

Министерство образования и науки Республики Казахстан
ПАВЛОДАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра "Информатики и вычислительной техники "

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА –
ТЕХНОЛОГА НА УСТАНОВКЕ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ.**

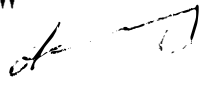
541550 “Информационные системы”

Исполнитель  28.04.05 Роговой Г.Г.
(подпись, дата)

Научный руководитель
Профессор, к.т.н.  28.04.05 Фандюшин В.А.
(подпись, дата)

Допущена к защите:

Зав кафедрой "ИВТ"

Профессор к.т.н.  Асамбаев А.Ж.
(подпись, дата)

Павлодар, 2005

РЕФЕРАТ

Объектом исследования магистерской диссертации является Павлодарский нефтехимический завод (ПНХЗ).

В данном проекте содержится 111 листов машинописного текста и 5 листов графической части. Магистерская диссертация выполнена с графической частью изготовленной в виде folий, размеры которой определяются форматом А4.

Целью работы является снижение риска аварийной ситуации на установке замедленного коксования (УЗК). На данный момент ведется визуальный контроль по пневматическим приборам (1981 г. изготовления). Сбор информации производится ручным способом, (бланки: режимный лист, математический баланс, количество произведенного продукта). Контроль ведется за температурными параметрами, показаниями уровня количества вещества в резервуарах, расходах этого вещества, а также плотности полученного продукта.

В первой части проекта рассматривается текущее состояние установки на Павлодарском нефтехимическом заводе (ЗАО «ПНХЗ»), а также предложения о полной автоматизацией УЗК.

Вторая часть магистерской диссертации посвящена готовности установки замедленного коксования к внедрения программно-технического комплекса (ПТК).

В третьей части проекта рассматривается внедрение программно-технического комплекса на УЗК, для которого необходим подбор приборов, искрозащищенного исполнения для предотвращения аварийных ситуаций, также системы управления насосами, задвижек подачи нагрева колон до определенного температурного режима.

В четвертой части проекта рассмотрены методы экономической эффективности внедрения аппаратных и программных средств, рассчитывается процент эффективности экономического анализа при внедрении программно-

технического комплекса на УЗК, проведены расчеты показателей, одним из которых является время окупаемости программного обеспечения. Приведены все затраты на создание программно-технического комплекса на УЗК и внесены некоторые предложения в организационную структуру ЗАО «ПНХЗ».

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	9
1.1 Общая характеристика ЗАО «Павлодарского нефтехимического завода»	9
1.2 Характеристика производственно-хозяйственной деятельности, организационной и производственной структур	20
1.3 Характеристика функций управления, используемых методов и средств управления	21
1.4 Перечень и характеристика недостатков в организации и управлении УЗК	22
1.5. Характеристика готовности объекта к созданию АСУ	23
2 ЦЕЛИ, КРИТЕРИИ И ОГРАНИЧЕНИЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА УЗК	27
2.1. Цели создания АРМ на УЗК	27
2.2 Критерии эффективности создания ПТК	29
2.3. Ограничения по созданию АСУ	35
3 ФУНКЦИИ И ЗАДАЧИ СОЗДАВАЕМОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ	37
3.1 Требования к системе управления технологическим процессом УЗК	37
3.1.1 Развитие производства	37
3.1.2 Обоснование выбора функций и задач программного технического комплекса (ПКТ)	38
3.1.3 Показатели, используемые в данной системе	43
3.1.4 Перечень задач решаемых ПТК на УЗК	45
3.1.5 Защита информации от несанкционированного доступа	50
3.1.6 Сохранность информации при авариях	51
3.1.7 Требования по унификации и стандартизации	51
3.1.8 Электропитание	52
3.2 Функции (задачи), выполняемые ПТК	53
3.2.1 Перечень и состав функций	53
3.2.2 Информационные функции	54
3.2.3 Измерение и контроль технологических параметров	54
3.2.4 Формирование и печать отчетных документов	61
3.2.5 Расчетные задачи	63
3.2.6 Управляющие функции	64
3.3 Виды обеспечения	68
3.3.1 Лингвистическое обеспечение	70
3.3.2 Информационное обеспечение	70
3.3.3 Математическое обеспечение	72
3.3.3.1 Модули управления задвижками	73

3.3.3.2 Модули автоматического регулирования	73
3.4 Технические характеристики	74
3.4.1 Техническое обеспечение	76
3.4.2 Контроллеры и монтажные шкафы	76
3.4.3 Станция оператора	77
3.4.4 Средства представления информации.	82
3.4.5 Пульты управления	84
3.4.6 Сервер оперативной базы данных	84
3.4.7 Архивная станция	84
3.4.8 Инженерная станция	85
3.4.9 Системы и средства передачи информации	86
3.5 Программное обеспечение	86
3.5.1 Общие положения	87
3.5.2 Общесистемное программное обеспечение	87
3.5.3 Программное обеспечение контроллеров	90
3.5.4 Система управления базой данных (СУБД)	90
3.5.5 Фирменное программное обеспечение	92
3.5.6 Система автоматизации проектирования АСУ ТП	92
3.5.7 Программное обеспечение SCADA КРУГ-2000	94
3.5.8 Функции	95
3.5.9 Типы и форматы данных обмена	97
3.5.10 Визуализация процесса обмена данными	98
3.5.11 Настройка модуля "файл-обмен"	98
3.5.12 Генератор динамики	98
3.5.13 КРУГОЛ Интегрированная среда разработки программ пользователя	100
4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.	103
4.1 Исходные расчетные данные	106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	110
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	111
ПРИЛОЖЕНИЕ А	112
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	113
ПРИЛОЖЕНИЕ В	114
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	115
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	116

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВР- автоматический ввод резерва
АР - автоматическое регулирование
АСУ-ТП автоматизированная система управления
ТП- технологическим процессом
Д -датчики (источники информации)
ДУ- дистанционное управление
З -задвижка
ИВЦ- информационно-вычислительная система
ИМ -исполнительный механизм
ИВС- информационно-вычислительная система
ОИ- информационное обеспечение
ИП -измерительный преобразователь
СИ -станция инжиниринга
КТС- комплекс технических средств
КИП -контрольно-измерительные приборы
ЛПК -логический программируемый контроллер
ЛВС -локальная вычислительная сеть
МК- микропроцессорный контроллер
МО –математическое обеспечение
СО- станция оператора
ОТ -оператор-технолог
ОЗУ- оперативное запоминающее устройство
ПК -программируемый контроллер
ПО -программное обеспечение
ПТК- программно - технический комплекс
РАС -регистрация аварийных ситуаций
РК- регулирующий клапан
СПЗ- система противоаварийных защит
ПАЗ -противоаварийные защиты

ТОУ -технологический объект управления

ТС- Технические средства

ТЭП - технико-экономические показатели

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность создания программно-технического комплекса любого масштаба требует достаточно большого объема прикладного программного обеспечения и аппаратных средств.

Важнейшей из возможностей систем управления технологическим процессом является: обеспечение эффективного управления в реальном времени, наличия средств дистанционного сбора информации различных подсистем технологических объектов; наличия средств обработки и визуального подключения; использования методов хранения и накопления информации, позволяющих ее последующую обработку наиболее коммерческими предложениями; способность автоматизировать разработку программного обеспечения.

Объектом исследования магистерской диссертации является Павлодарский нефтехимический завод (ПНХЗ).

Целью работы является снижение риска аварийной ситуации на установке замедленного коксования (УЗК). На данный момент ведется визуальный контроль по пневматическим приборам. Одной из главных проблем является то, что сбор информации производится ручным способом, (бланки: режимный лист, математический баланс, количество произведенного продукта). В процессе чего возникает рост недостоверной информации, что влечет к экономическим потерям, которые вызваны аварийными ситуациями.

В данной магистерской диссертации предложен один из наиболее экономически выгодных проектов автоматизации, отвечающий всем требованиям, которые решает проблему на ЗАО «ПНХЗ».

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

1.1 Общая характеристика ЗАО «Павлодарского нефтехимического завода»

Завод предназначен для переработки нефти по топливному варианту и обеспечивает глубину переработки до 80-85%, что соответствует мировому уровню нефтепереработки.

Переработка нефти осуществляется с использованием процессов:

- а) Электрообезвоживания и обессоливания нефти;
- б) Первичной перегонки электрообезвоженной и обессоленной нефти;
- в) Гидроочистки бензинов, реактивного и дизельного топлива;
- г) Каталитического риформинга бензиновых фракций;
- д) Каталитического крекинга;
- е) Газофракционирования;
- ж) Производства нефтебитумов;
- з) Производства коксов;
- и) Производства серы.

Проектная мощность Павлодарского нефтехимического составляет 7,5 млн тонн в год. Основной технологический процесс по первичной переработке нефти осуществляется на комбинированной установке ЛК-6у, преимущество которой - в полном цикле переработки и наборе следующих установок:

- а) Секция 100 -- электрообессоливание, обезвоживание и атмосферная перегонка нефти. Установка является головной в комбинированной установке ЛК-6у;
- б) Секция 200 — каталитический риформинг для получения высокооктановых компонентов автомобильных бензинов и технического водорода;

- в) Секция 300/1 – гидроочистка дизельного топлива предназначена для очистки фракции от сернистых, азотистых и других вредных соединений;
- г) Секция 300/2 – гидроочистка керосина предназначена для очистки прямогонной фракции от сернистых, азотистых и других вредных соединений;
- д) Секция 400 – газофракционирование. Предназначена для получения сжиженных углеводородных газов коммунально-бытового и технического назначения, компонентов автомобильных бензинов.

С целью увеличения глубины переработки нефти на заводе была построена первая в СНГ уникальная установка – комплекс по глубокой переработке мазута КТ-1. В его состав входят:

- а) Секция 001 – вакуумная перегонка мазута;
- б) Секция 100 – гидроочистка вакуумного газойля для очистки вакуумного газойля от сернистых, азотистых, кислородсодержащих соединений;
- в) Секция 200 – каталитический крекинг, предназначенный для получения высокооктановых компонентов бензина;
- г) Секция 300 – абсорбция и газофракционирование. Предназначен для абсорбции, стабилизации и фракционирования жирного газа и нестабильного бензина, поступающих с секции каталитического крекинга.

С целью углубления переработки тяжелых фракций на заводе действуют:

- а) Установка производства битумов (состоит из блока вакуумной перегонки мазута и блока окислительных колонн);
- б) Установка замедленного коксования, предназначенная для получения нефтяного кокса, включает в себя блок ректификации и реакторный блок;
- в) Установка производства серы для регенерации водного раствора моноэтаноламина и получения серы.

Наблюдение за качеством выпускаемой продукции осуществляет оснащенная современным оборудованием Центральная заводская лаборатория, которая включает в себя несколько подразделений:

- а) Товарная;
- б) Контрольная;
- в) Исследовательская;
- г) Санитарная.

Общая характеристика установки замедленного коксования (УЗК). Установка замедленного коксования типа 21-10/9 предназначена для производства нефтяного кокса из гудрона, получаемого на установках вакуумной перегонки мазута (С-001 комплекса КТ-1 или установки производства битумов).

Кроме кокса на установке получают жирный газ коксования, компонент автобензина, легкий и тяжелый газойль коксования.

Технологический процесс установки замедленного коксования типа 21-10/9 разработан БашНИИ НП. Проект установки Башгипронефтехим. Генеральный проектировщик Омский филиал ВНИПИнефть.

Проектная производительность установки по сырью 600 тыс. тонн в год. Сырье на установку принимается из промежуточного парка. Источник сырья - установка вакуумной разгонки мазута.

Год ввода установки в действие - 1987.

Схема установки принята двух поточной по блоку коксовых камер и однопоточной по ректификации, по системе обработки и транспорта кокса. Заполнение камер коксом и выгрузка кокса из коксовых камер производится периодически.

Установка скомпонована из следующих блоков:

- а) Блок печей. В состав блока входят печи, дымовая труба.
- б) Блок коксовых камер. В состав блока входят коксовые камеры, емкость воды для гидрорезки, здание насосной гидрорезки.
- в) Блок колонн. В состав блока входят колонные аппараты и теплообменники, связанные технологически с ними, вертикальные емкости для химочищенной воды и технологического воздуха, наружная этажерка, на которой размещена теплообменная и емкостная аппаратура.

г) Блок горячей насосной - состоит из открытой насосной под навесом;

д) Блок холодной насосной. В состав холодной насосной входят здание холодной насосной, перекрытие которой служит постаментом для теплообменной и емкостной аппаратуры, технологически связанной с насосами холодной насосной, наружная этажерка с теплообменной и емкостной аппаратурой и заглубленные емкости для дренажа светлых и темных нефтепродуктов;

е) Блок теплообменников и холодильников;

ж) Блок компрессорной. В состав блока входят здание компрессорной, КТП, маслохозяйство;

з) Блок очистки газа и обезвреживания стоков. В состав блока входят здание насосной МЭА, воды и присадок, насосная пенотушения, наружная установка;

и) Операторная и КТП;

к) Блок внутрицеховой эстакады и коммуникаций;

л) Блок подготовки воды. В состав блока входят яма-накопитель, водяная насосная, приемный резервуар, отстойник вод гидрорезки с насосной;

м) Блок внутриустановочной обработки и транспорта кокса.

Сущность процесса. Одним из способов переработки тяжелых нефтяных остатков является коксование. При этом процессе наряду с выработкой нефтяного кокса, необходимого для цветной и черной металлургии, получают также газообразные и жидкие углеводороды.

В качестве сырья коксования могут быть использованы остатки прямой перегонки нефти, остатки вторичного происхождения (крекинг - остатки), а также остатки масляного производства (Асфальты, экстракты) и их смеси.

Нефтяной кокс представляет собой твердый пористый продукт черного цвета с металлическим блеском. Элементарный состав кокса: 90-97% углерода, 1,5-8% водорода, остальные - азот, кислород, сера и металлы (оксиды кремния, железа ванадия и щелочных металлов). Основную массу нефтяного

кокса (90%) составляют карбоиды -- продукты глубокого уплотнения нефтяных углеводородов, образующихся в результате действия на эти углеводороды высокой температуры. Карбоиды - сложные соединения, богатые углеродом и очень бедные водородом.

Химические превращения углеводородов при действии на них высоких температур весьма разнообразны и сложны, но схематически их можно разделить на две основные группы:

а) реакции распада, при которых молекулы исходного сырья расщепляются на более мелкие молекулы;

б) реакции полимеризации и уплотнения, при которых молекулы сырья, получившиеся при первоначальном распаде, соединяются в новые молекулы другого строения. В результате образуются высокомолекулярные продукты бедные водородом (смолы, асфальтены, карбоиды, кокс). При термическом крекинге основными реакциями являются реакции распада, приводящие к образованию целевого продукта - бензина: реакции полимеризации уплотнения имеют второстепенное значение и нежелательны.

В процессе коксования целевым продуктом является кокс, поэтому к основным реакциями являются реакции уплотнения, приводящие к образованию карбоидов. Различные углеводороды нефти в условиях высоких температур ведут себя по разному. Наиболее склонны к реакциям уплотнения и образованию кокса ароматические углеводороды. Парафиновые углеводороды способны только к реакциям распада и не вступают в реакции уплотнения. Нафтены занимают промежуточное положение. Непредельные углеводороды играют значительную роль в процессах коксования, особенно когда они вступают в реакции соединения с ароматическими углеводородами. Процесс образования кокса является целью последовательно протекающих реакций. Конечный продукт – кокс (карбоиды) -- получается не сразу, а через ряд промежуточных соединений. Таким промежуточным соединениями и являются продукты конденсации и полимеризации, смолы и асфальтены.

Схематически это изображено так:

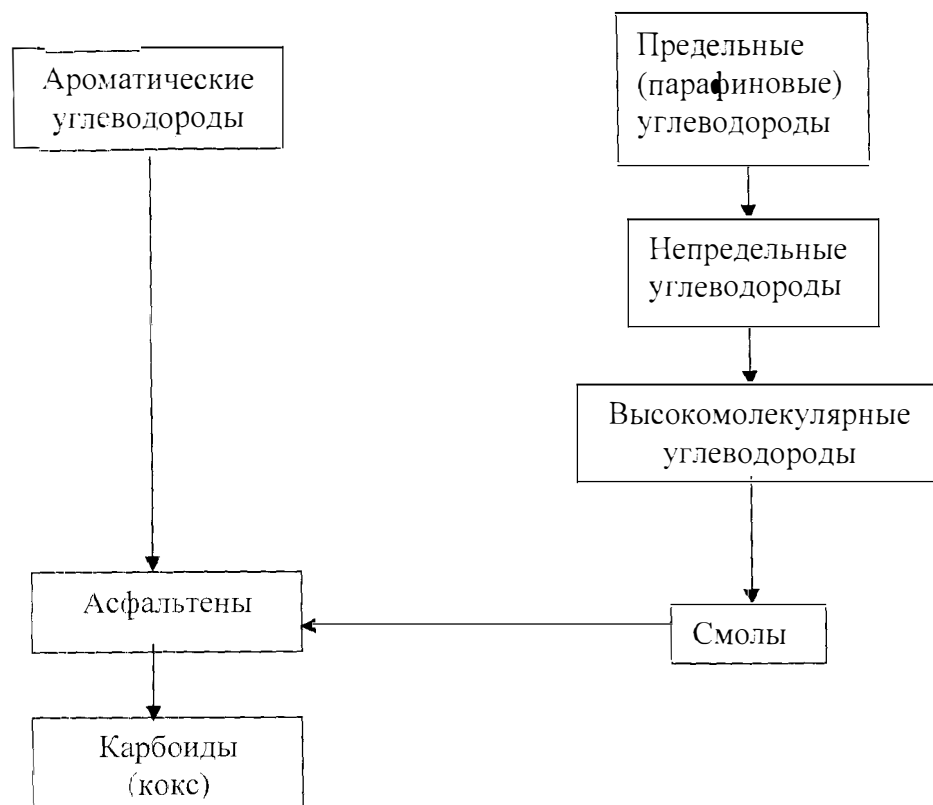


РИСУНОК 1. Технология производства кокса.

В период заполнения камер на установках замедленного коксования сырьем, температура его значительно снижается (с 460-470 до 420°C).

Тепло расходуется на нагрев сравнительно холодной камеры и на испарение тяжелых фракций сырья. Постепенно температура коксующего остатка повышается за счет поступающего горячего сырья. После накопления 24-26% асфальтенов подвижный битумовозный остаток в короткий срок превращается в твердый карбоидный скелет.

Процесс коксования в первой стадии сопровождается значительным вспучиванием коксующейся массы.

Далее тепла, вносимого с сырьем, становится достаточно для осуществления непрерывного процесса коксования и наступает вторая стадия - непрерывное наращивание слоя.

На второй стадии процесса одновременно происходит испарение сырья, распад и глубокое уплотнение его до кокса.

Сырьем для процесса коксования служат тяжелые остатки, получающиеся в результате атмосферной и вакуумной перегонки нефти (мазуты, гудроны), крекинг - остатки от термического крекинга мазутов, гудронов, тяжелых газойлей. Остатки масляного производства: асфальт пропановой деасфальтизации гудрона, экстракты селективной очистки масел, их смеси; тяжелый газойль каталитического крекинга очищенного от механических примесей.

Основными компонентами тяжелых нефтяных остатков являются масла, смолы и асфальтены. Масла содержат главным образом парафиновые, циклопарафиновые и ароматические углеводороды, а смолы и асфальтены - высокомолекулярные гетероциклические соединения, которые являются основными коксообразующими веществами.

Прямогонные остатки (мазуты, гудроны) представляют собой смесь высокомолекулярных углеводородов (масел) и смолисто-асфальтовых веществ; крекинг - остатки содержат еще незначительное количество карбоидов (0,2-4,0%). Содержание масел, смол и асфальтенов в остатках зависит от происхождения нефти, от температуры и продолжительности процесса, при котором получается остаток.

Основными показателями качества сырья для процесса коксования являются: химический состав, коксуемость, плотность, фракционный состав, содержание серы, солей и механических примесей. От этих показателей зависят количественные и качественные показатели процесса.

Коксуемость. Коксуемость сырья (в %) вычисляют по массе твердого остатка, образующегося в тигле после нагревания в нем продукта. Чем больше в сырье смолисто-асфальтовых веществ, тем выше его коксуемость, т.е. основными коксообразующими веществами являются асфальтены и смолы. Коксуемость зависит от плотности сырья. Как правило, остатки сернистых и высокосернистых нефтей характеризуются высокой коксуемостью и

плотностью и выход кокса при их коксовании больше, чем при коксовании остатков малосернистых нефтей.

Содержание серы. Содержание серы в сырье коксования зависит от природы исходной нефти. По содержанию серы в получаемом коксе принято различать три вида сырья.

Малосернистым называют сырье, из которого получают кокс с содержанием серы не выше 1,5%. Это остатки бакинских, грозненских, туркменских, мангышлакских и некоторых других нефтей.

Сернистым сырьем принято считать остатки туймазинских, ромашкинских и западносибирских нефтей. Высокосернистое сырье - это остатки из арланской, ишибаевской и других высокосернистых нефтей.

