимости от типа реле. При замыкании реле в цепи возникает слабый ток, который и фиксируется измерительным прибором. При установке таких датчиков проектировщикам необходимо выбрать тип напряжения – переменное или постоянное, его величину и схему подачи напряжения. Обычно используют коллективную схему электропитания. К одному источнику подключают несколько дискретных датчиков. Здесь взаимное влияние датчиков не играет роли. ПТК фиксирует лишь появление тока. Схемы измерений проектируются таким образом, чтобы в нормальном состоянии контакт реле был разомкнут, т.е. чтобы большую часть времени схема была обесточена.

Электропривод клапана.

Схему управления электроприводом разрабатывает завод изготовитель. Для управления клапаном обычно используют 5 сигналов: «больше», «меньше», «открыто», «закрыто», «положение». При нажатии кнопок: «больше», «меньше» и их удержании в нажатом состоянии клапан идет на открытие или закрытие. При отпускании кнопки клапан останавливается. Сигналы «открыто», «закрыто» поступают с концевых выключателей и сигнализируют о конечном состоянии клапана. Аналоговый сигнал «положение» показывает степень открытия клапана. В схемах управления клапанов в настоящее время используются пускатели бесконтактные реверсивные (ПБР). Они представляют собой компактные модули. ПБР содержит блок питания +24В. С него подается напряжение на кнопки «больше», «меньше». Ток протекает только при нажатии на эти кнопки. Указатель положения и концевые выключатели питаются напряжением ~220.

Подключение ПТК к системе управления клапаном возможно по двум вариантам. В первом варианте сохраняется заводской пульт управления клапаном по месту. Во втором варианте управление происходит только из ПТК. Возможен дополнительный сигнал диагностики – наличие напряжения в схеме электропитания ~220. Обычно все ПБР и схемы управления клапанами по месту собираются в отдельном шкафу – сборке управления клапанами. При появлении ПТК в сборке устанавливают дополнительные клемники, пробрасывают кабель между сборкой и ШПК, а электрическую схему сборки перекоммутируют.

Электроприводы задвижек.

Задвижки – это арматура, которая работает только на открытие или закрытие трубопровода. Для задвижек характерны команды: «открыть», «закрыть»; сигналы с концевых выключателей – «открыто», «закрыто»; возможен сигнал диагностики – наличие напряжения в схеме электропитания ~220.

Схема управления по месту питается от сети ~220. В цепь управления задвижкой входят два магнитных пускателя электродвигателя задвижки, один работает на открытие, а второй на закрытие задвижки. Каждый пускатель включается нажимной кнопкой и отключается после срабатывания соответствующего концевого выключателя. Кнопки снабжены реле самоподхвата. После нажатия кнопки реле срабатывает и включает обходной контакт. Далее ток ~220 течет через обходной контакт реле, а не через кнопку.

В особых случаях используются задвижки с промежуточным останом. Для них добавляется команда «Стоп». Схема управления такими задвижками более сложная.

На трубопроводах высокого давления используют задвижки со схемой дожима, которая оставляет работать электродвигатель задвижки после срабатывания концевого выключателя. Выключает электродвигатель токовое реле, установленное в схеме электропитания электродвигателя. Срабатывает такое реле после превышения токовой уставки.

При подключении схем управления задвижками к ПТК необходимо, чтобы ПТК имел модули УСО, работающие с сигналами ~ 220 . Не все ПТК имеют такие модули. Как правило, их не имеют ПТК иностранных производителей (ABB, Siemens). В этой ситуации необходимо проектировать шкаф промежуточных реле, которые срабатывают от входных сигналов ~ 220 , а на выходе имеют цепи $+24В$.

Для того, чтобы избежать усложнения конструкции ПТК иногда заказчик идет на установку вместо задвижек клапанов. А цепь конечных выключателей запитывается из ПТК напряжением $+24В$. Напомним, что для клапанов цепь активных команд питается от блока питания ПБР $+24В$.

Отечественные производители ПТК имеют модули УСО ~ 220 . Наличие таких модулей предъявляет повышенные требования к персоналу по электробезопасности. Короткое замыкание приводит к сильным разрушениям внутри шкафа контроллеров. На каждый сигнал ~ 220 желательно ставить предохранители. Кроме того наличие в больших количествах цепей ~ 220 внутри ПТК может создавать помехи в слаботочных измерительных цепях, что создает серьезные проблемы для конструкторов и производителей ПТК.

Управление аппаратами.

Управление аппаратами может представлять собой значительную сложность. Например, аппарат паровой или водяной обдувки топки котельного агрегата ТЭЦ имеет в своем составе датчики, клапаны, задвижки, электродвигатели.

Лучше всего строить систему управления аппаратом как маленькую независимую АСУ ТП. Центральным элементом такой системы является малый контроллер. Этот контроллер соединяется компьютерной сетью с большим контроллером или с сервером большой системы и далее с рабочими станциями. Малый контроллер работает по своим алгоритмам с полевыми устройствами аппарата. Пуск, останов аппарата и его настройка осуществляются с рабочих станций большой системы. Диагностика поступает на верхний уровень большой системы.

В российской промышленности имеется много аппаратов старой конструкции, у которых система управления релейная, а команды подаются с кнопочных пультов. При появлении ПТК возникает ряд проблем, связанных с подключением аппарата:

Переделка системы управления аппаратом в маленькую АСУ ТП требует значительных финансовых затрат, замены всего оборудования управления аппа-

ратом и возможно не приведет к успеху, если разработчики старого аппарата заложили в его конструкцию Ноу-Хау своего времени, о котором мы не догадываемся. Поэтому систему управления такими аппаратами лучше не трогать.

Можно решить вопрос, ограничившись подачей из ПТК команд «включить аппарат», «выключить аппарат», «аварийный стоп», подключившись к соответствующим кнопкам пульта управления аппаратом. Можно также подать некоторый объем диагностики на верхний уровень ПТК, подключившись к свободным контактам основных реле аппарата. Такими решениями обычно и ограничиваются при проведении технического перевооружения старых систем управления. Богатые организации типа Газпрома, РосАтома заказывают в конструкторских Бюро полную переделку старых аппаратов.

Управление мощными электродвигателями, питающимися от напряжения ~6кВ.

Управляют обычно замыканием или размыканием высоковольтной цепи питания электродвигателя, которую осуществляет силовой контактор, соединенный с электромагнитом. Включают и выключают электромагнит при помощи слаботочной релейной схемы управления +24В. Схемы управления высоковольтными механизмами имеют разветвленную систему сигнализации и электрических блокировок.

ПТК подключают к слаботочным релейным цепям управления электромагнитом контактора. Заводят в ПТК сигнализацию параллельно старой. Электрические блокировки электродвигателя оставляют на релейных схемах.

Полная модернизация системы управления мощным электродвигателем возможна только заводом изготовителем электродвигателя и заключается в большинстве случаев к переходу на частотно-регулируемый привод.

Отметим в заключение данного раздела, что количество сигналов ПТК, обслуживающих такие устройства полевого уровня, как клапан, задвижка, электродвигатель, аппарат, появляются только после утверждения их принципиальных электрических схем. Поэтому схему автоматизации установки нельзя рассматривать в отрыве от принципиальных электрических схем ее частей.

Таким образом, объем схемы автоматизации зависит от технологической схемы объекта и от принципиальных электрических схем полевых устройств.

Отметим также, что некоторый объем сигналов может вообще не фигурировать на схемах автоматизации. Это сигналы электроцеха из ячеек контрольно-распределительных устройств. Сигналы специальной сигнализации и др. Пример принципиальной электрической схемы управления насосом представлен в приложении 6.3.

6.9. Перечень устройств полевого уровня

Перечень устройств полевого уровня включает все оборудование, с которым взаимодействует ПТК. Готовится в виде таблицы, состоящей из трех столбцов. Первый столбец – порядковый номер оборудования, второй столбец – иден-

тификатор оборудования, третий столбец – название. Пример смотри в приложении 6.4. Каждая единица оборудования должна фигурировать в проекте. С каждой единицей оборудования жестко связан набор входных и выходных сигналов ПТК. Поэтому далее следуют перечни сигналов.

6.10. Перечни входных и выходных сигналов ПТК

В ПТК используется небольшой перечень сигналов. Это

Входные сигналы:

1) Аналоговые сигналы постоянного тока 4-20, 0-20 мА с напряжением +24В. (IA_DC=24, I – input, A – analog, DC – direct current, =24 – напряжение в цепи +24 Вольта).

2) Дискретные сигналы переменного тока (ID_AC~220; I – input, D – discreet, AC – alternative current, ~220 – переменное напряжение в цепи ~220 Вольт)

3) Дискретные сигналы постоянного тока (ID_DC=220; I – input, DC – direct current, =220 – постоянное напряжение в цепи =220 Вольт)

4) Дискретные сигналы постоянного тока (ID_DC=24)

Цепь дискретного входного сигнала ПТК подключена к вторичному нормально разомкнутому контакту реле (сухой контакт). Когда на вход реле подается напряжение со стороны технологической схемы, этот контакт замыкается и через сопротивление внутри модуля УСО протекает ток. Наличие тока (или напряжения) на входном сопротивлении модуля УСО означает появление дискретного сигнала на входе ПТК.

Выходные сигналы:

1) Аналоговые сигналы постоянного тока 4-20, 0-20 мА с напряжением +24В. (OA_DC=24, O – output, A – analog, DC – direct current, =24 – напряжение в цепи +24 Вольта).

2) Дискретные сигналы переменного тока (OD_AC~220; O – output, D – discreet, AC – alternative current, ~220 – переменное напряжение в цепи ~220 Вольт)

3) Дискретные сигналы постоянного тока (OD_DC=220; O – output, D – discreet, DC – direct current, =220 – постоянное напряжение в цепи =220 Вольт)

4) Дискретные сигналы постоянного тока (OD_DC=24)

Цепи дискретных выходных сигналов устроены следующим образом. На выходе модуля УСО устанавливается мини-реле с входом обращенным внутрь ПТК. При подаче команды из ПТК реле срабатывает и замыкает вторичный контакт. Клеммы вторичного контакта предоставляются на усмотрение пользователя. В зависимости от типа мини-реле на вторичный контакт можно подавать постоянное или переменное напряжение 220 или постоянное напряжение 24В. Токи, протекающие через контакт реле, ограничены его внутренним сопротивлением. Обычно они не превышают 100 мА. Эти токи указаны в паспорте модуля УСО.

Таблицы сигналов оформляются в следующем стиле. Для входных аналоговых сигналов имеем 4 столбика, Приложение 6.4. Порядковый номер, идентификатор сигнала (состоит из идентификатора оборудования и через черточку пишется код сигнала в соответствии с правилами ККС) наименование сигнала и его тип.

Для входных дискретных сигналов имеем 5 столбиков, прил. 6.5. Добавился столбик с указанием состояния, которое описывает данный сигнал. Для выходных сигналов имеем похожую таблицу, прил. 6.6.

6.11. Маркировка электрических цепей

Вернемся еще раз к принципиальным электрическим схемам. Для того чтобы спроектировать кабельную сеть и клемники устройств полевого уровня необходимо на принципиальные электрические схемы нанести дополнительную информацию, см. например, [83]., см. также ГОСТ 2.702-2011. ЕСКД. [24].

Электрическая цепь – это объединенные общей точкой проводники, расположенные между клемниками нескольких полевых устройств. Электрические цепи маркируются буквами латинского алфавита, за которыми следует порядковый номер цепи на принципиальной электрической схеме А1, А14, В5, D28 ...

Цепи маркируют слева направо и сверху вниз. Если на одном чертеже представлены несколько принципиальных схем, то в разных схемах цепи маркируют разными буквами.

Отметим, что в электротехнике часто под электрической цепью понимают замкнутые контуры, по которым течет электрический ток. Однако, при проектировании в понятие электрической цепи вкладывают смысл указанный в определении.

В промышленных системах управления полевые устройства разбиты на группы однотипных устройств. Например, имеется 25 задвижек, 15 клапанов, 50 термопар и т.д. К маркировке электрической цепи через черточку приписывается код полевого устройства (скажем 1 – задвижка, 2 – клапан и т.д.) и двузначный порядковый номер устройства. Примеры маркировок электрических цепей можно посмотреть на любой принципиальной электрической схеме, см. например, прил. 6.3.

6.12. Клемники полевых устройств

Промаркировав электрические цепи можно приступить к проектированию клемников полевых устройств. Рассмотрим этот вопрос на примере системы управления задвижкой.

Такая система состоит из электропривода, который открывает и закрывает задвижку, и устанавливается на самой задвижке. Непосредственно около электропривода устанавливается клемная коробка, куда приходят два кабеля, один силовой, обеспечивающий электропитание электродвигателя задвижки, второй сигнальный на ее концевые выключатели. Концевые выключатели находятся на электроприводе задвижки. С коробки оба кабеля уходят в шкаф сборки задвижек, который может находиться в нескольких десятках или даже сотнях метров от самой задвижки. В Шкафу сборки задвижек расположены магнитные пускатели, которые включают и выключают электропитание электродвигателя задвижки, токовое реле выключающее электродвигатель при превышении токовой уставки в цепи питания электродвигателя и возможно другие элементы в зависимости от

состава схемы управления. Из сборки задвижек уходит три кабеля. Один силовой – в силовую ячейку, второй на старый пульт управления и третий на шкаф автоматики. В шкафу автоматики располагаются контроллеры, модули УСО и элементы питания сигнальных схем.

Начинаем проектирование клемников с того, что рисуем пунктирными прямоугольниками все устройства, входящие в состав системы управления задвижкой, т.е. электропривод задвижки, клемную коробку по месту, шкаф сборки задвижек, шкаф промежуточных клемм, устанавливаемый перед ША. На каждое устройство наносим его идентификатор. Внутри пунктирных прямоугольников рисуем клемники. На каждый клемник также наносим его идентификатор. Код клемников начинается с латинской буквы X. Вторая буква означает тип полевого устройства, Р – шкаф сборки задвижек, Т – шкаф автоматики, D – соединительная коробка по месту. Следующая цифра – порядковый номер клемника внутри конкретного устройства.

К отдельным клеммам подводим провода – тонкие линии. На каждую отдельную тонкую линию наносим маркер электрической цепи. По принципиальной электрической схеме смотрим, какие цепи подходят к данному устройству. Когда нанесем все такие цепи – проектирование клемника закончено.

Следует учитывать, что клемники монтируются на одну рейсшину длинным рядом до 100 шт. Монтажные в соответствии с заданием формируют группы клемм по 4, 8, 16 или 32 шт. Между группами клемм вставляются изоляторы – пустышки. На эти изоляторы наносится маркировка клемников. Соединительные коробки также продаются с уже готовыми клемниками по 4, 8, 16 или 32 клеммы.

При проектировании клемников следует разделить силовую кабель и сигнальный. Они должны приходить каждый на свой клемник. Кабели, которые приходят от разных полевых устройств также следует размещать на отдельных клемниках. Если в шкаф сборки задвижек приходит три кабеля, то в шкафу необходимо заложить три клемника. К идентификатору клемника через черточку приписывается код полевого устройства и его порядковый номер.

Любой шкаф полевых устройств имеет модульную структуру. В состав электрической схемы шкафа входят реле, пускатели, лампочки, выключатели, предохранители, электротехнические детали (сопротивления, конденсаторы и т.д.). Для электрических соединений всех деталей ставится коммутационный клемник. На одну сторону этого клемника парами проводов выводятся все детали схемы. На другой стороне ставятся коммутирующие переключатели. Далее с коммутирующей стороны делаются проводные соединения с входными клемниками. Пример клемника с присоединением кабелей представлен в прил. 6.7.

6.13. Проектирование кабельной системы

Кабельная система создается в соответствии с правилами ПУЭ (правила устройства электроустановок). Сечение жилы кабеля выбирается в соответствии с максимальной токовой нагрузкой электрической цепи. Количество жил выбирается с учетом резервирования на 1–2 шт. Сигналы ПТК передаются по кабелям

с медными жилами. Слаботочные сигналы с напряжением 24В передаются кабелем с экраном. Сигналы напряжением 220В передаются кабелем без экрана. Оплетка кабеля выбирается негорючей. Кабели для передачи слаботочных сигналов 24В должны прокладываться в отдельном транзитном коробе. Среди них не должно быть кабелей для передачи сигналов 220В. От каждого датчика с токовым сигналом должен идти свой отдельный экранированный медный кабель. Дискретные сигналы типа «сухой контакт», собранные в группы и запитываемые от одного элемента питания могут передаваться одним кабелем с числом жил $N+1+2$. Здесь N - число сигналов, 1 – нулевая жила, 2 – число резервных жил.

Команды ПТК и входные сигналы должны передаваться разными кабелями, так как внутри ПТК они поступают на различные модули УСО. Такой подход целесообразен, чтобы не создавать путаницы внутри ПТК.

Особенностью проектирования кабельной системы является случай, когда на разные клеммы одного и того же клемника приходят одинаково промаркированные электрические цепи. Такие клеммы можно соединить перемычкой, а соответствующую жилу кабеля устранить. Конечно, нужно быть уверенным, что не будет превышена токовая нагрузка на оставшуюся жилу.

Монтажники на производстве обычно используют для сигнальных цепей экранированный кабель типа КВВГЭнг-4*1,5 (4-жилы по 1,5 мм²- сечение каждой жилы); 7*1,5; 10*1,5; 19*1,5; либо неэкранированный кабель КВВГнг. Аббревиатура «нг» означает, что кабель негорючий. Имеются справочники, по типам кабеля. Однако, при проектировании кабельной системы следует консультироваться с монтажной организацией. Так как некоторые типы кабеля могут не производиться.

Проектирование кабельной системы тяжелое и трудоемкое занятие. Завершается такое проектирование появлением документов.

- Входные клемники шкафа автоматики
- Шкафы промежуточных клемм ЭЦ и ЦКИПиА
- Схемы соединений и подключения внешних проводов
- План кабельных трасс и мест расположения соединительных коробок
- Кабельная таблица
- Кабельный журнал
- Спецификация на кабель

Первые два документа представляют собой рисунки клемных рядов для ШПК и ША с указанием присоединений кабеля, выполненных в стиле прил. 6.7.

Третья группа схем представляет собой присоединения кабелей к клеммам всех полевых устройств и клемных коробок (за исключением ШПК и ША).

Четвертый документ представляет собой план производственных помещений с условным изображением технологической установки, на котором указаны места установки датчиков, запорно-регулирующей арматуры, насосов, шкафов и т.д. Нарисованы кабельные трассы с перечислением кабелей, которые через них

идут. Нарисованы соединительные коробки и схематично показано присоединение кабеля к тем или иным устройствам. Этот документ необходим, чтобы рассчитать длины кабелей, типы и длины транзитных кабельных коробов и количество крепежных соединений. Документ необходим монтажной организации для проведения монтажных работ.

В кабельной таблице представлено присоединение каждого кабеля к левому и правому клемникам, с указанием жил кабеля и электрических цепей, которые эти жилы передают. Указаны также идентификаторы кабеля и клемников, см. прил. 6.8.

Кабельный журнал представляет собой перечень кабеля, с указанием, откуда и куда он идет. Клемники, конкретные жилы и идентификация электрических цепей опущены.

Спецификация на кабель представляет собой перечень типов кабеля с указанием длины.

Разбиение всей перечисленной в данной главе документации на проектную и рабочую представлено в таблице прил. 6.9. На практике подготовку проектной и рабочей документации разделяют по времени только для больших проектов. Для небольших проектов ее готовят единым пакетом. Часто трудно строго разделить документацию на проектную и рабочую, так как один и тот же чертеж или схема требуются и для расчета стоимости проекта, и для проведения монтажных работ строительно-монтажной организацией.

Отметим еще одно очень важное обстоятельство. Любой проект полевого уровня микропроцессорной системы управления готовится итерациями. По мере продумывания и подготовки документов возникают поправки и устраняются допущенные ошибки. Соответствующие изменения охватывают большую часть документов. Поэтому проектировщики готовят весь проект целиком, а затем начинают делать итерации над всем проектом. Хороший результирующий проект возникает после 3-х, 4-х итераций.

Глава 7. Проект программно-технического комплекса

7.1. Разбиение ПТК на функциональные узлы

Проектирование ПТК начинается с появлением перечня входных (выходных) сигналов ПТК. Первой операцией, которую осуществляют проектировщики ПТК, является разбиение всего перечня сигналов на функциональные группы (узлы, зоны), которые впоследствии будут обслуживаться разными контроллерами. По существу данная операция является распределением сигналов по контроллерам.

Функциональный узел – это совокупность сигналов, тесно связанных с группой полевого оборудования технологической схемы, и имеющая минимум поперечных связей с другим оборудованием.

У энергетиков в качестве функциональных узлов выбирают обычно котельный агрегат, турбину, вспомогательное оборудование котла, бойлерную, работающую на отопление города, насосную станцию и т.д. Если котельный агрегат имеет слишком много параметров, то производят внутреннее разбиение на паро-водяной, газо-воздушный тракты котла, систему подготовки топлива и т.д. Осуществляют разбиение проекта на функциональные узлы проектировщики-технологи. У энергетиков – инженеры по тепловым или электрическим станциям.

Современные мощные контроллеры легко обслуживают до 1000 сигналов ввода (вывода). При дальнейшем увеличении количества сигналов возникает некоторое запаздывание с обработкой сигналов. Поэтому объемы функциональных узлов делают обычно не более 1000 сигналов ввода (вывода).

Для больших систем контроллеры поставляют в шкафном исполнении. Шкаф контроллеров содержит до 5-ти ящиков – крейтов, в каждый из которых вставляется до 15-ти модульных электронных плат, одинаковой ширины и различного назначения. С обратной стороны шкафа располагают клемные ряды, к которым подводится кабельная система. Модули в крейтах соединяются с контроллером специальной шиной для цифровой передачи данных. К каждому модулю также подводится шина электропитания. Модули УСО соединяются с входными клемниками проводной системой, для приема и выдачи технологических сигналов.

Модули, обрабатывающие сигналы 220В и 24В объединяют в отдельные зоны. Нельзя осуществлять перемешивание таких модулей, потому что в этом случае возрастает вероятность короткого замыкания между модулями, находящимися под высоким и низким напряжением.

Одной из проблем, является то, что с тыльной стороны контроллера можно расположить не более 1000 клемм. Этого количества клемм достаточно для приема не более 500 сигналов ввода (вывода). Если контроллер предназначен для обработки 1000 сигналов, то оставшиеся сигналы необходимо заводить в отдельный шкаф выносных УСО. Один контроллер получается при этом в двух шкафном исполнении.

Завершается проектирование функциональных узлов появлением «Схемы структурной комплекса технических средств ПТК», см. прил. 7.1.

7.2. Проектирование контроллера функционального узла

После того, как появился перечень сигналов функционального узла, производится раскладка сигналов по модулям УСО контроллера. Все сигналы делятся по типам, описанным в Главе 6:

Входные сигналы

IA_DC=24, ID_AC~220, ID_DC=220, ID_DC=24;

Выходные сигналы

OA_DC=24, OD_AC~220, OD_DC=220, OD_DC=24.

I – input, O – output, A – analog, D – discrete, AC – alternative current, DC – direct current.

Под каждый тип сигналов производитель ПТК имеет отдельный тип модуля УСО. Более того, под некоторые типы сигналов производитель ПТК предлагает активный (с внутренним электропитанием сигнальных цепей) и пассивный (с внешним электропитанием) вариант модуля.

Разобравшись с типами сигналов и видами их электропитания, производим выбор типов модулей УСО контроллера. Далее производим раскладку сигналов по отдельным модулям УСО. При этом следует учитывать некоторые соображения:

- 1) Однотипные сигналы единицы полевого оборудования (задвижка, клапан,...) не должны расплываться по разным модулям УСО.
- 2) Сигналы ЦКИПиА и ЭЦ не должны перемешиваться.
- 3) Сигналы ЦКИПиА (а также и ЭЦ) должны следовать в соответствии с кабельными подключениями. (Сигналы датчиков могут подводиться многожильным кабелем от коллективных соединительных коробок, расположенных по месту. Такие сигналы должны подключаться друг за другом.)

В результате данной работы появляются документы проекта ПТК

- Описание клемных модулей контроллеров.
- Заполнение крейтовых корзин контроллера электронными модулями.
- Таблица подключений модулей УСО контроллера.
- Таблица присоединений кабеля к входным клемникам шкафа автоматики.

Отметим, что описание клемных модулей контроллера предоставляет производитель контроллеров. Второй документ представляет собой таблицу с номерами посадочных гнезд крейтовой корзины и с идентификаторами соответствующих электронных плат (модулей контроллера). Таблица подключений модулей УСО контроллера может быть выполнена в стиле таблицы, либо в виде рисунка с указанием маркировки кабеля и подключения жил кабеля к соответствующим клеммам.

Задание заводу производителю контроллеров.

После выполнения вышеуказанной части проекта, готовится техническое задание заводу производителю контроллеров. Заполняется специальная опрос-

ная форма завода изготовителя. К ней прикладывается выполненная часть проекта. И все отправляется на завод. Заводское КБ проверяет проектную документацию на техническую совместимость и присылает спецификацию, смету и Договор на изготовление контроллерных шкафов и электронных модулей. Далее устраняются замечания по проектной документации. Договор утверждается и пакет документов отправляется почтой или нарочным на завод. Контроллеры пошли в изготовление.

На данном этапе появляются:

- Техническое задание на изготовление шкафов контроллеров.
- Спецификация на шкафы контроллеров.
- Смета на шкафы контроллеров.

7.3. Верхний уровень ПТК

На верхнем уровне ПТК устанавливаются сервер (или несколько серверов); рабочие станции по числу рабочих мест, состоящие, как правило, из двух дублированных компьютеров, каждый с двумя мониторами; инженерная станция, архивная станция как правило совмещенная со станцией документирования; сетевое оборудование. В том случае, когда нужно выходить в компьютерную сеть предприятия, устанавливается компьютер-шлюз с дополнительной сетевой картой сети высшего уровня. Через сеть высшего уровня доступна лишь выходная документация ПТК, которая получается путем обработки архивов. Иногда делают доступными некоторые видеogramмы для высшего руководства. В компьютере шлюзе размещают антивирусные программы, защищающие ПТК от атаки вирусов через сеть высшего уровня.

Для особо надежных систем цифровую сеть ПТК полагается делать дублированной. Сетевой кабель полагается пробрасывать по разным коробам.

Для неотчетственных проектов ограничиваются соединением компьютеров и контроллеров типа звезда, через сетевой коммутатор. Для повышения надежности часто делают сеть типа – кольцо. Для взрывоопасных объектов – двойное кольцо. Причем на каждый компьютер устанавливают по две сетевые карты – на первое и на второе сетевое кольцо.

Для офисных систем ПТК не содержит контроллеров. Остается только верхний уровень.

7.4. План расположения средств ПТК на объекте

Заключительным документом проектирования «технических средств» ПТК является план расположения комплекса технических средств на объекте. Обычно шкафы контроллеров и сервера устанавливаются в помещении щита управления. В некоторых проектах используют выносные контроллеры, которые устанавливают по месту нахождения технологического оборудования. На месте старого пульта управления располагают рабочие станции и место для оператора технологического оборудования. Инженерную и архивную станции располагают в отдельном помещении с ограниченным доступом.

Проектирование «технических средств» ПТК заканчивается появлением следующих документов:

- Структура комплекса технических средств ПТК.
- План расположения комплекса технических средств ПТК на объекте.
- Спецификация технических средств верхнего уровня ПТК.
- Смета технических средств верхнего уровня ПТК.

Смета отличается от спецификации наличием дополнительных столбиков с указанием стоимости одного элемента и заказанной позиции, т.е. нескольких заказанных элементов.

Некоторые из этих документов в иллюстративных целях представлены в приложениях к главе 7.

Глава 8. Проектирование видов обеспечения ПТК

К видам обеспечения ПТК относят:

1. Общесистемные решения
2. Математическое обеспечение.
3. Информационное обеспечение.
4. Программное обеспечение.
5. Организационное обеспечение.
6. Метрологическое обеспечение.

