**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**к дипломному проекту**

**Тема: Разработка системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станции канал им. Сатпаева**

**2008**

Карагандинский государственный технический университет

Факультет ЭМФ Кафедра АПП

Специальность 050702 Автоматизация и управление

**Утверждаю**

Зав. кафедрой

"\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_200\_\_\_г.

**ЗАДАНИЕ**

по дипломному проекту (работе) студента гр. АиУ-04-3

Шильниковой Арины Андреевны

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта (работы) Разработка системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станции канал им. Сатпаева утверждена приказом по университету от " 28 " 01 2008г. № 90c

2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) 4.06.08

3. Исходные данные к проекту (работе) материалы преддипломной практики

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

1 Анализ технологических процессов на насосных станциях канала

2 Разработка принципов построения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станции канала им. К. Сатпаева

3 Разработка элементов программного и технического обеспечения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станции

4 Охрана труда

5 Промышленная экология

6 Технико-экономическая эффективность разработки системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станцией канала им. К. Сатпаева

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Лист 1 - Структурная схема насосной станции как объекта контроля и управления

Лист 2 - Структурная схема системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станцией

Лист 3 - Структура программного обеспечения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станцией

Лист 4 – Система автоматического контроля расхода и давления воды на выходе насосной станции

Лист 5 – Алгоритмы и блок схема элементов программного обеспечения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления

6. Консультанты по проекту (работе, с указанием относящихся к ним разделов проекта)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Раздел | Консультанты | Подпись дата |
| Задание выдал | Задание принял |
| Охрана труда | Ералин А. Н. |  |  |
| Промышленная | Кабылбекова  |  |  |
| экология | Г. К. |  |  |
| Экономический  | Никитина О. Е. |  |  |
| раздел |  |  |  |
| Нормоконтроль | Федорашко Л. И. |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

7. Дата выдачи задания 21.01.08

Руководитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись)

Задание принял к исполнению\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись студента)

Календарный план

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование этапов дипломного проекта (работы) | Срок выполнения этапов проекта (работы) | Примечание |
| 1 | Анализ технологических процессов |  |  |
|  | на насосных станциях канала | 28.01.08 – 4.02.08 |  |
| 2 | Разработка принципов построения |  |  |
|  | системы оперативно-  |  |  |
|  | диспетчерского контроля и  |  |  |
|  | управления насосной станции |  |  |
|  | канала им. К. Сатпаева | 4.02.08 – 15.02.08 |  |
| 3 | Разработка элементов  |  |  |
|  | программного и технического  |  |  |
|  | обеспечения системы оперативно- |  |  |
|  | диспетчерского контроля и  |  |  |
|  | управления насосной станции | 15.02.08 – 3.03.08 |  |
| 4 | Охрана труда | 3.03.08 – 10.03.08 |  |
| 5 | Промышленная экология | 10.03.08 – 28.03.08 |  |
| 6 | Экологическая часть | 28.03.08 – 3.04.08 |  |
| 7 | Графическая часть | 3.04.08 – 10.04.08 |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Студент дипломник Шильникова А.А.

Руководитель проекта Фешин Б.Н.

**Аннотация**

Рассмотрим основные вопросы и задачи разработки системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станцией РГП «Канал им. К. Сатпаева».

В дипломном проекте была поставлена задача разработки системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станцией РГП «Канал им. К. Сатпаева». С целью решения поставленной задачи был произведен анализ технологических процессов на насосных станциях канала, а также анализ существующих элементов АСУ ТП насосных станций. По полученным в ходе анализа результатам были разработаны требования к системе оперативно-диспетчерского контроля и управления насосных станций, исходя из требований, были разработаны принципы построения системы. В частности была выбрана наиболее подходящая SCADA-система: WinCC фирмы Siemens.

Была разработана структура, как самой системы оперативно-диспетчерского контроля и управления, так и ее программного обеспечения. Функционально структура системы оперативно-диспетчерского контроля и управления РГП «Канал им. К. Сатпаева» в соответствие с требованиями должна состоять из четырех подсистем:

* измерений электроэнергии и воды;
* сбора данных;
* телекоммуникаций;
* отображения, хранения и управления данными.

В состав ПО системы оперативно-диспетчерского контроля и управления в соответствии со структурой должны входить:

а) ПО системы гарантированной доставки данных SINAUT;

б) ПО счетчика интерфейсом RS-485;

в) ПО логического контроллера S7-300;

г) ПО панели операторов;

д) ПО сервера БД и приложений;

е) ПО АРМ специалистов.

Было выбрано техническое обеспечение, то есть был выбран комплекс технических средств подсистемы измерения, подсистемы сбора данных, подсистемы телекоммуникаций, подсистемы отображения, хранения и управления данными. После того как была разработана система оперативно-диспетчерского контроля и управления, были разработаны элементы программного и технического обеспечения системы: система автоматического контроля расхода и давления воды на выходе насосной станции, элементы программного обеспечения системы.

Осуществлен расчет экономических затрат. Разработаны мероприятия по охране труда и освещены проблемы промышленной экологии.

**Тұжырым**

«Қ. Сатпаев атындағы канал» РМК сорғыш станцияларын тікелей-диспетчерлік бақылау мен басқару жүйесін жетілдіру туралы негізгі мәселелер мен міндеттер талқыланады.