Четкой зависимости содержания серы в коксе от содержания серы в сырье не обнаружено.

Так, при коксовании сырья, содержащего до 0,25% серы, в коксе ее становится в два раза больше, а при коксовании сырья с 5% серы содержание серы в коксе такое же.

Высокое содержание серы в коксе является причиной растрескивания электродов при их производстве и термообработке, а также создается загазованность производственных помещений и окружающей атмосферы.

Соли и механические примеси. При коксовании, соли и механические примеси, содержащиеся в сырье, переходят в кокс и повышают его зольность. Одним из источников образования золы в коксе являются содержащиеся в сырье металлоорганические соединения, которые входят в состав смолисто-асфальтовых веществ. Высокое содержание золы ограничивает применение кокса.

Выбор сырья для установки замедленного коксования 21-10/9 осуществлен с учетом сложившейся на предприятии технологии переработки нефти и обеспечения по возможности наиболее высокого выхода нефтяного кокса с качеством, удовлетворяющим требованиям технических условий.

Выход и качество продуктов, получаемых наряду с нефтяным коксом при замедленном коксовании тяжелых нефтяных остатков - газа, бензина и керосино-газойлевых фракций - зависит от качества исходного сырья и от условий ведения процесса: коэффициент рециркуляции, температуры и давления в реакционной камере и др.

Наибольшее влияние на выход и качество продуктов оказывают плотность и химический состав сырья. Выход продуктов зависит в значительной степени от того, является ли исходное сырье остатком прямой перегонки или остатком термического крекинга. Различные виды сырья при замедленном коксовании можно расположить по уменьшению скорости коксования в следующий ряд: крекинг - остатки → гудроны → мазуты.

Гудроны имеют низкую коксуемость и, следовательно, дают низкий выход кокса. Получаемый из остатков прямой перегонки кокс характеризуется низкой механической прочностью и содержит больше летучих веществ. При коксовании крекинг - остатка получается кокс лучшего качества по механической прочности и содержанию летучих веществ, но переработка такого сырья затруднена. Карбоиды, содержащиеся в крекинг-остатке, приводят к быстрому закоксовыванию труб печей, трансферных линий, переключающих кранов. Поэтому остаток после крекирования мазута перерабатывают в смеси с термостойкими дистиллятными нефтяными остатками (экстраты селективной очистки масел, остатки от термокрекинга газойлей коксования и каталитического крекинга), которые уменьшают закоксовывание реакционного змеевика печи и удлиняют цикл ее работы. Кроме того, эти остатки образуют при коксовании высококачественный кокс улучшенной структуры.

На выход и качество продуктов заметное влияние оказывают режимные параметры процесса замедленного коксования: давление, температура в коксовой камере, коэффициент рециркуляции, объемная скорость, подача турбулизатора и др. Коэффициент рециркуляции представляет собой отношение общей загрузки печи (вторичного сырья) к содержанию свежего сырья в этой загрузке. При одном и том же сырье и различных коэффициентах

рециркуляции выход продуктов неодинаков. При увеличении коэффициента рециркуляции увеличивается выход газа, бензина и кокса, но уменьшается выход тяжелого газойля. С увеличением коэффициента рециркуляции производительность установки по свежему сырью уменьшается.

Повышение давления и температуры в системе, также как и коэффициента рециркуляции, приводят к увеличению выхода газа, бензина, легкого газойля, кокса за счет уменьшения выхода тяжелого газойля.

По фракционному составу нефтяные коксы делятся на фракции в зависимости от размера кусков: 0-25мм и 25-250мм.

Эти фракции имеют неодинаковые свойства. Внизу камер кокс, образующийся при сравнительно низких температурах (так как часть тепла тратится на разогрев стенки), получается худшего качества.

Верхний слой кокса преимущественно образуется из вспененной массы сырья также при низких температурах. Такой кокс содержит много летучих и имеет низкую механическую прочность. Наиболее качественный кокс получается в средней части камеры. Зольность нефтяных коксов зависит от содержания в сырье механических примесей и растворимых солей. В состав золы входят еще металлы: ванадий, никель и др., они концентрируются в асфальто-смолистых, веществах сырья и при коксовании полностью переходят в кокс. При использовании кокса в производстве алюминия все минеральные примеси переходят в состав алюминия и ухудшают его электропроводимость.

Летучие вещества. В нефтяных коксах содержатся (в зависимости от качества сырья и режима коксования) 7-15% летучих веществ - недококсованных остатков сырья. Содержание летучих в коксе зависит от длительности заполнения камеры сырьем. С увеличением длительности заполнения содержание летучих снижается и наоборот.

Влажность кокса не является браковочным показателем, однако надо стремиться к тому, чтобы товарный кокс содержал как можно меньше влаги, т.к. кокс с влажностью выше 8% при транспортировании в зимнее время смерзается, что затрудняет его выгрузку из вагонов.

Летучие вещества и влагу удаляют из кокса прокаливанием его в специальных печах при температуре до 1300°C.

Взаимосвязь производственного участка УЗК между собой через соответствующие документальные потоки представлена в виде схемы, где каждый блок представляет одну из производственных установок, производственного отдела, службы, соединённых между собой линиями, соответствующими системе документооборота. Далее представлена схема.

Маркировка линий выполнена согласно таблицы 1.

Таблица 1. Документальные потоки

Маршрут	Наименование документального потока	Шифр потока	Направление движения	
			с места	на место
01.02.001	Показание параметров уровня УЗК (в кол-во 35 сигналов)	001	01	02
02.03.002	Показание параметров давления УЗК(в кол-во 29)	002	02	03
02.03.003	Показание параметров расхода УЗК(в кол-во 40)	003	03	04
02.03.006	Показание параметров температуры УЗК (в кол-во 129)	006	02	03
03.04.004	Собранные показания и обработанные в ручную	004	03	04
01.05.005	Обработанная информация в ручную	005	01	05

Таблица 2. Расшифровка направлений движения документальных потоков

Наименование структурной единицы	Шифр
Параметры УЗК	01
Первичные приборы КИП	02
Вторичные приборы КИП	03
Сбор информации в ручную	04
Показания для нач. цеха	05
Показания экономическому отделу	06
Показания плановому отделу	07
Показания плановому отделу	08
Температурные параметры	09

1.2 Характеристика производственно-хозяйственной деятельности, организационной и производственной структур

В основу управления производственным процессом положена цеховая структура организации аппарата управления.

Организационная структура УЗК носит централизованный характер управления и обслуживания основного производства и заключается:

- а) в планировании месячного и сменно-суточного задания по участкам и сменам;
- б) в учете выполнения производственного задания бригадами, сменами, участками отделением в целом;
- в) в контроле и регулировании производственного процесса с целью безусловного выполнения производственного плана, а также учета наличия, поступления, расхода переработки нефти и технического обслуживания технологического процесса.

1.3 Характеристика функций управления, используемых методов и средств управления

1.3.1 Взаимодействие между элементами организационной структуры осуществляется посредством информационных и управляющих функций по соответствующим информационным каналам.

В основе реализации этих функций лежит метод экспертных оценок, основанный на анализе ситуаций в соответствии с личным опытом и квалификацией работника аппарата управления.

Основное место в информационных потоках принадлежит формируемой в ручную, недокументированной информации.

Отсутствие технических средств автоматизации контроля, учёта и управления ходом производства не позволяют централизовать всю плановую работу и регулирование производства в соответствующих отделах и службах заводоуправления. Это не позволяет исключить из состава аппарата управления предприятием планово-экономическое, а также сократить объём работ по технической подготовке производства и создать на предприятии наиболее простой и экономичный аппарат управления с наименьшим числом занятых в нём работников.

Неупорядоченность потоков информации, трудности с её обработкой создают перегрузку аппарата управления, снижают оперативность и достоверность исходных данных. В качестве основных технических средств и каналов передачи информации используется телефонная связь и прямой диалог между элементами организационной структуры.

1.3.2 Неупорядоченность потоков информации, трудности её обработки создают перегрузку аппарата управления, снижают оперативность и достоверность исходных данных о потреблении электроэнергии.

В качестве основных технических средств и каналов передачи информации используется телефонная связь и прямой канал между элементами организационной структуры.

1.4 Перечень и характеристика недостатков в организации и управлении УЗК

1.4.1. К основным недостаткам существующей системы организации отделением следует отнести следующие:

а) в основе основных функций учета лежит метод экспертных оценок, основанный на анализе ранее сложившихся ситуаций, личном опыте и квалификации работников аппарата управления;

б) объём и структура действующей установки замедленного коксования, способы её формирования, степень своевременности и достоверности не исключают возникновения излишних или параллельно действующих информационных потоков;

в) недостаточная оперативность принятия обоснованного решения, осведомлённость работников аппарата управления о ходе работы УЗК, текущем состоянии дел, выраженная в отсутствии своевременных сведений;

г) отсутствие технических средств, обеспечивающих централизованный сбор данных оперативной информации на всех уровнях управления, дублирование в подготовке и документировании информации;

д) классы точности и ненормированными условиями работы контролирующих проборов КИП;

е) неисправными проборов КИП;

ж) ошибками при снятии показаний приборов КИП;

з) ошибками при подсчете потребленного сырья;

и) ошибками при выставлении из-за отсутствия точной информации о потребителях и постоянного контроля за актуализацией этой информации;

к) в основе основных функций учета лежит метод экспертных оценок, основанный на анализе ранее сложившихся ситуаций, личном опыте и квалификации работников аппарата управления;

л) для оперативного управления УЗК используется лишь 50% всех собираемых сведений, и в то же время для принятия управляющего решения их

зачастую не хватает, что приводит к необоснованно долгому обсуждению принятия эффективного решения;

- м) чрезмерный объем счетных работ, осуществляемых вручную;
- н) несовершенство формируемых вручную отчетных документов об состоянии УЗК;
- о) нет организованного учета точных показателей переработанной нефти.

1.5. Характеристика готовности объекта к созданию АСУ

Готовность организационно-технологических процессов, К созданию АСУ, характеризуется наличием следующих факторов:

- а) контроль хода за технологическим процессом непрерывно визуальный контроль параметров технологического процесса и личного опыта исполнителя;
- б) наличие источников получения гарантированного эффекта, обеспечивающих окупаемость затрат;
- в) документооборот в должной мере отражает существующее состояние переработки сырья основные на информационных потоках;
- г) возможность выполнения качественного учета и анализа всех экономических и аналитических аспектов деятельности по учету переработанного сырья, возможность разработать методику выполнения этого учета и определенный качественный уровень подготовки кадров;
- д) метод управления организационно-технологическими процессами – экспертная оценка производственных ситуаций с ручной реализацией управляющих воздействий;
- е) элементы централизованного дистанционного управления организационно-технологическими процессами отсутствуют;
- ж) технологический процесс частично совершенствуется в плане улучшения технологических особенностей аналитического контроля;
- з) технологическое оборудование требует модернизации;

и) имеется возможность организовать визуальное отображение хода непрерывного нефтяного кокса из гудрона с момента ее поступления в установку, контроля и регистрации;

к) отклонений от заданных параметров;

л) низкий уровень оснащенности приборами контроля и измерения, обеспечивающих централизованный контроль и управление технологическим процессом.

Учитывая вышеперечисленные факторы, характеризующие степень готовности объекта к созданию АСУ, потенциал существующей системы управления, результаты анализа производственных потерь констатируем:

а) различия между возможностями ведения и обработки данных АСУ на базе ЭВМ и организационно-технологической системой, предназначенной для ручного сбора данных

б) комплексный технологический процесс непрерывного контроля и учета переработанного сырья в условиях действующего производства, определяемый наличием неупорядоченных материальных и информационных потоков, потерями производственных ресурсов по организационно-технологическим причинам;

в) необходима организация действенного входного контроля и учета переработанного сырья и с автоматизацией процесса учета и регистрацией количества

г) необходима модернизация технологических агрегатов;

д) необходима организация автоматизированного учета движения и расходования материально-энергетических ресурсов;

е) необходима организация активного контроля технологического процесса при помощи ЭВМ, позволяющая повысить точность управления технологическим процессом.

Для эффективного функционирования объекта управления существует возможность улучшить организационно-технологические условия путем:

- а) установления действенного, оперативного контроля и хода технологического процесса непрерывного переработки сырья ;
- б) стабилизации основных параметров процесса ;
- в) увеличения числа измеряемых и контролируемых факторов, влияющих на процесс;
- г) контроля, учета и анализа производственно-хозяйственной деятельности в режиме протекания процесса;
- д) оптимизации расхода энергоресурсов.

Выполнение перечисленных условий на первом этапе представляется возможным на основе автоматизации функций учета, контроля, измерения и отображения информации для объективного принятия решений по управлению и регулированию процесса переработки сырья в рамках информационной автоматизированной системы управления на базе локальной вычислительной сети.

- а) Решение перечисленных задач будет способствовать:
- б) дальнейшему качественному росту технического уровня электроэнергии, в том числе совершенствованию управленческих функций за счет ускорения обмена информацией между уровнями управления, путем введения новых методов и средств ведения работ, связанных с автоматизацией информационного комплекса;
- в) повышению производительности труда за счет его автоматизации;
- г) сокращению сроков формирования и обработки информации путем исключения дублирования ввода информации и оперативной ее обработки;
- д) получению определённого экономического эффекта;
- е) реализации потенциальных возможностей оптимизационных и управляющих функций в рамках интегрированной АСУ ЗАО «ПНХЗ»
- ж) возрастающая роль электронно-вычислительной техники в научном и производственном процессе, наряду с развитием информационных и телекоммуникационных технологий дали толчок росту промышленной компьютеризации, которая полностью обеспечивает нужды промышленных

предприятий. Реальная ценность и требования надежности информации требуют совершенствования технологий ее обработки.

2 ЦЕЛИ, КРИТЕРИИ И ОГРАНИЧЕНИЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА УЗК

2.1. Цели создания АРМ на УЗК

2.1.1 Основной целью создания АСУ на УЗК является получение достоверной информации о количестве переданного, распределенного и потребленного сырья. Реализация поставленной цели позволит:

- а) Показать текущие состояния кокса , жирного газа коксования, компонент автобензина, легкий и тяжелый газойль коксования;
- б) Управление УЗК с помощью мониторинга;
- в) Отображения данных в реальном масштабе времени;
- г) Расчет планируемых и фактических показателей режимов переработки сырья за смену, сутки и более длительные отрезки времени;
- д) Расчет балансов потребленного сырья за любой промежуток времени;
- е) Защита угрозе аварии;
- ж) Обеспечение персонала достаточной, достоверной и своевременной информацией о ходе технологического процесса и состоянии оборудования для оперативного управления;
- з) Сокращение ошибок оперативного персонала;
- и) Повышение эксплуатационной готовности технологического оборудования и точности;
- к) Выполнения диспетчерского графика;
- л) Повышение экономичности работы технологического оборудования;
- м) Повышение долговечности работы оборудования;

Принятая в настоящее время ручная запись показаний с приборов КИП, по которым составляется баланс переработочного кокса, не вполне корректна и

приводит к дополнительным погрешностям, поскольку трудно обеспечить постоянный и безошибочный запись этих показаний, особенно при большом числе контролируемых приборов.

2.1.2 Достижение основной цели автоматизации призвано сыграть немаловажную роль в обеспечении финансово-хозяйственных целей предприятия за счет, улучшение показателей достигается благодаря применению современных микропроцессорных средств и средств вычислительной техники, обеспечивающих:

- а) реализацию оптимальных алгоритмов управления и регулирования;
- б) улучшение интерфейса "человек-машина";
- в) расширение информационных функций системы.
- г) Создание автоматизированной системы учёта нефти обусловлено необходимостью ведения оперативного контроля и управления технологическим процессом.
- д) Режимы нагрузок работы двигателей характеризуются заметной неравномерностью потребления по части суток и дням недели и т.д.
- е) Выравнивание нагрузок требует в свою очередь увеличения издержек производства, а в ряде случаев ограничивается социологическими факторами, например, работами в ночное время.
- ж) Регулирование режимов переработки сырья на предприятии по переработки нефти организационно-техническими мероприятиями, внедрением автоматизированных систем управления, обеспечивающий регламентированный ход работы на установки УЗК организацией режима переработки сырья, и тесно связано с лимитами мощности.

2.1.3 Развертывание целевых показателей по существующим организационно-технологическим уровням предприятия производится от общезаводского уровня до уровня рабочих мест согласно.

Производственно-хозяйственные цели создания Автоматизированной системе технического учета электроэнергии с производственно-хозяйственными

целями развития предприятия и конкретно выражаются совокупностью ранее установленных целевых показателей.

Совокупность принятых целевых показателей определяет степень необходимого их изменения за счёт создания АСУ. Регулирование потребляемой мощности в часы максимума нагрузки энергосистемы обычно проводится по следующему плану:

- а) определение глубины регулирования 30-минутной мощности за очередной квартал из графиков электрической нагрузки прошлого года;
- б) выявление потребителей, работающих в период максимума нагрузки энергосистемы, и характера необходимости их участия в производственном процессе;
- в) анализ потребителей по экономической эффективности использования на предприятии;
- г) прогнозирование максимальной 30-минутной мощности двигателей на очередной квартал;
- д) расчет максимальной 30-минутной мощности на очередной квартал;
- е) разработка оптимальных планов-графиков регулировочных мероприятий, внедрение которых способствует выравниванию графиков и снижению потребления электрической мощности в период максимума нагрузки энергосистемы.

2.2 Критерии эффективности создания ПТК

2.2.1 Надежность. АСУ ТП на базе ПТК относится к системам длительного пользования, составляющие которой являются восстанавливаемыми и обслуживаемыми.

Значения показателей надежности отдельных подсистем и функций.

Среднее время наработки на отказ контроллеров, используемых в информационной подсистеме - от 50000 до 75000 часов.

Среднее время наработки на отказ контроллеров, используемых в подсистемах автоматического регулирования и противоаварийных защит, не менее 100 000 часов. Для обеспечения такого высокого показателя надежности выполняется резервирование контроллеров по схеме "100%-ого "горячего" резервирования". Переход с основного на резервный контроллер осуществляется автоматически при отказе основного контроллера. Время перехода - не более 1 секунды, при этом обеспечивается "безударный" переход по всем выполняемым контроллером функциям. Также обеспечивается возможность перехода с основного контроллера на резервный и обратно по инициативе эксплуатационного персонала службы АСУ ТП.

Среднее время восстановления работоспособности контроллера не превышает 15 - 20 минут.

Среднее время восстановления работоспособности системы в целом не превышает 1 часа. Для обеспечения высоких показателей наработки на отказ функции отображения информации выполняется резервирование станций операторов по схеме "100%, 200%, 300%, 400%-ого "горячего" резервирования", а также 100%-ое дублирование всех компонентов локальной вычислительной сети (сетевые адаптеры, концентраторы, сетевой кабель). Допускается использование в качестве станций оператора, архивирования, инжинеринга надежных персональных компьютеров и мониторов офисного исполнения поставки ведущих европейских или американских фирм.

Средний срок службы ПТК в целом не менее 10 лет.

Срок службы отдельных технических средств (мониторы, системные блоки станций оператора и др.) - в соответствии с инструкциями по эксплуатации этих средств.

2.2.2 Безопасность. Требования к безопасности ПТК соответствуют положениям раздела 2 ГОСТ 24. 104-85 "Автоматизированные системы управления. Общие требования".

Технические средства ПТК по требованиям защиты человека от поражений электрическим током относятся к классу 1 и выполнены в соответствии с ГОСТ 12.2.007-0-75.

Технические средства ПТК при их монтаже, наладке, обслуживании и ремонте соответствуют общим требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.003-74 и ГОСТ 12.3.002-75.

Для защиты обслуживающего персонала и КТС АСУ ТП от возникновения разности потенциалов на контуре заземления, в местах установки разнесенного оборудования, вызванной короткими замыканиями в электрической части, атмосферными разрядами, протеканием уравнивающих токов по контуру заземления и т.п. предусматриваются следующие меры. Защитное заземление предназначено для защиты человека от поражения электрическим током при повреждении изоляции и выполняется в соответствии с требованиями ПУЭ и технологическими инструкциями.

Логическое заземление (нуль-система) исключает образование контуров заземления, чувствительных к магнитным полям и разностям потенциалов между отдельными точками.

2.2.3 Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и хранение компонентов системы

2.2.3.1 Эксплуатация. ПТК выполняет свои функции и сохраняет свои показатели в пределах установленных значений при следующих условиях эксплуатации:

а) содержание коррозионно-активных агентов в атмосфере помещения составляет 30-60% от величин, определяемых для атмосферы IV типа; сернистого газа от 20 до 250 мг/м³ или от 0,025 до 0,31 мг/м³; хлоридов от 0,3 до 30 мг/м³ (группа условий эксплуатации металлов и сплавов - 1);

б) воздействие вибрации в диапазоне частот 10:25 Гц с амплитудой до 0,1 мм;

в) магнитные поля постоянные и переменные с частотой 50 Гц напряженностью до 400 А/м (кроме контроллеров и средств вычислительной техники);

г) рабочее значение температуры окружающего воздуха от 10 до 35 град.С, предельное верхнее значение для СВТ - 40 град.С, предельное нижнее значение - 3 град.С, возможное изменение температуры с темпом 5 град.С/ час;

д) относительная влажность 50...80%, верхнее значение - 90%; атмосферное давление: верхнее рабочее значение 106,7 кПа (800 мм рт.ст.);

е) нижнее рабочее значение 86,6 кПа (650 мм рт.ст.), нижнее предельное значение 84,0 кПа (630 мм рт.ст.);

ж) содержание пыли в помещении не более 1,0 мг/м³ при размере частиц не более 3 мкм; концентрация озона в приземном слое воздуха 40 мг/м³.