8.1. Общесистемные решения

Общесистемные решения являются стратегическими решениями. От их правильного выбора зависит быстродействие и надежность создаваемой системы, возможность интеграции с уже имеющимися компьютерными системами, а также возможность дальнейшего развития и наращивания системы. К этому кругу вопросов относятся

- Модульность построения системы.
- Выбор средств связи между отдельными модулями (RS-485, RS-232, Ethernet, радиосвязь, оптоволоконная связь и т.д.).
- Выбор операционных систем (реального времени, мягкого реального времени или обычных офисных, или их сочетания).
- Выбор средств разработки программного обеспечения.
- Выбор средств разработки баз данных.
- Разработка архитектуры программного обеспечения.

8.2. Математическое обеспечение

Математическое обеспечение – это набор математических формул и алгоритмов, на основе которых осуществляется работа ПТК с их описанием, реализуемых затем в виде программного обеспечения ПТК, комплекса программ, описаний и инструкций, обеспечивающих функционирование ПТК в объемах, заданных заказчиком. Основные элементы математического обеспечения разрабатываются одновременно и параллельно с проектированием ПТК и поставляются заказчику как часть проекта ПТК.

Для систем класса АСУ ТП и АСДУ в состав математического обеспечения включают:

Структурные схемы регуляторов.

Схема регулятора включает полевой уровень регулятора – это датчики и клапан, и его высшую часть – это алгоритм регулирования, закладываемый в состав программного обеспечения. С датчиков в алгоритм регулирования поступают сигналы. Алгоритм регулирования в свою очередь выдает сигналы на управляющий орган – клапан.

Основной из важных задач автоматического регулирования является задача поддержания заданного значения выбранного технологического параметра, например температуры, давления или уровня в конкретном месте технологической схемы (задача стабилизации). Это значение параметра задается извне оператором установки. Алгоритм регулирования сравнивает текущее значение параметра (сигнал с датчика) с заданным. Вычисляется разность между сигналом с датчика и заданным, которая называется рассогласованием параметра. В зависимости от величины рассогласования алгоритм выдает команды на регулирующий орган установки и по некоторому закону открывает или закрывает клапан. При этом нужно избежать возникновения колебательного режима.

Виртуальная часть функциональной схемы регулятора представляет собой программный алгоритм регулирования.

В математическом плане закон регулирования представляет собой обыкновенное дифференциальное уравнение. Коэффициенты этого уравнения измеряются датчиками регулятора. Поэтому количество датчиков и сам алгоритм регулирования зависят от выбора дифференциального уравнения, осуществляющего регулирование. Отметим, что на объем полевого уровня системы регулирования могут повлиять структурные схемы регуляторов, см. прил. 8.1

Структурные схемы защит, блокировок и сигнализации.

При работе технологического оборудования иногда возникают нарушения технологического процесса. Для того, чтобы при таких нарушениях не получить серьезной аварии, сопровождающейся разрушением оборудования и человеческими жертвами, оборудование оснащают технологическими защитами, электрическими блокировками и сигнализацией.

Технологические защиты делятся на три вида:

- Защиты, работающие на останов оборудования.
- Защиты, работающие на понижение мощности оборудования.
- Локальные защиты, работающие на отключение части оборудования без останова технологической цепочки.

Электрические блокировки накладывают те или иные запреты на включение(отключение) отдельных единиц оборудования.

Сигнализация делится на два вида:

- Предупредительную.
- Исполнительную.

Предупредительная сигнализация предупреждает оператора установки о возникновении опасного режима работы технологического оборудования. После чего оператор обязан предпринять действия по выводу установки в нормальный режим работы.

Исполнительная сигнализация сигнализирует об исполнении тех или иных операций. Примером являются сигналы от концевых выключателей задвижек и клапанов.

Защиты, блокировки и сигнализация представляют собой программно-логические алгоритмы управления. С точки зрения математики – это цепочки логических операций.

Для каждой защиты, блокировки и сигнализации выписывается свой математический алгоритм. Примеры алгоритмов для простейших блокировок можно посмотреть в приложении 8.2 к данной главе.

Формулы расчета ТЭП.

К математическому обеспечению ПТК относятся также формулы расчета ТЭП технологического оборудования. Для каждого вида производств эти формулы свои. Занимается расчетом ТЭП отдел ПТО (производственно технический отдел) предприятия. Для получения формул ТЭП нужно ставить задачу перед отделом ПТО. В силу значительной специфики останавливаться на этих формулах не будем.

Основными документами математического обеспечения ПТК для управляющих систем являются:

- Структурные схемы регуляторов.
- Структурные схемы защит.
- Структурные схемы электрических блокировок.
- Структурные схемы сигнализаций.
- Формулы расчета ТЭП.

Формулы обработки входных сигналов в настоящее время включены в состав программного обеспечения модулей УСО, либо в блок обработки входных сигналов SCADA – системы. В состав проектной документации ПТК они не включаются.

Для офисных ИС в состав математического обеспечения ПТК будут входить математические описания задач, включенных в функциональную структуру ИС, а также алгоритмы для их реализации. При использовании баз данных нужно иметь в виду, что значительная часть математического обеспечения уже реализована в виде сервиса, предоставляемого системой управления базой данных.

8.3. Информационное обеспечение

К информационному обеспечению ПТК относят:

- Описание информационных потоков, с которыми работает ПТК
 - Описание интерфейсов для управления системой
 - набор видеogramм, с которыми работает оператор технологической установки,
 - отчетные формы, которые печатают для отделов и служб предприятия,
 - протокол неисправностей системы
 - протокол контроля работы оператора технологической установки
 - Описание баз данных
 - архив технологических параметров и средства работы с ним.
- и описания других средства работы с информацией.

Видеограммы. Изготавливаются на основе схем автоматизации в упрощенном и стилизованном вид. На них наносится технологическая схема установки или ее части. Система обозначений соответствует ГОСТ. Применяется цветовое кодирование, рекомендованное в нормативных документах и принятое на предприятии, обязательно по согласованию с ним. На поле видеограммы расставляются прямоугольники вывода значений параметров – показаний датчиков.

Щелкнув по изображению задвижки, клапана или насоса, выводим панель управления данным оборудованием. С этой панели можно включить или выключить насос, открыть или закрыть задвижку, изменить положение клапана. Здесь же сигнализация конечных состояний арматуры.

Щелкнув по клапану, участвующему в процессе регулирования, выводим панель настройки и управления регулятором. Можно включить автоматическое, либо ручное регулирование. Можно задать или изменить настройки регулятора. Можно вывести временной тренд регулируемого параметра. Можно включить программу настройки регулятора, которая изучив временной тренд, рекомендует выбор оптимальных настроечных коэффициентов.

Щелкнув на кнопку защит, выводим панель защит. Войти и начать управлять защитами разрешается после регистрации. Можно ввести в действие (вывести из работы) каждую защиту. Можно выбрать список защит и ввести в работу защиты списком. Можно включить режим проверки действия защит (после того как защиты выведены из работы). После того, как оператору поступил сигнал «сработала защита», вывести защиту из работы невозможно. То же с блокировками и сигнализациями.

Видеограммы изготавливаются средствами SCADA-системы. Оттуда их можно экспортировать в pdf – формат и использовать в виде цветных картинок в проекте ПТК.

Протокол неисправностей. В состав программного обеспечения, которым пользуется оператор технолог, включают протокол неисправностей. Он фиксирует нарушения в работе системы с указанием времени возникновения нарушения. К числу нарушений относят выход технологического параметра за допустимую шкалу значений, отказ полевого устройства, срабатывание защит, блокировок и сигнализаций, отказ модулей УСО контроллеров и др.

Протокол действий оператора. В этот протокол записываются команды ручного управления, поданные оператором установки. Записывается время подачи команд. Этот протокол необходим при разборе аварийных ситуаций.

Архив технологических параметров и средства работы с ним. Одним из несомненных достоинств компьютерной системы является возможность архивирования параметров технологического процесса и системы управления.

Причины, вызывающие необходимость архивирования следующие: Имея архив технологических параметров, можно проводить объективный анализ аварийных ситуаций, независимый от мнения персонала.

Авария – это событие, за которым последовало разрушение оборудования, элементов конструкции производственного здания с последующим восстановительным периодом более 25 суток.

Инцидент – это событие, за которым последовал останов оборудования с последующим восстановительным периодом менее 25 суток.

Отказ – это событие, за которым последовал выход из строя каких-либо полевых устройств технологической системы без останова оборудования. Отказ может сопровождаться снижением мощности установки.

Все аварии, инциденты и отказы, сопровождающиеся снижением мощности технологической установки, расследует специальная комиссия. Для объективной работы этой комиссии и нужен архив технологических параметров. На его основе можно строго установить историю развития неисправности.

Другой причиной необходимости ведения архива является возможность анализа работы установки для последующей корректировки технологических режимов. Можно попытаться увеличить мощность установки, ее эффективность, или реализовать ресурсосберегающий режим работы.

Архив технологических параметров ведется на основе некоторых информационных принципов:

- Запись в архив ведется только по изменению параметра. Изменением считается выход значения параметра за пределы установленной апертуры. Параметры, которые остаются неизменными в архив не заносятся.

- Для целей диагностики аварий ведутся два архива – первый циклический часовой архив с малым временным шагом, второй – глобальный архив с большим временным шагом.

- Технологические параметры ранжируются на несколько групп по степени важности. В циклический архив пишутся все параметры. В глобальный архив в стационарных режимах работы установки пишутся параметры с приоритетом 1. В режимах пуска-останова и испытаний системы пишутся параметры с приоритетами 1 и 2. При возникновении аварийной ситуации пишутся все параметры. Глобальный архив имеет глубину в 1 год.

Отчетная форма. Для отчета о работе технологической установки создают и печатают документ, который называется «Суточная ведомость». В этом документе собирают все данные о работе установки за сутки, необходимые начальнику цеха, отделу ПТО, главному инженеру и другим руководителям предприятия. Суточную ведомость обычно печатают в форматах Microsoft Office. Для этого SCADA –система имеет специальный формат вывода данных, который стыкуется с программами Microsoft Office. При необходимости можно создавать любые документы, используя Word, Excel и др.

8.4. Программное обеспечение

ПТК состоит из следующих частей:

- Модули УСО.

- Контроллеры.
- Сервер (для малых систем совмещен с рабочей станцией).
- Рабочие станции.
- Инженерная станция.
- Архивная станция.
- Компьютер-шлюз (не всегда).

Модули УСО поступают в комплекте с контроллером. Программное обеспечение для них создает производитель контроллера. ПО расположено в постоянном запоминающем устройстве (ПЗУ) модуля. Оно участвует в обработке поступающих сигналов, в подготовке малой базы данных. Контроллер периодически обращается к этой БД и забирает оттуда информацию.

ПО для контроллеров. Состоит из двух частей – операционной системы реального времени и исполнительного модуля (создается программой-конфигуратором контроллера, либо SCADA-системой).

В качестве операционной системы реального времени для контроллеров используются либо бесплатные системы DOS-RTX, Linux, либо лицензионные системы, например, QNX, OS-9 [93–98]. Приведем ниже сведения об операционной системе QNX.

QNX [93] (произносится «кьюникс») – операционная система реального времени, предназначенная преимущественно для встраиваемых систем. Считается одной из лучших реализаций концепции микро ядерных операционных систем.

QNX основана на идее работы основной части своих компонентов, как небольших задач, называемых сервисами. Это отличает её от традиционных монолитных ядер, в которых ядро операционной системы – одна большая программа, состоящая из большого количества «частей», каждая со своими особенностями. Использование микроядра в QNX позволяет пользователям (разработчикам) отключить любую ненужную им функциональность, не изменяя ядро. Для этого можно просто не запускать определённый процесс. Система достаточно небольшая, считается очень быстрой и практически не содержащей ошибок.

В 1980 году студенты канадского Университета Ватерлоо Гордон Белл и Дэн Додж закончили изучение базового курса по разработке операционных систем, в ходе которого они создали основу ядра, способного работать в реальном времени. Разработчики были убеждены, что в их продукте была коммерческая потребность, и основали компанию Quantum Software Systems. В 1982 году была выпущена первая версия QNX, работающая на платформе Intel 8088.

В середине 1980-х годов была выпущена QNX2. Благодаря своей надёжности система приобрела завидную репутацию и получила широкое распространение в системах промышленной автоматизации.

В середине 1990-х появилась QNX4. Она была доступна со встраиваемой графической подсистемой. В конце 1990-х было решено создать операционную систему, в максимальной степени совместимую с Linux. Результатом этих разработок стала QNX6, выпущенная в 2001 году. Эта версия поставляется вместе с интегрированной средой разработки (IDE). В отличие от предшествующих версий, работавших только в PC-совместимых архитектурах, QNX6 легко адаптируется к любой аппаратной конфигурации. QNX6 исключительно компактная система, ее можно установить там, где QNX4 не уместилась бы. Также в QNX6 все драйверы были приведены к единой модели и все интерфейсы стали открытыми.

В настоящее время QNX6 сохраняет популярность в Японии, Германии, России и в Китае благодаря активному развитию рынка промышленной автоматизации и автомобильной электроники.

Программирование контроллеров. Для создания пользовательских программ для контроллеров применяют специальные программы конфигураторы, которые представляют собой системы объектного программирования. Наиболее употребительным конфигуратором является пакет ISaGRAF. В конфигуляторах используется инженерный язык программирования. Это объектный язык операторов – макросов. (Стрелки, квадраты, ромбы, логические операторы...). Пользовательскую программу не пишут, а конфигурируют, т.е. собирают алгоритм из отдельных элементов графическим образом. Создавать такие программы могут инженеры-технологи, классические программисты здесь не нужны.

Из других известных конфигураторов можно указать на программу STEP, разработанную фирмой Siemens.

Системами программирования контроллеров оснащены крупные SCADA-системы такие как Trace Mode, In Touch, IFix и другие.

ПО для Сервера. На сервере устанавливают операционную систему реального времени, одну из указанных выше, и исполнительный модуль, написанный разработчиками ПТК. На сервере размещают текущую базу данных, сетевые программы, диспетчер задач. Там же могут размещаться вычислительные задачи. Сервер для ПТК не оснащается видекартой и монитором, т.е. для ускорения его работы с него снята задача визуализации.

Для небольших проектов (до 500 параметров) некоторые разработчики размещают ПО сервера на рабочей станции, так как мощности компьютера достаточно, сам сервер не устанавливают (Trace Mode).

ПО для рабочей станции. Рабочая станция оснащается операционной системой реального времени (либо мягкого реального времени). Это могут быть Linux, QNX, OS-9, Windows 2000, Windows-NT или –XP. Там же размещается исполнительный модуль SCADA-системы. На рабочую станцию возлагается задачи визуализации технологического процесса и ручного управления. Программы, реализующие алгоритмы автоматического регулирования, защит, блокировок и сигнализаций располагают в контроллерах, программы дистанционного управления располагают на сервере.

ПО для инженерной станции. Инженерная станция служит для проверки и настройки программного обеспечения всего ПТК. Программное обеспечение инженерной станции такое же, как для рабочей станции. Дополнительно на инженерной станции располагают конфигуратор для программирования контроллеров и SCADA–систему для проектирования исполнительных модулей ПО для сервера и рабочих станций.

ПО для архивной станции. На архивную станцию устанавливают операционную систему такую же, как и на рабочую или инженерную станцию, плюс исполнительный модуль, разработанный специальным приложением в SCADA. Архивная станция допускает конфигурирование глобального архива, построение видеокладов и трендов технологических параметров в ретроспективе.

Разработка ПО заканчивается предоставлением описаний каждого модуля ПО:

- Описание ПО, встроенного в модули УСО.
- Описание ПО контроллеров.
- Описание ПО для сервера.
- Описание ПО рабочих станций.
- Описание ПО инженерной станции.
- Описание ПО архивной станции.

Создание ПО для ПТК является высокоинтеллектуальной задачей. Огромный труд в эту проблему вложили разработчики конфигураторов для контроллеров и SCADA-систем. Они же рекомендуют операционные системы, с которыми совместимо их ПО. С другими операционными системами их ПО работать не может, поскольку оно встраивается в операционную систему. Разработчики указывают, что на создание и тестирование SCADA требуется не менее 30 000 человеко – дней труда программистов высшей квалификации.

8.5. Организационное обеспечение

Документы, которые необходимы для организации работы на ПТК, его технического обслуживания и ремонта.

Под организационным обеспечением понимают:

- Техническое описание ПТК.
- Инструкцию для оператора технологической установки.
- Инструкцию для программиста группы АСУ ТП.
- Регламент технического обслуживания и ремонта ПТК.

Глава 9. Системы автоматизированного проектирования

В 90-х годах произошла техническая революция в проектном деле. Появились компактные и достаточно совершенные компьютерные системы автоматизированного проектирования различных объектов.

Система автоматизированного проектирования – автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования. Для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура САПР.

Ушли в прошлое кульманы, карандаши, ватман, тушь, перья, кляксы и многочисленные ошибки на чертежах и схемах. Сегодня проекты для технических объектов практически любой сложности готовит небольшая группа проектировщиков-профессионалов в количестве 5-10 человек, владеющих компьютерными технологиями. В состав группы входят:

- главный инженер проекта (ГИП);
- проектировщик-технолог;
- проектировщик-электрик;
- проектировщик КИПиА;
- проектировщик-электроник;
- программист системный;
- программист по базам данных;
- программист классический.

Революция в проектировании привела к разрушению старых проектных институтов, которые свои площади сдают в аренду, а реально работающие группы проектировщиков разместились в небольших помещениях, или вообще превратились в надомников. Зачем арендовать какие-то площади, платить за коммунальные услуги, если компьютерное проектирование можно вести в удобных домашних условиях за чашкой кофе и общаться через Интернет. Конечно, сказанное относится только к гражданским объектам, не имеющим отношения к государственной тайне.

9.1. Расшифровка и толкование аббревиатуры САПР

Система автоматизированного проектирования. Наиболее популярная расшифровка. В современной технической, учебной литературе и государственных стандартах аббревиатура САПР раскрывается именно так.

Система автоматизации проектных работ. Такая расшифровка точнее соответствует аббревиатуре, однако более тяжеловесна и используется реже.

Система автоматического проектирования. Это неверное толкование. Понятие «автоматический» подразумевает самостоятельную работу системы, без участия человека. А в САПР часть функций выполняет человек, а автоматическими являются только отдельные проектные операции и процедуры. Слово «автоматизированный», по сравнению со словом «автоматический», подчеркивает участие человека в процессе.

Программное средство для автоматизации проектирования. Это излишне узкое толкование. В настоящее время часто понимают САПР лишь как прикладное программное обеспечение для осуществления проектной деятельности. Однако в отечественной литературе и государственных стандартах САПР определяется как более емкое понятие, включающее не только программные средства.

9.2. Цели создания и задачи

В рамках жизненного цикла промышленных изделий САПР решает задачи автоматизации работ на стадиях проектирования и подготовки производства. Основная цель создания САПР – повышение эффективности труда инженеров, включая:

- сокращение трудоемкости проектирования и планирования;
- сокращение сроков проектирования;
- сокращение себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;
- повышение качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;
- сокращение затрат на натурное моделирование и испытания.

Достижение этих целей обеспечивается путем:

- автоматизации оформления документации;
- информационной поддержке и автоматизации процесса принятия решений;
- использование технологий параллельного проектирования;
- унификации проектных решений и процессов проектирования;
- повторного использования проектных решений, данных и наработок;
- стратегического проектирования;
- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;
- повышение качества управления проектированием;
- применение методов вариантного проектирования и оптимизации.

9.3. Состав и структура

В соответствии с ГОСТ 23501.101-87 [99], в структуре САПР выделяют следующие элементы:

- КСАП САПР – комплекс средств автоматизации проектирования САПР.
- подсистемы САПР, как элемент структуры САПР, возникают при эксплуатации пользователями КСАП подсистем САПР.
- КСАП-подсистемы САПР – совокупность ПМК, ПТК и отдельных компонентов обеспечения САПР, не вошедших в программные комплексы, объединенная общей для подсистемы функцией.
- ПТК – программно-технические комплексы.

- компоненты обеспечения ПТК САПР.
- ПМК – программно-методические комплексы.
- компоненты обеспечения ПМК САПР.
- компоненты обеспечения САПР, не вошедшие в ПМК и ПТК.

Совокупность КСАП различных подсистем формируют КСАП всей САПР в целом.

9.4. Подсистемы

По ГОСТ 23501.101-87, составными структурными частями САПР являются подсистемы, обладающие всеми свойствами систем и создаваемые как самостоятельные системы. Каждая подсистема – это выделенная по некоторым признакам часть САПР, обеспечивающая выполнение некоторых функционально-законченных последовательностей проектных задач с получением соответствующих проектных решений и проектных документов. По назначению подсистемы САПР разделяют на два вида: *проектирующие и обслуживающие*.

Обслуживающие подсистемы – объектно-независимые подсистемы, реализующие функции, общие для подсистем или САПР в целом: обеспечивают функционирование проектирующих подсистем, оформление, передачу и вывод данных, сопровождение программного обеспечения и т.п., их совокупность называют системной средой (или оболочкой) САПР.

Проектирующие подсистемы – объектно-ориентированные подсистемы, реализующий определенный этап проектирования или группу связанных проектных задач. В зависимости от отношения к объекту проектирования, делятся на:

- Объектные – выполняющие проектные процедуры и операции, непосредственно связанные с конкретным типом объектов проектирования.
- Инвариантные – выполняющие унифицированные проектные процедуры и операции, имеющие смысл для многих типов объектов проектирования.

Примерами проектирующих подсистем могут служить подсистемы геометрического трехмерного моделирования механических объектов, схемотехнического анализа, трассировки соединений в печатных платах.

Типичными обслуживающими подсистемами являются:

- подсистемы управления проектными данными;
- обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР;
- подсистемы графического ввода-вывода;
- Система управления базами данных (СУБД).

9.5. Компоненты и виды обеспечения

Каждая подсистема, в свою очередь состоит из компонентов, обеспечивающих функционирование подсистемы.

Компонент выполняет определенную функцию в подсистеме и представляет собой наименьший (неделимый) самостоятельно разрабатываемый или покупной элемент САПР (программа, графический дисплей, инструкция и т. п.)

Совокупность однотипных компонентов образует **средство обеспечения** САПР. Выделяют следующие виды обеспечения САПР:

1. **Техническое обеспечение** (ТО) – совокупность связанных и взаимодействующих технических средств (компьютеры, периферийные устройства, сетевое оборудование, линии связи).

2. **Математическое обеспечение** (МО), объединяющее математические методы, модели и алгоритмы, используемые для решения задач автоматизированного проектирования. По назначению и способам реализации делят на две части:

- математические методы и построенные на них математические модели;
- формализованное описание технологии автоматизированного проектирования.

3. **Программное обеспечение** (ПО). Подразделяется на общесистемное и прикладное:

- прикладное ПО реализует математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур. Включает пакеты прикладных программ, предназначенные для обслуживания определенных этапов проектирования или решения групп однотипных задач внутри различных этапов (модуль проектирования трубопроводов, пакет схмотехнического моделирования, геометрический решатель САПР);

- общесистемное ПО предназначено для управления компонентами технического обеспечения и обеспечения функционирования прикладных программ. Примером компонента общесистемного ПО является операционная система.

4. **Информационное обеспечение** (ИО) – совокупность сведений, необходимых для выполнения проектирования. Состоит из описания стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, комплектующих изделий и их моделей, правил и норм проектирования. Основная часть ИО САПР – базы данных.

5. **Методическое обеспечение** (МетО) – описание технологии функционирования САПР, методов выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов. Включает в себя теорию процессов, происходящих в проектируемых объектах, методы анализа, синтеза систем и их составных частей, различные методики проектирования. Иногда к МетО относят также МО и ЛО.

6. **Организационное обеспечение** (ОО) – совокупность документов, определяющих деятельность проектной организации в условиях функционирования САПР, форму представления результатов проектирования.

9.6. Классификация по отраслевому назначению

1) MCAD – автоматизированное проектирование механических устройств. Это машиностроительные САПР, применяются в автомобилестроение, судостроении, авиакосмической промышленности, производстве товаров народного потребления, включает в себя разработку деталей и сборок (механизмов) с использованием параметрического проектирования на основе конструктивных элементов, технологий поверхностного и объемного моделирования (SolidWorks [113], AutodeskInventor, КОМПАС, САТИА);

2) EDA: САПР электронных устройств, радиоэлектронных средств, интегральных схем, печатных плат и т.п. (AltiumDesigner, OrCAD);

3) AECCAD: САПР в области архитектуры и строительства. Используется для проектирования зданий, промышленных объектов, дорог, мостов и т.п. (AutodeskArchitecturalDesktop, AutoCADArchitectureSuite, ArchiCAD)

4) Электрические САПРы: AutoCAD-electrical [114], E-plan [112], Компас [109-111], САПР-Альфа [108]. Возможность создания проектов автоматизации имеется в обычном AutoCAD-14 [115] и его более ранних версиях.

Следует отметить, что все указанные САПР не раскрывают внутренних алгоритмов обработки информации, которые являются Ноу-Хау разработчиков. В этом смысле все САПРы представляются для нас не более чем «черными ящиками» с определенным спектром возможностей.

САПРы – Компас и САПР-Альфа разработаны российскими программистами. Присутствуют на рынке не менее 10 лет. Все программное обеспечение, включая графическую платформу, российской разработки. Графическая часть этих САПР беднее возможностей обычного AutoCAD-14. Возможности взаимодействия с базами данных для решения задач проектирования АСУ ТП отсутствуют. Некоторые вопросы по применению AutoCAD-14 рассмотрены в [102–107].

EPLANSoftware&ServiceGmbH&Co.KG (сведения из Википедии) является разработчиком и поставщиком программного обеспечения и глобальных инжиниринговых решений. EPLAN входит в *холдинг* Friedhelm Loh Group со штаб-квартирой в Хайгере, земля Гессен (Германия). EPLAN относится к ведущим фирмам по *разработке программного обеспечения / систем автоматизированного проектирования* для отраслевых решений.

В штате компании EPLAN Software & Service работают более 700 сотрудников. Немецкие представительства компании расположены в городах Берлин, Гера, ГанOVER, Гамбург, *Франкфурт-на-Майне*, Штуттгарт и Мюнхен, головной офис находится в г. Монгейм на Рейне – где в 1984 году компания начала своё существование как Вихерс & Партнёры (Wiechers & Partner Datentechnik GmbH). С момента основания компании, EPLAN Software & Service провела свыше 110 000 инсталляций своих программных продуктов у более чем 40 000 клиентов по всему миру, и сейчас компания EPLAN представлена в более чем 50 странах

мира, в том числе и в России. В России EPLAN располагает офисами в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге и Новосибирске.

EPLAN предлагает платформу для сквозного проектирования, охватывающего следующие отрасли: электротехника, КИПиА, гидравлика/пневматика и механика (проектирование шкафов и жгутов). Благодаря открытой архитектуре и стандартным интеграционным модулям EPLAN может быть экономически эффективно интегрирован с большим спектром сторонних решений: системами механического проектирования, ERP и PDM системами, системами проектирования зданий, промышленных производств и кораблей.

Широко применяется в следующих отраслях:

- Автомобилестроение.
- Машиностроение.
- Металлургия.
- Химическая и фармацевтическая промышленность.
- Пищевая промышленность.
- Добыча нефти и газа.
- Трубопроводный транспорт.
- Нефте и газо-переработка.
- Производство тепла и электроэнергии.
- Передача и распределение электроэнергии.
- Железнодорожный транспорт.
- Водоснабжение и водоотведение.
- Станкостроение.
- Легкая промышленность.
- Автоматизация зданий.

Основные модули платформы:

- **EPLAN Electric P8** – Модульное и масштабируемое решение для электротехнического проектирования, автоматического создания проектной и рабочей документации.