Дипломдық жобада «Қ. Сатпаев атындағы канал» РМК сорғыш станциясын тікелей-диспетчерлік бақылау мен басқару жүйесін жетілдіру туралы міндет қойылған. Қойылған міндетті шешу мақсатымен каналдың сорғыш станцияларында технологиялық процесстерге талдау жасалды, және де сорғыш станцияларының ТПБАЖ казіргі элементтерін талдады. Талдау негізінде алынған нәтижеге сүйеніп сорғыш станцияларын тікелей-диспетчетлік бақылау мен басқару жүйесіне міндетті ережелер жетілдірді, ал міндетті ережелерге сүйеніп жүйе салыну принциптері жетілдірді. Яғни ең қолайлы SCADA-жүйесі: WinCC Siemens фирмасының таңдалды.

Тікелей-диспетчерлік бақылау мен басқару жүйесінің өзіне қатысты, және де программаны қамтамасыз ету құрылымы жетілдірді.

«Қ. Сатпаев атындағы канал» РМК тікелей-диспетчерлік бақылау мен басқару жүйесінің функционалдық құрылымы талаптарына сәйкес төрт ішкі жүйеден тұру керек:

* электр энергия мен суды өлшеу;
* мәліметтерді жинау;
* телекоммуникациялық;
* мәліметтерді бейнелеу, сақтау мен басқару.

Тікелей-диспетчерлік бақылау мен басқару жүйесіне өндірістік бөлімше (ӨБ) ретінде құрылымға сәйкес кіру керек:

* 1. SINAUT мәліметтерді кепілдік жеткізу жүйенің өндірістік бөлімшесі (ӨБ);
	2. RS-485 интерфейстің есепші ӨБ;
	3. S7-300 қисынды контроллердің ӨБ;
	4. операторлық панелдың ӨБ;
	5. мәліметтер негізінің сервер мен қосымшаның ӨБ;
	6. мамандардың АЖО ӨБ.

Техникалық қамтамасыз ету таңдалды, бұның ішінде: өлшеу жүесі, мәліметтер жинау жүйесі, телекоммуникациялық жүйесі, мәліметтерді бейнелеу, сақтау мен басқару жүйесі тармақтақтарының техникалық жабдық жинақысы. Тікелей-диспетчерлік бақылау мен басқару жүйесі жетілдірілгеннен кейін, программалық және техникалық қамтамасыз ету жүйесінің элементтері жетілдірді: сорғыш станциясының шығуында судың шығыны мен қысымын автоматты бақылау жүйесі, жүйенің программалық қамтамасыз ету элементтері.

Экономикалық шығындардың есептеуі іске асырылды. Жұмыс қорғау шаралары жетілдірді және өнеркәсіп экологиялық мәселелер қарастырылды.

**Содержание**

# Обозначения и сокращения

# Введение

1 Анализ технологических процессов на насосных станциях канала

1.1 Технологические процессы насосных станций

1.2 Структура, назначения, технические характеристики и информационные потоки на насосных станциях

1.3 Анализ существующих элементов АСУ ТП насосных станций

1.4 Разработка требований к системе оперативно-диспетчерского контроля и управления насосных станций. Постановка задач дипломного проекта

2 Разработка принципов построения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станции канала им. К. Сатпаева

2.1 Анализ и выбор SCADA-систем

2.2 Разработка структуры системы оперативно-диспетчерского контроля и управления

2.3 Обоснование и выбор технического обеспечения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления

2.4 Разработка структуры программного обеспечения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления

3 Разработка элементов программного и технического обеспечения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станции

3.1 Разработка системы автоматического контроля расхода и давления воды на выходе насосной станции

3.2 Разработка элементов программного обеспечения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления

4 Охрана труда

4.1 Анализ опасных и вредных факторов на рабочем месте

4.2 Мероприятия по снижению опасных и вредных факторов на рабочем месте

4.3 Меры пожарной безопасности

5 Промышленная экология

6 Технико-экономическая эффективность разработки системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станцией канала им. К. Сатпаева

6.1 Расчет стоимости создания системы оперативно-диспетчерского контроля и управления

6.2 Обоснование эффективности создания системы оперативно-диспетчерского контроля и управления

# Заключение

Список использованных источников

## *Обозначения и сокращения*

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом.

РГП – республиканское государственное предприятие.

## **НС – насосная станция.**

### **НСП – насосная станция перекачки дренажных вод.**

### **НА – насосный агрегат.**

### **ПС – перегораживающее сооружение.**

### **В/в – водовыпуск.**

### **В/с – водосброс.**

### **В/з – водозабор.**

### **Д – дюкер.**

### **КИП – контрольно-измерительный пункт.**

УСД – устройство сбора данных.

БД – база данных.

ПО – программное обеспечение.

АРМ – автоматизированное рабочее место.

ИИК – измерительно-информационный комплекс.

ТТ – трансформатор тока.

ТН – трансформатор напряжения.

ТСН – трансформатор собственных нужд.

РЦСОИ – региональный центр сбора и обработки информации.

ГЦСОИ – главный центр сбора и обработки информации.

ПКИ – пункт контроля и информации.

АО «KEGOC» – системный оператор.

УО – удаленный объект.

ВЭП – выключатель электронный путевой.

СО – системный оператор.

КТС – комплекс технических средств.

УСПД – устройство сбора и передачи данных.

ПЛК – программируемый логический контроллер.

СУБД – система управления базой данных.

ОС – операционная система.

ПТК – программно-технический комплекс.

СВТ – средства вычислительной техники.

ИВК – информационно-вычислительный комплекс.

КФ – карагандинский филиал.

КСВ – клапан срыва вакуума.

КУ – ключ управления.

АИИС КУЭ – автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии, водоучета и контроля технологических параметров объектов.