Контроллеры ПТК защищены от влияния:

а) радиоэлектронных помех;

б) электромагнитных полей, электрическая составляющая которых не превышает 0,3 В на 1м²;

в) импульсных помех с амплитудой до 630 В и длительностью до 2 мкс.

Условия эксплуатации контроллеров:

а) Температура - от 0 до 50 град. С;

б) Относительная влажность - от 30 до 85% при температуре 35 град.С;

в) Атмосферное давление 84:107 кПа;

г) Вибрация 30-500 Гц при ускорении до 0,5 g;

д) Потребляемая мощность (на один контроллер TREI-05-00) - до 120ВА.

При установке контроллеров в шкаф предусмотрена возможность (опция) установки вентиляторного блока в комплекте с терморегулятором, обеспечивающим включение вентиляторов только при превышении температуры внутри шкафа выше уставки (например, 40 или 45 град.С). Таким

образом, вентиляторный блок находится в работе только во время аварийного отключения системы вентиляции в помещении щитовой или только в особо жаркие периоды времени. Предусмотрена сигнализация работы вентиляторного блока.

Предусмотрено также исполнение шкафа со встроенным электрокондиционером (опция), обеспечивающим возможность установки шкафа в окружающей среде с температурой от минус 40 до плюс 70 град.С.

Контроллеры TREI-05-02 могут эксплуатироваться при температуре от минус 40 до 50 град.С (без дополнительного кондиционирования).

2.2.3.2 Техническое обслуживание и ремонт. Техническое обслуживание АСУ ТП охватывает следующие режимы:

- а) текущее обслуживание;
- б) профилактическое обслуживание;
- в) регламентное обслуживание.

Текущее обслуживание включает контроль функционирования ПТК и восстановление его работоспособности при неисправностях и отказах технических и программных средств.

Текущее обслуживание производится инженерным персоналом путем замены модулей из состава запасных инструментов и приборов (ЗИП) компонентов ПТК.

Допускается замена компонентов ПТК без его полной остановки. При использовании контроллеров ТРЕЙ-5В допускается замена модулей без отключения электропитания. Компоненты ПТК обладают высоким уровнем самодиагностики и проектируемым выборочным резервированием для оперативного восстановления управления. Регистрация и отображение текущего состояния работоспособности ПТК осуществляются с помощью инженерной станции. Информация о нарушениях в работе ПТК в обобщенном виде поступает и на операторскую станцию.

Объем, трудозатраты и порядок выполнения профилактического и регламентного обслуживания ПТК соответствуют техническим условиям на эксплуатацию применяемых средств.

Профилактическое обслуживание не нарушает управления технологическим процессом.

Регламентное обслуживание, требующее отключения электропитания, производится не чаще одного раза в год во время планового ремонта, а также в течение года при его остановках.

По своим трудозатратам и выполняемым функциям регламентное обслуживание не требует привлечения дополнительного персонала.

В процессе проектирования АСУ ТП определяется комплект ЗИП, достаточный для эксплуатации средств управления в течение года.

2.2.3.3 Хранение компонентов системы. Условия хранения применяемых компонентов АСУ ТП соответствуют ГОСТ 15.150-69 (отапливаемое помещение) со следующими условиями:

- а) температура воздуха 15-30 град.С;
- б) относительная влажность: среднегодовая 60% при 20 град.С, верхнее значение 80% при 25 град.С;
- в) отсутствие солнечного излучения, воздействия дождя и плесневых грибов.

В соответствии с принятыми целями критериями оценки эффективности создания ПТК могут служить:

Работа переработки нефти характеризуется качеством продукции, надежностью работы оборудования, экономичностью— минимизацией затрат на выработку и поставку потребителям необходимого количества продукта.

Качество продукции РНХЗ характеризуется оперативным контролем за текущим технологическим процессом.

Отклонение частоты от нормального значения происходит при нарушении технологического процесса, что может быть обусловлено

отклонением нагрузки от графика, предусмотренным регламентом, или аварийным /незапланированным .

2.3. Ограничения по созданию АСУ

Критерии эффективности управления налагают ограничения на целевую функцию построения АСУ они определяют ограничения по затратам на создание и эксплуатацию системы.

Получаемая в результате внедрения АСУ экономия должна окупить систему в сроки, определяемые эффективностью капитальных затрат в данной отрасли.

Номенклатура и нормативные значения показателей эффективности АСУ, которые требуется обеспечить, соответствуют общепромышленным нормативам и выражаются в следующем:

- а) коэффициент эффективности капитальных вложений E должен быть больше либо равен нормативному E_n ($E_n=0,3$);
- б) срок окупаемости капитальных затрат $T_{ок} \leq 3$ года;
- в) общая сумма затрат на создание АСУ, включая оснащение ТОО датчиками и исполнительными механизмами, не должна превышать 8 млн. тенге (в соответствии с практикой создания АСУ подобного рода);
- г) сокращение расхода заработной платы в результате повышения производительности и интенсивности труда при повышении коэффициента использования фонда рабочего времени до 0,99;
- д) общая сумма годового прироста прибыли за счет АСУ не менее 2 млн. тенге;
- е) совместимость программного и аппаратного обеспечения системы с соответствующим обеспечением завода;
- ж) предусмотрение возможности дальнейшей автоматизации и интеграции в единую вычислительную сеть отдельных участков производства в условиях ферросплавного производства;

з) структура, аппаратное и программное обеспечения наиболее выгодные с точки зрения надежности, производительности и управляемости;

и) обеспечение управленческого персонала точной и своевременной информацией о ходе производства, с разной степенью интеграции данных для разных уровней управления;

к) требование минимальной трудоемкости обслуживания АСУ (эксплуатация программного аппарата и текущее обслуживание информационных потоков и рабочих массивов).

3 ФУНКЦИИ И ЗАДАЧИ СОЗДАВАЕМОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКОЙ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ

3.1 Требования к системе управления технологическим процессом УЗК

3.1.1 Развитие производства требует от системы управления повышения оперативности и действенности принимаемых решений.

Основная деятельность существующей системы управления производством должна развиваться в направлении достижения следующих положительных результатов:

- а) чётко определять, действия по обеспечению качества работы и иметь ясное представление о возможных путях и средствах реализации этих действий ;
- б) совершенствовать планирование производственного процесса, которое обеспечивает максимальную пропускную способность, увеличивает гибкость, устраняет потери;
- в) в каждый момент времени иметь объективную информацию, характеризующую результаты производственной деятельности для осознанного понимания реального положения дел и повышения эффективности мероприятий по устранению возмущений;
- г) повышать персональную ответственность и полномочия работников аппарата управления;
- д) повышать эффективность служб контроля и целенаправленность деятельности руководства, сосредоточив их внимание на факторах, лежащих в основе большинства причин возникновения отклонений;
- е) сократить время от момента обнаружения и принятия решения до момента ликвидации возникших отклонений;
- ж) свести до минимума количество ошибок, обусловленных несогласованностью и недостаточной осведомлённостью работников аппарата управления и исполнителей по ведению технологического процесса УЗК.

3.1.2 Обоснование выбора функций и задач программного технического комплекса (ПТК). Состав подсистем ПТК. АСУ ТП на базе ПТК "КРУГ-2000" строится как многоуровневая интегрированная человеко-машинная система, работающая в темпе технологического процесса (реальном времени), и включает в себя оперативный технологический и обслуживающий персонал и комплекс программно-технических средств.

В функциональной структуре ПТК с точки зрения пользователей выделяются следующие функциональные подсистемы:

- а) сбора и первичной обработки информации;
- б) автоматического регулирования;
- в) противоаварийных защит ПАЗ (блокировок и защит);
- г) дистанционного и логического управления;
- д) представления информации оперативному персоналу;
- е) архивирования, осуществляющая хранение данных за длительный период времени передачи данных в смежную и вышестоящие системы управления;
- ж) инструментальная (для сопровождения системы, настройки прикладных программ, информационной базы, программирования).

Каждая из вышеперечисленных подсистем может быть реализована в виде отдельных программно-технических средств или может быть осуществлено их объединение. Например, станция оператора может объединять в себе функции подсистем представления информации и передачи данных в систему верхнего уровня.

Работа всех подсистем ПТК осуществляется путем взаимодействия всех видов обеспечений системы, а именно:

- а) лингвистического обеспечения в виде совокупности средств и правил для формализации естественного языка, используемых при общении эксплуатационного персонала с комплексом средств автоматизации;

б) информационного обеспечения в виде совокупности нормативной базы, классификаторов, документов и реализованных решений по объемам, размещению и формам существования информации;

в) математического обеспечения в виде совокупности математических методов и алгоритмов;

г) программного обеспечения в виде совокупности программ, предназначенных для отладки, функционирования и проверки работоспособности ПТК;

д) технического обеспечения в виде совокупности средств вычислительной техники и других технических устройств, используемых при функционировании системы;

е) метрологического обеспечения в виде совокупности методов, правил и программно-технических средств, позволяющих реализовать функции ПТК в соответствии с установленными требованиями к достоверности информации;

ж) организационного обеспечения в виде совокупности документов, устанавливающих организационную структуру, права и обязанности эксплуатационного персонала в условиях функционирования, проверки и обеспечения работоспособности ПТК.

Уровни иерархии ПТК. Система управления на базе ПТК может состоять, в общем случае, из следующих иерархических уровней.

В 1-й (нижний) уровень входят датчики измеряемых параметров, запорная и регулирующая арматура совместно с исполнительными электрическими, пневматическими и гидравлическими механизмами и устройствами.

Во 2-ой уровень системы входят микропроцессорные устройства (контроллеры) для автоматического сбора и первичной обработки измеряемых параметров, выполнения функций автоматического регулирования, противоаварийных защит, дистанционного управления.

В 3-й уровень (условно "операторский") системы входят средства для вычислительной обработки информации, ее регистрации, архивирования, отображения, документирования и диалога с системой; клавиатуры, ключи (кнопки) для воздействия оператором-технологом на регуляторы и исполнительные органы.

В 4-й уровень (условно "диспетчерский") входят автоматизированные рабочие места (АРМ) оперативно-диспетчерского и управленческого персонала.

На базе ПТК создаются системы со следующей архитектурой (основные варианты):

- а) один сегмент локальной сети; минимальный состав - контроллеры и станция оператора;

- б) набор сегментов локальных сетей, объединенных на базе технологии коммутируемых сетей (10/100 Switch Ethernet). Каждый сегмент охватывает относительно независимую группу технологического оборудования (локальную АСУ ТП);

- в) набор сегментов локальных сетей, передающих информацию в систему верхнего уровня.

Способы и средства связи для информационного обмена между компонентами ПТК. В ПТК используются следующие основные средства связи:

- а) локальная вычислительная сеть ЛВС на базе 10-Мбитной технологии Ethernet (обмен между контроллерами, станциями оператора, архивной, инженерной и другими станциями);

- б) ЛВС на базе 100-Мбитной технологии Ethernet (обмен между всеми станциями, кроме контроллеров);

- в) выделенные физические линии (RS 232, RS 485, ИРПС, модемы);

- г) коммутируемые телефонные линии (модемы).

В качестве базового протокола сетевого и межсетевого взаимодействия используется, как правило, протокол TCP/IP (UDP/IP).

При этом реализована программная "надстройка" протокола, обеспечивающая его адаптацию к специальным требованиям, предъявленным системами реального времени при обмене данными.

В случае использования сети на базе интерфейса RS 485 применяются как стандартный протокол MODBUS (MODBUS RTU), так и фирменные протоколы.

Для сетей на базе Ethernet предусмотрена возможность 100%-ого "холодного", "теплого" или "горячего" резервирования.

Совокупность способов и средств связи обеспечивает как горизонтальный, так и вертикальный обмен информацией между отдельными компонентами ПТК.

Горизонтальный обмен обеспечивает передачу информации между компонентами одного уровня, а вертикальный обмен - между компонентами разных уровней.

Кроме того, контроллеры передают этим станциям событийную информацию (с меткой времени), связанную с выходом за уставки аналоговых сигналов, изменением состояния дискретных сигналов, появлением или исчезновением ошибок. Такой вид обмена используется в целях регистрации событий (в частности, аварийных).

Связь со смежной или вышестоящей системой может осуществляться через выделенный файл-сервер или на базе технологии коммутируемых сетей (10/100 Switch Ethernet), или, например, по модему (коммутируемая или выделенная телефонная или физическая линия), радиомодему.

Диагностика. Программные и технические средства системы обеспечивают глубокую степень диагностики и самодиагностики компонентов технических средств.

Информация о работе этих средств формируется с помощью:

- а) индикаторов, встроенных в технические средства;
- б) сообщений, передаваемых в инженерную и операторскую станции по локальной сети инженерной станции.

С помощью средств самодиагностики фиксируются, как минимум, следующие ситуации:

- а) отказ источников питания;
- б) отказ контроллера;
- в) отказ рабочей станции;
- г) обрыв цепи аналогового датчика с сигналом 4-20 мА;
- д) обрыв цепи дискретного датчика с сигналом 5-48 В;
- е) несоответствие текущего состояния дискретных выходов для релейных модулей состоянию, задаваемому пользовательской программой;
- ж) отклонение сигналов за установленные диапазоны.

Все средства самодиагностики определяют конкретный адрес неисправного модуля.

Диагностические сообщения поступают в инженерную станцию, операторскую станцию и квитируются оперативным персоналом.

Средства самодиагностики обеспечивают среднее время восстановления работоспособности компонентов ПТК при отказе одного из модулей от 5 до 30 минут.

В подсистеме автоматического сбора и обработки информации формируются диагностические данные о состоянии:

- а) исполнительных устройств;
- б) датчиков аналоговых и дискретных сигналов;
- в) линий связи.

В контроллерах, обеспечивающих автоматический сбор и первичную обработку информации, формируется диагностическая информация об отказах и нарушениях в работе отдельных модулей.

В системе формируются также следующие диагностические сообщения:

- а) отказ (восстановление) связи контроллеров со станциями оператора
- б) нарушение работоспособности принтеров;
- в) останов (включение в работу) станции оператора, станции архивирования и др.

- г) отказы в системе электропитания ПТК;
- д) превышение температуры в шкафах с контроллерами выше допустимой и др.

3.1.3 Показатели, используемые в данной системе. ПТК рассчитан на длительное функционирование в реальном масштабе времени и обеспечивает всережимное управление технологическим оборудованием:

- а) при пусках;
- б) при плановых и внеплановых остановах;
- в) при стационарных и нестационарных режимах нормальной эксплуатации;
- г) при аварийных ситуациях.

ПТК обеспечивает достижение следующих основных технических характеристик (см. таблицу).

Таблица 3 Основные технические характеристики ПТК

1 ИНФОРМАЦИОННАЯ МОЩНОСТЬ	
Количество входных/выходных сигналов:	
на 1 контроллер TREI - 05-00	от 1 до 768 шт.
на 1 контроллер TREI - 05-02	от 1 до 2 048 шт.
на ПТК в целом	до 30 000 и более
Количество видеокадров (окон, мнемосхем)	не ограничено
Виды сигнализации	световая / звуковая (3 уровня)
Количество стандартных типов сигнализаций	5
Количество сообщений (событий):	
на станции оператора, шт.	до 8 000
на архивной станции, шт.	не ограничено
Количество исторических трендов	
на станции оператора	до 3 000
на станции архивирования	до 30 000
"Глубина" трендов	
на станции оператора	100 000 точек
на станции архивирования	не ограничено (хранение по суткам)
2 НАДЕЖНОСТЬ	
Время наработки на отказ контроллера, часов (в зависимости от типа входных/выходных сигналов)	не менее 75 000
Время наработки на отказ контроллера в дублированном исполнении, часов	не менее 150 000
Время замены типового элемента замены (без	от 5 до 20

учета времени доставки), минут	
3 БЫСТРОДЕЙСТВИЕ	
3.1 КОНТРОЛЛЕР TREI-05	
Время опроса дискретных сигналов	не более 20 мсек на 1 канал
Время опроса аналоговых входных сигналов, мсек	не более 1,5 мсек на 1 канал
3.2 ОТОБРАЖЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ	
Время полной смены кадра, сек	от 0,5 до 2,0
Цикл обновления оперативной информации на мониторе	от 0,25 до 1,0
Минимальный интервал времени для регистрации событий, мсек	10
Время полного перезапуска системы после перерыва питания	от 30 до 60 сек
Время полного перезапуска контроллеров после перерыва питания	от 20 до 30 сек
Погрешность отсчета времени в системе	не более 1 сек/сутки
3.3 ПЕРЕДАЧА УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	
Общая задержка в передаче информации по каналам технологических защит, мсек	не более 50
Общая задержка сигналов в цепях регулирования и блокировок, мсек	не более 100
Задержка в передаче команд управления со стороны оператора, мсек	не более 200
3.4 Длительность регистрации протокола предаварийного и послеаварийного состояния, мин	от 5 до 20
3.5 Период регистрации переменных в протоколах предаварийного состояния и трендах, сек	от 1
4 ТОЧНОСТЬ	
4.1 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерительных каналов ПТК для стандартных электрических сигналов тока, напряжения, сопротивления	+0.025%
4.2 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразования сигналов термопреобразователей сопротивлений с НСХ по ГОСТ Р 50353	+0.3°C
4.3 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразования сигналов термопар с НСХ по ГОСТ Р 50431	+0.4°C
4.4 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности выходных аналоговых управляющих сигналов постоянного тока	+0.1%
4.5 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности сигнализации отклонения входного аналогового сигнала от заданных границ	+0.025%
4.6 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности представления входных аналоговых сигналов в виде оперативного или	+0.025%

исторического тренда, при отсчете их значений с помощью светового указателя	
4.7 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности определения значений величины, являющейся результатом преобразования стандартных электрических сигналов датчиков по регламентированным нелинейным зависимостям и таблицам нелинейности, в том числе:	
По градуировочным таблицам горизонтальных цилиндрических резервуаров	0.12%<
По градуировочным таблицам шаровых (сферических) резервуаров	+0.15%
По интервальным таблицам нелинейности, регламентированным МИ 2153-91	0.9%

3.1.4 Перечень задач решаемых ПТК на УЗК. На схеме информационных потоков плакате показания выходных параметров которые включает информацию для управления техническим объектом. Потоки информации представлены в таблице 4 необходимые для реализации АСУ

Таблица 4 Состав информационных потоков

Обозначения	Название позиций	Состав информационного потока
И1	1-111	Т-ра пов-ти Р-1 1-1
И2	1-112	Т-ра пов-ти Р-1 1-2
И3	1-113	Т-ра пов-ти Р-1 1-3
И4	1-114	Т-ра пов-ти Р-1 1-4
И5	1-121	Т-ра пов-ти Р-1 2-1
И6	1-122	Т-ра пов-ти Р-1 2-2
И7	1-123	Т-ра пов-ти Р-1 2-3
И8	1-124	Т-ра пов-ти Р-1 2-4
И9	1-131	Т-ра пов-ти Р-1 3-1
И10	1-132	Т-ра пов-ти Р-1 3-2
И11	1-133	Т-ра пов-ти Р-1 3-3
И12	1-134	Т-ра пов-ти Р-1 3-4
И13	1-141	Т-ра пов-ти Р-1 4-1
И14	1-142	Т-ра пов-ти Р-1 4-2
И15	1-143	Т-ра пов-ти Р-1 4-3
И16	1-144	Т-ра пов-ти Р-1 4-4
И17	1-151	Т-ра пов-ти Р-1 5-1
И18	1-152	Т-ра пов-ти Р-1 5-2
И19	1-153	Т-ра пов-ти Р-1 5-3
И20	1-154	Т-ра пов-ти Р-1 5-4
И21	1-161	Т-ра пов-ти Р-1 6-1
И22	1-162	Т-ра пов-ти Р-1 6-2
И23	1-163	Т-ра пов-ти Р-1 6-3
И24	1-164	Т-ра пов-ти Р-1 6-4