- **EPLAN Fluid** – Программное обеспечение для проектирования пневмо/гидроавтоматики, систем смазки и охлаждения и автоматического создания соответствующей проектной и рабочей документации

- **EPLAN ProPanel** – 3D проектирование электротехнических шкафов с передачей данных в производство. Виртуальное трехмерное моделирование, создание двух- и трех- мерных чертежей, трехмерное изображение проводных и маршрутных схем, наличие шаблонов для работы сверлильного оборудования и интеграция со станками ЧПУ

- **EPLAN PrePlanning** – программное обеспечение для предварительного (эскизного) проектирования объектов и генерации проектной документации.

- **EPLAN Engineering Center** – Решение для функционального проектирования. В данном модуле пользователь задает граничные параметры проекта, а само проектирование осуществляется системой автоматически по определенным правилам.

Системы АСУ можно проектировать при помощи обычного AutoCAD-14 (или более ранних версий). Однако эти версии не обеспечивают модульного или объектно-ориентированного подхода при проектировании, а также выполнения принципа «однократный ввод – многократное использование введенной информации», отсутствует возможность автоматической генерации отчетов, таблиц и выходных форм. Отсутствуют справочники. Некоторые проблемы современных САПРов, используемых для проектирования АСУ, подняты в статьях [100–101].

САПР AutoCAD-electrical появился на рынке два года назад. Предназначен для проектирования электротехнических устройств. Во многом копирует E-plan. Не использует большинства возможностей модульного и объектно-ориентированного проектирования и технологий баз данных.

В целом, развитие специализированных САПР еще далеко от своего завершения.

Список рекомендуемой литературы

1. ОАО Иркутскэнерго. СТП 001.056.031.2006. «СТАНДАРТ ПРЕДПРИЯТИЯ. Организация и управление инвестициями в капитальное строительство»
2. ОАО Иркутскэнерго. СТП002.098.077-2012. «СТАНДАРТ ПРЕДПРИЯТИЯ. Порядок формирования и утверждения перечня проектно-изыскательских работ, разработки заданий на проектирование и проведения экспертизы проектно-сметной документации».
3. СП 11-101-95. Свод правил. Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений/ Минстрой России
4. № 44-ФЗ, 05.04.2013.«О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
5. Распоряжение Правительства РФ № 2019-р,31.10.2013.О перечне товаров, работ, услуг, в случае осуществления закупок которых заказчик обязан проводить аукцион в электронной форме (электронный аукцион).
6. № 223-ФЗ, 18.07.2011.«О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц»
7. ОАО Иркутскэнерго. СТП-00.04.01.083.0011-2003 «СТАНДАРТ ПРЕДПРИЯТИЯ. Положение о выборе подрядчиков по выполнению работ и предоставлению услуг»
8. ОАО Иркутскэнерго. СТП-00.04.01.083.0010-2003 «СТАНДАРТ ПРЕДПРИЯТИЯ. Положение о выборе поставщиков товаров и услуг».
9. Постановления Правительства РФ от 16.02 2008 г. № 87. «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию
10. ОАО «Ипромашпром». Проектный институт. Образец Задания на проектирование. (ipromash.ru).
11. *Экономический словарь.* (Gufo.me).
12. № 104-ФЗ,05.04.2016. О стандартизации в Российской Федерации (с изменениями на 3 июля 2016 года, №296-ФЗ).
13. № 102-ФЗ, 26.06.2008 (ред. от 18.07.2011 № 242-ФЗ,30.11.2011 № 347-ФЗ, 28.07.2012 № 133-ФЗ,02.12.2013 № 338-ФЗ,23.06.2014 № 160-ФЗ,21.07.2014 № 254-ФЗ,13.07.2015 № 233-ФЗ). "Об обеспечении единства измерений".
14. № 197-ФЗ, 30.12.2001. "Трудовой кодекс Российской Федерации" (с изменениями на ноябрь 2016 г.), <http://www.kit-jobs.ru/>
15. ГОСТ 21.408-2013. СПДС. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.
16. ГОСТ Р 21.1101-2013. СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.
17. ГОСТ 21.110-2012. СПДС. Спецификация оборудования изделий и материалов.
18. ГОСТ 21.114-95. СПДС. Правила выполнения эскизных чертежей общих видов нетиповых изделий.

19. ГОСТ 21.208-2013. СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
20. ГОСТ 21.401-88. СПДС. Технология производства. Основные требования к рабочим чертежам.
21. ГОСТ 21.614-88. СПДС. Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах.
22. ГОСТ 24.302-80. Система технической документации на АСУ. Общие требования к выполнению схем.
23. ГОСТ 2.701-2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
24. ГОСТ 2.702-2011. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
25. ГОСТ 2.710-81. ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
26. ГОСТ 2.721-74. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
27. ГОСТ 2.722-68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические.
28. ГОСТ 2.732-68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света.
29. ГОСТ 2.741-68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы акустические.
30. ГОСТ 2.784-96. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы трубопроводов.
31. ГОСТ 2.785-96. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Арматура трубопроводная.
32. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207:2000. ИТ. Процессы жизненного цикла программного обеспечения.
33. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126:1993. ИТ. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководство по их применению.
34. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000. ИТ. Пакеты программ. Требование к качеству и тестирование.
35. ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 9294:1993. ИТ. Руководство по управлению документированием программного обеспечения.
36. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15910-2002. ИТ. Процесс создания документации пользователя программного средства.
37. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-3-2002. ИТ. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 3. Требования доверия к безопасности.
38. ГОСТ Р ИСО/МЭК 14764-2002. ИТ. Сопровождение программных средств.
39. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15026-2002. ИТ. Уровни целостности систем и программных средств.
40. ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 12182-2002. ИТ. Классификация программных средств.

41. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2002. ИТ. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 1. Введение и общая модель.
42. ГОСТ Р ИСО 9127:1994. Системы обработки информации. Документация пользователя и информация на упаковке для потребительских программных пакетов.
43. ISO/IEC 12207:1995. Информационная технология. Процессы жизненного цикла программного обеспечения.
44. ISO/IEC 9126-1:2000. Информационная технология. Качество программного обеспечения. Часть 1: Модель качества.
45. ISO/IEC 14598-4:1999. Информационная технология. Разработка программных средств. Процессы для заказчика.
46. ISO/IEC 15288: 2000. Управление жизненным циклом. Процессы жизненного цикла системы.
47. ISO 6592:1986. ОИ. Руководство по документации для вычислительных систем.
48. ISO 9127:1987. ИТ. Пользовательская и рекламная документация на пакеты программ.
49. ISO 9294:1990. ТО. ИТ. Руководство по управлению документированием программного обеспечения.
50. MIL-STD-498:1994. Разработка и документирование программного обеспечения.
51. ISO TR 9127:1988. Системы обработки информации – Документация пользователя и сопроводительная информация для пакетов программ потребителя.
52. IEEE 1063-1993. Пользовательская документация на программное обеспечение.
53. ANSI/IEEE 1008 – 1986. Тестирование программных модулей и компонентов ПС.
54. ANSI/IEEE 1063:1993. Пользовательская документация на программные средства .
55. ANSI/IEEE 1219 – 1992. Сопровождение программного обеспечения.
56. ISO 8402:1994. Управление качеством и обеспечение качества – Словарь. Второе издание.
57. ISO 9000-3:1997. Стандарты в области административного управления качеством и обеспечения качества. Часть 3. Руководящие указания по применению ISO 9001 при разработке, поставке, монтаже и обслуживании программного обеспечения. Второе издание.
58. РД_153-34.1-35.127-2002. «Общие технические требования к ПТК для АСУ ТП ТЭС» Разделы: человеко-машинный интерфейс и программное обеспечение.
59. РД_50-34.698-1990МУ. ИТ. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. «Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов»

60. РД_153-34.1-35.145-2003,СО 34.35.145-2003. Технические требования к функции ПТК АСУ ТП ТЭС. Сбор и первичная обработка информации.
61. РД_153-34.1-35.137-2000. Технические требования к подсистеме технологических защит, выполненных на базе микропроцессорной техники.
62. СО_34.35.101-2003.МУ. Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации, автоматического регулирования на тепловых электростанциях.
63. Постановление Совмина СССР от 25.12.1990 № 1340.«О совершенствовании организации работы по стандартизации в СССР»
64. Изменение № 2 ГОСТ Р 1.0-92 ГСС РФ. Основные положения.
65. ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы
66. ГОСТ 34.603-92. Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем.
67. ГОСТ 24.104-85 Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования
68. ГОСТ 12.2.007.2-75. ССБТ. Трансформаторы силовые и реакторы электрические. Требования безопасности.
69. РД 34.20.501-95. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ.
70. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
71. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (с изменением № 1).
72. ГОСТ 12.2.007.6-75 ССБТ. Аппараты коммутационные низковольтные. Требования безопасности (с Изменениями № 1, 2, 3, 4).
73. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) ССБТ. Пожаро- взрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (с Изменением № 1).
74. ГОСТ 12.1.030-81.ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
75. РД 153-34.0-20.525-00. Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок.
76. ГОСТ Р 50377-92 (МЭК 950-86). Безопасность оборудования информационной технологии, включая электрическое конторское оборудование.
77. ГОСТ Р 51318.22-99 (СИСПР 22-97). Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от оборудования информационных технологий. Нормы и методы испытаний (с Изменением N 1).
78. ГОСТ 12.1.045-84. ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
79. ГОСТ Р 50628-2000. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость машин электронных вычислительных персональных к электромагнитным помехам. Требования и методы испытаний.

80. ГОСТ 12.1.003-2014.ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
81. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
82. Сайт Института Энергетических Систем, г.Москва:
<http://enersys.ru/support/podderzhka/dokumentaciya/kodirovka-kks/>
83. Карабчевский Г. А. Учебное пособие "Начальный курс электрика":
<http://rtsh.ru/manual.electrician.htm>
84. Водяхо А. Архитектура информационных систем / Б. Советов, А. Водяхо, В. Дубенецкий, В. Цехановский / Изд-во: Академия, Серия «Высшее профессиональное образование. Бакалавриат», 2012г., 288 с.
85. Дубенецкий В. Теория информационных процессов и систем / Б. Советов, В. Цехановский, О. Шеховцов/ Изд-во: Академия, Серия «Прикладная математика и информатика», 2010 г., 432 с.
86. Брусакова И. Информационные системы и технологии в экономике / И. Брусакова, В. Чертовской/ Изд-во: Финансы и статистика, 2007 г., 352 с.
87. Информатика. Изд. 3 / под редакцией проф. Н.В. Макаровой / М.: Финансы и статистика, 2007г.
88. Мишенин А. Теория экономических информационных систем// Изд-во: Финансы и статистика, 2007 г., 240 с.
89. Алексеева Т. Информационные аналитические системы/Т.Алексеева, Ю.Амириди, В.Дик/ Изд-во: Синергия, Серия «Университетская серия», 2013 г., 384 с.
90. Вдовин В. Информационные технологии в финансово-банковской сфере/ В.Вдовин, Л.Суркова/ Изд-во: Дашков и Ко, 2012 г., 304 с.
91. Карминский А. Информационные системы в экономике. В 2 частях. Часть 1. Методология создания/ А.Карминский, Б.Черников/ Изд-во: Финансы и статистика, 2006 г., 336 с.
92. Карминский А. Информационные системы в экономике. В 2 частях. Часть 2. Практика использования/ А.Карминский, Б.Черников/ Изд-во: Финансы и статистика, 2006 г., 240 с.
93. Сайт QNX. (<http://www.qnx.com/content/qnx/en.html>)
94. Золотарёв С.В. (ЗАО "РТСофт")/ LynxSecure: время операционных систем реального времени в MILS-архитектуре пришло// Электронный журнал «Средства и системы компьютерной автоматизации», 06.02.2008(<http://asutp.ru/?p=600315>).
95. Захаров Н / Использование QNX Neutrino в системах автоматического управления для ответственных применений/В. Клепиков, Д. Подхватилин, Г. Шарапов, Н.Захаров. (ИТМ ВМ им. С.А. Лебедева РАН)/ Электронный журнал «Средства и системы компьютерной автоматизации», 28.11.2007 (<http://asutp.ru/?p=600315>).
96. Золотарев С.В. LynxOS – операционная система реального времени в стандарте POSIX/Золотарев С.В., Калядин А.Ю (ЗАО "РТСофт")/ Электронный журнал «Средства и системы компьютерной автоматизации», 30.10.2004 (<http://asutp.ru/?p=600315>).

97. Жданов А.А.(ЗАО "РТСофт") Операционные системы реального времени // Электронный журнал «Средства и системы компьютерной автоматизации», 15.03.1999 (<http://asutp.ru/?p=600315>).
98. Пронин А.В. (АО РТСофт), OS-9: Архитектура, особенности, перспективы// Электронный журнал «Средства и системы компьютерной автоматизации», (<http://asutp.ru/?p=600315>).
99. ГОСТ 23501.101-87 Системы автоматизированного проектирования. Основные положения (с Изменением № 1).
100. Боровский А.В. Принципы построения интеллектуальной САПР для АСУ ТП./ А.В. Боровский, А.Г. Куклина/ Сборник «Применение математических методов и информационных технологий в экономике», вып.10. Иркутск: изд. БГУЭП, 2011г., с.76-82.
101. Боровский А. В. Методы и алгоритмы разработки САПР для проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами / Боровский А. В., Сачков Д. И./ Современные технологии. Системный анализ. Моделирование, **51:3**, 119-126, (2016).
102. AutoCAD 2012.6. Таблицы .- URL: [<http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/item?siteID=871736&id=18221914#link7>]
103. Список технологий для расширения возможностей AutoCAD:<http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/index?id=22740301&siteID=871736>
104. AutoLISP: <http://ru.wikipedia.org/wiki/AutoLISP#AutoLISP>
105. Ограниченная поддержка VBA в новых версиях AutoCAD: <http://knowledge.autodesk.com/support/autocad/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/VBA-support-in-AutoCAD.html>
106. Перевод программ на 64-разрядную версию AutoCAD: http://through-the-interface.typepad.com/through_the_interface/2007/02/autocad_2008_64.html
107. Сравнение механизмов хранения данных: http://through-the-interface.typepad.com/through_the_interface/2007/04/adding_xdata_to.html
108. САПР для проектирования электрики, автоматики и систем автоматизации: <http://sapralfa.ru/>
109. Слепова С. В., Шахина М. А. Система автоматизированного проектирования «Компас-3D» (мультимедийный курс лекций) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 3—2. С. 207—208.
110. Официальный сайт САПР «Компас»: kompas.ru
111. Официальный сайт компании-разработчика САПР «Компас»: ascon.ru
112. Официальный сайт компании в России: *EPLANSoftware & Service GmbH & Co. KG*: <http://www.eplan-russia.ru/>
113. Официальный сайт компании SolidWorks Russia: <http://www.solidworks.ru>.
114. AutoCAD Electrical: <http://www.autodesk.ru/products/autocad-electrical/overview>
115. Официальный сайт компании Autodesk: <http://blogs.autodesk.com/autocad/autocad-2017-its-alive/>

116. ГОСТ Р МЭК 821—2000» Магистраль микропроцессорных систем для обмена информацией разрядностью от 1 до 4 байтов (магистраль VME)

117. ГОСТ Р 51884-2002 Магистраль VME, расширенная для контрольно-измерительной аппаратуры (магистраль VXI). Общие технические требования

118. Сорокин И. Compact PCI – стандарт, открытый во всех отношениях// ITResearch. Аналитика российского рынка IT. Раздел: Платформы и технологии, №8 (60), август 2003. (10.08.2003).

119. История появления и развития стандартов Universal Serial Bus (USB). Электронный сайт: <http://comp0.ru/usb.html>

120. Шина PCI. Электронный справочник:
<http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1200878>

121. Паклин Н. Б., Орешков В. И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. учеб. пособие. Текст. Монография (однотомник). 2-е изд., испр.. Н. Паклин, В. Орешков: Текст/ Н. Паклин, В. Орешков.- СПб.: Питер, 2013.-701 с.

Список сокращений

АСДУ	Автоматизированная система диспетчерского управления
АСУ П	Автоматизированная система управления производством
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
БД	Ба за данных
ГОСТ	Государственный Стандарт
ГСМ	Горюче смазочные материалы
ЕСКД	Единая система конструкторской документации
ИД	Исполнительная дирекция
ИС	Информационная система
КС	Компьютерная система
КФУ	Контроллер функционального узла
МАИ	Метод анализа иерархий
МИ	Методика измерений
НТД	Нормативно-техническая документация
НТП	Научно-технический прогресс
ОАО	Открытое акционерное общество
ОКС	Отдел капитального строительства
ОМТС	Отдел материально-технического снабжения
ОС	Отраслевой стандарт
ОСР	Отдел социального развития
ОТиЗ	Отдел труда и зарплаты
ПИР	Проектно изыскательские работы
ПНР	Пуско-наладочные работы
ПО	Программное обеспечение
ПОТ	Правила охраны труда
ППБ	Правила пожарной безопасности
ППР	Планово-предупредительные ремонты
ПТК	Программно-технический комплекс
ПТС	Производственно-техническая служба
ПСД	Проектно-сметная документация
ПУЭ	Правила устройства электроустановок
РД	Руководящий документ
РП	Рабочий проект
РФ	Российская федерация
САНПИН	Санитарные правила и нормы
САПР	Система автоматизированного проектирования
СНИП	Строительные нормы и правила
СМР	Строительно-монтажные работы
СП	Свод правил

СПДС	Система проектной документации для строительства
ССБТ	Система стандартов безопасности труда
СТП	Стандарт предприятия
ТЗ	Техническое задание
ТПиР	Техническое перевооружение и реконструкция
ТТС	Топливо-транспортная служба
ТЭП	Технико-экономические показатели
ТЭС	Тепловая электрическая станция
ТЭЦ	Тепло электро централь
ФЗ	Федеральный закон
ФОТ	Фонд оплаты труда
ЦКИПиА	Цех контрольно измерительных приборов и автоматики
ЦТАИ	Цех тепловой автоматики и измерений
ША	Шкаф автоматики
ШПК	Шкаф промежуточных клемм
ЭЦ	Электрический цех
ERP	Enterprise resource planning
MES	Measuring enterprise system

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.1.

ТЭЦ (Центральный участок) Паспорт проекта, направленного на повышение надежности	ОАОСибирь
---	-----------

Наименование проекта:

АСУ ТП Турбоагрегата, стационарный № 1
--

Стоимость объекта	Тыс. р.	10 900
Стоимость ПИР	Тыс.руб.	700
Критерий 1	Балл	2,1
Критерий 2	Балл	3,5
Критерий 3	Балл	0,5
Критерий 4	Балл	0,2
Общая значимость проекта	Балл	6,3

	Приказ № _____	Дата _____
Директор предприятия	Жирков Ю.А.	Подпись
Главный инженер предприятия	Терехов В.С.	Подпись

Согласовано в службах ОАО Сибирь:

Должность	ФИО	Подпись	Дата
Зам. главного инженера по теплотехнической ча- сти	С.С. Гусев		
Нач. теплотехнической службы	Р.С. Волков		
Нач. турбинного сектора	В.А. Ганеев		

Нач. производственно-технического отдела	С.П. Солнцев		
--	--------------	--	--

Пояснительная записка к проекту, направленному на надежность
ТЭЦ (Центральный участок)

Наименование проекта на надежность:
АСУ ТП турбоагрегата, стационарный № 1
Описание существующей ситуации.
<p>70 % оборудования СКУ ТП ТА-1 имеет срок эксплуатации более 25 лет, 80 % превысило нормативные сроки эксплуатации. Аппаратура, используемая в САР, снята с производства. Современные аналоги вторичных приборов некачественны. Возросла стоимость и объем ремонтных работ. Отсутствие инцидентов достигается напряженным трудом и квалификацией персонала ЦТАИ. Вместе с тем, уменьшился штатный состав ЦТАИ, увеличился средний возраст, возросла текучесть кадров. Выпускники учебных заведений не имеют квалификации в области аналоговой электроники, используемой в традиционном КИПиА.</p>
Описание проекта
<p>Проводится модернизация СКУ ТП ТА-1 с применением комплекса программно-технических средств (ПТК). ПТК реализует все функции АСУТП турбоагрегата. Замена датчиков, кабеля, схем управления, демонтаж пульта управления, приборов щита управления ведется из ремонтного фонда.</p>
Описание возможных рисков.
Нарушение выполнения договорных обязательств с потребителями пара и электроэнергии
Возможные дополнительные эффекты.
<p>Сокращение затрат на эксплуатацию и ремонт СКУТП около 480 тыс. рублей ежегодно; Более точная регистрация, упрощение анализа аварийных ситуаций; Предоставление информации техническим служ-</p>

<p>бам ТЭЦ о параметрах работы турбоагрегата, расчет технико-экономических показателей в режиме реального времени; Долгосрочное архивирование параметров технологического процесса.</p> <p>Выбор оптимального режима работы турбоагрегата в реальном режиме времени;</p> <p>Возможность реализации более сложных алгоритмов контроля и управления.</p>
Оценка сроков внедрения.
6–7 месяцев
Возможные периоды внедрения (Ограничения)
Во время капитального ремонта ТА ст. № 1

Критерий 1. Ущерб

№п/п	Параметры	Ед. изм.	Значение	Примечание
Ценовые параметры				
1	Тариф на тепло	р./Гкал	365,76	тариф (плановый на 2008 г.)
2	Тариф на э/энергию	р./кВт*ч	0,35	тариф (плановый на 2008 г.)
3	Стоимость 1 т.у.т.	р./т.у.т.	976,52	План на 2008 г.
4	Себестоимость тепла	р./Гкал	161,56	Средняя за 2007 г.
5	Себестоимость э/энергии	р./кВт*ч	0,63	Средняя на 2007 г.
Параметры проекта				
6	Неодоотпуск	тыс. р.	1454,36	Формула
6.1	Время простоя	ч	120,00	При невозможности включить резервное оборудование учитывается время на устранение аварии и на восстановление режима энергоснабжения
6.2	Тепловая нагрузка	Гкал/ч	140,39	Ставится часовая нагрузка, подключенных потребителей

6.3	Электрическая нагрузка	кВт	60 000	Ставится часовая нагрузка, подключенных потребителей
7	Затраты на восстановление режима энергоснабжения	тыс. р.	15,83	Формула
7.1	Расход условного топлива на пуск оборудования	т.у.т.	15	РД 43.08.552-95 "Методические указания по составлению отчета ТЭЦ"
7.2	Расход тепла на пуск оборудования	Гкал	7,30	РД 43.08.552-95 "Методические указания по составлению отчета ТЭЦ"
7.3	Расход электроэнергии на пуск оборудования	тыс. кВт	1,60	РД 43.08.552-95 "Методические указания по составлению отчета ТЭЦ"
7.4	Время восстановления режима энергоснабжения	ч	1,50	РД 43.08.552-95 "Методические указания по составлению отчета ТЭЦ"
8	Категория энергоснабжения потребителя		I	г. Лучинск
9	Дополнительный ущерб на филиале	тыс. р.		Определяется, если это возможно с предоставлением обоснований расчета
10	Суммарный ущерб	тыс. р.	1470,18	Формула
11	Количество баллов по критерию 1	балл	7,0	В зависимости от суммарного ущерба берется по таблице из методики по надежности
12	Вероятность отключения (аварии)	%	60,00	Экспертная оценка
Итого баллов по критерию 1: 2,1				

Критерий 2: Физическое состояние оборудования, зданий и сооружений и требования НТД

№п/п	Параметр	Обозначение	Примечание
1	Наличие обосновывающего документа	Да	Ставить Да или Нет для расчета баллов
2	№№ актов, протоколов, заключений обследования оборудования, зданий и сооружений; документы, подтверждающие окончание срока службы и невозможность его продления или отсутствия возможности приобрести запчасти и комплектующие	Регуляторы РПИБ сняты с производства в 1978 году	Необходимо приложить копии обосновывающих документов
3	Наличие предписывающего документа	Да	Ставить Да или Нет для расчета баллов
4	Наименование документа, №№ пунктов (ФЗ, НТД, предписаний инспектирующих органов)	"Правила технической эксплуатации станций и сетей РФ" п.п. 4.4.1., 4.7.	Если есть предписание инспектирующих органов, то необходимо приложить его копию
Итого баллов по критерию 2: 3,5			

Критерий 3. Количество инцидентов

Количество инцидентов за последние 3 года	Примечание
Аварийный останов турбины 16 апреля 2007г. из-за отказа регулятора давления масла	Прилагается акт расследования инцидента № 12/176 от 10 мая 2007г. за подписью главного инженера ТЭЦ.
Итого баллов по критерию 3: 0,5	

Критерий 4: Стоимость аварийно-восстановительных работ

№ п/п	Параметры	Ед. изм.	Значение	Примечание
1	Время на аварийно-восстановительный ремонт	ч	120,00	Кроме времени на устранение ава-

№ п/п	Параметры	Ед. изм.	Значение	Примечание
				рии может учитывать время необходимое для поставки материалов и запчастей
2	Стоимость аварийно-восстановительных работ	тыс. р.	168,00	Обоснование, смета, укрупненный расчет
3	Стоимость материалов и запчастей	тыс. р.	22,00	Обоснование, смета, укрупненный расчет
4	Общие затраты на аварийно-восстановительный ремонт	тыс. р.	190,00	
Итого баллов по критерию 4: 0,2				

Расчет недоотпуска тепла

Параметры	П-отбор	Т-отбор	Регенерац.	Конденсат.	Сумма Тыс. р./час
Суммарный расход пара на ТА ст.№1 (т/ч)	140	60	80	10	
Давление в отборах (кгс/см ²)	13	1,5			
Энтальпия пара (ккал/кг)	727,1	643,42			
Отпуск тепла отборов	101,794	38,6052			40,399
Итого: 120ч*40,399=4 млн. 847 тыс. р. 90 коп. (4847,9 тыс. р.)					