САР – система автоматического регулирования.

р.х. – рыбохозяйственный.

х.п. – хозяйственно-питьевой.

ТБ – техника безопасности.

ЭЛТ – электронно-лучевая трубка.

ЭП – электропитание.

#### **ПДК – предельно допустимые концентрации.**

##### **ПДС – предельно допустимые сбросы.**

##### **ВСС – временно согласованные сбросы.**

СЭС – санитарно-эпидемиологическая служба.

АСУП – автоматизированная система управления производством.

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина.

ЛСА – логическая схема алгоритма.

ВДТ – видеодисплейные терминалы.

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

Тег – ключевое слово для категоризации чего-либо.

# Введение

## В настоящее время в связи с ростом производства важной задачей, требующей углубленного изучения и принятия наиболее приемлемых решений, является обеспечение предприятий водой. Даже для выплавки и проката стали просто необходима вода, причем в больших объёмах, не говоря уже о производстве продуктов питания. Важную роль вода играет и в повседневной жизни, ведь мы даже не можем себе представить и одного дня без воды. Поэтому просто необходимо заниматься решением задач по гарантированному и бесперебойному обеспечению питьевой и технической водой объектов бытового и промышленного назначения.

На сегодняшний день системы водоснабжения представляют собой комплекс сооружений, предназначенных для снабжения потребителей водой в необходимых количествах, требуемого качества и под требуемым напором. Системы состоят из сооружений для забора воды, из источника водоснабжения, ее обработки, перекачки воды к потребителю и сооружений для ее хранения.

В зависимости от вида обслуживаемого объекта системы водоснабжения подразделяются на городские, промышленные, сельскохозяйственные, железнодорожные и другие. Если системы водоснабжения обеспечивают водой отдельные районы страны или группы различных населенных пунктов и других объектов, то они называются районными или групповыми системами. В зависимости от вида потребителей системы водоснабжения выполняют функции хозяйственно-питьевых, производственных, противопожарных, поливочных водопроводов. Системы водоснабжения могут быть объединенными (едиными), неполно раздельными и раздельными. В зависимости от способов транспортирования воды системы водоснабжения подразделяются на напорные и безнапороные. Также системы водоснабжения подразделяются на водопроводы, забирающие воду из поверхностных источников (рек, озер, водохранилищ и морей), и на водопроводы, забирающие воду из подземных источников (артезианских и родниковых). Бывают смешанные системы, предусматривающие забор воды, как из поверхностных, так и из подземных источников [1].

На сегодняшний день важно не только использовать современное электрооборудование для оснащения насосных станций, но и применять автоматизированные средства для контроля и управления насосными станциями.

На сегодняшний момент АСУ ТП характеризуются внедрением в управление технологическими процессами вычислительной техники. Вначале – применение микропроцессоров, использование на отдельных фазах управления вычислительных систем; затем – активное развитие человеко-машинных систем управления, инженерной психологии, методов и моделей исследования операций и, наконец, - диспетчерское управление на основе автоматических информационных систем сбора данных и современных вычислительных комплексов.

В настоящем дипломном проекте задача контроля и управления электрооборудованием насосной станции будет решена посредством разработки системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станцией на базе SCADA-системы WinCC фирмы Siemens.

SCADA-системы – это новое направление автоматизации производственных процессов и производств на базе средств вычислительной техники и специализированного программного обеспечения. SCADA – процесс сбора информации реального времени с удаленных точек (объектов) для обработки, анализа и возможного управления удаленными объектами. Требование обработки реального времени обусловлено необходимостью доставки (выдачи) всех необходимых событий (сообщений) и данных на центральный интерфейс оператора (диспетчера). В то же время понятие «реального времени» отличается для различных SCADA-систем.

Прообразом современных систем SCADA на ранних стадиях развития автоматизированных систем управления являлись системы телеметрии и сигнализации.

Две основные функции, возлагаемые на SCADA-систему:

* сбор данных о контролируемом технологическом процессе;
* управление технологическим процессом, реализуемое ответственными лицами на основе собранных данных и правил (критериев), выполнение которых обеспечивает наибольшую эффективность и безопасность технологического процесса.

Таким образом, SCADA-система собирает информацию о технологическом процессе, обеспечивает интерфейс с оператором, сохраняет историю процесса и осуществляет автоматическое управление процессом в том объеме, в котором это необходимо [2].

Предприятием, в ведомстве которого находится насосная станция, рассмотренная в дипломном проекте, является республиканское государственное предприятие «Канал им. К. Сатпаева».

# 1 Анализ технологических процессов на насосных станциях канала

Предприятие по эксплуатации канала «Иртыш – Караганда» было образовано 13 апреля 1970 г. и предназначено для водообеспечения промышленных районов и населения двух областей центрального Казахстана и г. Астана путем перекачки воды 22 НС из р. Иртыш до г. Караганды и 2 НС в Вячеславское водохранилище Акмолинской области.

8 августа 2000г. «Канал Иртыш – Караганда» был преобразован в РГП «Канал им. К. Сатпаева».

В зависимости от географического расположения канала и НС, предприятие разбито на два филиала: Павлодарский филиал с центром в п. Шидерты и Карагандинский филиал с центром в п. Молодежный. Общая длина канала около 458 км. Общее число объектов: НС – 24, НСП – 2, НА – 82, ПС – 3, В/в – 3, В/с – 1, Д – 1 [8].