И25	1-211	Т-ра пов-ти Р-2 1-1
И26	1-212	Т-ра пов-ти Р-2 1-2
И27	1-213	Т-ра пов-ти Р-2 1-3
И28	1-214	Т-ра пов-ти Р-2 1-4
И29	1-221	Т-ра пов-ти Р-2 2-1
И30	1-222	Т-ра пов-ти Р-2 2-2
И31	1-223	Т-ра пов-ти Р-2 2-3
И32	1-224	Т-ра пов-ти Р-2 2-4
И33	1-231	Т-ра пов-ти Р-2 3-1
И34	1-232	Т-ра пов-ти Р-2 3-2
И35	1-233	Т-ра пов-ти Р-2 3-3
И36	1-234	Т-ра пов-ти Р-2 3-4
И37	1-241	Т-ра пов-ти Р-2 4-1
И38	1-242	Т-ра пов-ти Р-2 4-2
И39	1-243	Т-ра пов-ти Р-2 4-3
И40	1-244	Т-ра пов-ти Р-2 4-4
И41	1-251	Т-ра пов-ти Р-2 5-1
И42	1-252	Т-ра пов-ти Р-2 5-2
И43	1-253	Т-ра пов-ти Р-2 5-3
И44	1-254	Т-ра пов-ти Р-2 5-4
И45	1-261	Т-ра пов-ти Р-2 6-1
И46	1-262	Т-ра пов-ти Р-2 6-2
И47	1-263	Т-ра пов-ти Р-2 6-3
И48	1-264	Т-ра пов-ти Р-2 6-4
И49	1-311	Т-ра пов-ти Р-3 1-1
И50	1-312	Т-ра пов-ти Р-3 1-2
И51	1-313	Т-ра пов-ти Р-3 1-3
И52	1-314	Т-ра пов-ти Р-3 1-4
И53	1-321	Т-ра пов-ти Р-3 2-1
И54	1-322	Т-ра пов-ти Р-3 2-2
И55	1-323	Т-ра пов-ти Р-3 2-3
И56	1-324	Т-ра пов-ти Р-3 2-4
И57	1-331	Т-ра пов-ти Р-3 3-1
И58	1-332	Т-ра пов-ти Р-3 3-2
И59	1-333	Т-ра пов-ти Р-3 3-3
И60	1-334	Т-ра пов-ти Р-3 3-4
И61	1-341	Т-ра пов-ти Р-3 4-1
И62	1-342	Т-ра пов-ти Р-3 4-2
И63	1-343	Т-ра пов-ти Р-3 4-3
И64	1-344	Т-ра пов-ти Р-3 4-4
И65	1-351	Т-ра пов-ти Р-3 5-1
И66	1-352	Т-ра пов-ти Р-3 5-2
И67	1-353	Т-ра пов-ти Р-3 5-3
И68	1-354	Т-ра пов-ти Р-3 5-4
И69	1-361	Т-ра пов-ти Р-3 6-1
И70	1-362	Т-ра пов-ти Р-3 6-2
И71	1-363	Т-ра пов-ти Р-3 6-3
И72	1-364	Т-ра пов-ти Р-3 6-4
И73	1-411	Т-ра пов-ти Р-4 1-1
И74	1-412	Т-ра пов-ти Р-4 1-2
И75	1-413	Т-ра пов-ти Р-4 1-3

И76	1-414	Т-ра пов-ти Р-4 1-4
И77	1-421	Т-ра пов-ти Р-4 2-1
И78	1-422	Т-ра пов-ти Р-4 2-2
И79	1-423	Т-ра пов-ти Р-4 2-3
И80	1-424	Т-ра пов-ти Р-4 2-4
И81	1-431	Т-ра пов-ти Р-4 3-1
И82	1-432	Т-ра пов-ти Р-4 3-2
И83	1-433	Т-ра пов-ти Р-4 3-3
И84	1-434	Т-ра пов-ти Р-4 3-4
И85	1-441	Т-ра пов-ти Р-4 4-1
И86	1-442	Т-ра пов-ти Р-4 4-2
И87	1-443	Т-ра пов-ти Р-4 4-3
И88	1-444	Т-ра пов-ти Р-4 4-4
И89	1-451	Т-ра пов-ти Р-4 5-1
И90	1-452	Т-ра пов-ти Р-4 5-2
И91	1-453	Т-ра пов-ти Р-4 5-3
И92	1-454	Т-ра пов-ти Р-4 5-4
И93	1-461	Т-ра пов-ти Р-4 6-1
И94	1-462	Т-ра пов-ти Р-4 6-2
И95	1-463	Т-ра пов-ти Р-4 6-3
И96	1-464	Т-ра пов-ти Р-4 6-4
И97	135-6 1т.	Т-ра гудрона на установку
И98	135-34 2т.	Т-ра бензина после Х-2
И99	135-37 3т.	Т-ра первичного сырья в П-
И100	135-38 4т.	Т-ра первичного сырья в П-
И101	135-46 6т.	Т-ра стаб.бензина после Т-6
И102	135-16 7т.	Т-ра ПЦО после Х-8
И103	135-56 8т.	Т-ра р-ра МЭА в Е-40
И104	135-59 9т.	Т-ра воды в Е-46
И105	135-25 12т.	Т-ра н/продукта после Е-11
И106	135-28 13т.	Т-ра воды 1 сист. на устано
И107	135-29 14т.	Т-ра н/продукта в Е-5
И108	135-33 15т.	Т-ра воды 2 сист. на устано
И109	135-36 16т.	Т-ра темного н/п в Е-10
И110	135-48 18т.	Т-ра вторичного сырья в П-
И111	135-51 21т.	Т-ра пит.воды в Е-25
И112	135-52 22т.	Т-ра ХОВ после Т-9
И113	135-53 23т.	Т-ра вторичного сырья в П-
И114	135-54 24т.	Т-ра воды после Т-11
И115	135-57 26т.	Т-ра конденсата в Е-36
И116	135-60 28т.	Т-ра очищен.конденсата посл
И117	135-61	Т-ра угв конденсата,газа в
И118	135-63 32т.	Т-ра топливного газа в Е-15
И119	135-65 33т.	Т-ра воды в Е-38
И120	135-66 34т.	Т-ра р-ра МЭА в Е-43
И121	135-70 38т.	Т-ра угв конденсата, газа в
И122	135-1-8 41т.	Т-ра тяжелого газойля с уст
И123	135-5 42т.	Т-ра ХОВ на установку
И124	135-13 46т.	Т-ра темного н/продукта по
И125	135-20 49т.	Т-ра легкого газойля послеХ
И126	135-30 51т.	Т-ра пара в К-2,К-3

И127	135-21 52т.	Т-ра тяжелого газойля после
И128	135-22 53т.	Т-ра головки стабилизации и
И129	135-27 55т.	Т-ра пара на установку
Пневматика		
И130	205	Давление топливного газа к
И131	206	Давление топливного газа к
И132	207	Давление первичного сырья в
И133	208	Давление первичного сырья в
И134	214	Давление топливного газа в
И135	P-3	Уровень в P-3
И136	P-5	Уровень в P-5
И137	219	Давление пара 12 ата
И138	221	Давление воздуха КиП на уст
И139	222	Давление воздуха КиП на уст
И140	225	Давление газа верха P-1
И141	226	Давление газа верха P-2
И142	227	Давление газа верха P-3
И143	228	Давление газа верха P-4
И144	231	Давление верха К-1
И145	P-6	Давление нагнетания Н-20,20
И146	243	Давление на т/п после К-4
И147	246	Давление топливного газа н
И148	246-1	Давление топливного газа в
И149	2046	Давление воздуха на паровыж
И150	2110	Давление топливного газа на
И151	2115	Давление низа К-1
И152	2230	Давление пара в К-5
И153	2295	Давление пен.воды Н-51
И154	рез	Давление на приеме Н-3В
И155	рез	Давление в коллекторе азота
И156	2301	Давление газа после К-8
И157	2303	Давление газа в Е-1
И158	2315	Давление после Е-43
И159	2334	Давление перед П-1/1 прав.п
И160	2335	Давление втор.сырья перед П
И161	2336	Давление втор.сырья перед П
И162	2337	Давление втор.сырья перед П
И163	2380	Давление УВГ из топ.сети на
И164	2381	Давление на выкиде Н-П/1,2
И165	3000	Расход сырья в П-2 левый по
И166	3001	Расход сырья в П-2 правый п
И167	3002	Расход вторичного сырья в П
И168	3003	Расход вторичного сырья в П
И169	3006	Расход вторичного сырья в П
И170	3007	Расход вторичного сырья в П
И171	3009	Расход турбулизатора в П-1/
И172	3010	Расход турбулизатора в П-1/
И173	3011	Расход турбулизатора в П-1/
И174	3012	Расход турбулизатора в П-1/
И175	3015	Расход пара в К-2
И176	3016	Расход пара в К-3

И177	3017	Расход ПЦО в К-1
И178	3018	Расход орошения в К-1
И179	3019	Расход оборотной воды 1 сис
И180	3024	Расход воды в Р-1-4
И181	3026	Расход бензина в Е-49
И182	377	Уровень низ К-1
И183	3027-1	Расход легкого газойля с ус
И184	378	Расход тяжелого газойля с у
И185	3028-1	Расход тяжелого газойля с у
И186	3032	Расход орошения в К-4
И187	3035	Расход топ.газа на печи П-1
И188	3035-1	Расход топ.газа на П-1/1
И189	3035-2	Расход топ.газа на П-2
И190	3035-3	Расход топ.газа на печи П-1
И191	3038	Расход пара 12 на установку
И192	3039	Расход ХОВ в Е-2
И193	3042	Расход воздуха на паровыжиг
И194	3045	Расход тяжелого газойля в к
И195	3051	Расход стабильного бензина
И196	3052	Расход технич.воздуха в К-6
И197	3053	Расход конденсата в Е-36
И198	3055	Расход конденсата в К-6/1
И199	3058	Расход р-ра МЭА на установк
И200	3059	Расход р-ра МЭА с установки
И201	383	Уровень в Е-53
И202	3087	Расход пара к Н-15
И203	3065	Расход оборотной воды 2 сис
И204	3068	Расход пара в Р-1-4
И205	3088	Расход ПТФ воды в систему об
И2206	3070	Расход воды с пенообразоват
И207	3071	Расход пенообразователя
И208	3089	Расход нас.МЭА из Е-43
И209	3080	Расход УВГ из Е-1
И210	3090	Расход тяж.газойля с УЗК
И211	384	Уровень ПТФ воды в Е-49
И212	3085	Расход пара с установки
И213	3086	Расход пара на печи
И214	398	Уровень воды в Е-46
И2115	396	Уровень п/образ. в Е-39А
И216	395	Уровень п/образ. в Е-39
И217	391-1	Уровень МЭА низ Е-43
И218	391	Уровень в Е-43
И219	304	Уровень легкого газойля в К
И220	305	Уровень тяжелого газойля в
И221	311	Уровень бензина в Е-1
И222	312	Уровень р/ф в Е-1
И223	314	Уровень бензина в Е-13
И224	315	Уровень воды в Е-14
И225	317	Уровень бензина в Т-3
И226	318	Уровень в Е-3
И227	322	Уровень новый резервуар

И228	376	Уровень низа в Е-15
И229	336	Уровень холод.воды в резерв
И230	350	Уровень тяжелого газойля в
И231	355	Уровень тяж.газойля в Е-32
И232	356	Уровень р/ф в Е-32
И233	357	Уровень в К-5
И234	365	Уровень воды в Е-36
И235	370	Уровень легкого газойля в К
И236	373	Уровень в Е-40
И236	372	Уровень реген.МЭА в К-8

3.1.5 Защита информации от несанкционированного доступа. Для обеспечения защиты информации от несанкционированного доступа (НСД) дополнительно к организационным мерам включаются следующие механизмы:

- а) программный ключ (пароль) доступа персонала к работе на станции оператора и станции инжиниринга;
- б) пароль доступа персонала к выполнению группы функций;
- в) пароль доступа персонала к выполнению индивидуальной функции.

Общее и общесистемное программное обеспечение поставляются в виде исполняемых модулей и исключают возможность их ретрансляции в символьный формат.

Программное обеспечение задач архивирования состояния технологического процесса (включая регистрацию аварийных событий) и регистрации неисправностей ПТК совместно с организационно-техническими мероприятиями исключают возможность несанкционированного стирания и записи информации в соответствующие архивы данных и массивы, хранящиеся на дисках.

Предусмотрено ведение журнала (формуляра) регистрации изменений архива данных, программного и информационного обеспечения.

Предусматривается специальное помещение для хранения эталонных копий программного и информационного обеспечения.

Для объектов с повышенными требованиями к защите от несанкционированного доступа в состав ПТК дополнительно включаются следующие программные и технические средства подсистемы защиты от НСД:

- а) Датчики контроля открытия шкафа с контроллерами;
- б) Спецконтроллеры с электронным замком, устанавливаемые в шкафах. Контроллеры объединяются в автономную сеть, выходящую на рабочее место службы защиты от НСД;
- в) Электронные ключи (типа touch memory) - индивидуально запрограммированы для каждого пользователя.

3.1.6 Сохранность информации при авариях. При авариях в системе энергоснабжения предусматривается комплекс мер обеспечения сохранности информации и ее восстановления в соответствии с регламентом функционирования ПТК.

В составе применяемых компонентов ПТК предусмотрены устройства памяти, гарантирующие сохранность программного обеспечения и информационных массивов в течение не менее 10 лет.

Информация об аварийных ситуациях и неисправностях компонентов ПТК хранится в архивах на магнитных или магнитооптических дисках.

Текущая архивируемая информация, записываемая на магнитные диски, сохраняется при прерывании питания любой длительности. Предусмотрено при потерях информации, происходящих в результате нарушения работы дисковых устройств, ее частичное или полное восстановление с помощью системных обслуживающих программ.

3.1.7 Требования по унификации и стандартизации. Программно-технический комплекс сертифицирован Госстандартом Республики Казахстан и внесен в Государственный реестр средств измерений.

Контроллеры TREI-5B сертифицированы Госгортехнадзором РК.

Вид взрывозащиты - искробезопасная электрическая цепь.

АСУ ТП на базе ПТК "КРУГ-2000" создается на основе действующих стандартов, норм, правил и других нормативных технических документов.

Унификация на стадии разработки АСУ ТП обеспечивается единообразным подходом к решению однотипных задач контроля и управления (типизацией алгоритмических модулей) и созданием унифицированных

компонентов информационного, лингвистического, программного и технического обеспечений.

Унификация технического обеспечения достигается применением серийных датчиков, исполнительных механизмов и др. технических средств и стандартизацией конструктивов элементов.

В конструкции компонентов ПТК сведена к минимуму номенклатура используемых модулей. Используется минимальное количество номиналов питающих напряжений. Конструктивы унифицированы.

В станциях оператора, архивирования и инжиниринга используются универсальные операционные системы.

Схемы управления исполнительными механизмами (ИМ) унифицированы.

Формы представления информации максимально приближены к проектным изображениям технологических схем и их элементов.

Технологические алгоритмы задаются в формализованном виде, на специализированном языке, доступном специалистам-технологам.

Система классификации и кодирования соответствует требованиям ГОСТ 21.408-93, однако, по усмотрению пользователя могут применяться и другие системы кодирования, в том числе с использованием технологического смыслового кодирования с помощью терминов и сокращений, общепринятых в энергетике.

3.1.8 Электропитание. Электропитание устройств ПТК. Первичным источником электропитания АСУ ТП, включая средства представления информации (сигнальные табло, вторичные приборы, лампы индикации), является трехфазная сеть переменного тока напряжением 380/220 В частотой 50 Гц бесперебойного питания.

Электропитание всех устройств ПТК производится от собственных источников (модулей) питания, получающих энергию от общей электросети

Технические средства сохраняют работоспособность при: - изменениях напряжений сетей переменного и постоянного тока на $\pm 25\%$ длительностью

до 100 мс - перерывах питания в сетях переменного и постоянного тока длительностью до 20 мс. Основным принципом организации электропитания является распределение оперативного тока по группам потребителей таким образом, чтобы отдельная неисправность или ремонт элемента сети электропитания не приводили к полному выходу ПТК из строя.

Питание током устройств ПТК, которые реализуют функции технологических защит, осуществляется с наивысшей надежностью либо от аккумуляторной батареи, либо от источника переменного тока с резервированием от аккумуляторной батареи.

Дублированные устройства ПТК питаются от резервированной сети переменного тока 220 В, как правило, от разных источников.

Для электропитания устройств ПТК используются агрегаты бесперебойного питания, выполненные по технологии On-line, имеющие бустерное устройство для подключения к компьютерам и позволяющие вести оперативный контроль за состоянием системы электропитания ПТК. Данные агрегаты имеют встроенные аккумуляторные батареи и устройства для балансирования агрегатов. Система бесперебойного питания может быть выполнена с 2-х или 3-х кратным резервированием.

3.2 Функции (задачи), выполняемые ПТК

3.2.1 Перечень и состав функций. Состав функций ПТК является достаточным для работы во всех эксплуатационных режимах, которые в соответствии с режимами работы оборудования подразделяются на нормальные, переходные, аварийные и специальные. Во всех режимах обеспечивается следующее: безопасность персонала, целостность оборудования, защита окружающей среды.

ПТК выполняет комплекс взаимосвязанных информационных, управляющих и вспомогательных функций.

3.2.2 Информационные функции. К информационным функциям относятся:

- а) измерение и контроль технологических параметров;
- б) обнаружение, сигнализация и регистрация отклонений параметров от установленных границ;
- в) ручной ввод данных;
- г) формирование и выдача данных оперативным персоналу;
- д) формирование и печать отчетных документов;
- е) архивирование предыстории параметров на жестком магнитном диске;
- ж) расчетные задачи;
- з) контроль и регистрация срабатывания противоаварийных защит (блокировок и защит).

3.2.3 Измерение и контроль технологических параметров. Информационные задачи, выполняемые автоматически в темпе технологического процесса, обеспечивают:

- а) измерение параметров технологического объекта управления и сбор информации о состоянии оборудования;
- б) сбор информации о положении и состоянии исполнительных механизмов, насосов, вентиляторов и других средств дистанционного управления;
- в) сбор информации о состоянии и работе систем автоматического регулирования, противоаварийных защит.

Функция выполняется периодически. Периодичность выполнения функции в контроллере - от 20 мсек до 1 сек (уточняется на этапе рабочего проектирования). Периодичность выполнения функции при передаче данных на станцию оператора может составлять от 0,2 до 2 сек.

Для реализации функций АСУ ТП, в основном, соблюдается принцип однократного ввода информации от датчиков; в случаях параллельного ввода информации от датчиков схема размножения аналоговых сигналов не вносит дополнительной погрешности, включая режимы отключения отдельных потребителей.

Предусматривается возможность извлечения в контроллерах корня квадратного при измерении перепада давления для определения расхода и введения программным путем поправок на изменение давления и температуры измеряемой среды.

Контроль всех датчиков аналоговой информации при ее первичной обработке производится путем анализа сигнала на минимальное и максимальное значения, скорости изменения параметра.

Предусматривается возможность фильтрации помех, отсечки "нуля" для расходов.

Информация о положении запорной и регулирующей арматуры (конечные положения) формируется контактами конечных выключателей; о состоянии двигателей - контактами по срабатыванию блок-контактов коммутационных аппаратов. Вид контакта, размыкающийся или замыкающийся, подлежит уточнению на стадии рабочего проектирования.

Необходимость и способ линеаризации конкретных параметров определяются при проектировании.

Обнаружение, сигнализация и регистрация отклонений параметров от установленных границ. Сообщения о состоянии и о нарушениях технологического процесса, о нарушениях состояния ПТК выдаются оперативному персоналу посредством видеомониторов и принтеров.

Сообщения об отклонениях предупредительного и аварийного характера выдаются в инициативном порядке. Алгоритм формирования предупредительной и аварийной сигнализации предусматривает включение мигания и включение звуковой сигнализации; квитирование оператором звука и мигания; подсветку после квитирования ровным светом, если ситуация сохранилась; регистрацию времени появления и квитирования сигнализации. Звуковые сигналы предупредительного и аварийного характера выдаются разными тонами. Время запаздывания световой и звуковой сигнализации не превышает 1 - 0,5 сек.

Сигнализация отклонения параметров, значения которых признаны недостоверными, исключается. Для исключения частого появления сигналов при нахождении параметров вблизи установки предусматривается настраиваемая зона гистерезиса (возврата). Сигнализация отклонения параметров и состояния исполнительных механизмов осуществляется изменением цвета и миганием. Функция выполняется периодически с периодом опроса датчиков.

Для каждого аналогового сигнала предусмотрена возможность задания до 5 границ сигнализации: двух предупредительных, двух предаварийных и по скорости изменения параметра. Точность задания границ -- 0,1%. Формируются признаки выхода за границу и возвращения в норму.

Кроме того, предусмотрена возможность назначения произвольного количества дополнительных границ сигнализации индивидуально для каждой переменной.

Предусматриваются 2 вида звуковой сигнализации: предупредительная (1-ый тон) и предаварийная (2-ой тон). В качестве устройства звуковой сигнализации используется динамик компьютера или внешний динамик.

Предусматривается регистрация всех отклонений и возвратов в норму в печатном документе "Протокол сообщений"

Ручной ввод данных. В качестве параметров ручного ввода используются:

а) значения параметров настройки задач контроля (начало и конец шкалы, нижняя и верхняя границы предупредительной сигнализации, нижняя и верхняя границы пред аварийной сигнализации), вводятся в режиме реального времени;

б) коэффициенты и константы (коэффициент фильтрации, отсечка нуля, гистерезис сигнализации);

в) недостающие параметры.

Предусматривается возможность защиты отдельных параметров от ввода недопустимых значений.

Предусматривается регистрация данных ручного ввода в документе "Протокол сообщений".