Приложение 1.2. Пример экономических расчетов к паспорту эффективного проекта

Паспорт эффективного проекта		ОАО Сибирьэнерго ТЭЦ				
ПИР		ГОД	2009			
Направление:	Крупный эффективный окупаемый проект					
Поднаправление						
Монтаж расширителя непрерывной продувки блока 1						
Показатели проекта						
	базовый вариант	после устранения замечаний служб ИД ОАО Сибирьэнерго				
		ТС	ПТС	ПЭО	ОКС	ОАиО
Инвестиции, тыс. р.	3 960					
NPV, тыс. р.	7 996					
P						
I	3,32					
IRR, %	54 %					
Срок окупаемости, лет.	2,85					
DPBP, лет.	3,47					
Директор	В.Н. Филиппов (ФИО)					
Ответственный исполнитель:						
Телефон:	8 395 : 501 452	М.С. Куприянов (ФИО) (должность)				
Согласовано в службах ИД ОАО Сибирьэнерго						
№ п/п	Должность	Подпись	ФИО	Дата		
Курирующие службы						
1	Зам. гл. инж. по теплотех. части		Р.В. Губанов			
2	Начальник ТС		В.А. Полосков			
3	Начальник ПТС		А.И. Хвисков			

4	Начальник СЭБРИПР		Л.П. Галенская	
---	----------------------	--	----------------	--

Приложения:

1. Инвестиционный меморандум
2. Финансовая модель расчета экономической эффективности
3. Техничко-экономическое обоснование и пояснительная записка
4. Таблица сокращения затрат БДиР

Включено в план капитального строительства в раздел "Эффективные и окупаемые проекты"

Директор по ремонту и капитальному строительству

_____ В.П. Юшманов

Директор по стратегии и развитию

_____ Е.Г. Фильш

Наименование филиала:	ТЭЦ												
Наименование проекта:	Монтаж расширителя непрерывной продувки блока 1												
ТАБЛИЦА 1													
Основные показатели финансовой модели:		Монтаж расширителя непрерывной продувки блока 1											
		2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019
Финансовые показатели													
Сценарий 1: "до реализации проекта"													
Выручка	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Производственные затраты	руб'000	(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 574)	
Налоги	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Чистая прибыль	руб'000	(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 574)	
Амортизация	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Капитальные вложения	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Прирост чистого оборотного капитала	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Чистый денежный поток	руб'000	(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 574)	
Сценарий 2: "после реализации проекта"													
Выручка	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Производственные затраты	руб'000	(385)	(178)	(287)	(296)	(304)	(312)	(321)	(330)	(340)	(351)	(361)	
Выплаты процентов по кредитам	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Налоги	руб'000	-	(309)	(358)	(373)	(387)	(402)	(419)	(435)	(453)	(472)	(513)	
Чистая прибыль	руб'000	(385)	(487)	(645)	(669)	(691)	(715)	(740)	(766)	(794)	(823)	(874)	
Амортизация	руб'000	-	34	135	135	135	135	135	135	135	135	135	
Кредитные средства за вычетом выплат	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Капитальные вложения	руб'000	-	(3 960)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Прирост чистого оборотного капитала	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Чистый денежный поток	руб'000	(385)	(4 414)	(511)	(534)	(556)	(580)	(605)	(631)	(659)	(688)	(739)	
Чистый денежный поток проекта (сценарий2 - сценарий1)	руб'000	-	(2 775)	1 227	1 299	1 368	1 440	1 516	1 596	1 680	1 768	1 834	
Терминальная стоимость	руб'000											17 676	
Суммарный денежный поток проекта	руб'000	0	(2 775)	1 227	1 299	1 368	1 440	1 516	1 596	1 680	1 768	19 510	
Дисконтированный суммарный денежный поток проекта	руб'000	0	(2 413)	927	854	782	716	656	600	549	502	4 823	

ТАБЛИЦА 2													
Входные параметры для финансовой модели		Монтаж расширителя непрерывной продувки блока 1											
		2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019
Макроэкономические параметры													
Инфляция RUR	(%)		7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0
Коэффициент инфляции нарастающим итогом	#		1,00	1,07	1,13	1,19	1,25	1,31	1,38	1,45	1,52	1,60	1,69
Индекс роста цен на строительство	#		1,07	1,07	1,06	1,06	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,06
Индекс роста тарифа на электроэнергию	#		1,11	1,10	1,10	1,18	1,18	1,18	1,18	1,05	1,05	1,05	1,05
Ценовые параметры													
Стоимость топлива	руб./т.у.т.		1 217	1 297	1 374	1 450	1 522	1 599	1 678	1 762	1 850	1 943	2 060
Налоговый режим													
Налог на имущество	(%)		2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
Налог на прибыль (эффективный)	(%)		20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	21,00
Параметры проекта													
Время работы котлов 1, 2	ч/период		3 245	12 980	12 980	12 980	12 980	12 980	12 980	12 980	12 980	12 980	12 980
Средняя производительность котлов 1, 2	т/ч		185,47	185,47	185,47	185,47	185,47	185,47	185,47	185,47	185,47	185,47	185,47
Энтальпия воды в барабане	ккал/кг		334,30	334,30	334,30	334,30	334,30	334,30	334,30	334,30	334,30	334,30	334,30
Температура речной воды	°С		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Расход непрерывной продувки котла	т/ч		1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855
Давление в расширителе	Мпа		0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Энтальпия воды при давлении в расширителе	ккал/кг		160,20	160,20	160,20	160,20	160,20	160,20	160,20	160,20	160,20	160,20	160,20
Энтальпия сухого пара при давлении в расширителе	ккал/кг		658,30	658,30	658,30	658,30	658,30	658,30	658,30	658,30	658,30	658,30	658,30
Степень сухости влажного пара в расширителе	%		98,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00
Энтальпия влажного пара в расширителе	ккал/кг		648,34	648,34	648,34	648,34	648,34	648,34	648,34	648,34	648,34	648,34	648,34
Температура грязного конденсата после утилизации	°С		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Количество пара получаемого в расширителе	т/ч		0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
КПД брутто КА - 1, 2	%		89,6	89,6	89,6	89,6	89,6	89,6	89,6	89,6	89,6	89,6	90,6

Сценарий 1 Без реализации проекта													
Количество тепла теряемого при сбросе непрерывной продувки в барбатер	Гкал		1 982	7 928	7 928	7 928	7 928	7 928	7 928	7 928	7 928	7 928	7 928
Расход топлива на восполнение потерь тепла	т.у.т.		316	1 264	1 264	1 264	1 264	1 264	1 264	1 264	1 264	1 264	1 250
Выручка от реализации	руб'000		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Затраты на топливо	руб'000		(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 575)
Затраты на материалы	руб'000		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00
Отчисления на государственное страхование	руб'000												
Затраты на оплату труда	руб'000												
Производственные затраты без амортизации, всего	руб'000		(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 574)
Сценарий 2 С реализацией проекта													
Количество тепла теряемого при сбросе непрерывной продувки в барбатер	Гкал	-	1 982	697	697	697	697	697	697	697	697	697	697
Расход топлива на восполнение потерь тепла	т.у.т.		316	111	111	111	111	111	111	111	111	111	110
Выручка от продажи дополнительной выработанной ээ	руб'000		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Доход от платы за рабочую мощность	руб'000		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Выручка от реализации	руб'000		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Затраты на топливо	руб'000	-	(385)	(144)	(153)	(161)	(169)	(178)	(187)	(196)	(206)	(216)	(226)
Затраты на материалы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Отчисления на государственное страхование	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Затраты на оплату труда	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Производственные затраты без амортизации, всего	руб'000	-	(385)	(144)	(153)	(161)	(169)	(178)	(187)	(196)	(206)	(216)	(226)
Месяц первых инвестиций текущего года		-		4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Капитальные вложения, в т.ч.	руб'000	-	-	(3 960)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Расширитель	руб'000	-	-	(3 960)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Месяц ввода оборудования текущего года		-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	руб'000												
Месяц ввода оборудования текущего года		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Финансирование за счет собственных средств	руб'000	-	-	3 960	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Финансирование за счет заемных средств	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Расширитель													
Стоимость ОС первоначальная н.г.	руб'000	-	-	-	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960
Стоимость ОС первоначальная к.г.	руб'000	-	-	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960
Амортизация накопленная н.г.	руб'000	-	-	-	(34)	(168)	(303)	(438)	(572)	(707)	(842)	(976)	(1 111)
Амортизация накопленная к.г.	руб'000	-	-	(34)	(168)	(303)	(438)	(572)	(707)	(842)	(976)	(1 111)	(1 245)
Стоимость ОС остаточная н.г.	руб'000	-	-	-	3 926	3 792	3 657	3 522	3 388	3 253	3 119	2 984	2 849
Стоимость ОС остаточная к.г.	руб'000	-	-	3 926	3 792	3 657	3 522	3 388	3 253	3 119	2 984	2 849	2 715
Среднегодовая (остаточная) стоимость ОС	руб'000	-	-	982	3 859	3 724	3 590	3 455	3 320	3 186	3 051	2 917	2 782
Ставка амортиз. по основным средствам	%	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Амортизация	руб'000	-	-	(34)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)
0													
Амортизация	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Амортизация (общая)	руб'000	-	-	(34)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)
Налог на имущество (общий)	руб'000	-	-	(22)	(85)	(82)	(79)	(76)	(73)	(70)	(67)	(64)	(61)
СЦЕНАРИЙ 1 - "Как есть"													
ТАБЛИЦА 3													

СЦЕНАРИЙ 1 - "Как есть"													
ТАБЛИЦА 3													
Отчет о прибылях и убытках проекта													
Монтаж расширителя непрерывной продувки блока 1													
		2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019
Выручка													
Выручка от продажи тепла	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Выручка от продажи э/э	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Выручка от продажи прочей продукции	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого выручка	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Производственные затраты													
Производственные затраты без амортизации	руб'000	-	(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 574)
Амортизация(дополнительная)*	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого производственные затраты	руб'000	-	(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 574)
Валовая прибыль	руб'000	-	(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 574)
Прочие доходы и расходы													
Проценты к уплате	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Налог на имущество(дополнительный)*	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого прочих доходов и расходов	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Налогооблагаемая прибыль	руб'000	-	(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 574)
Налог на прибыль	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чистая прибыль	руб'000	-	(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 574)

ТАБЛИЦА 4													
Баланс проекта													
Монтаж расширителя непрерывной продувки блока 1													
		2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019
Активы													
Деньги и денежные эквиваленты	руб'000	-	(385)	(2 023)	(3 761)	(5 593)	(7 517)	(9 538)	(11 659)	(13 887)	(16 226)	(18 682)	(21 255)
Дебиторская задолженность покупателей и заказчиков	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Запасы и прочие оборотные активы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего краткосрочные активы	руб'000	-	(385)	(2 023)	(3 761)	(5 593)	(7 517)	(9 538)	(11 659)	(13 887)	(16 226)	(18 682)	(21 255)
(+) Незавершенное строительство	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Основные средства (первоначальная стоимость)	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Основные средства (накопленная амортизация)	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего внеоборотные активы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого активов	руб'000	-	(385)	(2 023)	(3 761)	(5 593)	(7 517)	(9 538)	(11 659)	(13 887)	(16 226)	(18 682)	(21 255)
Пассивы													
Краткосрочные кредиты и займы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Расчеты с бюджетом и внебюджетными фондами	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Расчеты с персоналом	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Расчеты с поставщиками	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Прочие текущие пассивы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего краткосрочных пассивов	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Долгосрочные кредиты и займы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего долгосрочных пассивов	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Капитал и резервы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нераспределенная прибыль/убытки	руб'000	-	(385)	(2 023)	(3 761)	(5 593)	(7 517)	(9 538)	(11 659)	(13 887)	(16 226)	(18 682)	(21 255)
Всего собственные средства	руб'000	-	(385)	(2 023)	(3 761)	(5 593)	(7 517)	(9 538)	(11 659)	(13 887)	(16 226)	(18 682)	(21 255)
Итого пассивов	руб'000	-	(385)	(2 023)	(3 761)	(5 593)	(7 517)	(9 538)	(11 659)	(13 887)	(16 226)	(18 682)	(21 255)

ТАБЛИЦА 5													
Отчет о движении денежных средств проекта													
Монтаж расширителя непрерывной продувки блока 1													
		2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019
Операционная деятельность													
Чистая прибыль	руб'000	-	(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 574)
Поправки для приведения к денежным потокам	руб'000												
(+) Амортизация	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Прочие неденежные элементы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Изменение потребности в чистом оборотном капитале	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Денежные средства от операционной деятельности	руб'000	-	(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 574)
Инвестиционная деятельность													
(-) Чистые капитальные вложения	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Увеличение прочих внеоборотных активов	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Денежные средства от инвестиционной деятельности	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Финансовая деятельность													
(+) Увеличение кредитов и займов	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Выплаты по кредитам и займам	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Выплата дивидендов	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Увеличение собственного капитала	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Денежные средства от финансовой деятельности	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чистый денежный поток	руб'000	-	(385)	(1 639)	(1 737)	(1 833)	(1 924)	(2 020)	(2 121)	(2 228)	(2 339)	(2 456)	(2 574)

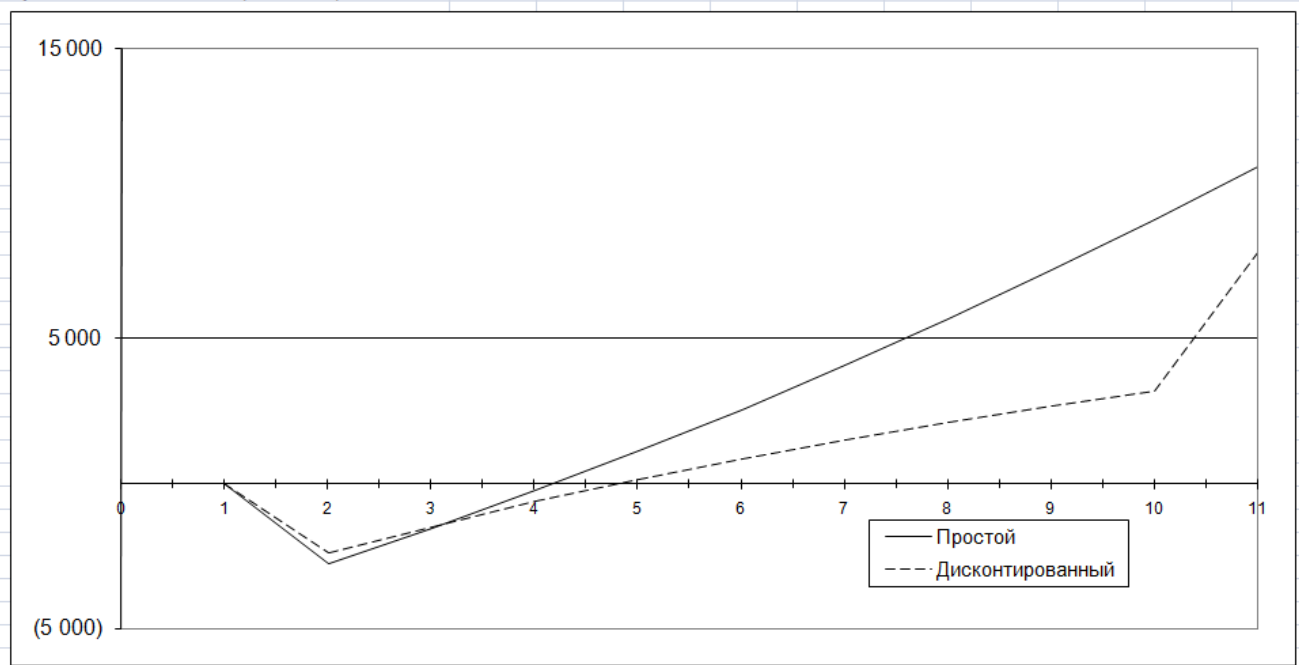
СЦЕНАРИЙ 2 - "Как будет"													
ТАБЛИЦА 3													
Отчет о прибылях и убытках проекта													
Монтаж расширителя непрерывной продувки блока 1													
		2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019
Выручка													
Выручка от продажи тепла	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Выручка от продажи э/э	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Выручка от продажи прочей продукции	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого выручка	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Производственные затраты													
Производственные затраты без амортизации	руб'000		(385)	(144)	(153)	(161)	(169)	(178)	(187)	(196)	(206)	(216)	(226)
Амортизация(дополнительная)*	руб'000	-	-	(34)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)	(135)
Итого производственные затраты	руб'000	-	(385)	(178)	(287)	(296)	(304)	(312)	(321)	(330)	(340)	(351)	(361)
Валовая прибыль	руб'000	-	(385)	(178)	(287)	(296)	(304)	(312)	(321)	(330)	(340)	(351)	(361)
Прочие доходы и расходы													
Проценты к уплате	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Налог на имущество(дополнительный)*	руб'000	-	-	(22)	(85)	(82)	(79)	(76)	(73)	(70)	(67)	(64)	(61)
Итого прочих доходов и расходов	руб'000	-	-	(22)	(85)	(82)	(79)	(76)	(73)	(70)	(67)	(64)	(61)
Налогооблагаемая прибыль	руб'000	-	(385)	(199)	(372)	(378)	(383)	(388)	(394)	(401)	(407)	(415)	(422)
Корректировка налога на прибыль**	руб'000	-	-	(288)	(273)	(291)	(308)	(326)	(345)	(365)	(386)	(408)	(452)
Чистая прибыль	руб'000	-	(385)	(487)	(645)	(669)	(691)	(715)	(740)	(766)	(794)	(823)	(874)
*расходы, возникающие при осуществлении капиталовложений													
**при изменении налогооблагаемой прибыли													

ТАБЛИЦА 5													
Баланс проекта													
Монтаж расширителя непрерывной продувки блока 1													
		2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019
Активы													
Деньги и денежные эквиваленты	руб'000	-	(385)	(4 798)	(5 309)	(5 843)	(6 399)	(6 979)	(7 584)	(8 216)	(8 875)	(9 563)	(10 302)
Дебиторская задолженность покупателей и заказчиков	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Запасы и прочие оборотные активы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего краткосрочные активы	руб'000	0	(385)	(4 798)	(5 309)	(5 843)	(6 399)	(6 979)	(7 584)	(8 216)	(8 875)	(9 563)	(10 302)
(+) Незавершенное строительство	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Основные средства (первоначальная стоимость)	руб'000	-	-	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960	3 960
(-) Основные средства (накопленная амортизация)	руб'000	-	-	(34)	(168)	(303)	(438)	(572)	(707)	(842)	(976)	(1 111)	(1 245)
Всего внеоборотные активы	руб'000	-	-	3 926	3 792	3 657	3 522	3 388	3 253	3 119	2 984	2 849	2 715
Итого активов	руб'000	-	(385)	(872)	(1 517)	(2 186)	(2 877)	(3 592)	(4 331)	(5 097)	(5 891)	(6 714)	(7 588)
Пассивы													
Краткосрочные кредиты и займы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Расчеты с бюджетом и внебюджетными фондами	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Расчеты с персоналом	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Расчеты с поставщиками	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Прочие текущие пассивы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего краткосрочных пассивов	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Долгосрочные кредиты и займы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего долгосрочных пассивов	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Капитал и резервы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нераспределенная прибыль/убытки	руб'000	-	(385)	(872)	(1 517)	(2 186)	(2 877)	(3 592)	(4 331)	(5 097)	(5 891)	(6 714)	(7 588)
Всего собственные средства	руб'000	-	(385)	(872)	(1 517)	(2 186)	(2 877)	(3 592)	(4 331)	(5 097)	(5 891)	(6 714)	(7 588)
Итого пассивов	руб'000	-	(385)	(872)	(1 517)	(2 186)	(2 877)	(3 592)	(4 331)	(5 097)	(5 891)	(6 714)	(7 588)

ТАБЛИЦА 6													
Отчет о движении денежных средств проекта													
Монтаж расширителя непрерывной продувки блока 1													
		2 008	2 009	2 010	2 011	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019
Операционная деятельность													
Чистая прибыль	руб'000	-	(385)	(487)	(645)	(669)	(691)	(715)	(740)	(766)	(794)	(823)	(874)
Поправки для приведения к денежным потокам	руб'000												
(+) Амортизация	руб'000	-	-	34	135	135	135	135	135	135	135	135	135
(+) Прочие неденежные элементы	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Изменение потребности в чистом оборотном капитале	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Денежные средства от операционной деятельности	руб'000	-	(385)	(454)	(511)	(534)	(556)	(580)	(605)	(631)	(659)	(688)	(739)
Инвестиционная деятельность													
(-) Чистые капитальные вложения	руб'000	-	-	(3 960)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Увеличение прочих внеоборотных активов	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Денежные средства от инвестиционной деятельности	руб'000	-	-	(3 960)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Финансовая деятельность													
(+) Увеличение кредитов и займов	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Выплаты по кредитам и займам	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-) Выплата дивидендов	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Увеличение собственного капитала	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Денежные средства от финансовой деятельности	руб'000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чистый денежный поток	руб'000	-	(385)	(4 414)	(511)	(534)	(556)	(580)	(605)	(631)	(659)	(688)	(739)

График		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Чистый денежный поток проекта	руб'000	0	0	(2 775)	(1 548)	(250)	1 118	2 559	4 075	5 671	7 351	9 119	10 953	10 953	10 953	10 953
Дисконтированный суммарный денежный поток проекта	руб'000	0	0	(2 413)	(1 485)	(632)	150	867	1 522	2 122	2 671	3 174	7 996	7 996	7 996	7 996

Рисунок 2. Денежные потоки проекта с нарастанием



Наименование проекта	Монтаж расширителя непрерывной продувки блока 1										
Наименование филиала	ТЭЦ				Директор филиала _____						
	Нач. ПЭО _____										
Изменение статей БДР, тыс.р.	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Доходы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Выручка от реализации электроэнергии	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Выручка от реализации теплоты											
Выручка от реализации прочей продукции											
Услуги по транспортировке электроэнергии											
Сбытовая надбавка											
Себестоимость	0,0	-1 439,4	-1 364,8	-1 454,9	-1 541,5	-1 632,2	-1 727,3	-1 827,0	-1 931,5	-2 152,3	
Топливо и транспорт	0,0	-1 494,7	-1 584,4	-1 671,5	-1 755,1	-1 842,8	-1 935,0	-2 031,7	-2 133,3	-2 348,2	
уголь	0,0	-1 494,7	-1 584,4	-1 671,5	-1 755,1	-1 842,8	-1 935,0	-2 031,7	-2 133,3	-2 348,2	
мазут											
другие											
Заработная плата											
в т.ч. компенсационные выплаты											
Услуги подрядчиков по ремонтам	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Материалы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Материалы на содержание и эксплуатацию											
Материалы на ремонт											
ГСМ											
Прочие материалы											
Вода											
Энергия	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Энергия на хозяйственные нужды											
Покупная энергия	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Потери электроэнергии											
Услуги по передаче электроэнергии по ЕНЭС	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Абонентная плата РАО ЕЭС											
Плата за услуги ФСК											
Плата за услуги СО											
Плата ЦФР и АТС											
Услуги											
Регистрация имущества											
Амортизация	0,0	33,7	134,6	134,6	134,6	134,6	134,6	134,6	134,6	134,6	
Налоги	0,0	21,6	84,9	81,9	79,0	76,0	73,1	70,1	67,1	61,2	

Страница 1

Налог на пользование водными объектами											
Единый социальный налог											
Земельный налог											
Плата за загрязнение окружающей среды											
Налог с владельцев транспортных средств											
Прочие налоги в себестоимости	0,0	21,6	84,9	81,9	79,0	76,0	73,1	70,1	67,1	61,2	
Средства на страхование											
Обучение кадров											
Лизинговые платежи											
Прочие расходы в себестоимости											

Драйверы	
Инвестиции	1,00
Время работы котлов	1,00

Таблица 2

NPV проекта в зависимости от изменения объема инвестиций и времени работы котлов
тыс. руб.

Время работы котлов (% отклонения от базового сценария)	Инвестиции (% отклонения от базового сценария)				
	-10%	-5%	0%	20%	30%
	0,90	0,95	1,00	1,20	1,30
-10%	7 197	7 014	6 832	6 101	5 736
-5%	7 779	7 597	7 414	6 684	6 318
0%	8 362	8 179	7 996	7 266	6 901
5%	8 944	8 762	8 579	7 848	7 483
10%	9 527	9 344	9 161	8 431	8 066

- наиболее вероятные сценарии

Таблица 3

Срок окупаемости проекта в зависимости от изменения объема инвестиций и времени работы котлов
лет

Время работы котлов (% отклонения от базового сценария)	Инвестиции (% отклонения от базового сценария)				
	-10%	-5%	0%	20%	30%
	0,90	0,95	1,00	1,20	1,30
-10%	3,47	3,73	4,01	5,15	5,77
-5%	3,24	3,47	3,72	4,77	5,34
0%	3,02	3,25	3,47	4,45	4,97
5%	2,83	3,05	3,26	4,16	4,64
10%	2,66	2,86	3,07	3,91	4,36

- базовый сценарий

Драйверы	
Инвестиции	1,00
Цена топлива	1,00

Таблица 2

NPV проекта в зависимости от изменения объема инвестиций и цены топлива
тыс. руб.

Цена топлива (% отклонения от базового сценария)	Инвестиции (% отклонения от базового сценария)				
	-10%	-5%	0%	20%	30%
	0,90	0,95	1,00	1,20	1,30
-10%	7 197	7 014	6 832	6 101	5 736
-5%	7 779	7 597	7 414	6 684	6 318
0%	8 362	8 179	7 996	7 266	6 901
5%	8 944	8 762	8 579	7 848	7 483
10%	9 527	9 344	9 161	8 431	8 066

- наиболее вероятные сценарии

Таблица 3

Срок окупаемости проекта в зависимости от изменения объема инвестиций и цены топлива
лет

Цена топлива (% отклонения от базового сценария)	Инвестиции (% отклонения от базового сценария)				
	-10%	-5%	0%	20%	30%
	0,90	0,95	1,00	1,20	1,30
-10%	3,47	3,73	4,01	5,15	5,77
-5%	3,24	3,47	3,72	4,77	5,34
0%	3,02	3,25	3,47	4,45	4,97
5%	2,83	3,05	3,26	4,16	4,64
10%	2,66	2,86	3,07	3,91	4,36

- базовый сценарий

Рисунок 1 График реализации проекта										
	янв.10	фев.10	мар.10	апр.10	май.10	июн.10	июл.10	авг.10	сен.10	окт.10
Заключение договора выполнение работ под ключ										
Доставка										
Монтаж оборудования										
Пуск-наладка										
Оплата										
Ввод в эксплуатацию										
Начало получения эффекта										

Приложение 1.3

Главному инженеру ТЭЦ-4

А.В Кузину

№ _____

т _____

Об унификации техниче-
ских и программных средств
АСУ ТП

В связи с расширением работ по переводу КИПиА на цифровую технику служба СКУ ТП Исполнительной Дирекции ОАО «Сибирь» предлагает ТЭЦ при создании цифровых АСУ ТП или их подсистем (например САР котлоагрегатов) придерживаться принципа унификации используемых технических и программных средств.

На ТЭЦ сложилась благоприятная ситуация – используется оборудование одного производителя – группы компаний ТЕКОН, выигравшей конкурс по переводу КИПиА объектов ТЭЦ на цифровую технику в 2012г, а также программное обеспечение «Мастер-SCADA» фирмы ИНСАТ.

Использование оборудования и программного обеспечения различных производителей в рамках единого предприятия является нежелательным, поскольку приводит к дополнительным затратам на обучение персонала, формирование ЗИП, а также на ремонты и обслуживание различных систем. Кроме этого удлиняются сроки наладки и освоения новых систем.

Учитывая, что на ТЭЦ внедрены и освоены значительные объемы цифровых систем автоматизации на базе оборудования группы компаний ТЕКОН и фирмы ИНСАТ, имеется подготовленный персонал и сформированный ЗИП для данного типа электронных средств автоматизации, служба СКУ ТП рекомендует ТЭЦ в дальнейших работах по автоматизации использовать оборудование и программное обеспечение вышеуказанных фирм.

Группа компаний ТЕКОН представлена на рынке с 1991г., выпускает линейку контроллеров различной мощности, в том числе для ответственных применений, обладает всеми необходимыми разрешениями на применение в энергетике. Оборудование аттестовано международным знаком качества ISO9001. Фирма имеет более 70 внедрений АСУ ТП или их подсистем в энергетике. Фирма освоила и широко применяет метод поэтапной модернизации старых СКУ ТП, что представляет особый интерес для оборудования ТЭЦ ОАО «Сибирь» со значительным сроком наработки.

Программно-технические средства группы компаний ТЕКОН используются также на других предприятиях ОАО «Сибирь» (ТЭЦ-8, ТЭЦ-3, и др.), что усиливает возможности по обмену опытом и взаимопомощи между персоналом предприятий.

Начальник службы СКУ ТП
Иванов И.В.

Приложение 1.4

Утверждаю

Технический директор ТЭЦ

_____ С.И. Петров

« _____ » _____ 20__ г.

АКТ

обследования состояния аппаратуры технологических защит и дистанционного управления электроприводом котлоагрегата БКЗ-420-140 ПТ-2 ст. №2.

Комиссия в составе: начальника ЦТАИ Сидорова А.А., мастера ЦТАИ Минеева В.В., начальника КТЦ Потапова И.В. выполнила обследование состояния аппаратуры технологических защит и дистанционного управления электроприводом котлоагрегата БКЗ-420-140 ПТ-2 ст. №2.

Комиссия определила:

1. По проекту установлено – 5 технологических защит действующих на останов котла, 2 технологические защиты действующих на снижение нагрузки котла на 50 % номинальной, 4 технологические защиты, производящие локальные операции.

Электрические схемы технологических защит имеют в своём составе следующую аппаратуру: электромагнитные реле типа РП-23, РП-252, указательные реле РУ21, реле времени РВ-01, ВЛ-56.