**1.1 Технологические процессы насосных станций**

Основные сооружения: Павлодарский филиал – НС-1, НС-2, НС-3, НС-4, НС-5, НС-6, НС-7, НС-8, НС-9, НС-10, НС-11, НС-12, НСП-3, НСП-4, В/в-106, ПС-101, ПС-102, ПС-103; КФ – НС-13, НС-14, НС-15, НС-16, НС-17, НС-18, НС-19, НС-1 г. Астана, НС-2 г. Астана, НС-20, НС-21, НС-22, В/с-28, В/в-29, В/в-126, Д-127.

Ведомственные объекты: Павлодарский филиал – фильтрационная станция г. Аксу, НС 1 подъема, фильтрационная станция и НС 2 подъема г. Экибастуз, фильтрационная станция питьевой воды и Котельная (п. Шидерты); КФ – Котельная (п. Молодежный), В/з Святой ключ, ХВО МиталлСтил, НС-1 КарагандыСу.

Расположение основных сооружений и ведомственных объектов карагандинского и павлодарского филиалов РГП «Канал им. К. Сатпаева» показано на рисунке 1.1.

РГП «Канал им. К. Сатпаева» представляет собой систему водоснабжения районного (группового) вида.

РГП «Канал им. К. Сатпаева» осуществляет перекачку воды из р. Белая (приток р. Иртыш) до Карагандинской области через Павлодарскую область с ответвлением на г. Астана. На р. Белая находится НС-1, которая осуществляет забор воды из реки. Регулирование горизонта воды в нижнем бьефе НС-1 осуществляется с помощью В/в-106. Откаченная НА НС-1 вода поступает по напорному металлическому трубопроводу в приемный бассейн НС-1, а затем в канал, потом из канала вода откачивается НА НС-2 и по напорному металлическому трубопроводу поступает в приемный бассейн НС-2, а затем в канал и так далее до конечной насосной станции (НС-1 КарагандыСу).

Это говорит о том, что канал является системой водоснабжения напорного вида.

Для того чтобы давление воды не падало при перекачивании от одной НС к другой, необходимо чтобы НС были выше друг относительно друга (последующая выше предыдущей) на 20 – 22 м (образуются пороги). Из-за особенностей рельефа, для выполнения данного условия, расстояния между НС могут колебаться приблизительно от 800 м до 102 км.

ПС предназначены для того, чтобы в случае выхода из строя НС перекачиваемая вода не обрушилась бы на нее. Они строятся только между НС расстояние между которыми значительное. Для того чтобы канал продолжал функционировать, при выходе из строя хотя бы одной НС, на РГП «Канал им. К. Сатпаева» существуют водохранилища и гидроузлы.

**1.1.1 Водовыпуски, водосбросы и дюкер**

На РГП «Канал им. К. Сатпаева» запроектированы 3 В/в, 1 В/с, 1 Д, как элементы магистрального канала и для подачи воды потребителям.

Назначение В/в и В/с указано в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Состав и основные характеристики оборудования сооружений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование сооружения | Пикет сооружения по оси канала, см | Назначение сооружения |
| В/в-106 | 0 | Регулирование горизонта воды в нижнем бьефе НС-1 |
| В/в-29 | 4372+22,40 | Пропуск и регулирование расхода воды из Туздинского водохранилища в канал 63 |
| В/в-126 | 4450+45,00 | Подача воды в р. Нуру |
| В/с-281 перепад2перепад | 4249+37,004281+64,00 | Сопряжение горизонтов воды водораздельного участка канала и Туздинского резервного водохранилища |
| Аварийный В/с на канале 63а | 4572+20 | Сброс воды из канала 63а во время аварийного отключения НС Карагандинского водопровода и аварии на Д-127 |

В/с-28 и В/в-126 все время должны работать в режиме поддержания постоянного уровня в верхнем бьефе, а Д-127 – в нижнем бьефе независимо от изменения расхода воды по каналу. Для этой цели на данных сооружениях устанавливаются регуляторы уровня. Схемой управления предусматривается возможность изменения количества автоматически работающих затворов.

Что касается В/в-29, то его функция – обеспечение заданного расхода воды из водохранилища в канал. Это осуществляется установкой затворов в заданное положение, которое при необходимости может быть изменено.

Имеется возможность управления затворами всех сооружений с места и с диспетчерского пункта. С диспетчерского пункта возможно поднять или опустить затвор полностью, или поставить его в любое промежуточное рабочее положение. Управление затворами с диспетчерского пункта, как правило, используется только при неполадках в схеме регулирования или авариях. Поэтому при управлении затвором с диспетчерского пункта автоматически отключается схема регулирования. После устранения неполадок диспетчер вновь может подключить схему регулирования. На каждом сооружении измеряются и передаются диспетчеру значения уровней бьефов и положений затворов. Диспетчеру также передается сигнал о неисправности на сооружении.

Аварийный В/с канала 63а врезан в правобережную дамбу канала. Сброс воды через его гребень осуществляется автоматически при превышении горизонта воды в канале в случае неувязки в работе Д-127 и НС 1 подъёма. Он рассчитан на случай полной остановки НС при максимальном расходе по каналу 13 м3/с.

Пересечение РГП «Канал им. К. Сатпаева» с р. Нурой на пикете 4452+03 см осуществляется Д-127, имеющим общий подводящий канал В/в-126 и образующим с ним общий узел сооружений на р. Нуре.

В конструктивном отношении Д представляет из себя двухочковую железобетонную трубу, уложенную под дном реки и оборудованную входным и выходным оголовками. Длина дюкера 273,5 м между оголовками определилось пропуском паводка р. Нуры вероятностью превышения 0,1%, равного 1800 м3/с.