Формирование и выдача данных оперативному персоналу. Выдача данных осуществляется на цветные мониторы, устройства печати, а также на проекционный экран коллективного пользования. Вызов видеокадров осуществляется по инициативе оперативного персонала;

Информация, выдаваемая на монитор, группируется на видеокадрах по функциональному признаку и отображается в виде фрагментов технологических схем, графиков, таблиц, гистограмм.

Период обновления информации на видеокадрах не превышает 0,2- 2 секунд.

Информация представляется оператору по принципу "детализации сверху - вниз (от общего к частному)".

В системе предусмотрены следующие типы видеокадров: стандартные и мнемосхемы. Предусмотрены следующие стандартные (окна) видеокадры:

- а) ПРОТОКОЛ СОБЫТИЙ (по системе в целом, по технологическим участкам);
- б) "НАСТРОЙКА" - таблица оперативной настройки для каждого параметра (отображение и возможность изменения шкалы, границы сигнализации, коэффициента фильтрации и др.);
- в) ГРУППОВЫЕ ТРЕНДЫ;
- г) ОДИНОЧНЫЕ ТРЕНДЫ;
- д) ДОСТУП К СИСТЕМЕ (таблица прав доступа к функциям системы для каждого пользователя);
- е) МЕНЮ ПЕЧАТНЫХ ДОКУМЕНТОВ и др.

Мнемосхемы отображают в динамике текущее состояние объекта. На мнемосхемах отображается следующая информация:

- а) наименование мнемосхемы;
- б) схема участка технологического оборудования;
- в) состояние арматуры, регуляторов и механизмов;

- г) положение регулирующих органов (в процентах);
- д) значение измеряемых параметров.

Отклонение измеряемых параметров за допустимые пределы (регламентная граница и аварийная граница) сигнализируется изменением цвета параметра на желтый и красный соответственно, нормальная величина - зеленым, недостоверность - синим цветом.

Пользовательские видеокадры (мнемосхемы) и схема их взаимного расположения свободно формируются при генерации системы, для чего предназначен Генератор динамики. Указанные цвета приняты "по умолчанию".

Однако, с помощью "Генератора динамики" Пользователь имеет возможность назначить произвольные цвета для кодирования вышеуказанных событий. Предусмотрена возможность отображения на мнемосхеме стандартными средствами кодов параметров и арматуры по запросу Пользователя.

Предусмотрена возможность отображения состояния регулирующих клапанов ("Авт.", "Руч.", "Неиспр.") Пользовательские видеокадры (мнемосхемы) и схема их взаимного расположения свободно формируются при генерации системы, для чего предназначен Генератор динамики. Примеры мнемосхем приведены в документе "Инструкция по эксплуатации ПТК".

При этом, как правило, соблюдаются следующие принципы компоновки видеокадров:

- а) кадры упорядочиваются по "слоям";
- б) "слои" отличаются друг от друга степенью детализации информации ;
- в) чем выше "слой" тем выше уровень обобщения представления информации на кадрах этого слоя.

Таким образом, в системе представлены следующие типы пользовательских видеокадров (окон):

- а) "ОБЗОРНОЕ ТАБЛО" - обобщенный кадр системы (1-ый уровень детализации). Информация о состоянии объекта управления в целом поделена

на технологические участки (группы оборудования) и их названия высвечиваются этом видеокадре. Изменение цвета (зеленый, желтый, красный) названий указывает на появление сигнализации на соответствующем технологическом участке;

б) "УЧАСТОК (ГРУППА ОБОРУДОВАНИЯ)" - (2-ой уровень детализации) - информация о состоянии параметров одного технологического участка. При этом все переменные участка условно разбиваются на функционально связанные группы переменных. Изменение цвета названий групп переменных (зеленый, желтый, красный и др.) указывает на появление сигнализации на соответствующем технологическом участке;

в) "ГРУППА ПЕРЕМЕННЫХ" - (3-ий уровень детализации) - подробная информация по аналоговым (в виде гистограмм) или дискретным (в виде цветных табло-шильдиков с надписями) параметрам;

г) "ГРУППА ТРЕНДОВ" - историческая информация (тренды) по параметрам;

д) "ТРЕНД" - тренд по каждому параметру;

е) "БЫСТРЫЙ ТРЕНД" - оперативная информация (тренд) по каждому параметру;

Предусматривается вывод на мнемосхемы (экран монитора) следующих динамических элементов:

а) текущее значение аналоговой переменной в цифровой форме;

б) состояние дискретной переменной в виде надписей, например, "ВКЛ", "ОТКЛ", "ОТКР", "ЗАКР";

в) динамический барграф, меняющий свою длину в зависимости от величины аналогового параметра;

г) динамический элемент мигания определенного поля мнемосхемы;

д) динамическая виртуальная клавиша, при нажатии на которую происходит переход от текущей мнемосхемы на любую другую по выбору;

е) динамическая область мнемосхемы, на которой могут высвечиваться различные "картинки" в зависимости от взаимного состояния

дискретных сигналов и других логических переменных - и многие другие элементы динамики. Для отображения работы задвижек предусматривается;

ж) возможность отображения их хода (например, "стрелка вверх" - движение на открытие, "стрелка вниз" - движение на закрытие);

з) контроль длительности хода с предупредительной сигнализацией о превышении допустимого времени хода (мигание задвижки или мигание), изменение цвета стрелки, обозначающей ход;

и) контроль исполнения команд управления (как правило, изменение цвета на синий и мигание элемента, обозначающего привод задвижки. По признаку "неисполнение команды управления", формируемому непосредственно в контроллере, может быть изменена форма, цвет, текст любого элемента задвижки на мнемосхеме);

Отображение трендов (графиков) осуществляется по вызову.

На одном кадре отображается историческая информация по аналоговым переменным (разным цветом). Горизонтальная ось времени имеет отметки времени и даты.

Предусмотрена возможность просмотра ("прокрутки") тренда по оси времени, масштабирования по оси Y, закраски площади под графиком, движущийся "световой указатель", временного удаления тренда. "Световой указатель" производит оцифровку значений параметров в тех точках трендов, которые он пересекает. Количество трендов (графиков), отображаемых в одном окне, в принципе, не ограничено. Однако, исходя из требований эргономики, их не целесообразно отображать более 10-16 одновременно (в зависимости от типов параметров).

Предусмотрена возможность установки "0" времени в левом нижнем углу (движение тренда слева - направо), в правом нижнем углу (движение тренда справа - налево), в левом верхнем углу (движение тренда сверху - вниз), в правом нижнем углу (движение тренда снизу - вверх). Предусмотрена возможность вызова "окна" тренда на мнемосхеме. На трендах изменений

измеряемых параметров выводятся графики в физических единицах или в процентах.

Предусматриваются два следующих типа трендов. Исторический (архивный) тренд - представление в общей координатной сетке разными цветами графиков (в процентах) или представление графика по одному измеряемому параметру (в метрических единицах). Исторический график (предыстория параметра за длительный промежуток времени с архивированием на твердом магнитном диске). Период запоминания исторических графиков выбирается заданием шага дискретизации графика по времени. Количество точек, хранящихся в графике - не менее 4800. Минимальное время дискретизации - 1 сек. Максимальное время дискретизации - 1 час. При шаге дискретизации в 1 минуту период истории составляет 80 часов, при шаге в 10 мин - 800 часов и т. д.

Оперативный тренд - предыстория параметра за относительно короткий промежуток времени с хранением в оперативной памяти. Период запоминания оперативных графиков выбирается заданием шага дискретизации графика по времени. Количество точек, хранящихся в графике - не менее 480. Минимальное время дискретизации - 1 сек. Максимальное время дискретизации - 1 минута. При шаге дискретизации в 1 секунду период истории составляет 8 минут, при шаге в 1 мин - 8 часов. Время дискретизации для архивных и оперативных трендов задается независимо друг от друга. Разрешающая способность графиков не хуже 1% диапазона измерения параметра. Предусматривается возможность считывания параметра в любой точке графика в цифровом виде.

Вызов трендов производится путем набора минимально возможного числа клавиш на функциональной клавиатуре.

3.2.4 Формирование и печать отчетных документов. В системе предусмотрено формирование и отображение на мониторе, а также печать в виде отдельного документа "Протокола сообщений" - отчетного документа, в котором в хронологическом порядке фиксируются следующие события:

- а) отклонения параметров от допустимых границ;
- б) изменения состояния дискретных сигналов;
- в) возврат параметров в регламентные границы;
- г) информация о включении, отключении двигателей, механизмов;
- д) информация о выдаче команд управления;
- е) изменение коэффициентов настройки отдельного параметра;
- ж) диагностические сообщения;
- з) ввод данных ручного ввода (лабораторные анализы и т.п.).

При фиксации события указывается время появления и время квитирования события.

В системе предусмотрена печать отчетных документов произвольной формы типа режимного листа. Предусмотрена возможность вызова на печать печатных документов в любой момент времени по инициативе оператора.

Архивирование параметров. Обеспечивается накопление и последующее представление персоналу данных об истории изменения параметров. Основные функции архивирования, реализуются в станции архивирования.

Предусматривается архивирование следующей информации:

- а) о событиях;
- б) об аварийных ситуациях;
- в) об изменении во времени параметров.

В системе реализованы следующие задачи:

- а) архивирование хода процессов в виде трендов;
- б) архивирование режимных листов;
- в) архивирование протоколов предаварийных и послеаварийных ситуаций;
- г) архивирование протоколов событий;
- д) передачи (экспорта) архивных файлов в сеть верхнего уровня.

Станция архивирования обеспечивает реализацию следующих функций (задач):

- а) чтение файлов данных, находящихся на жестком диске станции оператора (диспетчера) (исторические тренды, режимные листы, протоколы событий, протоколы предаварийных и после аварийных сообщений);
- б) формирование архивной базы данных всей системы контроля и управления, привязанной к астрономическому времени и датам;
- в) упаковка/распаковка архивируемых данных;
- г) визуализация (просмотр) архивируемых данных, хранящихся на жестком диске станции архивирования;
- д) копирование архивных данных на съемные диски, например магнитооптические;
- е) просмотр архивных данных, хранящихся на съемных дисках (не в режиме реального времени);
- ж) печать архивных данных.

В системе предусмотрено архивирование следующих видов трендов:

- а) исторических;
- б) часовых;
- в) сменных;
- г) суточных;
- д) произвольных;

По всем видам трендов предусмотрена возможность сохранения их на жестком диске в течение от одного до трех и более лет. Период запоминания исторических трендов выбирается при настройке данной функции.

Информация из архива представляется в виде графиков (трендов), таблиц, протоколов на мониторах и устройствах печати. Архивная информация доступна для использования в расчетных задачах.

3.2.5 Расчетные задачи. В системе предусмотрено выполнение расчетных задач Пользователя на технологическом языке как на станции оператора, так и в контроллере. Предусматривается возможность реализации задач Пользователя на языках высокого уровня: С++ (в контроллере), Visual С++ (в

станциях оператора и т.п.), любых других на выделенной вычислительной станции.

Контроль и регистрация срабатывания противоаварийных защит. Регистрация аварийных ситуаций обеспечивает регистрацию достоверных хронологически связанных данных за период, предшествующий аварийной ситуации, и после ее возникновения о работе основного и вспомогательного оборудования, действии защит, устройств автоматического управления и регулирования.

Под аварийной ситуацией понимаются нарушения условий работы технологического оборудования, вызванные отказами оборудования, устройств управления или действиями персонала, следствием которых явилось немедленное или через ограниченный отрезок времени аварийное отключение оборудования.

Регистрация аварийных ситуаций выполняется при всех режимах работы оборудования, начиная от подготовки к пуску и кончая завершением выхода в резерв или ремонт. Регистрация аварийных ситуаций обеспечивает постоянное скользящее накопление данных на интервале от 1 до 10 минут до появления инициативного сигнала (срабатывание противоаварийной защиты) и на интервале от 1 до 10 минут после.

Разрешающая способность при регистрации инициативных сигналов (дискретных сигналов срабатывания защит, воздействий персонала на защитные органы управления и пр.) составляет не более 10-100 мсек. Информация об аварии записывается на длительное хранение (в архив). Регистрация осуществляется с привязкой к астрономическому времени непосредственно в источнике информации, т.е. к системному времени (таймеру) контроллера.

3.2.6 Управляющие функции. Управляющие задачи, выполняемые оператором-технологом, подразделяются в зависимости от режима работ:

"дистанционный" режим - с пульта или по месту осуществляет оператор-технолог на основе информации о состоянии оборудования.

С помощью указанного режима обеспечивается:

- а) выбор режима работы автоматических схем;
- б) изменение заданий регуляторам;
- в) вывод оборудования из работы в послеаварийных состояниях с выполнением неавтоматизированных операций по месту;
- г) подмена отказавших функций системы с использованием подсистемы дистанционного управления;
- д) воздействие на технологический процесс в предаварийных и непредвиденных режимах.

Переход от дистанционного управления с использованием ПТК к управлению по месту может осуществляться по одному из следующих вариантов:

- а) с помощью ключа выбора режима "дистанционный/местный" с контролем прохождения команд управления от местного пункта управления;
- б) параллельное подключение сигналов управления от местного пункта управления и от контроллера.
- в) Управляющие задачи, которые выполняются автоматически:
 - 1) автоматическое регулирование;
 - 2) дистанционное управление дискретными исполнительными механизмами (задвижки, насосы, вентиляторы и т.п.);
 - 3) противоаварийные защиты.

Функции автоматического регулирования параметров технологического процесса удовлетворяют следующим требованиям.

В контроллере реализуется режим непосредственного цифрового регулирования с использованием известных законов автоматического регулирования. Схемы регулирования составляются из библиотеки алгоблоков (функций) и с использованием технологического языка. Перечень алгоблоков приведен в разделе.

Для взаимодействия оперативного персонала с подсистемой автоматического регулирования для каждого контура предусматриваются:

- а) контроль положения регулирующего органа;
- б) контроль рассогласования между текущим и заданным значениями параметра и сигнализация превышения допустимой величины рассогласования;
- в) возможность переключения режима работы с автоматического на дистанционное управление и наоборот;
- г) возможность изменения заданного значения параметра путем дистанционного изменения уставки регулируемого параметра с отслеживанием этого значения на дисплее;
- д) сигнализация отключения питания исполнительных механизмов;
- е) основным средством отображения информации по состоянию подсистемы автоматического регулирования являются дисплеи.

Система регулирования для ответственных объектов, как правило, выполняются со 100%-ым "горячим" резервированием.

Выдача управляющих воздействий осуществляется с видеокадров "ГРУППА" и с мнемосхем. Управление дискретными исполнительными механизмами осуществляется нажатием кнопок "ОТКР/ВКЛ", "ЗАКР/ВЫКЛ", "СТОП". Под "кнопками" понимаются как виртуальные (отображаемые на экране), так и клавиши функциональной клавиатуры с соответствующими надписями. Система обеспечивает контроль прохождения команды с клавиатуры в контроллер. Команды управления имеют наивысший приоритет по сравнению с другими функциями системы. Величины управляющих воздействий и изменения логических состояний регистрируются в "ПРОТОКОЛЕ СОБЫТИЙ".

Противоаварийные защиты. Подсистема противоаварийных защит является составной частью ПТК, выполняющей управляющую функцию в аварийных режимах и обеспечивающей безопасную работу технологического оборудования и персонала путем экстренного автоматического перевода защищаемого оборудования в безопасное состояние в случае возникновения аварийной или предаварийной ситуации. Объем функций подсистемы и их техническая реализация определяются на основании действующей нормативно-

технической документации, а также заданий заводов-изготовителей защищаемого оборудования.

ПТК обеспечивает реализацию функций подсистемы технологических защит и блокировок как на отдельно выделенных контроллерах (централизованная реализация), так и на нескольких (или всех) контроллерах (децентрализованная реализация), а также возможен промежуточный вариант реализации. Противоаварийные защиты срабатывают при возникновении аварийной ситуации и наличии условий срабатывания.

Информация о возникновении аварийной ситуации и о наличии условий срабатывания может поступать в подсистему ПАЗ от специально выделенных датчиков следующими видами сигналов:

- а) дискретный (замыкание "сухого" контакта);
- б) дискретный (появление потенциального сигнала);
- в) аналоговый унифицированный токовый (для формирования условий срабатывания требуется аналого-дискретное преобразование).

Логическая обработка информации от датчиков включает в себя:

- а) резервирование сигналов датчиков (при необходимости);
- б) обеспечение выдержки времени на срабатывание защиты;
- в) обеспечение выявления защиты, сработавшей первой;
- г) формирование команд на исполнительные механизмы (импульсных до N сек и длительных с запоминанием на время, достаточное для выполнения самой продолжительной операции);
- д) формирование команд на световую, звуковую аварийную и предупредительную сигнализацию срабатывания защиты;
- е) формирование выходных воздействий в другие управляющие и информационные подсистемы.

Опробование противоаварийных защит может производиться как на остановленном, так и на работающем оборудовании.

Качество реализации функций противоаварийных защит. Действие защит имеет приоритет перед командами от других систем и, как правило,

является односторонним. Ввод оборудования в работу после отключения его защитой производится персоналом после устранения причин, вызвавших срабатывание защиты.

Срабатывание защит сопровождается регистрацией действий и первопричин; Вывод противоаварийных защит по командам оператора производится в исключительных случаях после разрешения руководства с регистрацией факта и времени выполнения действия. Для подсистемы противоаварийных защит требуются независимые каналы ввода информации.

Время формирования и выдачи команды противоаварийных защит на исполнительный механизм не превышает 10-100 мсек с момента формирования условий (при отсутствии выдержек времени). При дублировании датчиков защиты срабатывание только одного датчика и несрабатывание другого сигнализируется как неисправность защиты.

При действии противоаварийных защит инициативно решаются следующие информационные задачи:

- а) сигнализация срабатывания защиты, явившейся первопричиной выполнения защитных операций;
- б) сигнализация выполняемой программы по защите оборудования;
- в) сигнализация о невыполнении исполнительным механизмом поданной команды по защите оборудования;
- г) регистрация аварийных ситуаций.

Входными сигналами ПАЗ являются дискретные и аналоговые сигналы датчиков, сигналы положения исполнительных механизмов и состояния выключателей электродвигателей. Выходные команды ПАЗ подаются при их срабатывании на изменение состояния исполнительных механизмов: арматуры, выключателей, автоматических регуляторов.

3.2.7 Вспомогательные функции. Вспомогательные задачи:

- а) тестирование и самодиагностика состояния ПТК;
- б) проверка достоверности информационных сигналов;
- в) проверка исполнения управляющих воздействий;

- г) устранение ошибок, отказов, неисправностей путем подключения резервных средств и (или) блокировок ошибочных сигналов и воздействий;
- д) информирование инженера АСУ ТП при отказе технических устройств с указанием устройства, места, времени и вида отказа;
- е) регистрация ошибок, отказов, неисправностей и действий по их устранению;
- ж) установка запрета или разрешений прохождения информации по каналам измерения и сигнализации;
- з) подробная экранная помощь оператору;
- и) коррекция времени.

Функция "Самодиагностика комплекса технических средств системы"

Диагностике подвергаются элементы программно-технического комплекса. Оперативной диагностике подвергаются каналы связи контроллеров с вычислительным комплексом. Результаты диагностики при наличии нарушений выводятся на экран монитора и устройство печати.

Функция "Перенастройка системы".

Обеспечивает первоначальную генерацию базы данных реального времени, настройку алгоритмов обработки параметров и стандартных видеокадров, а также внесение следующих изменений в уже действующее программное обеспечение системы:

- а) изменение описателя системных констант (названий, периодичности опроса каналов, периода накопления трендов);
- б) настройка структуры технических средств системы;
- в) настройка программы обработки любого канала (позиция и название переменной, тип линеаризации шкалы, тип датчика, единица измерения, необходимость трендирования, начало и конец шкалы датчика, начало и конец шкалы тренда, нижняя и верхняя границы предупредительной сигнализации, нижняя и верхняя границы предаварийной сигнализации, максимально допустимая скорость изменения параметра, коэффициент фильтрации, процент отсечки нуля, гистерезис сигнализации, постановка и

снятие с сигнализации переменной, постановка и снятие с опроса переменной) - редактирование динамических видеокадров (мнемосхем);

г) создание новых динамических видеокадров.

Функция "Помощь" Обеспечивает подробную экранную помощь при генерации системы и ее работе (на русском языке).

Состав видеокадров "Помощь":

а) инструкция оператору (общесистемная информация - перечень используемых клавиш и результат их нажатия);

б) индивидуальные описатели видеокадров и последовательности переходов между ними.

Функция "Коррекция времени" Обеспечивает единство системного времени в ПТК.

Коррекция таймеров всех абонентов сети осуществляется периодически по показаниям таймера абонента, выбранного в качестве "эталонного". В ПТК предусмотрен автоматический переход времени "зима-лето", "лето-зима".

3.3 Виды обеспечения

3.3.1 Лингвистическое обеспечение. Лингвистическое обеспечение рассчитано на пользователя, специалиста в своей предметной области, не владеющего универсальными языками программирования или описания алгоритмов (технологический подход к языкам).

Лингвистическое обеспечение оператора сводится к системе видеокадров и текстовых сообщений, снабженных необходимыми "меню", "подсказками" и "помощью", при организации диалога персонала с техническими средствами.