2. По проекту установлено 20 электроприводов регулирующей арматуры и 68 приводов регулирующей арматуры выполнены на основе пускателей типа ПБР-2, ПБР-3, МКР и исполнительных механизмов типа МЭО-63 и МЭО-160. Электрические схемы электроприводов запорной арматуры выполнены на основе пускателей типа ПМЕ-211.

Согласно паспортным данным заводов изготовителей сроки службы на используемую аппаратуру технологических защит и электропривода составляют:

1. Реле – 10÷12 лет.
2. Пускатели- 10 лет.
3. Исполнительные механизмы – 12 лет.

Фактическая наработка установленного оборудования составляет 28 лет.

Выводы:

1. Аппаратура, используемая в технологических защитах, электроприводах запорной и регулирующей арматуры превысила более чем в 2 раза нормативные сроки эксплуатации, физически изношена. Аппаратура прошла несколько капитальных ремонтов.

2. Дальнейшая эксплуатация оборудования требует значительных затрат на поддержание его в работоспособном состоянии.

Заключение: По результатам обследования аппаратуры технологических защит, дистанционного управления электроприводом комиссия считает необходимым выполнить мероприятия по модернизации и замене оборудования:

- выполнить модернизацию технологических защит с использованием программно-технического комплекса (ПТК);
- выполнить модернизацию дистанционного управления запорной и регулирующей арматуры путём её замены на ПТК;
- сократить количество вторичных приборов на щите управления, участвующих в схеме технологических защит.

Внедрение СКУ ТП на базе ПТК позволит обеспечить надёжную и безаварийную работу за счёт резервирования и самодиагностики, получить электронные архивы для анализа возможных отказов и инцидентов, снизить эксплуатационные затраты на обслуживание СКУ ТП, увеличить межремонтный период и общий срок службы оборудования.

Начальник ЦТАИ _____ А.А. Сидоров
Начальник КТЦ _____ В.В. Минеев
Мастер ЦТАИ _____ И.В. Потапов

Приложение 1.5

Утверждаю

Технический директор ТЭЦ

_____ С.И. Петров

« _____ » _____ 20__ г.

Акт от _____

анализа инцидентов произошедших в схемах дистанционного
управления запорной арматуры к/а ст.№ 2

Комиссия в составе: начальника ЦТАИ Сидорова А.А., мастера ЦТАИ Минеева В.В., начальника КТЦ Потапова И.В. выполнила анализ отказов аппаратуры дистанционного управления запорной и регулирующей арматуры к/а №2 за период с 10.01. __ г. по 10.01. __ г.

Комиссия определила:

1) в период с 10.01. __ г. по 10.01. __ г. на к/а №1 произошло 18 отказов в работе схем

управления электроприводом запорной арматуры;

2) наиболее часто отказы происходят:

– из-за потери электрического контакта в сигнальной арматуре электропривода – 7 шт.;

– из-за потери электрического контакта в ключах управления электропривода 4 шт.;

– при закусывании ключей управления из-за износа подвижных частей;

– от потери контактов в пускателях ПМЕ и путевых выключателях ВП-4 – 7 шт.;

3) дефекты и неисправности зафиксированы и отражены в журналах дефектов и оперативной работы ЦТАИ;

4) из-за большого срока службы аппаратуры (более 25 лет) идёт рост отказов в схемах управления электроприводом, что приводит к снижению надёжной работы котлоагрегата.

Комиссия пришла к выводу: в целях обеспечения надёжной и безаварийной работы котлоагрегата необходима замена коммутационной аппаратуры электропривода, внедрение диагностики состояния электропривода с целью предупреждения выхода из строя узлов в целом.

Начальник ЦТАИ _____ А.А. Сидоров

Начальник КТЦ _____ В.В. Минеев

Мастер ЦТАИ _____ И.В. Потапов

Приложение 3.1.
Шаблон задания на проектирование

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор –

Главный инженер «Организация»

_____ (Инициалы, фамилия)

« _____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ
на проектирование

_____ (обоснования инвестиций, проекта, рабочего проекта)

_____ (наименование проектируемого объекта)

1. Основание для проектирования.

1.1. Перечень ПИР на 200__ год, утвержденный

_____ 1.2. Обоснование инвестиций, утвержденное

_____ (для разработки проекта или рабочего проекта)

1.3. Решение или постановление правительства РФ, губернатора Иркутской области, Совета директоров или правления ОАО «Организация».

(п.п. 1.2, 1.3. если имеется)

2. Вид строительства.

Новое строительство, расширение, реконструкция, техническое перевооружение.

(одно из перечисленных)

3. Район, пункт, и площадка строительства.

Область, город, район города, площадка строительства.

4. Основные проектные решения.

Указать основные требования заказчика к создаваемой системе. Указать ссылки на основополагающие НТД.

5. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны.

Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций.

- Выполнить раздел инженерно-технических мероприятий ГО и ЧС и согласовать с главным управлением МЧС России по Иркутской области.

или

- Выполнение раздела ИТМ ГО и ЧС не требуется, проект государственной экспертизе не подлежит.

6. Охрана окружающей среды.

Указывается необходимость разработки ОВОС и раздела по охране окружающей среды с акцентированием отдельных мероприятий:

Пройти государственную экологическую экспертизу.

7. Пусковые комплексы.

Требования к разработке пусковых комплексов.

– Разработка пусковых комплексов не требуется.

или

– Предусмотреть разработку пусковых комплексов (с указанием количества ПК и их состава).

8. Стадийность проектирования.

Проектирование одностадийное – рабочий проект *или* двухстадийное – проект

и рабочая документация со сводным сметным расчетом стоимости строительства в

уровне цен 2001 года и текущих ценах.

9. Архитектурное оформление зданий и сооружений.

Требования к архитектурному оформлению зданий и сооружений.

10. Особые условия проектирования и строительства.

Отсутствуют

11. Проектная организация.

Выбор проектной организации на конкурсной основе *или* наименование проектной организации, лицензия на проектную деятельность и срок ее действия.

Наименование субподрядной организации (*при необходимости*).

12. Срок выполнения проекта.

Срок передачи проектной документации заказчику (*конкретный*) или по календарному плану к договору.

13. Заказчик.

Филиал ОАО «Иркутскэнерго»

14. Перечень исходных данных.

Указывается перечень исходных данных, передаваемый заказчиком проектной организации и срок их передачи.

Составил (инициалы, фамилия)

Согласовано:

Начальник УГЗ ГУ МЧС России

(инициалы, фамилия)

Руководитель проектной организации

Приложение 3.2.
Пример задания на проектирование

УТВЕРЖДАЮ
Технический директор –
Главный инженер «Организация»
_____ (Инициалы, фамилия)
« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

На проектирование АСУТП энергоблока №__.

1. Основание для проектирования.

План капитального строительства на 20__ год, утвержденный в «Организация».

2. Вид строительства

Реконструкция.

3. Район, пункт, и площадка строительства.

Область _____, г. _____, ТЭЦ №__.

4. Основные проектные решения.

1. Автоматизированная система контроля и управления оборудованием энергоблока №__ (КА-№__, ТГ-№__, БУ-№__) должна быть иерархически распределенной трехуровневой системой.

– Первый уровень – устройства сопряжения с объектом (УСО): прием, первичная обработка информации, выдача сигналов управления. УСО должны обеспечивать прием унифицированных аналоговых сигналов тока 0-5 мА, 0(4)-20 мА, напряжения 0-10В, прямой прием сигналов датчиков термомпар и термосопротивлений, прием и выдачу дискретных сигналов напряжением =24В и =48В (только прием).

– Второй уровень системы должен проектироваться на базе микропроцессорных контроллеров, которые осуществляют сбор, обработку технологических параметров и выдают управляющие воздействия на исполнительные механизмы. Технологические контроллеры объединены между собой и верхним уровнем дублированной сетью.

– Третий уровень – автоматизированные рабочие места операторов (АРМ) на базе промышленных компьютеров и крупноформатных (не ниже 20”) мониторах с высоким разрешением. Назначение – представление информации о технологическом процессе, аварийная и предупредительная сигнализация, дистанционное управление арматурой и механизмами, задание режимов работы регу-

ляторов и т.п. Общее количество АРМ – 2 при 4 мониторах, все компьютеры расположены в оперативном контуре БЩУ №__ и должны образовать одно целостное автоматизированное рабочее место, для контроля текущего состояния и управления технологическим процессом.

2. Автоматизированная система контроля и управления должна соответствовать РД 153-34.1-35.127-2002.

3. Предусмотреть АРМ инженера АСУ ТП и метролога на базе IBM-PC совместимого компьютера, расположенного в неоперативном контуре;

4. Предусмотреть питание технологических контроллеров и коммуникационного оборудования системы от переменного тока напряжением 220В и постоянного тока напряжением 220 В от общестанционной батареи. Питание компьютеров АРМов – от устройств бесперебойного питания с гарантированным временем работы при пропадании питания не менее 30 минут.

5. Шкафы релейной аппаратуры (ШР) выполнить на базе шкафов производства ПО _____.

6. Для сбора неоперативных параметров создать подсистему с применением контроллера _____.

7. Предусмотреть предупредительную сигнализацию отклонений технологического режима от норматива, с организацией подсказки машинисту путем появления мигающего сообщения о нарушениях.

8. Предусмотреть наличие резервных аппаратных средств управления (пульты непосредственного управления).

9. Предусмотреть наличие резервных каналов в объеме 10 % от общего количества каналов.

10. Резервирование выполнить на уровне резервирования процессорной части.

11. АСУТП выполнить на базе ПТК _____.

12. Произвести интеграцию проекта существующей АСУТП КА-№__ в проект АСУТП энергоблока №__.

13. Все применяемое ПО должно быть русифицировано и сопровождаться документацией на русском языке.

14. Предусмотреть возможность изменения алгоритмов управления, конфигурации ПТК специально обученным персоналом.

15. Предусмотреть следующие управляющие функции системы, выполняемые автоматически:

- регулирование параметров в заданных значениях;
- логическое управление отдельными узлами и установками;
- аварийное отключение при недопустимом отклонении параметров или повреждении оборудования;
- блокирование недопустимых команд.

16. Предусмотреть объем автоматического регулирования в объеме СО34.35.101-2003.

17. Предусмотреть объем технологических защит согласно РД 153-34.1-35.114-00.

18. Реализовать управляющие функции, выполняемые оперативным персоналом:

- управление исполнительными механизмами регулирующих клапанов и задвижек;

- выбор режима работы авторегуляторов;

- возможность изменения заданий авторегуляторам;

- ввод (вывод) в работу (из работы) технологических защит по условиям режима работы оборудования;

- вывод защит на сигнал;

19. Реализовать информационные функции, выполняемые автоматически:

- сбор и обработка первичной информации для целей регистрации происходящего технологического процесса, о состоянии оборудования, исполнительных механизмов, схем автоматического управления, регулирования и технологических защит;

- технологическая сигнализация;

- архивирование действий оперативного персонала;

- трансляция значений измеренных данных отдельных технологических параметров котельного агрегата в SQL-сервер системы АСМ ТЭП станции.

20. Реализовать информационные функции, выполняемые по запросам персонала:

- представление на мониторах оперативной информации в виде мнемосхем, графиков и др.

- сообщений аварийной и предупредительной сигнализации

21. Реализовать сервисные функции, обеспечивающие работоспособность системы:

- диагностика состояния технологического оборудования;

- проверка достоверности информационных сигналов;

- проверка исполнения управляющих воздействий (контроль выполнения команд);

- автоматическое тестирование целостности программных и технических средств ПТК;

- сигнализация при отказе программно-технических средств с указанием устройства, места, времени и вида отказа, регистрация отказов программно-технических средств;

- сигнализация на АРМ машиниста при отказе автоматической функции;

22. Предоставить заказчику документацию:

- инструкцию системного инженера;

- инструкцию оператора-технолога.

5. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны.

Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций.

Выполнение раздела ИТМ ГО и ЧС не требуется, проект государственной экспертизе не подлежит.

6. Охрана окружающей среды.
Разработка ОВОС не требуется.

7. Пусковые комплексы.
Разработка пусковых комплексов не требуется

8. Стадийность проектирования.
Проектирование одностадийное.

9. Архитектурное оформление зданий и сооружений.
Выполнение данного раздела не требуется.

10. Особые условия проектирования и строительства.

10.1 Особые условия строительства отсутствуют.

10.2 Необходимости проведения инженерных изысканий нет.

10.3 Необходимости согласования ПСД в органах специализированной экспертизы нет.

10.4 Документация передается заказчику на бумажных носителях в четырех экземплярах и в электронном виде.

10.5 Выполнение проекта производства работ не требуется.

11. Проектная организация.

Выбор проектной организации на конкурсной основе.

12. Срок выполнения проекта.

Проектные работы – _____.

Реализация проекта- _____.

Срок передачи проектной документации заказчику по календарному плану к договору.

13. Заказчик.

ТЭЦ-№__ «Организация»

14. Перечень исходных данных.

14.1 Обобщенные данные об объеме входной-выходной информации АСУТП энергоблока №__.

14.2 Техническая документация по требованию проектных организаций.

Подписи

Приложение 5.1. Пример «Технического Задания»

Утверждаю

Главный инженер
ПКЦ Энергия
_____ И.И.Иванов

“ ___ ” _____ 20__ г.

Утверждаю
Директор по производ-

ству

ОАО «Компания»
_____ П.П.Петров

“ ___ ” _____ 20__ г.

Техническое перевооружение системы автоматического регулирования котлоагрегата ст.№ 5 ТЭЦ ОАО «Компания» на базе программно-технического комплекса «Текон».

техническое задание
ПРОЕКТ.00000000.ТЗ.001
На _____ листах

СОГЛАСОВАНО

Начальник КТЦ
С.С.Сидоров

Начальник ПТО
Б.К.Лисицын

Начальник ЦТАИ В.В.Кабанов

Главный инженер проекта
Д.Ч.Алиханов

Ведущий инженер-проектировщик
Г.В.Бессонов

Ведущий технолог-проектировщик
Е.Ф. Грунин

Сосновск 20__

Оглавление

1. Общие сведения	145
2. Назначение и цели создания системы	146
3. Характеристика объекта автоматизации	146
4. Требования к системе	148
4.1. Требования к системе в целом	148
4.2. Требования к функциям модернизированной САР	148
4.3. Требования к надежности САР	149
4.4. Требования к безопасности оборудования САР	151
4.5. Требования к электропитанию и заземлению КТС САР	151
4.5.1. Требования к кабельной продукции	152
4.5.2. Общие требования к электропитанию	152
4.5.3. Требования к электропитанию датчиков, исполнительных устройств и средств индикации	152
4.5.4. Требования к электропитанию устройств ПТК	153
4.5.5. Требования к заземлению	154
4.6. Требование к скорости обновления информации для операторских станций.....	154
5. Требования к автоматическому регулированию	154
6. Порядок испытания и приемки САР в эксплуатацию	156
7. Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы	156
7.1. Требования к эксплуатации.	157
7.2. Требования к техническому обслуживанию и ремонту	158
7.3. Требования к хранению компонентов системы	158
8. Требования к персоналу	158
9. Источники разработки	159
10. Список используемых сокращений	160

1. Общие сведения

Полное наименование работы – «Техническое перевооружение системы автоматического регулирования котлоагрегата ст.№ 5 ТЭЦ ОАО «Компания» на базе программно-технического комплекса «Текон». Сокращенное наименование – САР.

ТЗ на САР создается на основании договора № _____, заключенного между ПКЦ «Энергия» и ТЭЦ ОАО «Компания».

Организация – заказчик САР: ТЭЦ ОАО «Компания». Почтовый адрес: индекс – 111111 г. Сосновск, Ул. Лиственничная, дом. 1, корп.1.

Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы определяется ГОСТ 34.603-92 и СНиП 11-01-95.

Настоящее техническое задание разрабатывается в соответствии с ГОСТ 34. 602-89 и может уточняться по согласованию с заказчиком.

2. Назначение и цели создания системы

САР предназначена для автоматического регулирования технологических параметров котлоагрегата, а также представления необходимой технологической и технической информации оперативному и техническому персоналу ТЭЦ, создания и ведения архивов, подготовки и вывода на печать протоколов и другой оперативной документации.

Целью модернизации САР является восстановление системы автоматического регулирования котла, выработавшей свой ресурс, на основе серийно выпускаемых средств цифровой техники. Замена старых, морально устаревших, аналоговых средств регулирования на новые цифровые приводит к целому ряду улучшений:

- устраняются причины отказов, восстанавливаются работавшие регуляторы, САР вводится в проектном объеме;
- повышается качество регулирования технологических процессов;
- возрастает точность, достоверность и своевременность предоставляемой персоналу оперативной информации;
- упрощается и приобретает наглядность процедура настройки регуляторов,
- появляется новая функция диагностики полевых устройств (датчиков, исполнительных механизмов), что сокращает время на поиск и устранение возможных отказов КИПиА;
- появляется функция самодиагностики программно-технических средств системы;
- появляется функция архивирования технологических параметров и их просмотра, что упрощает и придает объективность процедуре анализа технологических режимов и аварийных ситуаций;
- сокращаются затраты на ремонт и техническое обслуживание САР, ремонт электронных средств САР приобретает характер замены неисправных модулей.

3. Характеристика объекта автоматизации

Объектом автоматизации САР является котлоагрегат ст.№ 5 типа БКЗ-420-140-ГМ-5. Барабанный котел БКЗ-420-140-ГМ-5 Барнаульского завода, имеет П-образную компоновку. Топочная камера открытого типа объемом 945 м³ с размером в плане 5,44 x 12,1 м по осям экранных труб. На фронтальной стене топки в 2 яруса расположено шесть горелок. Котел рассчитан на работу на газе со следующими параметрами:

- паропроизводительность котла по перегретому пару – 320 т/ч;
- минимальная нагрузка при номинальных параметрах пара – 160 т/ч;

- расчетное давление в барабане котла – 15,8 (158) МПа (кгс/см²);
- давление перегретого пара на выходе из котла – 13,6 (136) МПа (кгс/см²);
- температура перегретого пара – 560°С, в настоящее время, в целях повышения надежности работы поверхностей нагрева температура перегретого пара установлена – 555°С;
- температура питательной воды – 230°С, допустима кратковременная работа котла с температурой питательной воды – 160°С;
- температура уходящих газов – 96°С;
- растопка котла осуществляется на газе.

Газовоздушный тракт включает следующее оборудование:

- два дутьевых вентилятора типа ВДН-20-П;
- два вентилятора рециркуляции газов типа ВГД-13,5У;
- два дымососа типа Д-21,5 х 2У;
- характеристики тягодутьевых механизмов к/а ст. № 5.

Дутьевой вентилятор:

- номинальная производительность – 167000 м³/час (с запасом 10 %);
- напор – 492 кгс/см² (при t = 30°С) и указанной производительности;
- частота вращения ротора на первой скорости – 740 об/мин;
- сила тока – 26,5 А;
- мощность – 170 кВт
- напряжение – 6000 В;
- частота вращения ротора на второй скорости – 980 об/мин;
- сила тока – 50 А;
- мощность – 400 кВт
- напряжение – 6000 В;
- допустимая температура воздуха – 250°С;
- тип направляющего аппарата – осевой.

Дымосос:

- номинальная производительность – 294000 м³/час (с запасом 20 %);
- напор – 171 кгс/см² (при t = 168°С) и указанной производительности;
- частота вращения ротора – 580 об/мин;
- номинальная мощность – 400 кВт;
- сила тока – 51,5 А;
- напряжение – 6000 В;
- допустимая температура газов, воздуха – 200°С;
- тип направляющего аппарата – шиберного типа.

Вентилятор рециркуляции газов:

- номинальная производительность – 69200 м³/час (с запасом 10 %);
- напор – 221 кгс/см² (при t = 332°C) и указанной производительности;
- частота вращения ротора – 970 об/мин.

4. Требования к системе

4.1. Требования к системе в целом

К новой системе автоматического регулирования котла БКЗ-420 ТЭЦ ОАО «Компания» применяются общетехнические требования, изложенные в РД 153-34.1-35.127-2002 «Общие технические требования к программно-техническим комплексам для АСУ ТП тепловых электростанций»

САР строится на базе технических и программных средств, широко используемых в энергетике РФ, и сертифицированных для ответственных применений.

САР является 3-х уровневой системой. Первый уровень включает полевое оборудование и кабельную систему до шкафов промышленных клемм (ШПК). Второй уровень включает стандартный шкаф автоматики (ША), изготавливаемый группой компаний «Текон» на заказ. В состав ША входят два контроллера МФК с учетом 100 % резервирования, устройства связи с объектом (УСО) в количестве, определяемом проектной документацией, блоки питания электроники и внешних датчиков, блоки бесперебойного питания, Третий уровень – операторская и инженерная станции. В состав операторской станции входит компьютерный сервер, расположенный в стандартном шкафу, с двумя выносными мониторами. В этом же шкафу располагается компьютерное сетевое оборудование и блок бесперебойного питания. Инженерная станция представляет собой переносной компьютер типа Ноутбук. Операторская станция служит для оперативного контроля и управления САР котельного агрегата. Инженерная станция служит для контроля и настройки программно-технического комплекса (ПТК) САР, а также дублирует все функции операторской станции. Все процессорные устройства соединены стандартной компьютерной сетью.

В ПТК САР используется серийное программное обеспечение: операционные системы QNX в контроллерах и Windows-XP в операторской и инженерной станциях, SCADA-система «Tgase Mode 5» в операторской станции и система программирования контроллеров «DelTec».

4.2. Требования к функциям модернизированной САР

Модернизированная САР выполняет следующие функции:

- Автоматическое регулирование технологических параметров котла. Перечень регуляторов представлен в Приложении 1.

- Дистанционное управление исполнительными механизмами САР с мониторов операторских станций манипуляторами типа «мышь». Перечень исполнительных механизмов см. в Приложении 2. Управляющие дискретные сигналы в Приложении 5.
- Сбор информации с полевых аналоговых и дискретных датчиков и устройств САР. Перечни аналоговых и дискретных входных сигналов см. в Приложениях 3,4.
- Прием сигналов логического управления из подсистемы БиТЗ, Приложение 6.
- настройка регуляторов с инженерной станции
- Визуализация текущих значений технологических параметров на мониторах операторских станций.
- Архивирование значений технологических параметров
- Просмотр архивов в различных представлениях (таблицы, графики, тренды и др.)
- Самодиагностика ПТК
- Диагностика полевых устройств
- Формирование «Отчета тревог»
- Документирование отчетов
- Настройка ПО и диагностика ПТК с инженерной станции

4.3. Требования к надежности САР

САР котлоагрегата относится к системам длительного пользования, составляющие системы, которой являются восстанавливаемыми и обслуживаемыми. Задание требований и анализ надежности САР должны производиться:

- по безотказности;
- ремонтпригодности;
- по долговечности.

Требования к надежности устанавливаются только для внезапных и независимых отказов:

- по САР в целом;
- по отдельным функциям управления, представлению информации, регистрации, реализуемым САР.

Обеспечение заданных показателей надежности должно достигаться за счет использования комплектующих с соответствующими показателями надежности или, в случае необходимости, путем создания "холодного" или "горячего" резерва.

Таблица 4.1 Значения показателей надежности

Подсистема, формулировка отказа	Среднее время восстановления не более, ч	Средняя наработка на отказ, тыс.ч, не менее
1. Сбор и предварительная обработка аналоговой информации:		
отказ одного канала	1	30,0
одновременный отказ двух или более каналов в одном УСО	1	75,0
одновременный отказ всех каналов одного УСО	1	75,0
2. Сбор и предварительная обработка дискретной информации:		
отказ одного канала	1	30,0
одновременный отказ всех каналов одного УСО	1	75,0
3. Передача данных по интерфейсным каналам:		
невозможность обмена данными между двумя любыми контроллерами	1	50,0
невозможность обмена данными между тремя или более контроллерами	1	100,0
4. Предупредительная и аварийная сигнализация:		
отказ одного канала	1	30,0
отказ более чем одного канала	1	75,0
5. Отображение информации оператору-технологу:		
невозможность вывода одной видеограммы	1	10,0
отсутствие динамической информации по одному каналу	1	10,0
невозможность вызова всех видеограмм одной операторской станции	1	50,0
невозможность вызова всех видеограмм на всех операторских станциях	1	100,0
6. Автоматическое регулирование:		
отказ одного контуру АР	1	20,0
одновременный отказ всех контуров АР в пределах контроллера	1	50,0
7. Логическое управление:		
отказ одной программы логического управления	1	20,0
одновременный отказ всех программ одного контроллера	1	50,0
8. Дистанционное управление:		
невозможность управления по одному каналу	1	50,0

Подсистема, формулировка отказа	Среднее время восстановления не более, ч	Средняя наработка на отказ, тыс.ч, не менее
невозможность управления по двум и более каналам	1	75,0
ложное срабатывание по одному каналу	0,5	250,0
9. Регистрация аварийных ситуаций:		
отказ по одному параметру РАС	1	20,0
полный отказ РАС	1	75,0

Устранение неисправностей должно достигаться использованием составных частей ЗИП, который должен постоянно восполняться путем ремонта вышедших из строя или путем заказа новых.

Средний срок службы программно-технических средств САР должен быть не менее 10 лет.

4.4. Требования к безопасности оборудования САР

Требования к безопасности оборудования САР котлоагрегата должны соответствовать положениям ГОСТ 24.104-85 "Автоматизированные системы управления. Общие требования".

Технические средства САР при их монтаже, наладке, обслуживании и ремонте должны соответствовать общим требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.003-74 и ГОСТ 12.3.002-75, а также:

- в части электробезопасности – ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.2.007.0-75;
- в части пожаробезопасности – ГОСТ 12.1.1.004-85, РД 34.49.101-87, ВСН- 01-87;
- в части создаваемых при работе шумов – ГОСТ 12.1.003.83, ГОСТ 12.1.023-80;
- в части создаваемых при работе электромагнитных полей радиочастот – ГОСТ 12.1.006-84, электростатических полей – ГОСТ 12.1.045-84, электрических полей промышленной частоты – ГОСТ 12.1.002-84.

В обслуживаемых помещениях САР и на автоматизированных рабочих местах персонала должны ограничиваться опасные и вредные производственные факторы по ГОСТ 12.0.003-74, в т.ч.:

- уровни электромагнитных, электростатических и электрических полей соответственно – ГОСТ 12.1.006-84, ГОСТ 12.1.045-84, ГОСТ 12.1.002-84;
- уровни акустических шумов – ГОСТ 12.1.006-84;
- уровни вибрации – ГОСТ 12.1.043-84, ГОСТ 25980-83.

4.5. Требования к электропитанию и заземлению КТС САР

4.5.1. Требования к кабельной продукции

Для обеспечения требуемого уровня надежности САР должна быть обеспечена эффективная защита ее технических средств от электромагнитных помех, которые могут приводить к отказам и сбоям в системе. Контрольные кабели от датчиков к устройствам ПТК и от ПТК к Исполнительным механизмам должны быть экранированные.

Кроме того, кабели связи желательно сгруппировать следующим образом:

- кабели для передачи слаботочных входных и выходных сигналов 0...5 мА, 0...20 мА и 4...20 мА, сухой контакт 24В,
- кабели для передачи входных и выходных сигналов напряжением 220 В;
- кабели для организации обмена информацией по локальным сетям связи.

Каждая группа кабелей должна прокладываться в отдельных заземляемых металлических коробах. Участки кабелей, проходящие вне короба, должны быть проложены в защитных трубах.

4.5.2. Общие требования к электропитанию

Первичным источником электропитания САР должна быть трехфазная сеть переменного тока напряжением 380/220В частотой 50 Гц бесперебойного питания.