В настоящем дипломном проекте будет рассмотрен только КФ РГП «Канал им. К. Сатпаева» с НС-22 [3].

**1.1.2 Насосная станция**

Технической эксплуатацией насосных установок является процесс их использования для выполнения государственного плана по перекачке объемов воды с целью гарантированного удовлетворения потребностей народного хозяйства, при поддержании на заданном уровне технических параметров, характеризующих технологический процесс, при обеспечении максимальной экономности работы, высоком коэффициенте полезного действия и при обеспечении надежной работы канала в целом.

НС-22 является НС повысительного типа, в здании размещаются три НА, коммуникации, арматура, контрольно-измерительная аппаратура и так далее.

Основными режимами работы НС-22 являются:

1. режим нормальной работы оборудования;
2. режим пуска отдельного НА из состояния резерва;
3. режим запуска насосной установки из состояния «ремонта»;
4. режим остановки НА.

Нормальным оперативным состоянием оборудования РГП «Канал им. К. Сатпаева» принято рабочее. Остановленные НА, кроме находящихся в ремонте, должны находиться в состоянии готовности к пуску. Тележка КРУ с ВМ-6кВ резервного агрегата должна постоянно находиться в испытательном положении, вторичные цепи ее подключены через штепсельный разъем, автоматы цепей управления и возбуждения – включены, пружины привода – заведены, блинкера (флажки) сигнальных реле – сквитированы, ВМ-6кВ – отключен. Ключи режима работы работающих и резервных агрегатов должны постоянно находиться в положении «автоматика». Запорная арматура маслопроводов НА согласно противоаварийным мероприятиям, должна быть опломбирована.

После получения команды диспетчера на включение в работу НА из состояния «резерва» инженер-оператор и слесарь должны произвести осмотр возбудителя, электродвигателя, насоса, панелей (шкафов) возбуждения, кабелей и другого оборудования КИП и выполнить следующее:

1. проверить отметки уровня воды в бьефах НС;
2. поднять ротор НА на домкраты на 10 см, затем опустить, проверить опущенное положение;
3. проверить уровень масла в ваннах верхней и нижней крестовин, при недостатке масла долить его из резервной ёмкости фильтрпрессом до нормального уровня;
4. проверить состояние запорной арматуры технического водоснабжения;
5. вентили и задвижки, обозначенные в [3] под №№ 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, открыть, вентили и задвижки, обозначенные в [3] под №№ 7, 18, закрыть;
6. при установленном верхнем направляющем подшипнике насоса с резиновыми вкладышами дополнительно открыть вентили, обозначенные в [3] под №№ 13, 3, 14, 15;
7. установить КУ технической воды в необходимое положение (Автомат - Работа);
8. убедится в наличии воды в баке, обозначенном в [3] под № 20, вентиль, обозначенный в [3] под № 19, закрыть;
9. проверить состояние запорной арматуры маслосистемы НА. Она должна быть закрыта и опломбирована;
10. проверить работу КСВ. В случае не срабатывания клапанов в автоматическом режиме, перевести их систему включения на ручное управление, направить дежурного слесаря в приемный бассейн для ручного управления клапанами. Доложить диспетчеру о неисправности системы;
11. проверить отключенной положение контактора АГП;
12. проверить включенной положение автомата управления цепей возбуждения на панели возбуждения;
13. реостат возбуждения установить в положение «работа»;
14. установить угол разворота лопастей НА по согласованию с дежурным инженером групп диспетчеризации;
15. проверить включенной положение автомата КСВ на панели управления;
16. включить в исполнительном положении ВМ НА ключом управления;
17. проверить срабатывание КСВ по загоранию сигнальных ламп;
18. отключить ВМ ключом управления;
19. отключить автомат цепей управления в релейном отсеке;
20. проверить работу сигнализации по выпавшим блинкерам;
21. осмотреть ячейку ВМ, проверить уровень и чистоту масла в бачках ВМ;
22. установить ячейку ВМ в «рабочее» положение;
23. проверить вхождение контактов ячейки;
24. включить автомат управления в релейном отсеке;
25. доложить дежурному инженеру ГД о готовности НА к пуску;
26. завести включающие пружины моторным приводом;
27. включить ВМ-6кВ НА ключом управления;
28. проследить за разворотом НА и вхождением в синхронизм;
29. по сигнальным лампам проверить закрытие КСВ;
30. отрегулировать шунтовым реостатом возбуждение с выдачей реактива 2,0 ~ 2,5 МВАр;
31. провести осмотр включенного агрегата;
32. после запуска вентиль, обозначенный в [3] под № 3, закрыть.

При перепаде давления на фильтре 3-4 м водного столба необходимо очистить фильтр. В течение 1-2 часов после пуска тщательно следить за вхождением в температурный режим. Промежуток времени между двумя последовательными включениями НА, отключенного релейными защитами или персоналом, должен составить не менее 30 минут.