Вся текстовая информация выполнена на русском языке.

Проблемно-ориентированная диалоговая система обладает максимальной простотой языка общения и высокой реактивностью на запрос.

Язык общения обеспечивает иерархическую структуру поиска, минимальное число нажатий клавиш для вызова информации и, по возможности, образное представление информации и выполняемых функций.

Количество уровней детализации при работе с оперативными функциями не превышает трех, для остальных функций - не ограничивается. Предусмотрено наличие на экране в любое время поля для отображения новых аварийных сигналов, переключений, предупреждающих сообщений в текстовой форме.

Соблюдаются следующие основные принципы кодирования информации, выводимой оператору:

а) при нормальной работе оборудования, т.е. при соответствии параметров технологического процесса и структуры технологической схемы проектным значениям для данного режима, вся информация отображается зеленым цветом;

б) при выходе параметров за уставки предупредительной сигнализации или при ситуации, не представляющей опасности, но требующей привлечения внимания оператора, информация выдается мигающим желтым цветом. Мигание снимается квитированием. До возвращения процесса в норму индикация осуществляется ровным желтым цветом;

в) при выходе параметров за аварийные установки или возникновение аварийных ситуаций информация выдается красным мигающим цветом. После квитирования мигание снимается, но до возвращения процесса в норму индикация производится красным цветом;

г) мигание сопровождается звуковыми сигналами;

д) предусмотрено также цветовое кодирование для отображения следующих состояний переменных: "снят с опроса", "снят с сигнализации", "недостоверное значение".

Лингвистическое обеспечение разработчиков, наладчиков и обслуживающего персонала ПТК содержит:

- а) пакет программ генерации структуры комплекса технических средств и программного обеспечения;
- б) средства заполнения баз данных;
- в) языки описания характерных задач первичной обработки информации, автоматического регулирования, логического управления действиями защит, дистанционного управления;
- г) средства формирования видеокадров, отчетов (протоколов) и архивов;
- д) способ включения в систему информационно-вычислительных задач, требующих индивидуального подхода (расчет техника - экономических показателей, диагностика и т.п.).

Язык технологического программирования обладает средствами документирования, позволяющими совмещать собственно программирование контроллеров с получением документации в удобных для служб эксплуатации и наладки форматах. Работа с "технологическим" языком сводится к применению небольшого числа простых и наглядных правил, каждое из которых имеет выраженный "технологический" смысл.

3.3.2 Информационное обеспечение. Информационное обеспечение обеспечивает на всех этапах существования АСУ ТП на базе ПТК "КРУГ-2000" оперативное представление достоверной, своевременной и полной информации, необходимой различным категориям пользователей для решения целевых задач управления.

Информационное обеспечение определяет знания о технологическом процессе средств автоматизации объекта управления на представительном и внутри машинном уровнях системы и механизмы межуровневого перевода данных и их переработки.

Информационный обмен между техническими компонентами системы базируется на использовании единых сетевых протоколов взаимодействия. Способы хранения и передачи информации предусматривают ее помехоустойчивое кодирование и защиту от несанкционированного доступа.

Для кодирования технологического оборудования, технических средств ПТК, физических или виртуальных автоматических устройств, алгоритмов и программ использована единая система кодирования.

3.3.3 Математическое обеспечение.

3.3.3.1 Модули управления задвижками. Математическое обеспечение определяет соответствие на всех этапах разработки и эксплуатации АСУ ТП методы, модели и алгоритмы обработки информации для целевых задач управления.

Алгоритмы оперативного контроля и управления имеют высокую оперативность исполнения (минимальное количество ветвлений, условных переходов и прерываний) при разумной их длине. Разработанные алгоритмы управления прикладными процессами обладают высокой надежностью и устойчивостью. Не допускается наличия тупиковых ситуаций.

Для обеспечения требуемой устойчивости управления используются мажоритарная логика и резервирование.

Математическое обеспечение вычислительных задач включает следующие программы: вычисление элементарных функций, линейная табличная интерполяция. Кроме этого, математическое обеспечение включает программы, осуществляющие сервисные функции при обработке информации (сортировка, фильтрация, выполнение арифметических операций над массивами данных и др.).

Математическое обеспечение управляющих функций ПТК строится по блочно-модульному принципу.

Для характерных задач управления и основных типов исполнительных механизмов (ИМ) предусматриваются следующие типовые модули:

- а) управления задвижками, регулирующими клапанами;
- б) автоматического регулирования;
- в) управления двигателями;
- г) сигнализации;
- д) автоматического включения резерва.

Типы основных модулей и их модификации уточняются при проектировании.

Алгоритмы управления и регулирования описываются на технологическом языке и осуществляют компоновку и настройку типовых модулей на решение конкретных задач, а также формируют их входную и выходную информацию.

Математическое обеспечение задач регулирования строится на базе библиотеки типовых программных модулей регулирования и осуществляет их привязку для реализации соответствующих регуляторов.

Управление задвижками удовлетворяет следующим требованиям. Отмена команды управления до ее полного выполнения осуществляется подачей противоположной команды. Осуществляется контроль времени выполнения управляющей команды ИМ задвижки. При превышении заданной величины контрольного времени команда управления снимается. Превышение контрольного времени регистрируется и сигнализируется.

3.3.3.2 Модули автоматического регулирования. Библиотека программных модулей автоматического регулирования включает:

- а) модуль ПИ-, ПИД - регулятора;
- б) модуль П-, ПИ-, ПИД - корректора;
- в) модуль интегродифференцирующего звена;
- г) модуль дифференциатора;
- д) модуль нелинейных преобразований;
- е) модули выделения минимального и максимального значений;
- ж) стандартные модули арифметических и логических операций.

Модуль ПИ-, ПИД - регулятора реализует следующие функции:

- а) безударное включение регулятора на текущее значение параметра с постепенным установлением параметра на заданное значение;
- б) расчет и демпфирование сигнала разбаланса между текущим и заданным значениями параметра;
- в) дистанционное изменение задания регулятору;

- г) формирование зоны нечувствительности;
- д) расчет перемещения регулирующего органа по ПИ-, ПИД - закону регулирования;
- е) расчет управляющих команд на регулирующий орган.

Параметры настройки модуля ПИД - регулятора (базовые) вводятся в десятичном коде с натуральными размерностями.

Предусматривается возможность расчета и ввода параметров настройки ПИ, ПИД - регулятора из пользовательских программ, написанных на технологическом языке.

Модуль П-, ПИ-, ПИД - корректора реализует следующие функции:

- а) безударное включение корректора на текущее значение параметра с постепенным установлением параметра на заданное значение;
- б) расчет и демпфирование сигнала разбаланса между текущим и заданным значениями параметра;
- в) дистанционное изменение задания корректору при его включении в автоматический режим и дистанционное изменение задания подчиненному регулятору при отключенном корректоре;
- г) формирование зоны нечувствительности;
- д) формирование изменения выходной величины задания подчиненному регулятору по П-, ПИ-, ПИД - закону.

Параметры настройки модуля П-, ПИ-, ПИД - корректора (базовые) вводятся в десятичном коде с натуральными размерностями. Предусматривается возможность расчета и ввода параметров автоподстройки корректора из других программных модулей.

Модуль интегро - дифференцирующего звена выполняет преобразование в соответствии со своей общепринятой передаточной функцией. Задание базовых значений величин звена осуществляется в десятичном коде с натуральными размерностями.

Модуль дифференциатора выполняет преобразования в соответствии со своей общепринятой передаточной функцией. Задание базовых значений величин осуществляется в десятичном коде с натуральными размерностями.

Модуль нелинейных преобразований реализует преобразование входной информации по произвольному нелинейному закону, задаваемому кусочно-линейной функцией. Границы участков аппроксимации задаются с физическими размерностями в десятичном коде. Количество участков - не менее 10.

Реализована возможность реализации модулей средствами технологического языка.

3.4 Технические характеристики

3.4.1 Техническое обеспечение. Программно-технический комплекс представляет собой интегрированную иерархическую систему, состоящую из аппаратно- и программно совместимых технических средств, объединенных средствами передачи данных. ПТК удовлетворяет следующим требованиям:

а) Рациональность структуры в условиях интенсивного развития номенклатуры средств и расширения состава информационно-вычислительных и управляющих функций системы:

1) гибкость структуры, обеспечиваемой модульностью технических средств и программного обеспечения;

2) возможность построения многоуровневых многомашинных комплексов, обеспечивающих территориальную рассредоточенность совместно с распределенной обработкой информации и управлением;

3) возможности развития системы путем модульного наращивания подсистем и функций в объеме не менее чем 10 - 15 %.

б) Программно-технический комплекс включает в себя следующие компоненты:

- 1) Контроллеры;
- 2) системы и средства передачи данных, в том числе локальные сети;
- 3) средства представления информации - станции оператора (вычислительные средства, цветные мониторы, принтеры и т.п.);
- 4) технические средства архивирования;
- 5) система бесперебойного питания;
- 6) сервисные средства для эксплуатации, проверки, контроля работы, наладки и обслуживания системы.

3.4.2 Контроллеры и монтажные шкафы. Контроллеры представляют собой однородные микропроцессорные устройства, выполненные на однокристальной элементной базе. Вычислительная часть контроллеров предпочтительно представлена IBM PC/AT совместимой платой промышленного исполнения.

Многофункциональность контроллеров достигается за счет математического обеспечения и параметрирования. Под "параметрированием" понимается процесс заполнения базы данных ПТК, т.е. занесение данных об атрибутах (параметрах настройки) всех переменных и т.п. с помощью специальных экранных форм ("Генератор базы данных").

Контроллеры имеют модульную структуру, чтобы при изменении набора и количества модулей можно было конфигурировать устройства различной информационной и вычислительной мощности.

Контроллеры в части сбора и первичной обработки информации обеспечивают:

- а) ввод информации от датчиков дискретных сигналов;
- б) ввод унифицированных аналоговых сигналов, сигналов термопар и термометров сопротивления;
- в) циклический и адресный опрос датчиков;
- г) фильтрацию и сглаживание значений параметров;

- д) линеаризацию нелинейности характеристик датчиков: масштабирование (приведение к физической шкале) значений параметров;
- е) компенсацию температуры холодных спаев, извлечение корня квадратного;
- ж) смещение нуля шкалы измеряемого параметра - контроль нарушения предупредительных границ, аварийных значений, уставок;
- з) контроль достоверности по граничным значениям, скорости изменения (или по другим критериям);
- и) фиксацию события (присвоение метки времени) и формирование его признака;
- к) контроль состояния позиционных датчиков с привязкой ко времени измерения и состояния.

Контроллеры в части воздействия на процесс обеспечивают:

- а) прием команд оператора, противоаварийных защит, формирование команд управления исполнительными механизмами;
- б) формирование команд противоаварийных защит по технологическим параметрам и действиям оператора;
- в) формирование управляющих воздействий для реализации законов регулирования (П-, ПИ-, ПИД и т. п.);
- г) управление исполнительными механизмами, контроль их состояния.

Контроллеры рассчитаны на следующие аналоговые входные сигналы:

- а) унифицированные сигналы постоянного тока 0 - 5, +/-5, 0 - 20, 4 - 20, +/-20 мА (ГОСТ 26011-080);
- б) унифицированные сигналы постоянного напряжения 0 - 5; 0 - 10. +/-5, +/-10 В;
- в) сигналы термопар градуировок ТХА и ТХК (ГОСТ 3044-84);
- г) сигналы термосопротивлений ТСМ и ТСП номиналом 50 и 100 Ом (ГОСТ 6651-78).

Предусмотрено подавление помех общего и нормального видов.

Контроллеры рассчитаны на дискретные входные сигналы постоянного напряжения в диапазоне:

- а) логический ноль от 0 до 6 В;
- б) логическая единица от 18 до 30 В.

Контроллеры обеспечивают ввод сигналов от дискретных датчиков типа "сухой" контакт с подавлением "дребезга" контактов.

Каждый аналоговый и дискретный вход контроллера гальванически изолирован от всех других цепей контроллера. Гальваническая развязка выдерживает синусоидальное напряжение с амплитудой до 100 В и импульсное напряжение длительностью до 50 мкс с амплитудой до 1500 В.

Контроллеры сертифицированы и внесены в Государственный реестр средств измерений.

Модули вывода аналоговых сигналов соответствуют принятым в проекте типам исполнительных механизмов. Основная приведенная погрешность - не более 0.1%.

Модули вывода аналоговых сигналов выполняются с гальваническим разделением каналов не менее 1500 В.

Модули вывода дискретных сигналов представлены:

- а) изменяющимся активным сопротивлением выходной цепи при питании со стороны нагрузки напряжением 24 В и током до 0,25 А постоянного тока;
- б) переключающимися контактами с коммутационными возможностями по напряжению до 220 В и току до 0,5 А.

При использовании выходных дискретных сигналов для управления исполнительными механизмами (задвижкой, двигателем), пусковыми устройствами, которые потребляют мощность большую, чем указано выше, применяются силовые преобразователи 24/220 В с выходным током не менее 5 А, входящие в состав аппаратуры ПТК.

Выходные каналы устройств вывода дискретных сигналов гальванически разделены один от другого не менее 1500 В.

Контроллеры имеют в составе сетевые устройства для включения в локальную вычислительную сеть. При этом обеспечиваются соответствующие объемно-временные характеристики обмена информацией между контроллерами и устройствами верхнего уровня.

Связь между контроллерами и верхним уровнем цифровая, помехоустойчивая, защищенная от отказов или разрушения аппаратуры системы связи, защищенная на случай отказов резервированием.

В случае нарушения работы сети контроллеры обеспечивают автоматическую работу с безударным включением в сеть при восстановлении.

Предусматривается возможность выполнения через интерфейсный канал всех процедур технологического программирования и настройки контроллера. Предусматривается возможность изменения значений параметров настройки по заданному перечню этих параметров без вывода контроллера из режима управления.

Контроллер оснащен аппаратно-программными средствами самодиагностики. Информация о работе этих средств формируется с помощью:

- а) индикаторов, расположенных в контроллере;
- б) сообщений, передаваемых абоненту через интерфейсный канал.

Контроллеры обеспечивают автоматический перезапуск (watchdog) при останове циклически выполняемых программ, а также автоматический перезапуск (при необходимости) после восстановления питания.

Контроллеры обладают энергонезависимой памятью.

Контроллеры имеют наработку на отказ не менее 50 тыс. часов.

Предусматривается возможность проектного увеличения надежности контроллера путем

- а) резервирования модулей ввода-вывода в пределах одного контроллера;
- б) дублирования контроллеров.

Контроллеры для выполнения функций противоаварийных защит дублируются с автоматическим переключением в случае отказа с основного контроллера на резервный.

Схема автоматическая резервирования контроллеров TREI-5B построена таким образом, что она производит переключение при пропадании сигнала "Готовность" (READY) на основном контроллере. Сигнал "Готовность" включается при каждом обращении, к какому либо узлу контроллера и держится во включенном состоянии в течение 1 сек. Сигнал "Готовность" не включается в случае, если контроллер считается неисправен.

Контроллер считается неисправным в следующих случаях:

а) Если диагностика показывает состояние "узел неисправен". (Если переменную, обращающуюся к неисправному узлу снять с опроса, то сигнал "Готовность" возобновит своё включенное состояние.);

б) Если диагностика показывает состояние "модуль (плата) неисправен". (Если все переменные, обращающиеся к неисправному модулю снять с опроса, то сигнал "Готовность" возобновит своё включенное состояние.);

в) Если выключением специального тумблера производится ручная остановка контроллера.

Время полного цикла зеркализации резервируемых контроллеров зависит от количества резервируемых переменных. Максимальное время передачи одного паспорта переменной не превышает 60 мсек.

Система контроля фиксирует нарушения в работе контроллеров условиях их эксплуатации.

Восстановление отказавших средств на месте их установки осуществляется только заменой типовых элементов замены (ТЭЗ). Замена ТЭЗ осуществляется, как правило, без отключения питания. Замена ТЭЗ, отключение части технических средств для ремонта или профилактики не приводит к нарушениям в функционировании всего ПТК.

Среднее время восстановления работоспособности контроллера при отказе одного из модулей не более 1.

3.4.3 Станция оператора. Станция оператора обеспечивает контроль протекания технологического процесса, контроль состояния технологических параметров и оборудования, а также дистанционное управление техническими средствами.

Станция оператора обеспечивает выполнение следующих функций

- а) вывод видеокадров в виде мнемосхем, графиков, цифровой информации в виде таблиц;
- б) вывод информации об ошибках в контроллерах, связанных с данной станцией;
- в) изменение оперативных параметров и параметров настройки контроллеров;
- г) дистанционное управление аналоговыми и дискретными выходами.

В качестве вычислительного блока станции оператора применяются компьютеры ведущих мировых компьютерных фирм (офисное исполнение) со следующими характеристиками: процессоры от PENTIUM IV 2.5 МГц, высокоскоростная шина PCI, высокоскоростная кэш-память емкостью от 256 до 512 Кбайт с обратной записью, с оптимизированной архитектурой.

Дисковый интерфейс - типа Fast Wide SCSI. Графический SVGA PCI адаптер не менее чем с 64 Мб видеопамятью. Объем ОЗУ - не менее 512 Мб. Конкретный выбор характеристик оборудования будет осуществлен на этапе поставки ПТК. Кроме того, в состав станции оператора, как правило, входит плата автоматического перезапуска (поставка НПФ "КРУГ"), осуществляющая автоматический перезапуск системного блока компьютера в случаях сбоя компьютера, "зависания" или "зацикливания" системного или фирменного программного обеспечения.

Станция оператора имеет возможность архивации информации на определенную глубину и распечатки информации на принтере. Программирование функций станции ведется с помощью инструментальных

программных средств, не требующих знания и навыков в области формальных методов программирования.

Основным средством вызова информации для отображения оператору и ввода команд оператора является функциональная технологическая клавиатура пыле-, брызгозащищенного исполнения.

Кроме того, в состав станции оператора, как правило, входит плата автоматического перезапуска (поставка НПФ "КРУГ"), осуществляющая автоматический перезапуск системного блока компьютера в случаях сбоя компьютера, "зависания" или "зацикливания" системного или фирменного программного обеспечения.

3.4.4 Средства представления информации. Основными средствами отображения информации оператору являются цветные графические дисплеи высокого разрешения размером от 20" до 21" офисного исполнения в комплекте с мышью (офисного или промышленного исполнения).

Для регистрации информации (ведения отчетов, составления протоколов и т.п.) применяются устройства печати черно-белые принтеры.

3.4.5 Пульты управления. Важным звеном в АСУ ТП на базе ПТК "КРУГ-2000" является оператор-технолог (машинист, диспетчер и т.п.), рабочим местом которого является пульт управления (ПУ).

Для представления информации оператору на пульте используются:

- а) видеомониторы (цветные графические дисплеи от 17" до 21");
- б) показывающие и регистрирующие приборы для индикации отдельных параметров (опция);
- в) ключи аварийного останова технологического оборудования - экран коллективного пользования, например, видеосистема (опция).
- г) Визуальные устройства контроля и оповещения дополняются средствами звуковой сигнализации (звонки, ревуны, зуммеры);
- д) Дисплеи, как и операторские станции, в которые они входят, резервируют друг друга и взаимозаменяемы.

На цветные дисплеи выводится оперативная информация по контролируемым параметрам в виде фрагментов мнемосхем, графиков и гистограмм (барграфов) с сигнализацией отклонений параметров от допустимых значений. Для вызова информации на экраны дисплеев используются функциональные клавиатуры, позволяющие выводить нужные видеокадры простым нажатием клавиш.

Кроме того, предусмотрен инициативный (автоматический) вывод на экраны дисплеев сигнальной информации о работе оборудования (при нарушениях нормального хода технологического процесса). На панели дистанционного управления располагаются индивидуальные ключи и блоки управления для воздействия на наиболее важные (5-10%) исполнительные механизмы.

В состав ПТК входит набор универсальных пультовых конструкций производства НПФ "КРУГ", позволяющих создавать путем проектной компоновки широкий набор пультов управления.

Основные конструктивные элементы:

- а) стол оператора (для размещения клавиатур, "мышей", трэкболов и т.п.);
- б) тумба металлическая (для наружного размещения мониторов, принтеров, панелей ручного дистанционного управления);
- в) тумба металлическая (для наружного размещения мониторов, принтеров, панелей ручного дистанционного управления, а также для внутреннего размещения системных блоков, источников бесперебойного питания, автоматов, размыкателей питания, клеммников, хабов и т.д.);
- г) тумба подкатная (для размещения документации);
- д) угловые вставки (45 и 90 градусов);
- е) кресло оператора.

3.4.6 Сервер оперативной базы данных. Оперативная база данных (ОБД), т.е. СУБД реального времени, размещается на выделенном сервере ОБД.

Сервер ОБД осуществляет также хранение предыстории процесса за относительно короткий период времени (от 1 до 7 суток).

Все серверы реализуются на высоконадежной кластерной платформе DELL Power Edge. Кластер объединяет вместе два сервера. В случае отказа одного сервера, другой сервер кластера берет на себя выполнение приложений отказавшего сервера.