Трехфазная сеть переменного тока обеспечивает следующие характеристики:

- номинальное напряжение, (линейное) – 380В;
- номинальное напряжение, (фазное) – 220В;
- число фаз – 3;
- частота, Гц – 50;
- отклонение напряжения от номинального (при изменении нагрузки фаз от 10 до 100 %) не более, 15 %;
- отклонение частоты от номинальной не более, 2 %;
- коэффициент несинусоидальности напряжения не более, 2 %;
- коэффициент низкочастотной модуляции не более, 5 %;
- длительность перерывов питания не более, мс -20.

4.5.3. Требования к электропитанию датчиков, исполнительных устройств и средств индикации

От трехфазной сети переменного тока напряжением 380/220В частотой 50 Гц бесперебойного питания должны питаться:

- датчики систем регулирования;
- одноканальные датчики для управляющих функций САР;
- датчики положения регулирующих органов.

Допускается питать от трехфазной сети переменного тока напряжением 380/220В частотой 50 Гц надежного питания датчики и вторичные приборы, используемые только в информационных целях САР.

Питание потребителей постоянного тока должно обеспечиваться от сети постоянного тока 220В.

При установке троированных датчиков должна быть обеспечена их развязка по электропитанию.

Питание датчика, его нормирующего преобразователя и вторичного прибора должно обеспечиваться от сети одной категории питания.

Требования по питанию исполнительных механизмов и электрифицированной арматуры идентичны вышеизложенным и могут уточняться в ходе разработки.

4.5.4. Требования к электропитанию устройств ПТК

Для каждого шкафа с установленными в него контроллерами необходимо предусмотреть подвод питания от двух источников:

- переменного напряжения $\sim 220\text{В}$;
- постоянного напряжения -220В .

При этом основным источником питания является источник переменного напряжения, резервным – источник постоянного напряжения.

В шкафу должно быть предусмотрена установка 2-х модулей питания:

- модуль питания контроллеров, датчиков и дискретных сигналов (МП N1), преобразующий переменное напряжение $\sim 220\text{В}$ в постоянное напряжение -24В ;
- модуль питания контроллеров, датчиков и дискретных сигналов (МП N2), преобразующий постоянное напряжение -220В в постоянное напряжение -24В .

Модули питания МП N1 и МП N2 должны быть включены на параллельную работу через развязывающие диоды.

Таким образом, в шкафу должна быть образована пара шин питания $+24\text{В}$ и -24В для питания контроллеров, датчиков и дискретных сигналов, подключаемых к УСО контроллеров. Питание каждого контроллера от этих шин должно быть осуществлено через отдельные предохранители или термомагнитные автоматы защиты. Питание датчиков и дискретных сигналов от шин -24В необходимо осуществлять для каждого модуля УСО через отдельные предохранители. Для развязки по питанию датчиков с унифицированным выходным сигналом 4...20 мА необходимо устанавливать токоограничители.

Напряжение переменного тока $\sim 220\text{В}$ для питания ПТК должно быть подведено от шкафа АВР, к которому в свою очередь должно быть подведено напряжение $\sim 220\text{В}$ от двух независимых источников.

Подача постоянного напряжения -220В на шкафы ПТК должна также осуществляться через шкаф АВР, к которому в свою очередь должно быть подведено напряжение -220В от двух независимых источников.

Питание операторских станций должно осуществляться:

- рабочее питание от источника переменного напряжения $\sim 220\text{В}$ после шкафа АВР;

- аварийное питание от источника постоянного напряжения -220В после шкафа АВР.

В свою очередь на шкафы АВР должно быть подано питание от двух независимых источников.

Для защиты рабочих станций от пропажи напряжения ~220В необходимо предусмотреть установку на каждую станцию блоков бесперебойного питания (UPS) небольшой мощностью с запасом емкости батарей на 30 мин.

4.5.5. Требования к заземлению

Согласно РД 153-34.1-35.127-2002, п.4.1.3 «Технические средства ПТК должны быть заземлены. Заземление территориально рассредоточенных технических средств ПТК должно выполняться по месту их установки. Должна быть исключена необходимость организации автономного защитного контура заземления для устройств ПТК. На видном месте устройств ПТК должны быть предусмотрены четко различимые устройства (болты) для подключения защитного заземления по ГОСТ 12.1.030-81 к общему контуру заземления. Электрическое сопротивление между болтом и любой металлической частью устройства (шкафа), подлежащей заземлению, не должно превышать 0,1 Ом.

Сопротивление изоляции цепей в пределах одного устройства должно быть не менее 100 МОм.

Допускается организация автономного логического (информационного) контура заземления по техническим условиям (ТУ) поставщиков ПТК.

Контроль состояния заземляющих устройств должен выполняться в соответствии с РД 153-34.0-20.525-00»

Заземление оболочек, экранов кабелей, а также экранированных проводов и экранированных скрученных пар кабелей должно производиться в соответствии с требованием ТТП4.0120000.2700 «Оконцевание и подключение кабелей и проводов. Типовой технологический процесс».

Защитное заземление ПЭВМ должно производиться в соответствии с требованиями гл. 1.7.6 ПУЭ.

4.6. Требование к скорости обновления информации для операторских станций

На видеокадрах должна быть информация, отражающая динамику изменения состояния оборудования и параметров.

Время вывода информации при перевыборе видеокадра должно быть не более 1 с.

Время обновления информации на вызывных видеокадрах – не более 0,5 с.

5. Требования к автоматическому регулированию

На автоматическое регулирование возлагается выполнение задач непрерывного управления технологическим процессом в регулировочном диапазоне нагрузок.

Объем подсистемы автоматического регулирования определяется «Методическими указаниями по объему технологических измерений, сигнализации и автоматического регулирования на тепловых электростанциях» СО 34.35.101-2003.

Перечень регуляторов для котла БКЗ-320 ТЭЦ ОАО «Компания» представлен в приложении 1.

Функции автоматического регулирования параметров технологического процесса должны удовлетворять следующим требованиям:

- отсутствие автоколебаний в пределах всего используемого регулировочного диапазона;
- для реализации функции автоматического регулирования должны применяться цифровые способы регулирования, обеспечивающие ПИ-, ПИД – законы с импульсными выходами;
- должна быть предусмотрена возможность изменения структуры и параметров настройки контуров регулирования;
- должен быть предусмотрен автоматический контроль работы регуляторов по величине сигнала небаланса на входе или длительности управляющей команды на выходе;
- должно выполняться условие безударного включения регулятора в активную работу;
- при потере электропитания регулирующие органы не должны изменять своего положения;
- должны быть приняты меры, исключая выдачу ложных управляющих сигналов после включения электропитания;
- включение контуров регулирования после восстановления электропитания должно производиться оператором.

Для взаимодействия оперативного персонала с подсистемой автоматического регулирования по каждому контуру должны быть предусмотрены:

- контроль величины регулируемого параметра;
- контроль положения регулирующего органа;
- контроль рассогласования между текущим и заданным значениями параметра;
- возможность переключения режима работы с сигнализацией: с автоматического на дистанционное управление и наоборот (осуществляется только на контроллерах);
- возможность изменения заданного значения параметра путем дистанционного изменения уставки регулируемого параметра с отслеживанием этого значения на дисплее (осуществляется только на контроллерах);
- контроль изменения (если произошло по команде подсистем технологических защит, самодиагностики, оператора) состояния контура регулирования (включено-отключено) обратное включение производит оператор;

- основным средством отображения информации по состоянию подсистемы автоматического регулирования и управления ею должны являться дисплей и функциональная клавиатура;

- возможность осуществления блокировок, обеспечивающих запрет автоматических воздействий на регулирующий орган как в сторону "больше", так и в сторону "меньше";

- критериями правильной работы отдельных контуров регулирования должны являться: устойчивость (отсутствие автоколебаний), частота включения регулятора в установившемся режиме не более 5-6 раз в минуту.

Требования к качеству поддержания технологических параметров отражены: 1) в материале Минэнерго СССР "Рекомендации по разработке систем автоматического регулирования ТЭС (технические требования)", М., СПО Союзтехэнерго, 1988; 2) «Требования к оборудованию энергоблоков мощностью 300 МВт и выше, определяемые условиями их эксплуатации», М., СПО, ОРГРЭС, 1976.

6. Порядок испытания и приемки САР в эксплуатацию

Испытания и приемка САР в эксплуатацию осуществляются на основе РД 34.35.412-88. «Правила приемки в эксплуатацию из монтажа и наладки систем управления технологическими процессами тепловых электрических станций», а также документа «Типовые программы и методики испытаний АСУ ТП тепловых электростанций», М. СПО ОРГРЭС, 1996г.

До начала испытаний и приемки САР должны быть закончены:

- монтаж и наладка САР (оформлены актами);
- проектная документация в утвержденном объеме;
- подготовлена и утверждена программа испытаний САР;
- назначена приказом приемочная комиссия.

При испытаниях САР производится проверка работоспособности и оценка качества всех регуляторов посредством задания следующих воздействий:

- собственным регулирующим органом САР;
- задатчиком САР;
- другими воздействиями согласно программе испытаний САР.

В процессе приемки проверяются:

- внешнее состояние КТС системы после наладки (наличие маркировок, состояние электропроводок и элементов крепления, состав и размещение комплектующих устройств и тд.);

- работоспособность САР в соответствии с программой испытаний,
- состав технической документации.
- Приемка САР оформляется протоколом.

7. Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы

7.1. Требования к эксплуатации.

Условия эксплуатации САР котлоагрегата ст.№5 должны удовлетворять требованиям технических условий на используемые технические средства.

Условия эксплуатации ПТК САР должны быть в соответствии с ГОСТ 15150-69, исполнение УХЛ, категория размещения 4.1.

ПТК САР должен выполнять свои функции и сохранять свои показатели в пределах установленных значений при следующих условиях эксплуатации:

- содержание коррозионно-активных агентов в атмосфере помещения должно составлять 30-60 % от величин, определяемых для атмосферы IV типа; сернистого газа от 20 до 250 мг/м³; хлоридов от 0,3 до 30 мг/м³ (группа условий эксплуатации металлов и сплавов – 1);

- воздействие вибрации в диапазоне частот 10...25Гц с амплитудой до 0,1 мм;

- магнитные поля постоянные и переменные с частотой 50 Гц напряженностью до 400 А/м;

- рабочее значение температуры окружающего воздуха в интервале от 10 до 35°С, предельное верхнее значение 55°С, предельное нижнее значение 3°С, возможное изменение температуры с темпом 5°С/час;

- относительная влажность 50...80 %, верхнее предельное значение – 90 %;

- атмосферное давление: верхнее рабочее значение 106,7 кПа (800 мм рт.ст.), нижнее рабочее значение 86,6 кПа (650 мм рт.ст.), нижнее предельное значение 84,0 кПа (630 мм рт.ст.);

- содержание пыли в помещении не более 1,0 мг/м³ при размере частиц не более 3 мкм;

- содержание пыли в герметизированной зоне для магнитных носителей информации не более 0,3 мг/м³ при максимальных размерах частиц не более 3 мкм и количестве частиц не более 100 тыс.шт./м³ воздуха;

- концентрация озона в приземном слое воздуха 40 мг/м³.

Условия эксплуатации средств вычислительной техники, входящей в состав САР, должны соответствовать ГОСТ 21552-84 "Средства вычислительной техники. Общие технические требования...".

САР должна допускать кратковременную работу при отказе систем кондиционирования и повышении температуры в помещении до 55°С.

Время работы при повышенной температуре должно указываться в технических условиях на компоненты САР.

Условия эксплуатации выносных УСО должны соответствовать "Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей" (РД 34.20.501-95):

- в нормальных условиях температура среды не более 45°С, относительная влажность – не более 90 %;

- в аварийных режимах температура среды не более 65°С, относительная влажность – 100 %.

- Контроллеры САР должны быть защищены от влияния:

- радиоэлектронных помех;
- электромагнитных полей напряженностью до 400 А/м;
- электрических помех, действующих на дискретные входы, с амплитудой до 5В любой длительности или амплитудой до 500В длительностью до 1 мкс;
- электрических помех, действующих на аналоговые входы, с амплитудой до 100 мВ на частоте сети;
- импульсных помех с амплитудой до 100 В и длительностью до 1 мкс.

7.2. Требования к техническому обслуживанию и ремонту

Техническое обслуживание САР должно включать следующие работы:

- текущее обслуживание;
- регламентное обслуживание.

Текущее обслуживание должно включать восстановление работоспособности САР при неисправностях и отказах технических и программных средств.

Текущее обслуживание должно производиться инженерным персоналом ТЭЦ путем замены модулей из состава запасных инструментов и приборов (ЗИП) без отключения электропитания компонентов САР. Компоненты САР должны обладать высоким уровнем самодиагностики и проектируемым выборочным резервированием для оперативного восстановления управления. Регистрация и отображение текущего состояния работоспособности ПТК САР должны осуществляться с помощью инженерной станции.

Регламентное обслуживание, требующее отключения электропитания, должно производиться не чаще одного раза в год во время плановых остановов котла.

В процессе проектирования САР должен быть определен комплект ЗИП, достаточный для эксплуатации средств управления в течение года. Должна быть предусмотрена возможность восстановления ЗИП предприятием-изготовителем программно-технических средств по договорам с Заказчиком.

При замене неисправного модуля резервным, из состава ЗИП не должна требоваться его дополнительная настройка и регулировка.

7.3. Требования к хранению компонентов системы

Условия хранения применяемых компонентов САР должно соответствовать ГОСТ 15.150-69 (отапливаемое помещение) со следующими условиями:

- температура воздуха 5...40 °С;
- относительная влажность среднегодовая 60 % при 20 °С, верхнее значение 80 % при 25°С;
- отсутствие солнечного излучения, воздействия дождя и плесневых грибков.
- Комплект ЗИП должен храниться в специальных ящиках (шкафах) в помещении группы АСУ ТП цеха ТАИ.

8. Требования к персоналу

На операторской станции САР работает машинист котла после соответствующего обучения.

На инженерной станции САР работают инженер-программист группы АСУ ТП цеха ТАИ и мастер группы автоматики цеха ТАИ, также после обучения.

Текущее техническое обслуживание (восстановление САР после отказа) осуществляет слесарь ТАИ 5-го разряда.

Регламентное техническое обслуживание с периодичностью предписываемой ТУ на ПТК осуществляют инженер-программист группы АСУ ТП цеха ТАИ совместно со слесарем ТАИ 5-го разряда.

При отсутствии инженера-программиста регламентное обслуживание может осуществляться в рамках внешнего подряда организацией разработчиком САР. Обучение производится на рабочем месте.

9. Источники разработки

1. ГОСТ 34.601 – 90. Автоматизированные системы. Стадии создания.
2. ГОСТ 34.201-89. Виды, комплектность и обозначение документов, при создании автоматизированных систем.
3. СНиП 11-01-95. Строительные нормы и правила. Инструкция о порядке разработки, согласования и утверждения и состав проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.
4. ГОСТ 34.602-89. Техническое задание на автоматизированные системы.
5. СО 34.35.127-2002 (РД 153-34.1-35.127-2002). Общие технические требования к программно-техническим комплексам для АСУТП тепловых электростанций.
6. СО 34.35.310-97. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем.
7. СО 34.35.145-2003 (РД 153-34.1-35.145-2003). Технические требования к функции ПТК АСУТП ТЭС «Сбор и первичная обработка информации».
8. СО 153-34.35.101-88 (РД 34.35.101-88). Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации и автоматического регулирования на тепловых электростанциях.
9. СПО Союзтехэнерго, М., 1988. "Рекомендации по разработке систем автоматического регулирования ТЭС (технические требования)".
10. СПО ОРГРЭС, М., 1978. «Требования к оборудованию энергоблоков мощностью 300 МВт и выше, определяемые условиями их эксплуатации».
11. СО 34.35.523-2002 (РД 153-34.1-35.523-2002). Методические указания по оснащению рациональным объемом резервных аппаратных средств контроля и управления котлотурбинным оборудованием ТЭС, оснащенным АСУТП.
12. СО 153-34.20.501-2003 (РД 34.20.501-95). Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации.
13. СО 153-34.20.120-2003. Правила устройства электроустановок.
14. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
15. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление и зануление.

16. СО 153-34.03.150-2003 (РД 153-34.0-03.150-00). Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.
17. СО 34.03.298-2001 (РД 153-34.0-03.298-2001). Типовая инструкция по охране труда для пользователей персональными электронно-вычислительными машинами ПЭВМ в электроэнергетике.
18. ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
19. ГОСТ 14254-96. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками.
20. ГОСТ 26.011-80. Средства измерения и автоматизации. Сигналы тока и напряжения, электрические непрерывные входные и выходные.
21. ГОСТ Р 8.585-2001. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования.
22. ГОСТ 6651-94. Термопреобразователи сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний.
23. ГОСТ 21480-76. Система "человек-машина". Мнемосхемы. Общие эргономические требования.
24. ГОСТ 21786-76. Система "человек-машина". Сигнализаторы звуковые речевых сообщений. Общие эргономические требования.
25. ГОСТ 21829-76. Система "человек-машина". Кодирование зрительной информации. Общие эргономические требования. ГОСТ 22269-76. Система "человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.
26. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
27. СО 153-34.35.412-88 (РД 34.35.412-88). Правила приемки в эксплуатацию из монтажа и наладки систем управления технологическими процессами тепловых электрических станций.
28. СО 153-34.35.414-91 (РД 34.25.414-91). Правила организации пусконаладочных работ по АСУ ТП на тепловых электростанциях.
29. ГОСТ Р 8.596-2002. Метрологическое обеспечение. Основные положения.
30. МИ 2440-97. Методы экспериментального определения и контроля характеристик погрешности измерительных каналов измерительных систем и измерительных комплексов.
31. СО 34.11.321-96 (РД 34.11.321-96). Нормы погрешности измерений технологических параметров тепловых электростанций и подстанций.
32. РД 50-34.698-90. Методические указания. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.
33. ГОСТ 34.603-92. Виды испытаний автоматизированных систем.
34. СПО ОРГРЭС, М., 1996. «Типовые программы и методики испытаний АСУ ТП тепловых электростанций».

10. Список используемых сокращений

АР – автоматическое регулирование;
АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическими процессами;
БиТЗ – блокировки и технологические защиты;
ЗИП – запасные инструменты и приборы;
ИВС – информационно-вычислительная система;
КА – котельный агрегат;
КИП – контрольно-измерительные приборы;
КТС – комплекс технических средств;
МФК – многофункциональный контроллер;
ПО – программное обеспечение;
ПЭВМ – персональная ЭВМ;
ПТК – программно-технический комплекс;
РД – руководящий документ;
РАС – регистрация аварийных ситуаций;
САР – система автоматического регулирования;
СВТ – средства вычислительной техники;
СКУ – система контроля и управления;
ТЭЦ – тепловая электроцентраль;
ТЭС – тепловая электростанция;
ТЗ – техническое задание;
УСО – устройство связи с объектом;
ША – шкаф автоматики;
ШПК – шкаф промышленных клемм.

Приложение 6.1. Пример Пояснительной записки к проекту.

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ
«АСДУ ПНС Центральная»
ТЭЦ ОАО Теплоэнерго

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
1234567-009ЭО-АТХ.002

ООО Проектная организация «Проект»

документ разработан:

Зам.начальника Центра АСУ ТП,

д.т.н. Петров О.В.

Начальник группы технологического проектирования,

к.т.н. Иванов Д.Р.

Ведущий проектировщик

Сидоров В.К.

г. Сосновск 20__

1.1. Общие положения

Проект «АСДУ ПНС Центральная» для ТЭЦ ОАО Теплоэнерго, г. _____, разработан на основании договора № 1/ТЭЦ/ОКС/09, Задания на проектирование, подписанного главным инженером ТЭЦ и предпроектного обследования существующей системы контроля и управления ПНС Центральная.

Целью создания АСДУ является оснащение современной компьютерной системой контроля и управления ПНС Центральная в объеме технологических измерений, сигнализации, дистанционного управления и автоматического регулирования, технологических защит и блокировок.

Назначение системы – автоматизированное управление ПНС Центральная.

В АСДУ ПНС предусматривается одно автоматизированное рабочее место (АРМ) оперативного персонала и второе, посредством радиомодема на ГЩУ ТЭЦ.

Ведомость комплекта чертежей и документов(1234567-009ЭО-АТХ.001.) включает 28 проектных документов. Технические средства полевого уровня данного проекта располагаются на оборудовании ПНС Центральная в соответствии со «Схемой автоматизации» 1234567-007ЭО-АТХ.004. В проекте применяется система обозначений KKS для оборудования и сигналов. Эта кодировка используется при разработках АСУ ТП для реализации удобства и однозначности в описаниях согласно СО 34.35.127-2002 (РД 153-34.1-35.127-2002). «Общие технические требования к программно-техническим комплексам для АСУТП тепловых электростанций».

Объем автоматизации, охватываемый проектом, включает:70 датчиков различного назначения, 16 электрифицированных задвижек, 1 регулирующий клапан с встроенным электроприводом типа АУМАМАТИС. В состав автоматизации входят 1 регулятор, 8 блокировок по работе насосного оборудования, 9 сигнализаций по состоянию распределительных устройств, 6 сигнализаций по состоянию насосного оборудования, и 2 специальных сигнализации.

Объем контроля включает измерение следующих параметров:

Давление -22, расход -3, уровень -2, температура -33, электрические измерения -19,указатель положения регулирующего клапана -1. С каждой из указанных единиц полевого оборудования связана определенная совокупность сигналов контроля и управления, поступающих в контроллеры. Перечень оборудования КИПиА (полевого уровня), взаимодействующего с контроллерами, представлен в документе 1234567-009ЭО-АТХ.007.

Перечни входных аналоговых и входных и выходных дискретных сигналов контроллеров представлены в документах 1234567-009ЭО-АТХ.011, – ...013, – ...014. В документе 1234567-009ЭО-АТХ.013 также представлены сигналы сигнализации. Блокировки описаны в документе 1234567-009ЭО-АТХ.009. Количество входных аналоговых сигналов -79, входных дискретных -69, выходных дискретных – 53. Общее количество сигналов данного проекта 201.

Описание и структурная схема регулятора давления (РДЭ) представлена документом 1234567-009ЭО-АТХ.008 .

Принципиальная электрическая схема управления регулирующим клапаном и схема внешних проводок представлена на чертеже 1234567-009ЭО-АТХ.018.

Принципиальные электрические схемы управления задвижками и схемы внешних проводок представлены в документе 1234567-009ЭО-АТХ.019. Эти схемы реализуют возможности управления, контроля и диагностики запорно-регулирующей арматуры со стороны ПТК.

Принципиальные электрические схемы управления насосами, включая схемы внешних проводок, представлены начертежах 1234567-009ЭО-АТХ.020 – ... 22. На этих схемах представлено взаимодействие системы управления насосами с контроллером. Принципиальные электрические схемы вводных устройств КРУН-6кВ и РУСН-0,4кВ ПН Центральная, включая схемы соединений внешних проводок, приведены в документах 1234567-009ЭО-АТХ.023 – Схемы соединений внешних проводок для датчиков представлены в 1234567-

009ЭО-АТХ.032. Клемники шкафа промежуточных клемм электроцеха (ШПКЭ) и шкафа автоматики (ША) приведены в документах 1234567-009ЭО-АТХ.030, – ...31

В документе 1234567-009ЭО-АТХ.035 приведены кабельные таблицы для всего проекта. Кабельный журнал представлен в документе 1234567-009ЭО-АТХ.036. Спецификация на оборудование КИПиА и кабельную продукцию представлена в документе 1234567-009ЭО-АТХ.040.01, – ...040.02.

1.2. Подтверждение соответствия проектных решений действующим нормам и правилам ТБ, пожаро и взрывобезопасности

Все проектные решения приняты в соответствии с действующими нормами и правилами технической эксплуатации, техники безопасности и правилами пожаро безопасности и взрывобезопасности.

Помещение насосной и главного щита управления (ГЩУ) ТЭЦ, где расположены технические средства АСДУ, обслуживаемые участком ТАИ, по степени пожароопасности отнесены к категории «В4». Строительные конструкции помещений удовлетворяют противопожарным требованиям СНиП 21.01-97 и НПБ 105-95, а также СНиП 31-03-2001 по проектированию производственных зданий и сооружений. Отопление и вентиляция данных помещений выполнены в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-86 и СН 512-78.

1.3. Сведения об использованных при проектировании основных нормативно-технических документов.

Проект АСДУ ПНС Центральная выполнен на основании задания и технических требований, выданных эксплуатационным персоналом ТЭЦ и с учетом действующих нормативно-технических документов.

Принятые в проекте технические решения соответствуют действующим нормам и правилам техники безопасности, пожаро- и взрывобезопасности и полностью удовлетворяют требованиям действующих нормативно-технических документов.

Перечень нормативных материалов, использованных при разработке технорабочего проекта АСДУ ПНС Центральная представлен в Приложении 1.

Рабочая проектная документация выполнена в соответствии с требованиями СПДС и ЕСКД.

2. Технологическая часть

Подкачная насосная станция теплотрассы Центральная предназначена для поддержания расчетного гидравлического режима потребителей Центральная на участке от ТК-31 до ТК-58.

Система тепловых сетей: до насосной – двухтрубная, после насосной – до ТК-46 – трехтрубная: один подающий трубопровод и два обратных ввиду больших перепадов геодезических отметок верхних точек зданий, далее – двухтрубная.

В помещении насосной станции установлены шесть центробежных насосов: два сетевых насоса 1СН, 2СН типа СЭ-1250-70, насос 3СН типа СЭ-500-70,

подпиточный насос 4ПН типа 200Д60А, насосы охлаждения 1НО, 2НО типа 1СМ32-20-125/2-М.

Давление в подающей магистрали теплотрассы Центральная на выходе с насосной поддерживается автоматическим регулятором, воздействующим на клапан РДЭ, установленный в ТК-31 на напоре насосов 1СН, 2СН, 3СН(насосная работает на подачу сетевой воды в подающий трубопровод). Гидравлический режим работы насосной станции: давление на выходе из насосной $P_{под.}=8,9$ кгс/см², давление в обратном трубопроводе в районе ТК-31 $P_{обр.}=4,0$ кгс/см².

Температурный график 150/70 °С.

Режим работы – круглосуточный в течении отопительного периода.

Система теплоснабжения – открытая.

Пуск и останов насосов осуществляется строго в соответствии с инструкцией по эксплуатации насосной, утвержденной главным инженером ТЭЦ.

Основные технические характеристики оборудования насосной Центральная приведены в таблицах 1.1–1.4.

Сетевые насосы 1СН, 2СН(СЭ-1250-70)

Таблица 1.1

№	Техническая характеристика	Ед. изм.	Значение
1.	Производительность	м ³ /час	1250
2.	Напор	м	70
3.	Температура перекачиваемой воды (не более)	°С	180
4.	Расход воды на охлаждение подшипников	м ³ /час	3,0
5.	КПД	%	83
6.	Давление на выходе (не более)	кгс/см ²	11
7.	Мощность электродвигателя(ДА-304)	кВт	315
8.	Скорость вращения	об/мин	1500
9.	Напряжение рабочее	вольт	6000
10.	Максимальная токовая нагрузка.	А	38

Сетевой насос 3СН(СЭ-500-70)

Таблица 1.2

№	Техническая характеристика	Ед. изм.	Значение
1.	Производительность	м ³ /час	500
2.	Напор	м	70
3.	Допускаемый кавитационный запас (не менее)	м	10
4.	Рабочее давление(не более)	кгс/см ²	16
5.	Температура перекачиваемой воды	°С	180
6.	Расход воды на охлаждение подшипников	м ³ /час	3,0
7.	КПД	%	82
8.	Мощность электродвигателя(АОЗ-3155-2)	кВт	160

9.	Скорость вращения	об/мин	2950
10.	Напряжение рабочее	вольт	380/660
11.	Максимальная токовая нагрузка.	А	288

Подпиточный насос 4ПН(200Д60А)

Таблица 1.3

№	Техническая характеристика	Ед. изм.	Значение
1.	Производительность	м ³ /час	400
2.	Напор	м	36
3.	Мощность электродвигателя (А2-91/61)	кВт	55
4.	Скорость вращения	об/мин	980
5.	Напряжение рабочее	вольт	380/660
6.	Токовая нагрузка.	А	106

Насос охлаждения подшипников 1НО, 2НО(1СМ32-20-125/2-М)

Таблица 1.4

№	Техническая характеристика	Ед. изм.	Значение
1.	Производительность	м ³ /час	3,15
2.	Напор	м	20
3.	Мощность электродвигателя (АИР71-82-У3)	кВт	1
4.	Скорость вращения	об/мин	2900
5.	Напряжение рабочее	вольт	380

В насосной установлены регулирующие клапана, (скомплектованные с гидравлическими реле давления типа РД-3А):

РД-1(Д_у=500 мм, пропускной способностью – 2500 м³/час);

РД-2(Д_у=400 мм, пропускной способностью – 1600 м³/час);

РД-1(Д_у=300 мм, пропускной способностью – 900 м³/час),

а также регулирующий клапан автоматического регулятора давления РДЭ.