При опробовании агрегата после проведения очередного комплексного ремонта оперативным персоналом должны быть выполнены следующие мероприятия:

1. произвести осмотр электрической и механической части НА, мест работы ремонтных бригад, проверить отсутствие людей, посторонних предметов, инструмента и чистоты включаемого в работу оборудования, снять установленные заземления, ограждения, плакаты, закрыть наряды, ознакомиться с записями, разрешающими пуск НА;
2. закрыть перепускной клапан всасывающей камеры НА;
3. проверить закрытое состояние люков всасывающей камеры и напорных трубопроводов НА;
4. заполнить водой всасывающую камеру насоса для создания противодавления на ремонтные затворы;
5. поднять электрическим тельфером ремонтные затворы, поместить их в места для постоянного хранения, в пазы установить сороудерживающие решетки;
6. установить и зафиксировать тележку с ВМ-6кВ в испытательном положении, предварительно проверив уровень масла в баках выключателя;
7. подключить через штепсельный разъем вторичные цепи тележки ВМ-6кВ;
8. включить автоматы цепей управления в приборном отсеке ячейки КРУ-6кВ включаемого агрегата;
9. проверить включенное положение автоматов цепей напряжения;
10. включить автомат питания цепей управления возбуждением;
11. завести пружины привода ВМ-6кВ включаемого агрегата электрическим моторным редуктором;
12. сквитировать блинкера, то есть поднять флажки сигнальных реле электродвигателя и сигнализации;
13. опробовать дистанционно от ключа управления и с места включения и отключения ВМ-6кВ в испытательном положении тележки КРУ, отключить автомат цепей управления;
14. поднять ротор агрегата на домкратах на 10 см для поступления масла под зеркало подпятника, затем опустить ротор на место, проверить опущенное положение домкратов;
15. при не заведенных пружинах привода установить и зафиксировать тележку с ВМ-6кВ агрегата в рабочем положении;
16. выполнить все мероприятия, необходимые для включения агрегата в работу из состояния резерва, перечисленные выше;
17. при включение в работу последующих агрегатов ток возбуждения работающего (работающих) электродвигателей на время пуска увеличивается, то есть перевести двигатель в режим перевозбуждения не менее 2,5 МВар.

Остановка агрегатов НС производится только по распоряжению дежурного инженеров ГД РУЭ, находящихся на вахте. Плановая остановка агрегата производится дежурным инженером НС посредством отключения ВМ-6кВ электродвигателя от ключа управления. Дежурный инженер по сигнальным лампам должен убедиться в открытии КСВ и отключении ВМ-6кВ. Остановка НА должна производиться в положении ключа режима работы «автоматика». При отказе в открытии КСВ дежурный инженер станции обязан немедленно направить дежурного слесаря в здание приемного бассейна с заданием ручного открытия КСВ, ключ режима работы агрегата при этом переводится а положение «ручное управление» (местное). Необходимо проследить за отключением главного контактора АГП (КП) за панелью возбуждения агрегата, сквитировать блинкера.

Разборка электрической схемы отключенного ВМ-6кВ агрегата, то есть выкатывание тележки в испытательное или ремонтное положение, производится после полной остановки агрегата и только по распоряжению инженера ГД РУЭ.

Во время нормальной работы агрегатов на обслуживающий персонал НС возлагаются следующие обязанности:

1. следить за уровнем воды в бьефах по уровнемерам и водомерным контрольным рейкам;
2. вести контроль температур по логометру и термосигнализаторам;
3. следить за уровнем масла в маслованнах электродвигателя;
4. следить за плавностью хода НА, нормальной работой системой техводоснабжения и чистотой фильтра;
5. следить за работой приборов учета, счетчиков, дифманометров, расходомеров, манометров;
6. периодически производить продувку импульсных линий;
7. периодичность снятия отсчетов, показаний приборов и счетчиков с заполнением с заполнением суточной ведомости устанавливается согласно [3];
8. следить за работой компенсаторов и состоянием опор трубопровода, работой торцевого уплотнения, плотностью соединений масла и водопровода, состоянием всех болтовых соединений, креплений фундаментных опор;
9. следить за исправным состоянием ограждений, средств пожаротушения и защитных средства;
10. следить за исправным состоянием КСВ, не допускать подсоса воздуха в сифон;
11. следить и поддерживать чистоту помещений и оборудования;
12. необходимо следить за величиной потребляемой активной и реактивной мощностей электродвигателя НА, токами в цепях статора, ротора и режимом возбуждения;
13. нужно следить за работой коллектора и щеточного аппарата возбудителя, не допуская работы машины с искрением щеток.

В холодное время года для отопления здания НС используют охлаждающий воздух работающего двигателя НА и отключают все другие приборы отопления (калориферы, электропечи). Для этого необходимо уменьшить подачу воды в воздухоохладитель (в зависимости от температуры наружного воздуха) и запустить вентилятор отбора горячего воздуха, открыть заслонки в вентиляционном коробе. В течение 1-3 часов, после перехода на такую систему отопления, тщательно следить за температурами меди и железа статора, не допуская превышения указанных эксплуатационных величин температур. Регулировка производится уменьшением или увеличением подачи воды в воздухоохладитель. Температура воздуха в НС при этом должна составлять 17-20 0С.

Персоналу НС запрещается:

1. производить включение в работу НА при температуре масла в ванне пяты и направляющих подшипников электродвигателя ниже 5 0С;
2. включать в работу НА с течью масла из гидропривода разворота лопастей;
3. включать в работу НА без предварительного подъема ротора на домкраты;
4. производить включение НА в работу без соблюдения порядка включения НА;
5. производить исправление, ремонт, смазку механизмов и сварочные работы на трубопроводах, находящихся под давлением;
6. снимать постоянные ограждения муфт вращающихся машин, хранить в помещении НС промасленные опилки и прочие материалы;
7. обслуживать вращающиеся машины без защитных касок и в одежде, создающей опасность захвата машиной;
8. полностью перекрывать запорной арматурой расходы технической воды через охладители работающих агрегатов;
9. производить включение в работу НА после длительного перерыва в зимнее время без проверки состояния льдообразования в сифонном водовыпуске и НА;
10. вмешиваться в действия релейных защит и автоматики НА, силового трансформатора и ЛЭП;
11. производить отключение ТН 6 кВ и трансформаторов питания цепей релейной защиты и автоматики НС во время работы НА;
12. допускать работу синхронных электродвигателей с недовозбуждением, перегрузкой по току статора и ротора;
13. допускать в помещение НС и ОРУ лиц, не имеющих на то полномочий, а также передавать им какую-либо информацию;
14. изменять оперативное состояние оборудования, производить разборку электрической схемы 6 кВ остановленного в резерв агрегата, без соответствующего разрешения диспетчера, производить отключение вторичных цепей коммутационными аппаратами и разъемами, во избежание выпадения блинкеров защит и сигнализации, а также для исключения повреждений оборудования при выкатывании или вкатывании тележки ВМ-6кВ.