Предварительные технические характеристики: 2 сервера Power Edge 4300, Pentium IV, 1.5-MHz, дублированный источник питания, Processor/ 512-KB Cache, 512 MB SDRAM, PERC 2 RAID controller, Ultra Wide SCSI 9 Gb (для сервера ОБД) или 36 Gb (для сервера), дополнительное оборудование для создания кластера, Rack Mount kit, монитор 21", keyboard, mouse, Active Backplane 6 x 1.6" hot plug, MS Windows XP server v4.0 (with 10 client license).

Кроме того, в состав оборудования сервера ОБД входит плата автоматического перезапуска.

3.4.7 Архивная станция. Архивная станция обеспечивает долговременное хранение динамической информации - значений технологических параметров, периодически передаваемых ей через заданные промежутки времени или в момент аварии, расчетной информации, а также любой другой информации, обеспечивающей отчетность, анализ.

В качестве архивной станции (архивного сервера) применяются рабочие станции с характеристиками, аналогичными характеристикам станции оператора. Для полной безопасности данных и оперативного доступа архивная станция может быть оснащена матричной дисковой подсистемой RAID 5 В качестве средств долговременного хранения архивов используются магнитооптические накопители емкостью не менее 230 Мб, и/или съемные жесткие диски, которые устанавливаются в архивную станцию.

3.4.8 Инженерная станция. Инженерная станция обеспечивает инженерное обслуживание микропроцессорных контроллеров, входящих в состав средств контроля и управления - их программирование, наладку и настройку, сбор информации об отказах и сбоях. Инженерная станция

обеспечивает инженерное обслуживание рабочих станций - их программирование, наладку и настройку, контроль за работоспособностью, останов и запуск.

Инженерная станция обеспечивает контроль за работоспособностью сети, ее конфигурированием, выполнена на базе персонального IBM PC AT - совместимого компьютера офисного исполнения. В состав ПТК входит стенд для проверки модулей и узлов контроллера.

3.4.9 Системы и средства передачи информации. Все элементы ПТК объединены между собой средствами передачи данных, с помощью которых производится обмен информацией между этими элементами. Основным способом обмена информации в ПТК должен быть цифровой.

Локальная сеть базируется на сетевой 10/100 Мбит/с ETHERNET технологии (витая пара). В качестве базового протокола сетевого (и межсетевого) взаимодействия использованы протоколы семейства IP (TCP/IP, UDP) фактически признанные в качестве международного стандарта.

Это обеспечивает возможность применения разноплатформенной техники при построении, развитии и дальнейшей модернизации СИСТЕМЫ. При этом предусмотрена программная "надстройка" протокола, обеспечивающая его адаптацию к специальным требованиям, предъявляемым к обмену данными в системах реального времени.

В локальной управляющей сети реализуются следующие основные режимы обмена данными:

а) циклический, т.е. в каждом цикле обмена абонент, например станция оператора, запрашивает у другого абонента, например контроллера, определенный набор данных, например текущие значения и слова-состояния входных/выходных переменных;

б) передача команд управления;

в) передача сообщений о событиях.

В контроллерах данные хранятся в виде блоков (массивов), поэтому наиболее целесообразно по управляющей сети передавать именно массивы

данных. Классический протокол ТСП работает не с массивами, а с байтовыми потоками данных, поэтому его нельзя применять в управляющей сети без специальной адаптации. Поэтому в управляющей сети "КРУГ-2000" реализован аналог расширения стандарта RFC-1006. Этот стандарт может использоваться в интерфейсах, обращающихся как к транспортным функциям TCP, так и ISO.

Для реализации простых задач обмена в управляющей сети используется протокол UDP (User Datagram Protocol). Протокол UDP обрабатывает пакеты данных, а не потоки данных, он не обеспечивает гарантированную доставку данных (прикладная задача).

Таким образом в системе обеспечивается гарантированная доставка важных данных.

Системы передачи данных отказоустойчивы по отношению к объединенным техническим средствам, защищены от отказов аппаратуры собственно передачи данных (кабелей, разъемов и т.п.) полным дублированием всех компонентов.

Сетевые контроллеры и протоколы обмена обеспечивают выполнение требования наиболее эффективной передачи информации с учетом характеристик для выбранной магистрали потоков информации и расстояний между обслуживаемыми ею цифровыми устройствами.

Отказ каналов связи не влияет на работоспособность подключенных к ним контроллеров.

Отказ идентифицируется системой. При этом контроллер переходит на резервную сеть.

3.5 Программное обеспечение

3.5.1 Общие положения. Программное обеспечение (ПО) достаточно для реализации всех функций АСУ ТП, а также имеет средства для организации всех требуемых процессов обработки данных, позволяющие выполнять в реальном масштабе времени все автоматизированные функции во всех регламентированных режимах функционирования.

Программное обеспечение представляет собой совокупность программных средств, обеспечивающих совместно с техническими средствами контроль, управление, регулирование, а также взаимодействие с оперативным и эксплуатационным персоналом вычислительных комплексов.

Программное обеспечение (ПО) отвечает следующим принципам:

- а) модульность построения всех составляющих;
- б) иерархичность собственно ПО и данных; "скрытность" и "прозрачность" данных для программ различных уровней и приоритетов;
- в) эффективность (минимальная затрата ресурсов);
- г) открытость (возможность расширения и модификации);
- д) гибкость (возможность внесения изменений и перенастройки);
- е) надежность (соответствие заданному алгоритму, отсутствие ложных действий), защита от разрушения и несанкционированного доступа как программ, так и данных;
- ж) живучесть (выполнение возложенных функций в полном или частичном объемах при сбоях и отказах, восстановление после сбоев);
- з) унификация решений.

Все типовые задачи ПТК, связанные со сбором, обработкой, передачей, хранением и представлением информации, а также связанные с выдачей управляющих воздействий и информации на исполнительные и другие внешние устройства, программируются путем настройки, конфигурирования на технологическом языке или с помощью других программных средств, не требующих от обслуживающего персонала знаний в области применения универсальных языков программирования.

Основные типовые задачи ПТК:

- а) линеаризация характеристик первичных преобразователей (датчиков);
- б) компенсация температуры холодных спаев для термоэлектрических преобразователей;
- в) контроль достоверности сигналов;

- г) контроль отклонения сигналов за уставки;
- д) коррекция значений параметров;
- е) накопление данных в архивах (архивная информация о событиях, об аварийных ситуациях, об изменении во времени параметров, об изменении состояния автоматических устройств, о работе защит, о работе технических и программных средств ПТК, о появлении и исчезновении недостоверной информации и т.д.);

- ж) отображение информации (операторам, технологам, специалистам службы АСУТП и т.д.);

- з) технологическая сигнализация;
- и) протоколирование информации (составление отчетов);
- к) расчет и анализ ТЭП;
- л) дистанционное управление;
- м) логическое управление;
- н) автоматическое регулирование;
- о) автоматическое логическое управление и технологические блокировки;
- п) технологические защиты и защитные блокировки;
- р) сервисные функции.

Предусмотрено разделение программного обеспечения на системное, сервисное (фирменное) и пользовательское (прикладное).

Программное обеспечение реализуется на двух уровнях управления:

- а) в среде рабочих станций (операторских, инженерных, архивных), реализованных на базе IBM PC- совместимых персональных компьютеров;
- б) в среде программируемых контроллеров (также IBM PC- совместимых).

Программное обеспечение рабочих станций.

Общее программное обеспечение включает в себя сетевую операционную систему, языки программирования, текстовые редакторы.

Сетевая операционная система обеспечивает выполнение следующих функций:

- а) диспетчеризация вычислительного процесса рабочей станции в реальном масштабе времени;
- б) управление вводом-выводом информации (в том числе и для стандартных периферийных устройств);
- в) связь с локальной сетью.

В качестве операционной системы рабочих станций используется операционная система WindowsNT или WindowsXP. В качестве языков программирования используются современные языки программирования для персональных компьютеров, обеспечивающие эффективное написание вновь разрабатываемого программного обеспечения и сопряжение с заимствованным программным обеспечением.

3.5.2 Общесистемное программное обеспечение. Общесистемное программное обеспечение состоит из следующих компонентов:

- а) системы реального времени контроллеров;
- б) система реального времени сервера оперативной базы данных;
- в) системы реального времени станций оператора;
- г) система реального времени архивной станции;
- д) системы реального времени инженерной станции;
- е) программное обеспечение аппаратуры настройки контроллеров в условиях производств.

3.5.3 Программное обеспечение контроллеров. В качестве операционной системы контроллеров используются операционные системы QNX.

Операционная система контроллеров удовлетворяет следующим требованиям:

- а) это система реального времени, что означает управляемое приоритетами быстрое переключение задач;

- б) реализована многозадачность (не менее 100 задач на одной машине для QNX);
- в) реализована многопользовательность (не менее 4 терминалов на один процессор для QNX);
- г) обеспечена возможность 100%-ого "горячего" резервирования сетей (для QNX);
- д) обеспечена интегрированная работа в сети;
- е) обеспечена поддержка международных стандартных сетевых протоколов семейства IP;
- ж) широко распространена в мире для самых ответственных приложений (QNX).

Программирование контроллеров ведется на языках технологического программирования, обеспечивающих:

- а) решение задач автоматического регулирования;
- б) различные функциональные преобразования, выполняемые в реальном масштабе времени;
- в) решение задач логического и дистанционного управления;
- г) решение задач противоаварийных защит.

Программные средства автоматического регулирования предоставляют возможности для выработки воздействий на исполнительные механизмы с целью стабилизации регулируемых параметров при возникающих возмущениях.

Предусматривается возможность расчета воздействий по П-, ПИ-, ПИД и др. законам с контролем, если необходимо, величины рассогласования, управляющего воздействия и т. п.

Эксплуатационному персоналу предоставляются средства для изменения настроек регуляторов, включения или отключения регуляторов и др.

При включениях регуляторов обеспечивается безударность.

Программные средства логического управления обеспечивают возможность реализации задач управления дискретными процессами (останов, закрыть, открыть и др.).

3.5.4 Система управления базой данных (СУБД). При генерации базы данных системы используется инструментальная программа на основе СУБД, которая характеризуется следующими особенностями:

- а) удобство пользовательского интерфейса;
- б) встроенные средства повышенной производительности;
- в) возможность обеспечения параллельного управления в многопользовательском сетевом режиме;
- г) надежность сохранения целостности данных;
- д) реализован подход к обеспечению безопасности прикладных программ;
- е) обеспечено разграничение прав доступа и система паролей;
- ж) широкая распространенность.

3.5.5 Фирменное программное обеспечение. Фирменное программное обеспечение включает следующие программные средства:

- а) компоновки и генерации системы;
- б) трансляции, компоновки и выполнения программ, написанных на технологическом языке программирования;
- в) библиотека стандартных алгоритмов по управлению, регулированию и т.п.;
- г) инструментальные средства для "рисования" фрагментов мнемосхем и элементов видеокадров;
- д) программной поддержки обмена данными;
- е) организации и обслуживания логически единой, но физически и функционально распределенной базы данных;
- ж) проведения самодиагностики и тестирования аппаратуры и программного обеспечения;

з) разработки и включения в состав математического обеспечения ПТК и СИСТЕМЫ программ, написанных на универсальных языках программирования;

и) средства формирования и обслуживания локальных баз данных;

к) средства организации вычислительного процесса;

л) средства разработки (редакторы, линкеры, отладчики, трансляторы и т.п.).

Конфигурирование осуществляется путем последовательного заполнения ряда экранных таблиц. Редактор динамики выполняет, в том числе, функции графического редактора и обеспечивает рисование (с помощью мнемонического меню, курсора или "мыши") следующих статических элементов функциональных схем: линия, круг, эллипс, прямоугольник, спецсимволы, текст и др.

Редактор динамики используется для отображения динамически изменяющихся элементов мнемосхем и обеспечивает вывод на экран следующих динамических элементов:

а) текущее значение аналоговой переменной в символьном виде;

б) состояние дискретной переменной в виде состояния логического сигнала, например, "ВКЛ", "ОТКЛ", "ОТКРЫТО", "ЗАКРЫТО";

в) динамический барграф, меняющий свою длину в зависимости от величины аналогового параметра;

г) динамический элемент мигания определенного поля мнемосхемы;

д) динамическая виртуальная клавиша, при нажатии на которую происходит переход от текущей мнемосхемы на любую другую программное обеспечение выбору;

е) динамическая область мнемосхемы, на которой может высвечиваться различные "картинки" (кадры) в зависимости от взаимного состояния дискретных переменных и других логических сигналов.

Генератор печатных документов встроен в Редактор динамики и предназначен для настройки режимного листа и генерации отчетных печатных

документов произвольного формата. Технологический язык КРУГОЛ предназначен для обеспечения возможности реализации задач Пользователя в реальном режиме времени.

Технологический язык обеспечивает выполнение следующих операций:

- а) алгебраические, арифметические и логические операции над переменными различных типов, а также константами;
- б) операции с часовыми, минутными и секундными таймерами;
- в) операции с условными и безусловными операторами (ЕСЛИ...ТОГДА...ИНАЧЕ ... и т.д.);
- г) операции с алгоблоками (включая возможность создания пользователем библиотеки алгоблоков);
- д) чтение значений переменных из трендов (часовых, сменных, суточных);
- е) чтение значений переменных из таблиц нелинейности;
- ж) запись сообщений в Протокол сообщений;
- з) обращение к астрономической дате, к астрономическому времени;
- и) работа с массивами переменных одного типа и др.

В пакете программ предусмотрена функция верификации, т.е. проверки базы данных на непротиворечивость после генерации системы и для проверки правильности внесения изменений. Верификатор обеспечивает проверку на дублирование адресов и позиций переменных, проверку на отсутствие переменных Базы данных в созданных или измененных видеокдрах. Обеспечивается автоматическое документирование созданной базы данных и результатов верификации.

3.5.6 Система автоматизации проектирования АСУ ТП. Подсистема САПР позволяет автоматизировать создание следующих документов: Перечень измеряемых параметров (температура, давление, расход и прочее).

- а) Спецификацию аппаратуры;
- б) Схемы кабельных соединений приборов;

SCADA КРУГ-2000 - это разработанные и много лет успешно эксплуатируемые АСУ ТП на лучших предприятиях СНГ по переработке нефти и газа, в энергетике, химической промышленности и многих других отраслях производства.

Программное обеспечение (ПО) SCADA КРУГ-2000 имеет мощную базу данных, удобный и простой графический интерфейс, среду разработки программ пользователя, модульную среду исполнения и современные средства экспорта/импорта данных. Кроме этого, в НПФ "КРУГ" разработана Среда Исполнения для PC-совместимых контроллеров, которая функционирует под управлением операционных систем QNX, LINUX, DOS.

Использование этой среды одновременно с применением SCADA КРУГ-2000 позволяет создавать наиболее эффективные АСУ ТП с наилучшими характеристиками, как по надежности, так и по быстродействию.

Таким образом, программного обеспечения НПФ "КРУГ" вполне достаточно для построения систем контроля и управления технологическими процессами любой конфигурации и необходимого уровня сложности.

Базовым понятием для определения цены программного продукта SCADA КРУГ-2000 является "точка ввода/вывода".

Для описания физических (входных и выходных) параметров объекта автоматизации, как правило, используется набор атрибутов. Эти атрибуты можно условно разделить на атрибуты физической привязки (конфигурационная информация), оперативно изменяемые атрибуты (значение, состояние) и паспортная информация (например, уставки, флаги обработок и другие). В большинстве SCADA систем для описания такого физического параметра используется множество тэгов. И именно тэг является той единицей, на которой базируется определение цены продукта.

В SCADA КРУГ-2000 ВСЕ вышеуказанный набор атрибутов для одной переменной составляет 1 (одну) точку ввода/вывода. И цена SCADA КРУГ-2000 определяется, исходя из количества точек ввода/вывода.

Пример. Одна переменная типа "Входная аналоговая" включает в себя

атрибуты: номер канала, номер платы, номер входа, текущее значение, состояние, уставки, границы сигнализации, позицию, наименование и многие другие (порядка 100 атрибутов). SCADA "КРУГ-2000" учитывает данную переменную как одну точку ввода/вывода.

И, наконец, точка ввода/вывода - это переменная Базы Данных (БД), зарегистрированная в любом канале связи, т.е. входная или выходная переменная, участвующая в обмене Сервера БД или Сервера Архивной Базы Данных (АБД) с Сервером ввода-вывода, контроллером, модулем. Из этого следует, что все переменные, необходимые для выполнения расчетных задач, например, промежуточные и отчетные параметры, НЕ УЧИТЫВАЮТСЯ при определении цены.

Это же относится и к трендам. Их количество не учитывается при подсчете количества точек ввода/вывода.

Программный продукт "Файл-обмен" предназначен для обмена данными между "КРУГ-2000" (версия NT) и внешними системами, находящимися под управлением операционной системой Microsoft Windows NT/2000/XP. Настройка модуля "Файл-обмен" осуществляется в генераторе базы данных "КРУГ-2000" (версия NT).

3.5.8 Функции. Обмен осуществляется любыми атрибутами переменных следующих типов: входная аналоговая (ВА), входная дискретная (ВД), ручной ввод (РВ), дискретная выходная (ДВ) и аналоговая выходная (АВ). При обмене есть возможность передавать (принимать) диагностические признаки по переменным. Диагностические признаки передаются (принимаются) опционально.

Для передачи контроллерных переменных во внешнюю систему не надо вводить дополнительные переменные и выполнять внутренние присвоения на "КРУГОЛЕ", т.е. размер базы данных не увеличивается. Переменные, принимаемые "КРУГ-2000" от внешней системы, проходят через стандартную процедуру обработки.

Обмен данными может осуществляться с периодичностью 10 секунд и выше. "КРУГ-2000" может одновременно поддерживать только 1 модуль файл сервера на прием и только 1 модуль на передачу.

3.5.9 Типы и форматы данных обмена. В обмене участвуют пары файлов: файл описания и файл данных. Файл данных может быть представлен только в бинарном виде.

Файл описания - это текстовый файл, который содержит заголовок (служебная информация) и строки описания данных. Строки описания содержат информацию о типах данных и расположении данных в файле данных. Бинарный файл данных - это файл, который содержит заголовок (служебная информация) и массив адресуемых строк. При использовании в обмене бинарного файла данных, переменные логического типа компонуются в один байт (т.е. один байт содержит восемь значений переменных), что уменьшает размер файла данных.

3.5.10 Визуализация процесса обмена данными. В системе реального времени станции оператора может быть предусмотрен системный видеокадр "Диагностика файл-обмена", который позволит управлять отдельными модулями "файл-обмен" (включать и выключать модули).

3.5.11 Настройка модуля "файл-обмен". Файл описаний для модуля "файл-обмен" на передачу или "файл-обмен" на прием должен создаваться пользователем с помощью любого текстового редактора. Привязка значений, описанных в файле описаний, осуществляется через форму "настройка файл-обмен" в генераторе базы данных. Форма "настройка файл-обмен" - это инструмент, который позволяет Вам:

- а) Загрузить файл описаний на прием;
- б) Загрузить файл описаний на передачу;
- в) Редактировать имеющиеся привязки к базе данных;
- г) Назначить периодичность передачи/приема файла данных;
- д) Назначить путь и имя к файлу данных для передачи/приема;
- е) Выбрать тип, номер и атрибут переменной для передачи/приема;

ж) Выбрать диагностический атрибут переменной для передачи/приема.

Основные структурные компоненты ПО SCADA КРУГ-2000 показаны на рисунке 1.

Главными функциями Среды разработки являются следующие:

- а) Конфигурирование создаваемой системы;
- б) Создание и верификация Базы Данных реального времени;
- в) Разработка графического интерфейса пользователя (графической базы данных);
- г) Программирование и отладка программ пользователя;
- д) Выбор и настройка алгоритмов управления;
- е) Имитация работы созданной системы контроля и управления.

Главные компоненты среды разработки:

- а) Генератор Базы Данных (ГБД);
- б) Генератор Динамики (ГД);
- в) Интегрированная среда разработки программ пользователя.

Генератор Базы Данных. Генератор Базы Данных - это программное средство для конфигурирования системы, создания и верификации БД реального времени. Конфигурирование системы включает определение характеристик следующих объектов:

- а) Переменных АСУ ТП;
- б) УСО и каналов связи;
- в) Абонентов и адаптеров;
- г) Принтеров и отчетов.

Генератор Базы Данных позволяет настроить параметры для:

- а) Резервирования;
- б) Администрирования доступа;
- в) Коррекции системного времени.

Окно Генератора Базы Данных для настройки входной аналоговой переменной приведено на рисунке 2.