Модернизация АСДУ ПНС Центральная производится в рамках существующей тепловой схемы насосной.

Все проектные решения в технологической части проекта соответствуют требованиями СНиП 41-02-2003, СНиП 3.05.85 «Тепловые сети», ПБ 10-573-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов».

3. Основные технические решения.

3.1. Общее построение системы

Объект управления условно делится на функциональные узлы, которые характеризуются относительной автономией технологических задач, выполняемых ими.

Структура алгоритмов управления, а также видеogramмы экранных изображений учитывают разграничение системы по функциональному признаку. Это способствует реализации модульной структуры системы с хорошей обозримостью технических средств, алгоритмов управления и способов общения персонала с системой. Этим также достигается упрощение наладки, освоение системы персоналом и последующей ее эксплуатации.

В системе реализован принцип однократного ввода сигнала и многократного его использования, как информационными задачами, так и задачами управления.

3.2 Структура комплекса технических средств

Комплекс технических средств системы включает программно-технический комплекс (ПТК) и оборудование полевого уровня: датчики, исполнительные механизмы и электроприводы.

Структурная схема КТС организована по иерархическому принципу. В КТС выделены уровни иерархии в зависимости от выполняемых системных функций: верхний уровень – АРМы операторов технологов, нижний – шкафы программируемых контроллеров с модулями УСО и полевой уровень. Помимо управления сетевыми насосами с АРМа оператора предусмотрена возможность их останова из соответствующей ячейки распределительного устройства, в случае отказа основной системы.

Верхний уровень обеспечивает взаимодействие оператора с управляемым оборудованием насосной станции, обслуживание ПТК инженерным персоналом и организует работу системы и подготовку массивов информации для использования ее неоперативным административно-техническим персоналом электростанции. Он включает следующие технические средства, объединенные сетью Ethernet:

- две операторские станции, образующих АРМы оператора-технолога;
- три ОРС-сервера;
- модем.

Контроллеры выполняют сбор, ввод и обработку аналоговой и дискретной информации в ПТК, формируют и обрабатывают дискретные управляющие воздействия на агрегаты, а также автоматическое регулирование, реализуют алгоритмы защит и блокировок.

Полевой уровень включает датчики, преобразователи сигналов, исполнительные механизмы, электроприводы, включая пуско-регулирующую аппаратуру, которые обеспечивают промежуточное усиление сигналов и другие вспомогательные функции.

3.3. Сетевая организация

АРМы и управляющие контроллеры объединены сетью Ethernet со скоростью передачи данных порядка 100 Мбит/с.

Физическая среда передачи информации – неэкранированная витая пара категории 5, которая используется в основном для связи внутри шкафов контроллеров. Для связи контроллеров с операторской станцией, расположенной в ПНС Центральная используется экранированная промышленная витая пара категории 5, предназначенная для связи с удаленными объектами в условиях промышленных помех. Для связи с операторской станцией, расположенной на ГЩУ ТЭЦ используется радиомодем. Топология сети – радиальная.

3.4. Резервирование

Технические средства системы имеют необходимое внутреннее резервирование. Резервируется то, что определяет работоспособность системы в целом – это контроллеры, электропитание КТС, сеть передачи данных (внутри управляющих контроллеров CAN, внешняя Ethernet), рабочие места операторов технологий (АРМы), средства отображения информации (мониторы АРМов). Независимой резервной системы контроля и управления на традиционных средствах автоматизации не предусматривается.

3.5. Решения по режимам функционирования, диагностированию работы системы

Для АСДУ предусматриваются режимы функционирования: пусковой, нормальный, аварийный, наладочный.

– пусковой режим начинается с момента подачи питания в систему и заканчивается ее автоматическим тестированием;

– нормальный режим начинается сообщением об окончании тестирования системы и отсутствием неисправностей и заканчивается – снятием питания с системы в целом;

– аварийный режим начинается с момента обнаружения отказа в системе и заканчивается моментом устранения отказа;

– наладочный режим начинается с момента санкционированного доступа персонала для проведения наладочных операций или внесения изменений в действующую систему и заканчивается моментом выхода персонала из системы.

Нормальный режим работы системы должен обеспечивать непрерывную круглосуточную работу насосной станции.

Плановая профилактика программно-технических средств системы должна проводиться в периоды останова насосной или с использованием резервных средств. Все оборудование полевого уровня обеспечивает взаимозаменяемость однотипных технических средств без изменений и регулировок в смежных устройствах, предусмотрена возможность замены модулей без отключения контроллеров.

Диагностирование системы имеет иерархическую структуру. Оперативный или обслуживающий ПТК персонал в автоматическом режиме получает текущую информацию об отказах через экран сигнализации с указанием отказавшего канала, а также через видеокadres, на которых высвечивается тот узел, где

произошел отказ. После чего с помощью средств программного тестирования в автоматизированном режиме определяют вышедший из строя элемент.

3.6. Состав функций, комплексов задач, реализуемых системой

Функции, комплексы задач, реализуемые системой, делятся на две категории – пользовательские и служебные.

Пользовательские функции предназначены для оперативного персонала, а служебные функции – для персонала, обслуживающего АСДУ. Функции системы распределены между двумя автоматизированными рабочими местами (АРМами).

На АРМ оператора насосной возлагаются все функции контроля и управления оборудованием, а также вызов выходных форм информационно-вычислительных задач (функции подсистем измерений, дистанционного управления и автоматического регулирования, технологических защит и блокировок, сигнализации). АРМ оператора состоит из двух равнозначных по возможностям операторских станций.

На АРМ обслуживания АСДУ персоналом участка ТАИ возложены служебные функции (запуск системы, ее реконфигурация, тестирование, контроль санкционированного допуска и др.), а также решение таких задач, как модернизация, внесение изменений в действующую систему.

3.7. Решения по размещению оборудования ПТК

Технические средства ПТК размещаются в помещении ПНС Центральная «» и ГЩУ ТЭЦ. В помещении насосной расположен шкаф автоматики (КФУ) и АРМ оператора, с которого осуществляется управление оборудованием. На ГЩУ ТЭЦ находится второе рабочее место, с которого обеспечивается доступ в АСДУ для осуществления оперативных (пользовательских) и служебных функций.

Оборудование полевого уровня (датчики, местные измерительные приборы, исполнительные механизмы и электроприводы) размещается прямо на оборудовании или на стендах в непосредственной близости от него. Здесь же в помещении насосной размещаются сборки задвижек, шкафы управления сетевыми насосами и насосами охлаждения подшипников.

КФУ оснащены дублированными источниками электропитания от независимых вводных устройств, работающих на общую нагрузку (через АВР между двумя независимыми секциями переменного тока собственных нужд 0,4 кВ) и второго источника бесперебойного питания. Операторские станции питаются от дублированных источников бесперебойного питания.

Корпуса оборудования ПТК присоединяются к существующему контуру защитного заземления (по радиальной схеме). Отдельного контура заземления для ПТК не требуется.

3.8. Решения по информационному обеспечению

Для контроля текущего состояния и управления технологическим оборудованием на экранах цветных мониторов, установленных на рабочем месте оператора, представляется следующая информация:

- мнемосхемы разной степени детализации, которые являются основным инструментом управления;
- графики изменения текущих значений параметров, ретроспективного просмотра параметров, а также значения вычисленных параметров;
- таблицы записи параметров для контроля значительного количества параметров, объединенных в группы по смысловому признаку;
- гистограммы, как удобное средство сравнения однотипных параметров;
- сигнализация для извещения оперативного персонала о возникновении нарушений в ходе технологического процесса, срабатывании технологических защит и блокировок, выявленных неисправностях технических средств АСДУ.

Надежность накопления и хранения информации обеспечивается дублированием компьютеров, входящих в состав системы.

3.9. Решения по программному и лингвистическому обеспечению

Требуемое программное обеспечение (ПО) можно разбить на следующие логические части по выполняемым функциям:

- ПО отображения информации;
- ПО сбора и хранения информации;
- ПО передачи информации;
- ПО управления и контроля оборудования.

Для отображения информации используется SCADA система «ТРЕЙС МОУД», являющаяся объектно-ориентированным интерфейсом «человек – машина» (ММІ). «ТРЕЙС МОУД» имеет в своем составе программные инструменты для создания графических элементов (видеокадров), описания их поведения, программные сетевые интерфейсы и др.

Сбор и хранение информации осуществляется в базе данных, основанной на использовании SQL-сервера фирмы Microsoft. Язык SQL является стандартным для высокопроизводительных серверов баз данных и поддерживается всеми ведущими производителями СУБД.

3.10. Решения по оборудованию полевого уровня АСДУ

3.10.1. Общие положения.

Проектом предусмотрен необходимый объем технологических измерений, сигнализации, автоматического регулирования, технологических защит и блокировок для контроля и управления насосной станцией в соответствии с требованиями СО 34.35.101-2003.

Технорабочий проект полевого уровня выполнен с учетом всех требований действующих норм и правил техники безопасности, пожаро- и взрывобезопасности.

Перечень нормативных материалов, использованных при разработке технорабочего проекта полевого уровня АСДУ ПНС Центральная представлен в Приложении 1.

Все применяемые приборы и средства измерения сертифицированы, соответствуют Государственным стандартам и действующим НТД. Особое внимание следует обратить на изменения в метрологических работах в части измерительных каналов системы.

Класс точности датчиков соответствует требованиям РД 34.11.321. Все датчики расположены в соответствии со схемой автоматизации на технологическом оборудовании в помещении насосной. Приборы по месту имеют пыле влагозащищенное исполнение IP40 в соответствии с требованиями российских стандартов, если нет иного требования завода-изготовителя. Средства КИПиА и электроприводы ЗРА располагаются в удобных для обслуживания местах.

3.10.2. Резервирование

Для первичных преобразователей (датчиков) предусмотрено достаточное резервирование для расчетной точности измерения. Резервируется не входной сигнал с датчика, входные модули УСО контроллеров. Резервирование датчиков применяется только в технологических защитах, по схеме «два из двух». В тех случаях, когда один датчик не может обеспечить достоверное среднее значение параметра из условий измерения или когда одиночный датчик не может покрыть весь диапазон измерений, применяется два датчика.

3.10.3. Измерение аналоговых сигналов

Измерения параметров технологического процесса и электротехнических величин преобразуются в аналоговые унифицированные сигналы 4...20 мА постоянного тока для дальнейшего использования задачами и подсистемами АСДУ. Термометры сопротивления подключаются непосредственно к линиям управления и измерений по трехпроводной схеме. Рекомендуемый класс точности датчиков для целей измерения должен составлять 0,5 %.

Преобразователи и датчики по возможности группируются на стендах. Для решения задач контроля, управления и технологических защит средствами АСДУ используется принцип однократного ввода сигнала, если нет оговоренных требований по использованию персональных или резервируемых сигналов.

3.10.4. Измерение давления

В данном проекте производятся измерения давления сетевой воды на подающем и двух обратных трубопроводах, напорном и всасывающем коллекторах, на всесе и напоре насосов, в системе охлаждающей воды, всего – 22 параметра.

Для измерений используются первичные преобразователи (датчики давления) Метран-55ДИ, Метран-100ДИ с унифицированным выходным аналоговым сигналом 4...20 мА. Точки отбора импульсов, как правило, располагаются на горизонтальном участке трубы. В месте отбора пробы устанавливается коренной вентиль запорного типа. Второй изолирующий вентиль и вентили запорные для подключения контрольного манометра и продувки располагаются непосредственно у манометра или датчика. Изолирующие вентили манометров легко до-

ступны. Приборы выдерживают расчетное давление в трубопроводах. При наличии пульсаций при измерении давления предполагается применение демпфирующего устройства.

3.10.5. Измерение расхода

В проекте предусмотрено измерение расходов сетевой воды на подающем и двух обратных трубопроводах, всего – 3 параметра.

Измерение расходов осуществляется датчиками перепада давления Метран-100ДД методом переменного перепада давлений на сужающем устройстве, установленном в заполненных трубопроводах круглого сечения, с аналоговым выходным сигналом 4...20 мА. Измерения производятся в соответствии с ГОСТами 8.563.1-97; 8.563.2-97; 8.563.3-97. Используемые материалы диафрагм соответствуют условиям измеряемой среды. Схемы измерения комплектуются запорными вентилями, импульсными линиями, продувочными вентилями, «воздушниками» и др. Отбор импульсов производится от одной пары врезок, от которых производится вся необходимая разводка. Первичные преобразователи расхода устанавливаются в местах, удобных для обслуживания.

Датчики перепада давления выдерживают одностороннее воздействие абсолютного давления без их разрушения и потери точности измерения. Расходомеры, основанные на перепаде давлений, устанавливаются на 5-вентильном стенде и имеют уравнительный вентиль для проверки «нуля».

Расположение датчиков давления и температуры для коррекции показаний расходомера не влияет на точность измерения расхода.

3.10.6. Измерение уровня

Проектом предусматривается измерение минимального и максимального уровней в баке накопителе холодной воды. Для этой цели используются первичные преобразователи разности давлений с выходным аналоговым сигналом 4...20мА типа Метран-100. Преобразователи устанавливаются индивидуально по месту. Схемы измерения комплектуются необходимой запорной арматурой, импульсными линиями, продувочными вентилями.

3.10.7. Измерение температуры

По проекту предусматривается измерение температуры сетевой воды на подающем и двух обратных трубопроводах, напорном коллекторе, в баке накопителе холодной воды, подшипников, железа и меди обмоток статора сетевых насосов, всего – 33 параметра.

Измерение температуры осуществляются термосопротивлениями ТСМ (НСХ 50М), типа Метран-203. Сигналы от датчиков температуры передаются по кабельным связям в контроллер в натуральном виде (без использования нормирующих преобразователей).

Однотипные сигналы по температурам группируются в отдельные коробки по месту. Все термосопротивления подключаются по 3-х проводной схеме. Датчики температуры устанавливаются в удобных для эксплуатации и тестирования местах.

Для установки всех погружных температурных датчиков предусматриваются гильзы, что позволяет производить их замену без остановки оборудования. Глубина погружения датчиков определяется диаметром трубопровода и скоростью протекающей по нему среды.

3.10.8. Измерение электрических параметров

Контроль электрических параметров включает измерение токов электродвигателей сетевых насосов и насосов охлаждения подшипников, токов трех вводных устройств (Вводы-1, 2, СВКРУН-6кВ ПН Центральная), напряжений 3-х фаз вводов 1, 2КРУН-6кВ ПН Центральная, однофазных напряжений 1СШ, 2СШКРУН-6кВ ПН Центральная, 1СШ, 2СШРУСН-0,4кВ ПН Центральная, всего – 19 параметров. Измерение электрических параметров осуществляется от измерительных трансформаторов тока и напряжения с последующим преобразованием в унифицированный токовый сигнал 4...20 мА.

3.10.9. Электропитание датчиков, преобразователей.

Электропитание термосопротивлений (ТСМ) осуществляется по трехпроводной схеме от источника питания, расположенного в контроллере. Электропитание датчиков давления, расхода, уровня, а также преобразователей электрических сигналов осуществляется по двухпроводной схеме от источника постоянного тока, расположенного непосредственно в контроллере.

3.10.10. Дискретные входные и выходные сигналы

Дискретные входные сигналы, характеризующие состояние оборудования («включен», «отключен», «отключен от защит» или «открыт», «закрыт») представляют из себя логический сигнал типа «сухой контакт», подаваемый на соответствующий вход контроллера. Электропитание входного сигнала типа «сухой контакт» для насосов и задвижек осуществляется от сети переменного тока 220В, а для регулирующего клапана от источника постоянного тока 24В осуществляемое через КФУ.

Дискретные выходные сигналы с контроллера реализующие команды «включить», «выключить» или «открыть» (больше), «закрыть» (меньше) формируются подачей напряжения переменного тока 220В в схему управления насоса или задвижки или 24В постоянного тока в схему управления регулирующего клапана.

3.10.11. Блокировки

Проектом предусматриваются следующие блокировки на включение насосов:

- блокировка включения насоса 1СН по открытию задвижки на всесе №16;
- блокировка включения насоса 2СН по открытию задвижки на всесе №18;
- блокировка открытия задвижки №15 на напоре по включению насоса 1СН;

- блокировка открытия задвижки №17 на напоре по включению насоса 2СН;

- блокировка включения насоса 1СН по давлению в магистрали насосов охлаждения подшипников;

- блокировка включения насоса 2СН по давлению в магистрали насосов охлаждения подшипников.

Проектом также предусмотрена АВР сетевых насосов 1СН, 2СН по отключению и давлению в напорном коллекторе, и АВР насосов охлаждения подшипников 1НО, 2НО по отключению и давлению в магистрали охлаждения подшипников.

Все блокировки реализуются в ПТК программным путем.

3.10.12. Автоматическое регулирование

Для поддержания давления в подающей магистрали теплотрассы Центральная, на выходе с насосной, используется автоматический регулятор, воздействующий на клапан РДЭ, установленный в ТК-31 на напоре насосов 1СН, 2СН, 3СН(насосная работает на подачу сетевой воды в подающий трубопровод). Входным сигналом регулятора служит давление за регулирующим клапаном РДЭ. Структурная схема и описание алгоритма работы регулятора приведено в документе 1234567-009ЭО-АТХ.008 .

3.10.13. Импульсные линии.

Все имеющиеся импульсные трубы предусмотрены из бесшовных холоднокатаных сталей согласно ГОСТа или ТУ.

Соединения всех импульсных труб производятся сваркой.

Присоединения приборов выполняются из того же материала, что и линия к изолирующему клапану. Для присоединения к стандартным импульсным трубам со стороны изолирующего вентиля предусматривается ниппельное соединение с уплотнением. Толщина стенок импульсных линий соответствует условиям применения по температуре и давлению измеряемой среды.

Трассировка импульсных линий производится так, чтобы все места их соединений были легко доступны для обслуживания.

Линии продувки предусматриваются для всех линий и датчиков. Продувка производится в соответствующий дренаж, расположенный максимально близко к датчику.

3.10.14. Запорно-регулирующая арматура и насосное оборудование

Вся запорная и регулирующая арматура ПНС Центральная, оснащенная электроприводами, имеет индивидуальное управление и может быть открыта или закрыта с рабочего места оператора. Аналогично все сетевые насосы и насосы охлаждения подшипников могут быть включены или отключены с операторской станции и кроме того любой из насосов может быть автоматически отключен по команде от защит. Для сетевых насосов 1СН и 2СН предусмотрен

автоматический ввод резерва (АВР) по понижению давления на напоре и по отключению одного из насосов. АВР предусматривается также для насосов охлаждения подшипников 1НО, 2НО.

Для защиты и коммутации цепей электродвигателей ЗРА используются 2 сборки задвижек 0Ш и 1Ш типа РТЗО.

Всего в проекте задействовано 16 задвижек, 1 регулирующий клапан и 6 насосов.

3.10.15. Кабельные линии

В данном проекте для цепей управления ~220В применяется неэкранированный негорючий кабель типа КВВГнг стандартной жильности 4, 7, 10 с сечением жилы 1,5 мм². Для слаботочных цепей постоянного тока 24В применяется экранированный негорючий кабель КВВГЭнг стандартной жильности 4,7,10 с сечением жилы 1,5 мм².

Экраны кабелей КВВГЭнг, передающих сигналы датчиков от клемников коробок по месту до клемников шкафа автоматики, объединяются с одной стороны на одной заземляющей шине (со стороны КФУ).

Экраны кабелей КВВГЭнг для клапанов, передающих сигналы от указателей положения, а также дискретные сигналы «больше», «меньше», +24В между СК по месту, РТЗО и шкафом автоматики заземляются каждый с одной стороны на заземляющей шине РТЗО.

4. Электротехнические решения

4.1. Общая часть

Основными потребителями электроэнергии являются электродвигатели сетевых насосов на напряжения 6000В и 380В.

Установленная мощность 6-ти киловольтных насосов – 1890кВт.

По надежности электроснабжения потребители относятся к I категории.

Источником электроэнергии 6 кВ являются подстанции ТЭЦ, от которых проложены две воздушных линии электропередачи (фидер 1 и фидер 2). Линии подключены к разным подстанциям. Одна линия (Ввод №1) является основной. Вторая линия (Вод №2) находится в горячем резерве. Схемой предусмотрен АВР.

В качестве силовых распределительных, защитных устройств напряжением 6кВ используются комплектные распределительные устройства (КРУН-6кВ) серии К-59 наружной установки. Устройства К-59 имеют встроенные элементы защиты от токов коротких замыканий и перегрузок. В устройства К-59, встроены вакуумные выключатели ВВ/TEL (для управления сетевыми насосами 1СН, 2СН) рассчитанные на ток отключения 12 кА. Магистральные силовые цепи от устройств К-59 до потребителей для напряжении 6кВ выполнены кабелями ААБЛГУ-6. Для цепей управления и контроля используются кабели марки КВВГнг сечением 1,5 – 2,5 мм². Кабели проложены в кабельных каналах.

Управление вакуумными выключателями ВВ/TEL осуществляется в соответствии с заводскими схемами на распределительные устройства К-59.

В качестве силовых распределительных, защитных устройств напряжением 0,4кВ используются распределительные устройства (РУСН-0,4кВ), установленные в насосной. Устройства РУСН-0,4кВ имеют встроенные элементы защиты от токов коротких замыканий и перегрузок. В составе устройств РУСН-0,4кВ установлены автоматические выключатели АЗ704 (для пуска насосов ЗСН и 4ПН). Пускорегулирующая аппаратура (пускатели) для включения насосов охлаждения 1НО, 2НО размещена в отдельном шкафу, расположенном в помещении насосной.

Все сигналы контроля и управления с распределительных устройств, а также сигналы контроля и управления насосным оборудованием (за исключением насосов охлаждения подшипников) поступают в шкаф пром. клемм (ШПКЭ), где проходит граница ответственности персонала электроцеха и цеха ТАИ. Сигналы контроля и управления насосами охлаждения подшипников подаются из шкафа управления насосами, расположенного по месту, непосредственно в шкаф автоматики.

Электротехническая часть проекта (в части управления насосным оборудованием) разработана на основании заданий заказчика и в соответствии со следующей нормативно-технической документацией:

- «Правила устройства электроустановок», 7-ое издание;
- НТП ЭПП-94 «Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. Нормы технологического проектирования»;
- Нормы технологического проектирования. Проектирование силовых электроустановок промышленных предприятий. 1999 (взамен СН 357-77 в части силового оборудования);
- РТМ 36.18.32.4-92 «Указания по расчету электрических нагрузок».

4.2. Мероприятия по электробезопасности

В проекте принята система заземления TN-C-S.

Для защиты от поражения электрическим током при косвенном прикосновении в проекте предусмотрено автоматическое отключение питания при появлении сверхтоков, выполнена система выравнивания потенциалов. Все открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухо заземленной нейтрали источника питания посредством нулевых защитных проводников.

В помещении насосной выполнена дополнительная система уравнивания потенциалов, объединяющая все открытые проводящие части электрооборудования и все части помещения, одновременно доступные для прикосновения.

Заземляющее устройство выполняется в соответствии с требованиями ПУЭ. Контур заземления состоит из вертикальных заземлителей и горизонтальных заземлителей, проложенных на глубине свыше 0,5 м. Сопротивление контура заземления – не более 4 Ом.

Молниезащита КРУН-6кВ осуществляется молниеотводами Н=2,3 м. установленными на его металлической крыше.

5. Принятые обозначения

Группы оборудования

- 0 – регулирующие клапаны;
- 1 – электрифицированные задвижки;
- 2 – сетевой и подпиточный насосы 3СН, 4ПН(0,4 кВ);
- 3 – насосы охлаждения подшипников 1НО, 2НО(0,4 кВ);
- 4 – сетевые насосы 1СН, 2СН(6,0 кВ);
- 5 – ввод-1 КРУН-6 кВ, ввод-2 КРУН-6 кВ;
- 6 – СВ КРУН-6 кВ;
- 7 – 1СШ КРУН-6кВ, 2СШ КРУН-6кВ(ТСН);
- 8 – 1СШ КРУН-6кВ, 2СШ КРУН-6кВ(ТН);
- 9 – 1СШ РУСН-0,4кВ, 2СШ РУСН-0,4кВ
- 10 – датчики аналоговые;
- 11 – датчики дискретные.

Клеммники

- ХТ -клеммники в шкафу автоматики
- ХР -клеммники в сборке задвижек
- ХХ, ХВ – клеммники КРУН-6кВ, РУСН-0,4кВ
- ХЭ -клеммники ШПКЭ, сторона электриков
- ХК -клеммники ШПКЭ, сторона ЦТАИ
- ХД -клеммникиСК по месту

Маркировка клеммников

- ХВ- N_1N_2 , где N_1 – группа оборудования; N_2 – порядковый номер в группе
- Пример: ХВ – 72, клеммник 2СШ КРУН-6кВ(ТСН)

Маркировка электрических цепей оборудования (распределительных устройств, насосов, задвижек, клапана)

- N_1N_2 – АN, где N_1 – группа оборудования; N_2 – порядковый номер в группе;
- N – порядковый номер на эл. схеме.

Пример: 115-А5, задвижка №15, цепь А5

Маркировка эл. цепей аналоговых и дискретных датчиков

- Для аналоговых и дискретных датчиков зарезервированы цепи с номерами А101 – А299

Маркировка кабелей

- KN- N_1N_2 , где N – порядковый номер на схеме; N_1 – группа оборудования;
- N_2 – порядковый номер в группе

Пример: К2-001, кабель №2, клапан №1

- Для кабелей от аналоговых и дискретных датчиков зарезервированы номера 101 – 199

Приложение 1

Перечень нормативных материалов, использованных при разработке технорабочего проекта АСДУ ПНС Центральная

Общие нормативные материалы

- Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей;
- РД 34.03.201-97 Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей.
- РД 50-34.698-90 Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов;
- СанПиН 2.2.2.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным ЭВМ и организация работы;
- ГОСТ Р 8.563-97 Методики выполнения измерений;

Противопожарная безопасность, взрывобезопасность

- ГОСТ 12.1.004-91 (1996) ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования;
- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 (2001) ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности;
- РД 34.49.101-87 (с изм. 11989) Инструкция по проектированию противопожарной защиты энергетических предприятий;
- СНиП 3.05.07-85 (с изм. 11990) Системы автоматизации;
- НПБ 105-95 Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности;
- РД 34.03.35098 Перечень помещений и зданий энергетических объектов РАО «ЕЭС России» с указанием категорий по взрывопожарной и пожарной опасности. М. РАО «ЕЭС России» 1998;
- ВППБ 01-02-95 (РД 153-34.0-03.301-00)(с изм. 11997, 21999) Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий;
- ГОСТ Р 22.2.04-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные аварии и катастрофы. Метрологическое состояние сложных технических систем. Основные положения и правила.

Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов

- ГОСТ 21.408-93 СПДС. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов;
- РМ 4-59-95 Системы автоматизации. Состав, оформление и комплектование рабочей документации (пособие по ГОСТ 21.408-93);

- ГОСТ 24.401-80. Система технической документации на АСУ. Внесение изменений;
- ГОСТ 21.101-97 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.