НА должен быть немедленно остановлен:

а) при несчастном случае или угрозе его, требующего немедленного отключения;

б) при появлении недопустимой вибрации и биении вала;

в) при возникновении пожара на агрегате;

г) при нагреве подшипников и подпятников сверх допустимых температур;

д) при аварийном увеличении проточек воды через торцевое уплотнение, уплотнения и разрывы трубопровода;

е) при утечках масла, приводящих к снижению уровня масла в маслованнах электродвигателя ниже установленного минимума;

ж) при задевании лопастями рабочего колеса о камеру;

з) при переливании масла через выгородки маслованн с попаданием на статор и ротор электродвигателя;

и) при появлении течи масла из гидропривода разворота лопастей.

Электрогидропривод предназначен для разворота лопастей рабочего колеса НА во время его работы.

Для включения в работу электрогидропривода необходимо:

1. токосъемный узел приводного двигателя электрогидропривода привести в рабочее положение;
2. включить автомат питания электрических цепей электрогидропривода;
3. на панели управления нажатием соответствующих кнопок (увеличение – уменьшение угла установки лопастей) включить электрогидропривод. По шкале-указателю сельсина-приемника установить угол, соответствующий заданному режиму работы НА;
4. после установки необходимого угла разворота отключить приводной двигатель, токосъемный узел перевести в нерабочее положение.

При работе электрогидропривода могут наблюдаться следующие неисправности:

а) электрогидродвигатель маслонасоса работает, но лопасти рабочего колеса насоса не разворачиваются, причины:

1. низкий уровень масла в барабане;
2. протечка масла в соединениях;

б) разбрызгивание масла из соединений узлов гидропривода, причины:

1. высокий уровень масла в барабане;
2. негерметичность соединений.

Транспортировка воды из нижнего бьефа к приемному бассейну осуществляется с помощью напорного металлического трубопровода.

Во время эксплуатации трубопровод следует подвергать периодическому осмотру ежесменно.

Принцип работы, эксплуатация и техническое обслуживание КСВ. При включении насоса в работу на управляемый электромагнитный вентиль подается ток, вентиль перекрывает отверстие, соединяющее надмембранную полость сифона.

В начале работы насоса, при затопленном выходном отверстии водовыпуска, вода, подаваемая в напорный трубопровод, сжимает находящийся там воздух. Под действием сжатого воздуха мембрана отжимается от патрубка и открывает выход для воздуха из полости сифона в атмосферу.

Обратный клапан предотвращает повышение давления в надмембранной полости при перемещении мембраны в сторону надмембранной крышки.

После заполнения водой системы напорный трубопровод – сифон, давление в полости сифона становиться равным атмосферному. Под действием собственного веса и веса уплотнительного диска мембрана опускается и перекрывает проходное отверстие клапана. В полости сифона устанавливается давление ниже атмосферного. Под действием разницы давлений, действующих на прижимной диск мембраны, уплотнение прижимается к патрубку, обеспечивая герметичное перекрытие проходного отверстия КСВ.

При отключении электродвигателя насоса электромагнитные запорные вентили обеспечивают и сообщают надмембранную полость с полостью сифона. Воздух из подмембранной полости перетекает в полость сифона.

В надмембранной полости устанавливается давление по величине близкое давлению в полости сифона. В результате этого на части мембраны, непосредственно находящейся в контакте с атмосферным давлением, за счет разницы давлений атмосферного и в надмембранной камере возникает усилие, которое отжимает мембрану от парубка, тем самым, открывая доступ воздуха в полость сифона. Вакуум в сифоне срывается [3].

На рисунке 1.2 изображена упрощенная схема НС со всеми прилегающими строениями.

**1.2 Структура, назначение, технические характеристики и информационные потоки на насосных станциях**

НС, представляя достаточно сложный технологический объект для эксплуатации с одной стороны, с другой стороны является объектом, удовлетворяющим потребности народного хозяйства, и поэтому важной задачей является обеспечение надежной работы оборудования НС.

Для того чтобы НС работала в нормальном режиме, нужно поддерживать на заданном уровне технические параметры, характеризующие технологический процесс, а для этого в свою очередь просто необходимо иметь надежные средства измерения и средства управления.

На рисунке 1.3 приведена структура НС РГП «Канал им. К. Сатпаева» в разрезе, по ней наглядно видно из каких частей состоит станция.

На НС установлены насосы типа ОПВ-185, они предназначены для перекачки технически чистой воды с температурой до плюс 50 0С. Насосы ОПВ-185 могут использоваться при различных напорах и различной подаче в пределах рабочей части их характеристик.

Регулирование подачи и напора воды осуществляется путем разворота лопастей рабочего колеса с помощью механизма разворота (ОПВ-185) или с помощью электропривода (ОПВ-186). В таблице 1.2 приведены технические данные насосов типа ОПВ.