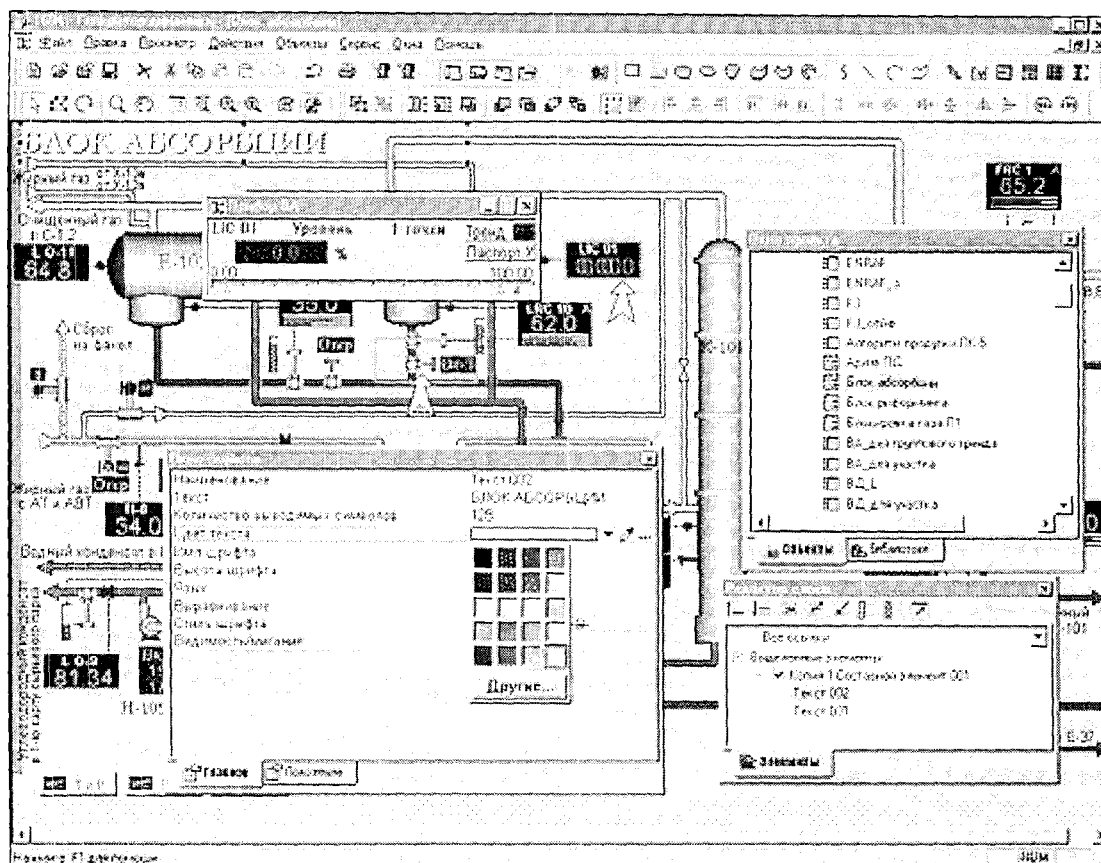


РИСУНОК 3. Генератор Динамики

3.5.13 КРУГОЛ Интегрированная среда разработки программ пользователя. Основными компонентами являются:

- а) Редактор языка структурированного текста;
- б) Редактор языка Функциональных Блочных Диаграмм;
- в) Компилятор;
- г) Отладчик;
- д) Библиотека алгоритмов управления и обработки данных;

Окно Редактора языка Функциональных Блочных Диаграмм приведено на рисунке 4

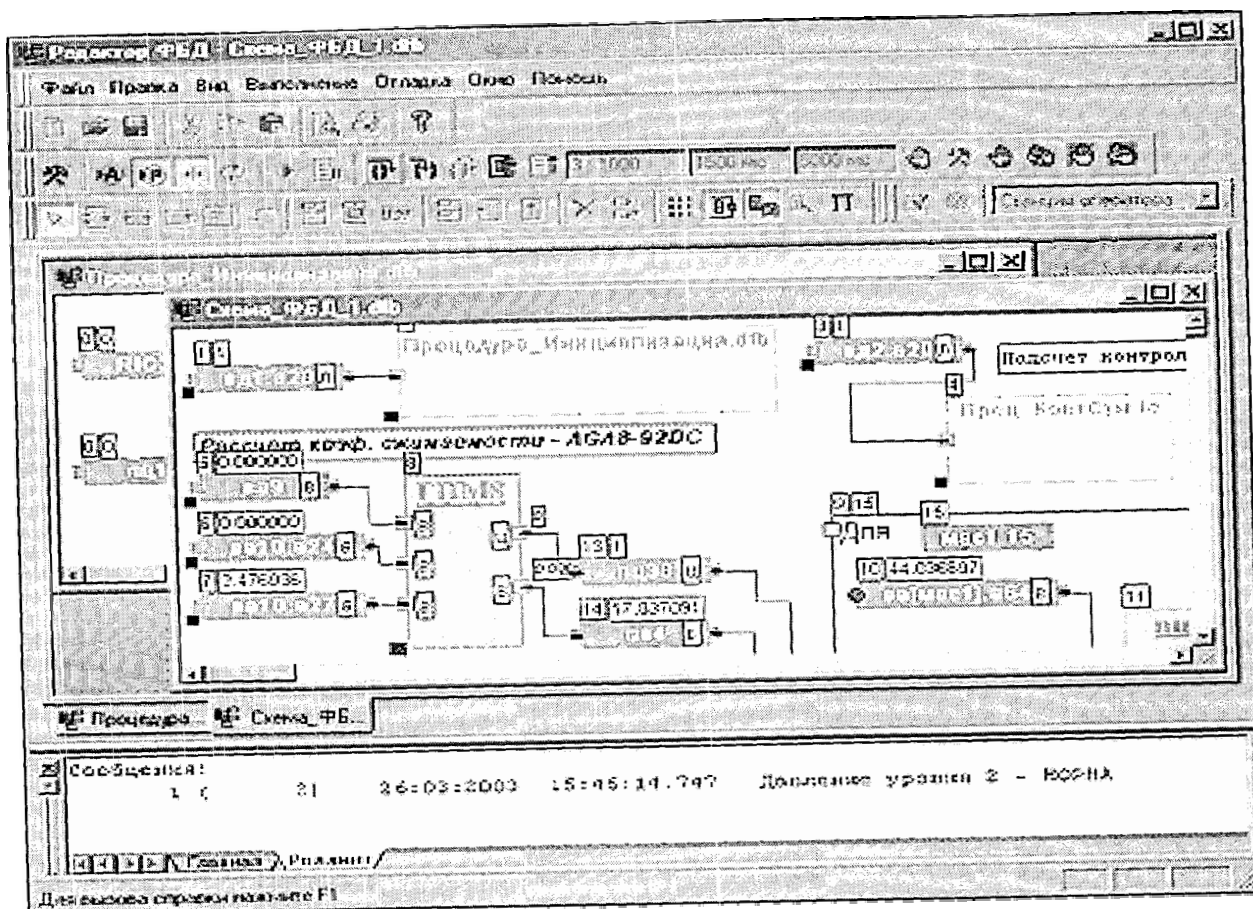


РИСУНОК 4. КГУГОЛ Редактор языка Функциональных Блочных Д

4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТА.

В проекте разрабатывается программно технический комплекс на Павлодарском нефтехимическом заводе для установки замедленного коксования (УЗК).

Существующий способ организации работы и учета текущего технологического процесса УЗК.

Недостаточный уровень контроля и за ходом технологического процесса и учета произведенной продукции;

- 1) Использования ручного труда при расчете первичной информации;
- 2) Достаточно высокий уровень потерь информации;
- 3) Большие потери времени при материального баланса ;

Основные источники экономики от внедрения ПТК являться:

- 1) Повышения производительности труда (автоматизация выполнения расчетных и учетных функций, автоматизация процессов обработки информации) ;
- 2) Более качественный учет продукции;
- 3) Улучшения качества информации (устранения дублирования информации, упорядочения системы прохождения документов)

Основной задачей ПТК является определения экономического эффекта от внедрения.

Экономический эффект – превышения полезного результата полученного при реализации мероприятия научно технического процесса над стоимостной оценкой совокупности затрат ресурсов на мероприятия.

Годовой экономический эффект можно определить по формуле:

$$\mathcal{E} = (Z_{\text{б}} - Z_{\text{н}}) - (E_{\text{н}} - K_{\text{кр}}) \quad (5.1)$$

где Э- экономический эффект в euro;

Z_0 - Годовые затраты по базовому варианту

Z_n - Годовые затраты по новому варианту

E_n - норма эффективности капитальных вложений ($E_n=0,12$)

$K_{кр}$ - норма реновации , исчисляется с учетом фактора времени в зависимости от срока службы системы (для данного срока службы 18 лет он равен 0,0625);

Затраты на реализацию сравнительных вариантов исключают и определяется по формуле:

$$Z=I+(E_n+K_{кр})K$$

Где И- годовые затраты на эксплуатацию в euro;

К- единовременные капитальные вложения;

Единовременные капитальные вложения включают в себя затраты на приобретения , доставку и наладку оборудования. Годовые текущие издержки включают в себя заработную плату обслуживающему персоналу затраты на электроэнергию , затраты на текущий ремонт и т.д.

Поскольку при проектировании системы АСТУЭ разработка ведется на основе существующей системы, то в затратах на реализацию проекта присутствуют составляющие, которые не изменяются при вычислении экономической эффективности по формуле (5.1) взаимно сокращаются.

$$\Delta Z=(Z_0-Z_n)= I_0+(E_n+K_{кр})K_0- I_n+(E_n+K_{кр}) K_n$$

отсюда

$$\Delta Z=(Z_0-Z_n)= \Delta I+(E_n+K_{кр}) \Delta K \quad (5.3)$$

ΔI - разница годовыми издержками на эксплуатацию базового варианта и нового , euro.

ΔK - разница на единовременные затраты на базовый и новый вариант , euro;

Тогда расчет экономического эффекта ведется по имеющим затратам и вложение его определяется с учетом (5.2) и примет вид :

$$\Delta E = \Delta I + (K_{np} + E_n) \Delta K / (K_{np} + E_n) \quad (5.4)$$

Капитальные вложения определяться по формуле:

$$K = K_{пв} + K_{св} \quad (5.5)$$

Где $K_{пв}$ - прямые капитальные вложения на приобретения оборудования и программных средств

$K_{св}$ - сопутствующие капитальные значения на установку, наладку обучения, euro

Прямые капитальные вложения рассчитываем следующим образом:

$$K_{пв} = C_{пр} + C_{об} \quad (5.6)$$

Сопутствующие капитальные вложения капитальные вложения найдем по формуле ;

$$K_{св} = C_m + C_{тр} \quad (5.7)$$

Где C_m - стоимость установленных и наладочных работ , euro

$C_{тр}$ - затраты, связанные с транспортировкой оборудования

Стоимость установленных и наладочных работ определим как 3% от капитальных вложений.

Затраты , связанные с транспортировкой оборудования , определяем как 1% от стоимости оборудования.

Годовые текущие издержки включают в себя заработную плату персонала , затраты на вспомогательные материалы.

Разницу годовых текущих издержек по базовому и новому варианту определения по формуле:

$$\Delta I = \Delta I_{з/пл} + \Delta I_{матр} + \Delta I_a + \Delta I_{рем} + \Delta I_э$$

где

$\Delta I_{з/пл}$ - изменения в заработной плате между базовым вариантом и новым

$\Delta I_{матр}$ - изменения затрат на вспомогательные материалы;

ΔI_a - изменения затрат на амортизационные отчисления ;

$\Delta I_{рем}$ - изменения затрат на текущий ремонт;

$\Delta I_э$, разность расхода электроэнергии между базовым и новым вариантом;

Амортизационные отчисления составляют 20% от стоимости оборудования.

4.1 Исходные расчетные данные

Исходные расчетные данные

Перечень заказываемого оборудования для модернизации ИС УЗК
Цены приведены на программное обеспечение в у.е. (без НДС). у.е. = 1 EUR.

№	Наименование	Кол-во	Цена
1	2	3	4
1	СИСТЕМА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ МОНИТОРИНГА-СЕРВЕР АБД “Круг-2000XP” (в комплекте ODBC-драйвером) (Количество переменных до 500) Исполняемый модуль. Предназначен для ведения оперативной базы данных реального времени, долговременного хранения информации (трендов, печатных документов, протоколов предаварийных ситуаций, протоколов событий). Цена за единицу: 1000	1	1000
2	WEB-КОНТРОЛЬ «Просмотровый КРУГ». Программный продукт (сервер), который обеспечивает просмотр текущей информации в виде мнемосхем, печатных документов, трендов, протокола событий на любом персональном компьютере (например, АРМ руководящего персонала) посредством MS EXPLORER. Поддержка списка “любимых” кадров; защита от несанкционированного доступа. Для 10 пользователей. Цена за единицу: 2000	1	2000
3	Универсальный конвертор данных в Excel. Конвертирует данные (в т.ч. Печатные документы и тренды) из формата КРУГ в формат MS Excel. Позволяет в Excel производить выборку по параметрам и по времени с последующим созданием твердой копии (печать). Цена за единицу: 400	1	400
4	ШЕФ-ИНЖИНИРИНГ Техническая помощь при генерации базы данных станции оператора, создании видеокадров, программировании прикладных задач, инсталляция системного и фирменного ПО, комплексная отладка программного обеспечения в условиях полигона Заказчика и т.д.	1	2600

Цена за единицу: 2600			
Итого: стоимость программного обеспечения			6000
Цены приведены на аппаратные средства в у.е. (+ НДС 20%) = 1 EUR.			
1	2	3	4
6	Персональный компьютер офисного исполнения: процессор Pentium IV 3000МГц, ОЗУ - 256Мб, жесткий диск – 60 Гб, 7200об/мин., звуковая плата с колонками (активные), флоппи-диск - 3,5" (1,44 Мб), видеоконтроллер 64Мб, монитор 21 SAMSUNG", мышь, стандартная клавиатура, CD-ROM, русифицированная ОС Windows XP Prof., адаптер Ethernet 10/100 MBT UTP Цена за единицу: 2000	2	2000
7	Адаптер интерфейса МПО4-485/PCI предназначен для организации связи IBM PC –современных компьютеров Цена за единицу: 160	2	320
8	Сетевой модем Zylax M1 Цена за единицу: 600	2	1200
9	SWITCH 8 Port 3 COM, MP Цена за единицу: 300	1	300
10	Кабель UTP (экранированный) Cat 5E Цена за метр: 0,56	100м	56
11	Сетевой фильтр Цена за единицу: 21	2	42
12	APC BACK UPS-500 RS Цена за единицу: 150	2	300
13	Контролеры TREI-5B Цена за единицу: 10000	3	30000
14	ППМ 12(пневмопреобразователь) Цена за единицу: 1000	15	15000
Итого: стоимость аппаратного обеспечения			49218
Итого: стоимость проекта по УЗК			55218

Наименования показания	Единицы измерения	Значения показаний	
		Базовый	Новый
Численность работающих, занятых обработкой данных	Человек	24	12
Основная заработная плата за год($I_{осн}$)	EURO	67764	22588
Время работы в сутки	Часов	12	12
Социальный налог	%	21	21

Стоимость оборудования $C_{об}$ равна 55218 euro.

Прямые капитальные вложения определим по формуле (5.6):

$$К_{пв} = 6000 + 49218 = 55218 \text{ тыс. euro}$$

Сопутствующие капитальные вложения найдём по формуле (5.8):

$$К_{св} = 1000 \text{ euro}$$

Капитальные затраты определим по формуле (5.5):

$$K = 55218 + 1000 = 56218 \text{ euro}$$

Годовые издержки на АСУ определим по формуле:

$$I_{\text{год асу}} = I_{\text{ам}} + I_{\text{пр}}$$

$$I_{\text{ам}} = 49218 * 0,25 = 12304,5 \text{ euro}$$

$$I_{\text{пр}} = 0,1 * I_{\text{ам}}$$

$$I_{\text{пр}} = 0,1 * 12304,5 = 1230,45 \text{ тыс. euro}$$

Итого по издержкам на АСУ

$$I_{\Sigma \text{АСУ}} = 12304,5 + 1230,45 = 13534,95 \text{ тыс. euro}$$

Расчет:

Годовой экономический эффект определим по формуле:

$$Э_{\text{год}} = Z_6 - (Z_n + Z_{\text{асу}}) - K(N_a + E_n)$$

Базовые затраты (Z_6) будут равны сумме заработной платы 2004 год .

$$Z_6 = 67764 \text{ euro.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 67764 - [(22588 + 131534,95) + 55218 (0.25 + 0.12)] = 29984,51 \text{ euro}$$

Суммарный экономический эффект найдем следующим образом:

$$\mathcal{E}_{\Sigma} = \mathcal{E}_{\text{год}} / H_a + E_n$$

$$\mathcal{E}_{\Sigma} = 29984 / 0,37 = 81039,21 \text{ тыс. euro}$$

Срок окупаемости найдем следующим образом:

$$T_{\text{ок}} = K / \mathcal{E}_{\text{год}}$$

$$T_{\text{ок}} = 56218 / 29984,51 \approx 1,8 \text{ год}$$

Таким образом, срок окупаемости составляет примерно 19 месяцев.

Расчёт показывает, что применение АСУ является целесообразным и обеспечивает ежегодную экономию затрат в размере 56218 тысяч euro.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный графический интерфейс позволит реализовать функций непосредственного регулирования с помощью мониторинга, выдача с рабочей станции оператора технолога УЗК сигналов управления насосами и задвижками. С помощью мнемосхем на которых полностью отображен технологический процесс можно не призывно следить на текущими показателями. Способность информационных функций графического интерфейса позволяет измерять и контролировать параметры, сигнализировать и регистрировать отклонения параметров от установленных границ, ручной ввод данных, формирование и выдача оперативных данных, архивирование предыстории параметров на жестком магнитном диске, расчетные задачи, анализ срабатывания блокировок и защит. Команды управления имеют наивысший приоритет, по сравнению с другими функциями системы. Величины управляющих воздействий и изменения логических состояний регистрируются в "ПРОТОКОЛЕ СОБЫТИЙ". Так же при разработке графического интерфейса учитывались функции диагностики системы к которым относятся контроль состояния связи с оборудованием, диагностика состояний узлов и плат ввода/вывода контроллера, диагностика состояний уровней входных сигналов, поступающих от первичных преобразователей, диагностика состояния связи с абонентами верхнего уровня системы, диагностика связи и состояния резервируемых серверов базы данных.

Присутствие вспомогательных функций тестирования и самодиагностика комплекса технических средств позволит с помощью графического интерфейса вовремя провести анализ ситуации и предотвратить аварийную ситуацию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Шехтман М.Б. "Круг-2000 - от пакета программ к ПТК"//ж-л "Промышленные АСУ и контроллеры", №3 1999 г.
- 2 Севастьянов Ю.С., Фокин В.М., Махотенко Ю.А. Научные и организационные основы информационной деятельности. Под ред. Г.И. Гольдгамера. – М.: Радио и связь, 1983 г. – 184 с., ил.
- 3 Кватрани, Терри. Визуальное моделирование с помощью Rational Rose 2002 и UML. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 192 с.: ил. - - Парал. тит. англ.
- 4 Мяцашек, Лешек А. Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML.: Пер. с англ. - М.: Издательский центр «Вильямс», 2002 г. – 432 с.: ил.
- 5 Глас Р, Нуазо Р. Сопровождение Программного обеспечения. Пер с англ. – М.: Мир, 1983 г. – 156 с., ил.
- 6 Бойко В.В., Савинков В.М. Проектирование баз данных информационных систем. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 1989 г. – 351 с., ил.
- 7 Белогонов Г.Г., Новоселов А.П. Автоматизация процессов накопления, поиска и общения информации. М.: Наука, 1979, 256 с., ил.
- 8 Требования и спецификации в разработке программ: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984 г. – 344 с., ил.
- 9 Шафрин Ю.А. Информационные технологии. В 2 ч.- М.: Лаборатория Базовых Знаний, 1999. – 336 с.
- 10 Хомоненко А.Д., Цыганков В.М., Мальцев М.Г. Базы данных: Учебник для высших учебных заведений. /Под ред. Проф. А.Д. Хомоненко. СПб.: КОРОНА принт, 2000г.
- 11 Атре Ш. Структурный подход к организации баз данных. Пер. с англ. А.А. Александрова, под ред. Будзко В.И. М.: Финансы и статистика, 1983, 317 с., ил.
- 12 Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на ПК. Под ред. Фигурнова

В.Э. – М.: ИНТРА-М, Финансы и статистика, 1995 г. – 384 с., ил.

13 Рудометов В.Е. Компьютер – настройка, оптимизация и разгон. – Спб.: БХВ – Санкт –Петербург, 1999 г. – 256 с., ил.

14 Зегжда Д.П., Ивашко А.М. Основы безопасности информационных систем. М.: Горячая линия – телеком, 2000 452 с., ил.

15 Афанасьев Э.В., В.Н. Ярошенко. Эффективность информационного обеспечения управления. М.: Экономика, 1987 г., 111 с.

16 Радченко В.Т., Островская Г.М. Технология автоматизированной обработки данных и организация работы ВЦ. Учебное пособие для техникумов. – М.: Энергоатомиздат, 1985 г. – 280 с.

17 Костров А.В. Основы информационного обеспечения. Уч пособие. – М.: Финансы и статистика, 2003 г. – 336 с., ил.

18 Айтхожаева Е.Ж. Пользовательские интерфейсы программных систем. Уч пособие – Алматы: Республиканский издательский кабинет, 1997 г. 87 с.

19 Самгин Э. Б. Освещение рабочих мест. М.: Издательство МИРЭА, 1989 г. 98 с., ил.