Полевой уровень АСДУ, ПТК

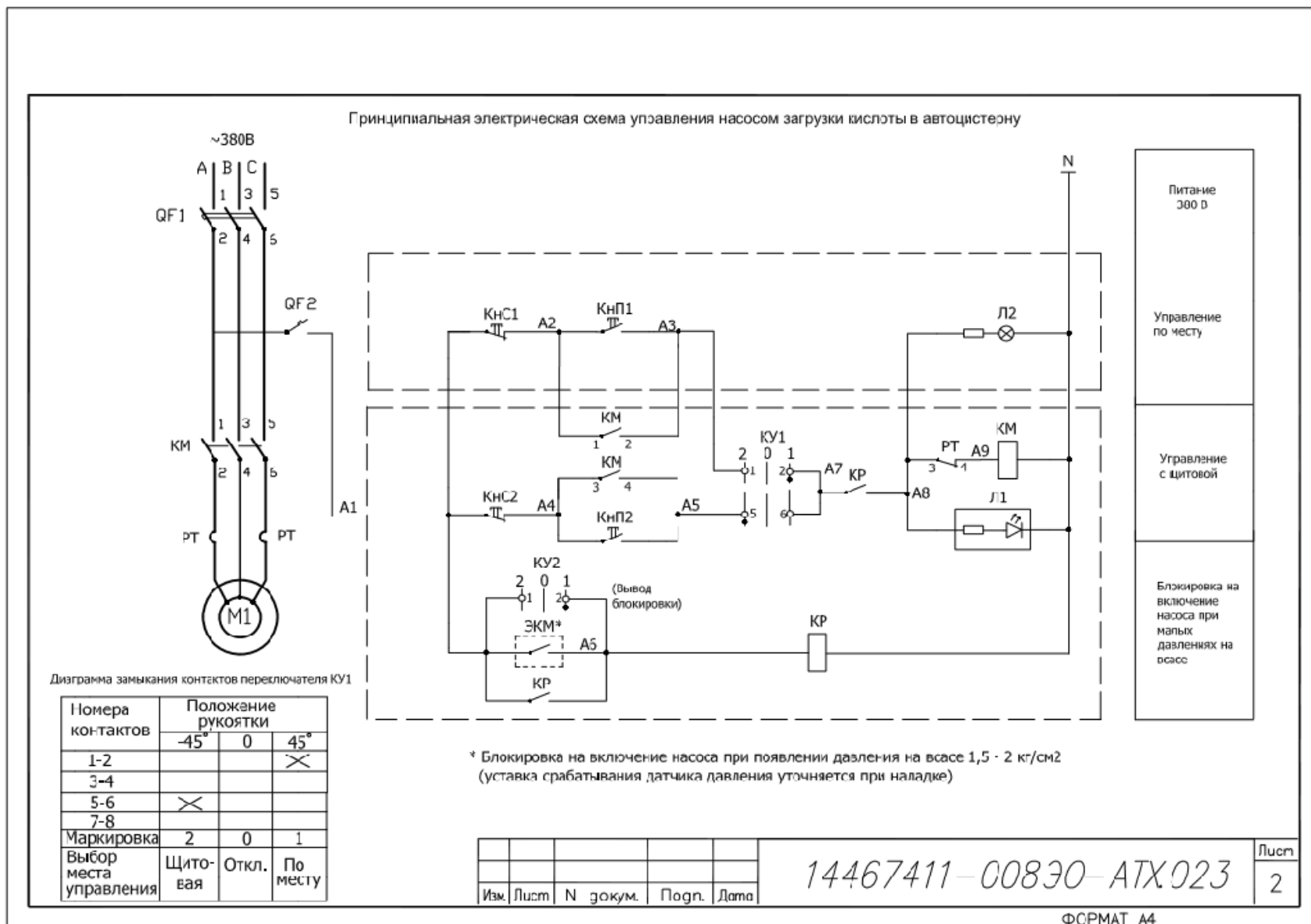
- ПУЭ «Правила устройства электроустановок»;
- ПБ03-517-02 «Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- ПБ 10-573-03 «Правила устройства безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды»;
- ПБ 03-585-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов»;
- ПБ03-576-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»;
- СО 34.35.101-2003 «Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации, автоматического регулирования ТЭС»;
- РД 34.35.131-95-М «Объем и технические условия на выполнение технологических защит теплоэнергетического оборудования электростанций с поперечными связями»;
- РД153-34.1-35.116-2001 «Объем и технические условия на выполнение технологических защит теплоэнергетического оборудования электростанций с поперечными связями и водогрейных котлов (для оборудования, спроектированного до 1997 г.)»;
- РД 153-34.1-35.136-98 «Методические указания по выполнению схем технологических защит теплотехнического оборудования ТЭС»;
- РД 34.11.321-96 «Нормы погрешности измерений технологических параметров тепловых электростанций и подстанций»;
- ГОСТ 8.563.1-97 «Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления»;
- СО 34.35.127-2002 (РД 153-34.1-35.127-2002). «Общие технические требования к программно-техническим комплексам для АСУТП тепловых электростанций».
- РД 153-34.1-35.137-00 «Технические требования к подсистеме технологических защит, выполненных на базе микропроцессорной техники».

Эргономика

- ГОСТ 30.001-83 Система стандартов эргономики и технической эстетики. Основные положения;
- ГОСТ 22269-76 Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования;

- ГОСТ 21958-76 Система «человек-машина». Зал и кабины операторов. Взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования;
- ГОСТ 23000-78 Система «человек-машина». Пульты управления. Общие эргономические требования;
- ГОСТ 29.05.006-85 Система стандартов эргономических требований и эргономического обеспечения. Трубки электронно-приемные. Общие эргономические требования;
- ГОСТ 22614-77 Система «человек-машина». Выключатели и переключатели клавишные и кнопочные. Общие эргономические требования.

Приложение 6.3. Пример схемы принципиальной электрической управления насосом.



Приложение 6.4. Пример Перечня оборудования полевого уровня.

№	Идентификатор	Наименование
Перечень оборудования, входящего в систему контроля и управления		
Технологические параметры		
Давление		
1	1NDK10CP001	Давление на всасывающем коллекторе
2	1NDK20CP001	Давление на напорном коллекторе до РДЭ
3	1NDK20CP002	Давление на напорном коллекторе после РДЭ
4	1NDA01CP001	Давление в подающем трубопроводе до РК(в пределах ТК-31)
...		
Температура		
1	1NDK20CT001	Температура на напорном коллекторе
2	1NDB01CT003	Температура в обратном трубопроводе в пределах ТК-31
...		
Расход		
1	1NDA01CF001	Расход в подающем трубопроводе в пределах ТК-31А
2	1NDB02CF001	Расход в обратном трубопроводе верхней зоны в пределах ТК-31А
...		
Уровень		
1	1GDL01CL001	Уровень воды мин. в баке накопителе
2	1GDL01CL002	Уровень воды макс. в баке накопителе
Ток электродвигателей		
1	1NDC01CE001	Ток электродвигателя сетевого насоса 1СН
2	1NDC02CE001	Ток электродвигателя сетевого насоса 2СН
Электрифицированные задвижки		
1	1NDK20AA101	Задвижка №13
2	1NDK10AA101	Задвижка №14
Регулирующий клапан		
1	1NDK20AA201	Регулирующий клапан РДЭ
Насосы		
1	1NDC01AP101	Сетевой насос 1СН
2	1NDC02AP101	Сетевой насос 2СН
Электрические параметры		

1	1BBA01GX001	Выключатель ввода №1 КРУН-6кВ
2	1BBA01GH001	Ток ввода №1 КРУН-6кВ
3	1BBA01GH002	Напряжение U_{A0} ввода №1 КРУН-6кВ
ПТК		
1	1СКА01	Технологический контроллер №1
2	1СКА02	Технологический контроллер №2
3	1СКЛ01	Операторская станция №1
4	1СКЛ02	Операторская станция №2
Шкафы контроля и управления		
1	1СЈU01	Шкаф пром. клемм электроцеха (шкаф управления-насосами 2Ш)
2	1СЈU02	Шкаф управления насосами охлаждения подшипников
3	1СDС01	Шкаф РТЗО 0Ш
4	1СDС02	Шкаф РТЗО 1Ш
5	1СMН01	Шкаф автоматики (КФУ)

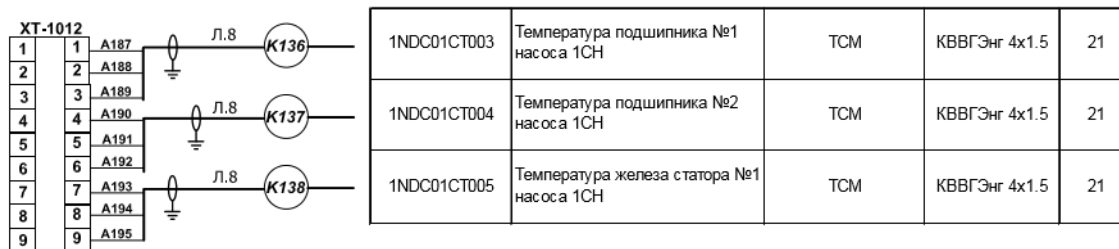
Приложение 6.5. Пример перечня входных сигналов ПТК.

№	Идентификатор	Наименование	Тип сигнала
		Давление	
1	1NDK10CP001-XQ00	Давление на всасывающем коллекторе	4..20mA
2	1NDK20CP001-XQ00	Давление на напорном коллекторе до РДЭ	4..20mA
...			
		Температура	
23	1NDK20CT001-XQ00	Температура на напорном коллекторе	ТСМ
24	1NDB01CT003-XQ00	Температура в обратном трубопроводе в пределах ТК-31	ТСМ
...			
		Расход	
55	1NDA01CF001-XQ00	Расход в подающем трубопроводе в пределах ТК-31А	4..20mA
56	1NDB02CF001-XQ00	Расход в обратном трубопроводе верхней зоны в пределах ТК-31А	4..20mA
...			
		Уровень	
58	1GDL01CL001-XQ00	Уровень воды мин. в баке накопителе	4..20mA
59	1GDL01CL002-XQ00	Уровень воды макс. в баке накопителе	4..20mA
...			
		Ток	
60	1NDC01CE001-XQ00	Ток электродвигателя сетевого насоса 1СН	4..20mA
61	1NDC02CE001-XQ00	Ток электродвигателя сетевого насоса 2СН	4..20mA
...			
		Напряжение	
69	1BBA01GH002-XQ00	Напряжение UА0 ввода №1 КРУН-6кВ ПН Луч П-майский	220VAC
70	1BBA01GH003-XQ00	Напряжение UВ0 ввода №1 КРУН-6кВ ПН Луч П-майский	220VAC
...			

Приложение 6.6. Пример выходных сигналов ПТК.

Задвижки				
№	Идентификатор	Наименование	Состояние	Тип сигнала
1	1NDK20AA101- YB91	Задвижка №13	Открыть	220VAC
2	1NDK20AA101- YB92	Задвижка №13	Заккрыть	220VAC
...				
Клапан				
1	1NDK20AA201- YC91	Регулирующий клапан РДЭ	Больше	24VDC
2	1NDK20AA201- YC92	Регулирующий клапан РДЭ	Меньше	24VDC
3	1NDK20AA201- YC93	Регулирующий клапан РДЭ	Стоп	24VDC
...				
Насосы				
1	1NDC01AP101- YA91	Сетевой насос 1СН	Включить	220VAC
2	1NDC01AP101- YA92	Сетевой насос 1СН	Выключить	220VAC
...				
Вводы КРУН 6кВ				
1	1BBA01GX001- YA91	Выключатель ввода №1 КРУН-6кВ	Включить	220VAC
2	1BBA01GX001- YA92	Выключатель ввода №1 КРУН-6кВ	Выключить	220VAC
...				

Приложение 6.7. Пример клемника с присоединением кабелей.



Приложение 6.8. Пример кабельной таблицы.

Кабельная таблица													
Порядковый номер	Идентификатор оборудования	Наименование	Маркировка кабеля	Тип кабеля	Откуда	Номер клеммника	Номер клеммы	Куда	Номер клеммника	Номер клеммы	Номер цепи	Название цепи	Тип сигнала
Клапан													
1	1NDK20AA201	Регулирующий клапан РДЭ	K1-01	ВВГнг-LS 3x2.5+1x1.5	Шкаф РТЗО 1Ш	XP-01	1	СК	XD1-01	1	01-A	Фаза А	380VAC
							2			01-B	Фаза В	380VAC	
							3			01-C	Фаза С	380VAC	
							4			01-PE	Земля	0	
2	1NDK20AA201	Регулирующий клапан РДЭ	K2-01	КВВГЭнг 10x1.5	ША	XT-01	1	СК	XD2-01	1	01-A1	Больше	24VDC
							2			01-A2	Меньше	24VDC	
							3			01-A3	Электроснабжение из АУ	24VDC	
							4			01-A4	Электроснабжение из ША	24VDC	
							5			01-A5	Закртыо	24VDC	
							6			01-A6	Открыто	24VDC	
							7			01-A7	Положение -	24VDC	
							8			01-A8	Положение +	24VDC	
3	1NDK20AA201	Регулирующий клапан РДЭ	K3-01	ПВ1 4x2.5	СК	XD1-01	1	АУ	Клеммник электропри вода-01	1	01-A	Фаза А	380VAC
							2			01-B	Фаза В	380VAC	
							3			01-C	Фаза С	380VAC	
							4			01-PE	Земля	0	
4	1NDK20AA201	Регулирующий клапан РДЭ	K4-01	ПВ1 8x1.5	СК	XD2-01	1	АУ	Клеммник электропри вода-01	1	01-A1	Больше	24VDC
							2			01-A2	Меньше	24VDC	
							3			01-A3	Электроснабжение из АУ	24VDC	
							4			01-A4	Электроснабжение из ША	24VDC	
							5			01-A5	Закртыо	24VDC	
							6			01-A6	Открыто	24VDC	
							7			01-A7	Положение -	24VDC	
							8			01-A8	Положение +	24VDC	
Задвижки													
1	1NDK20AA101	Задвижка №13	K1-101	КВВГнг 7x1.5	ША	XT-101	1	Шкаф РТЗО	XP3-101	1	101-A2	Открыть-1	220VAC
							2			101-A3	Открыть-2	220VAC	
							3			101-A5	Закртыо-1	220VAC	
							4			101-A6	Закртыо-2	220VAC	
							5			101-N	Нейтраль	220VAC	
2	1NDK20AA101	Задвижка №13	K2-101	КВВГнг 4x1.5	Шкаф РТЗО	XP1-101	1	СК по месту	XD1-101	1	101-A1	Фаза А1	220VAC
							2			101-A2	Открыть-1	220VAC	
							3			101-A5	Закртыо-1	220VAC	
3	1NDK20AA101	Задвижка №13	K3-101	ВВГнг-LS 3x2.5+1x1.5	Шкаф РТЗО	XP2-101	1	СК по месту	XD2-101	1	101-A	Фаза А	380VAC
							2			101-B	Фаза В	380VAC	
							3			101-C	Фаза С	380VAC	
4	1NDK20AA101	Задвижка №13	K4-101	ПВ1 4x1.5	СК по месту	XD1-101	1	Электро привод	Клеммник электропри вода-101	1	101-A1	Фаза А1	220VAC
							2			101-A2	Открыть-1	220VAC	
							3			101-A1	Фаза А1	220VAC	
							4			101-A5	Закртыо-1	220VAC	
5	1NDK20AA101	Задвижка №13	K5-101	ПВ1 3x2.5	СК по месту	XD2-101	1	Электро привод	Клеммник электропри вода-101	1	101-A	Фаза А	380VAC
							2			101-B	Фаза В	380VAC	
							3			101-C	Фаза С	380VAC	

Инв. N подл. Погр. и дата Взам. инв. N субд. Погр. и дата

Изм. Лист N докум. Погр. Дата

14467411-00930-ATX.035

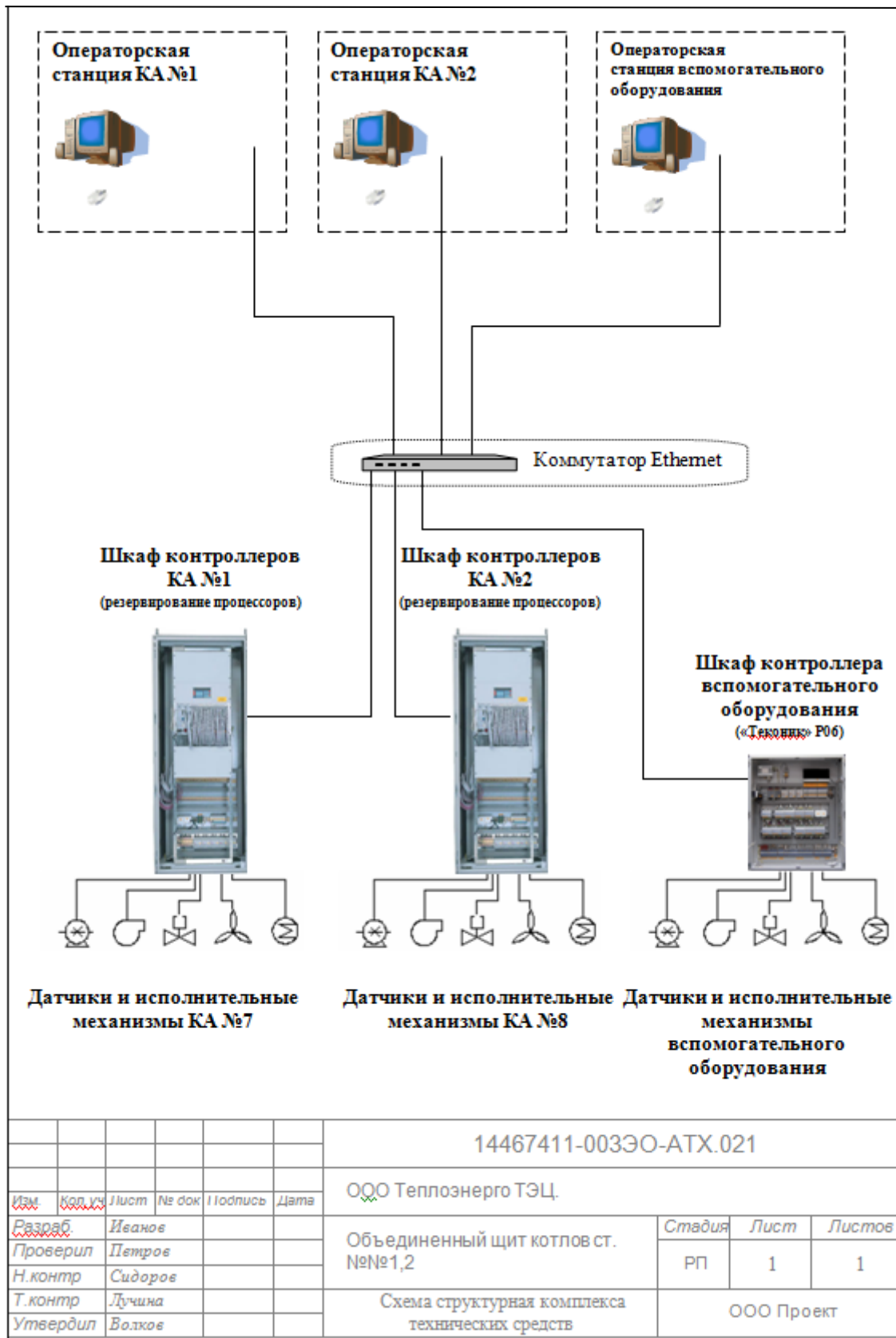
Лист
2

ФОРМАТ А3

Приложение_6.9. Разбиение документов проекта на проектную и рабочую документацию.

№	Наименование
	Проектная документация
1	Ведомость комплекта документации
2	Пояснительная записка
3	Схемы автоматизации
4	Структурные схемы регуляторов
5	Структурные схемы защит, электрических блокировок и сигнализации
6	Перечень полевого оборудования СКУ ТП
7	Перечень входных сигналов
8	Перечень выходных сигналов
	Принципиальные электрические схемы ЦТАИ
9	Принципиальные электрические схемы управления клапанами
10	Схема соединений и подключения внешних проводок для датчиков
	Принципиальные электрические схемы ЭЦ
11	Принципиальные электрические схемы управления задвижками
12	Принципиальные электрические схемы управления насосами ~380В
13	Принципиальные электрические схемы управления электродвигателями механизмов ~6кВ
14	Принципиальные электрические схемы контроля и управления сетевыми вводами и ячейками электропитания
	Спецификации и сметы
15	Спецификация на полевое оборудование и материалы
16	Спецификация на кабель
17	Сметы на полевое оборудование и материалы
18	Сметы на кабель
	Рабочая документация
19	Шкаф промежуточных клемм электроцеха
20	Входные клемники шкафа контроллеров
21	План кабельных трасс и мест расположения соединительных коробок
22	Установочные чертежи
25	Кабельная таблица, кабельный журнал

Приложение 7.1. Пример «Схемы структурной комплекса технических средств ПТК».



Приложение 7.2. Пример спецификации на элементы ПТК.

Позиция	Наименование и техническая характеристика оборудования и материалов Завод-изготовитель (для импортного оборудования - страна, фирма)	Тип, марка оборудования, обозначение документа и номер опросного листа	Единица измерения	Количество
	Блок питания 24V, 5A, 125 Вт, внешний	LWR 1601-6	шт.	4
	Кабель TP Ethernet перекрещенный, L=0,5; 1,0; 2,0; 5,0 м	ДАРЦ.685625.180, L=___ м	шт.	2
	16 каналов ввода 4 -20 μ А, индивидуальная гальваническая развязка, 20ms, предел основной погрешности $\pm 0,1\%$, контроль обрыва линии связи (для диапазона 4-20 мА) с датчиком, индивидуальная настройка каждого канала на работу с любым указанным диапазоном, настраиваемые фильтры, предупредительные и аварийные <u>уставки</u> .	AI16	шт.	8
	Кабель для модуля AI16, универсальный, 2,5 метра	CLA003	шт.	8
	48 каналов ввода 24 V DC/ 10mA , групповая развязка 6 групп по 8 каналов, 16 входов двух первых групп могут использоваться для числоимпульсного и частотного ввода (до 1000Гц), контроль обрыва линии связи с датчиком, защита от <u>переплюсовки</u> и перенапряжений, настраиваемый фильтр подавления дребезга контактов	DI48-24M	шт.	2
	Кабель для модуля DI48-24M, 2,5 метра	CLD001	шт.	2
	32 канала вывода 24 V DC / I _{max} =0,5A, групповая развязка 16 групп по 2 выхода, общий контакт нагрузок в группе - плюс, неограниченное число срабатываний, защита от короткого замыкания и перегрузок, настройка любых пар каналов на работу в режиме ШИМ	DO32-24M	шт.	2
	Кабель для модуля DO32-24M, 2,5 метра	CLD003	шт.	2
	8 каналов вывода 0 (4) -20 μ А, 0-5mA, индивидуальная гальваническая развязка, предел основной погрешности $\pm 0,1\%$, контроль обрыва подключения нагрузки, индивидуальная настройка каждого канала на работу с любым указанным диапазоном	AOC8	шт.	2

						Лист
						2
Изм.	Лист	Докум.	Подп.	Дата	14467411-003ЭО-АТХ.039.01	

Приложение 8.1. Схема структурная регулятора давления.

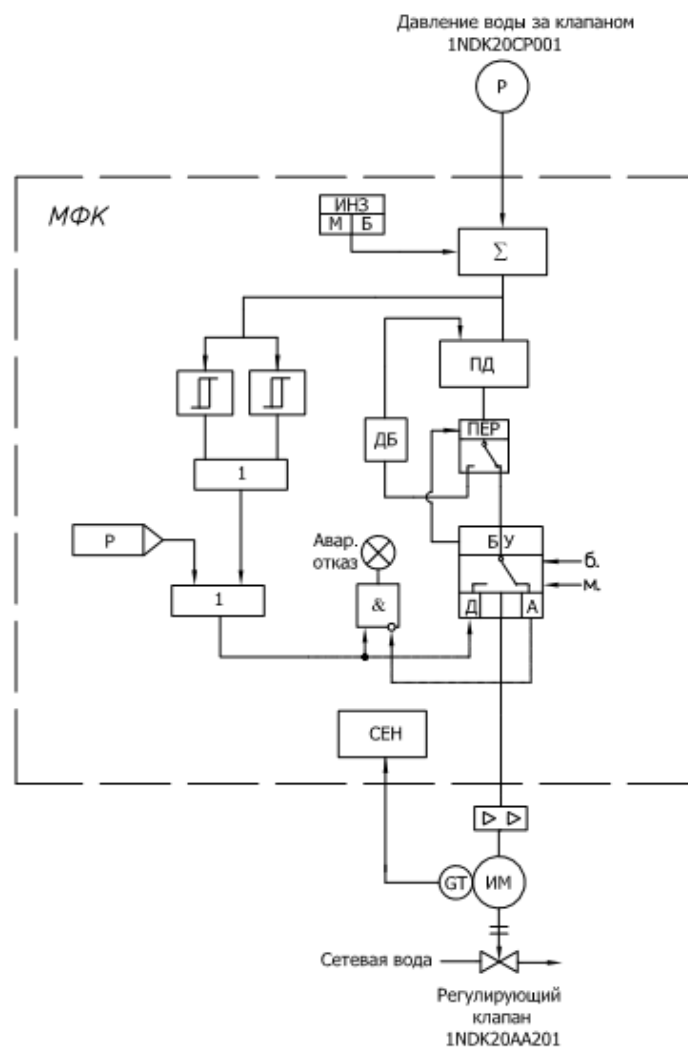
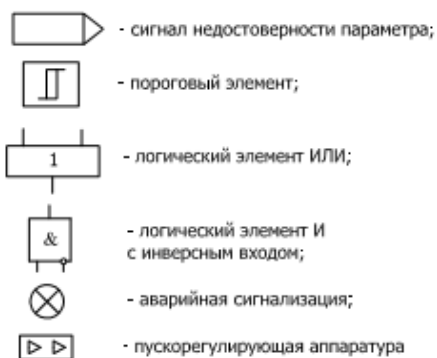


Рис. 1 Схема структурная регулятора давления сетевой воды

Условные обозначения элементов структурной схемы:

МФК - многофункциональный контроллер;
 ИНЗ - интегрирующий задатчик;
 Σ - сумматор;
 ПД - преобразователь;
 ПЕР - переключатель;
 БУ - блок управления;
 ДБ - динамическая балансировка;
 СЕН - сенсор;
 GT - датчик положения;
 ИМ - исполнительный механизм;
 P - давление сетевой воды за клапаном;



Изм.	Лист	N докум.	Погр.	Дата

14467411-00930-ATX.008

Лист
6

Приложение 8.2. Математическое обеспечение. Пример алгоритмов блокировок.

Алгоритмы блокировок							
Логика	Наименование	Значение состояния	Пункт Код KKS				
<p>Формирование сигнала блокировки "Блокировка включения задвижки №15"</p>	Насос 1СН	Включен	INDC01AP101	п. 3.5.			
	Ввод и вывод блокировки						
<p>Формирование сигнала блокировки "Блокировка включения задвижки №17"</p>	Задвижка №15 (на напоре)	Открыть	INDK11AA102	п. 3.6.			
	Задвижка №17 (на напоре)	Открыть	INDK12AA102				
<p>Примечание: При смене состояния насоса на противоположное налагается запрет на открытие задвижки</p>							
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	14467411-0090-ATX009	Лист	7

Учебное издание

Боровский Андрей Викторович
Братищенко Владимир Владимирович

Проектирование компьютерных систем для предприятий

Учебное пособие

ИД № 06318 от 26.11.01.
Подписано в пользование 30.10.2017.

Издательство Байкальского государственного университета.
664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11.
<http://bgu.ru>.