### Таблица 1.2 – Технические данные насосов типа ОПВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование параметра | ОПВ-10-185 | ОПВ-11-185 |
| Тип подвода воды к насосу | Коленчатое | Коленчатое |
| Число оборотов в минуту, об/мин | 333 | 333 |
| Вращение, если смотреть сверху на электродвигатель | Левое | Левое |
| Подача, м3/с | 12-18,5 | 14-19,5 |
| Напор (оптимальный), метры водного столба  | 20,5 | 17,5 |
| КПД насоса, % | 80-86 | 80-86 |
| Мощность на валу насоса, кВт | 4300 | 4000 |
| Рекомендуемая мощность электродвигателей, кВт | 5000 | 5000 |
| Заглубление оси рабочего колеса (минимальное), м | 3,5 | 2,5 |
| Диапазон разворота лопастей (для ОПВ-185 ЭГ), С0 | +3 -9(0 + -9) | 0 + -8(0 + -8) |
| Количество лопастей, шт. | 6 | 4 |
| Угонная скорость вращения, об/мин | 520 | 520 |

Установленные на канале синхронные электродвигатели ВДС-325 предназначены для привода насосов типа ОПВ-10-185 и ОПВ-11-185.

Синхронный электродвигатель ВДС-135 нормально работает с выдачей реактивной мощности 2-2,5 МВАр, но при этом напряжение на шинах 6 кВ не должно превышать 6,0-6,3 кВ, ток возбуждения не больше 340 А, ток статора не больше 566 А. В таблице 1.3 приведены паспортные данные возбудителя.

Таблица 1.3 - Паспортные данные возбудителя

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование параметров | Количество |
| Мощность возбудителя, кВт | 76/5 |
| Напряжение, В | 180/40 |

Электродвигатель выполнен с вертикальным валом подвесного типа, имеющим два направляющих подшипника и подпятник, которые установлены в масляных ваннах верхней и нижней крестовин, где установлены маслоохладители.

В таблице 1.4 приведены паспортные данные электродвигателя ВДС-325/44-18.

Таблица 1.4 – Паспортные данные электродвигателя ВДС-325/44-18

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование параметров | Количество |
| Мощность, кВт кВА | 50005900 |
| Напряжение, В | 6000 |
| Ток статора, А | 566 |
| Напряжение возбуждения, В | до 150 |
| Ток возбуждения (ротора), А | 340 |
| Коэффициент мощности, - | 0,9 опережающий |
| Скорость вращения, об/мин | 333 |
| КПД, % | 94,6 |
| Вес, Н | 50100 |

Вентиляция электродвигателя осуществляется по замкнутому циклу с охлаждением воздуха воздухоохладителями, установленными на обшивке статора. Имеется отбор воздуха для обогрева здания НС в зимнее время.

### На каждой НС установлен трансформатор для собственных нужд, типы трансформаторов и мощности перечислены ниже:

* НС-13 – ТДТНГУ-220/35/6 – 20000кВА;
* НС-14 – ТДТНГУ-220/35/6 – 20000кВА;
* НС-15 – ТДТНГУ-220/35/6 – 20000кВА;
* НС-16 – ТДТНГУ-220/35/6 – 20000кВА;
* НС-17 – ТДТНГУ-220/35/6 – 20000кВА;
* НС-18 – ТДТНГУ-220/35/6 – 20000кВА;
* НС-19 – КРУН-6кВ;
* НС-1 г. Астана – ТДН-110/6 – 10000кВА;
* НС-2 г. Астана – ТДН-110/6 – 10000кВА;
* НС-20 – ТДН-110/6 – 15000кВА;
* НС-21 – ТДН-110/6 – 15000кВА;
* НС-22 – ТДН-110/6 – 15000кВА.

На НС установлены дренажные насосы, для того чтобы в случае превышения допустимого уровня нижнего бьефа откачивать воду. Измерение уровня нижнего бьефа осуществляется с помощью колодца измерения нижнего бьефа.

Для измерения напора воды, поступающей в приемный бассейн, используется манометр, установленный на напорном трубопроводе.

Напорный металлический трубопровод диаметром 2600 мм служит для транспортировки воды из нижнего бьефа (от НА) – к приемному бассейну – верхнему бьефу НС.

В приложении А приведен список измеряемых аналоговых величин (для НС-22).

На рисунке 1.4 изображены приборы для измерения уровня верхнего бьефа и разряжения в сифоне.

Рисунок 1.4 – Измерение уровня верхнего бьефа и разряжения в сифоне

На напорной трубе установлен КСВ. КСВ предназначен:

а) для удаления воздуха из напорного трубопровода при заполнении его водой при пуске агрегата, то есть сообщения трубопровода с атмосферой;

б) для разобщения напорного трубопровода с атмосферой и создания зоны разряжения в сифонном В/в приемного бассейна при работе агрегата;

в) для срыва вакуума и впуска атмосферного воздуха в сифон при отключении НА для разрыва обратного водного потока из верхнего бьефа и сокращения времени работы агрегата в угонном режиме.

Установка клапанов срыва вакуума состоит из:

1. собственных клапанов – 1 пара на трубопровод;
2. рычажно-эксцентрикового механизма привода;
3. электрического тормоза;
4. груза;
5. аппаратуры управления.

На НС канала установлены КСВ мембранного типа с электромагнитным управлением КСВМ-600. Клапан представляет собой мембранный запорный орган, мембранная полость которого соединена с полостью сифона через управляемый электромагнитный вентиль. Клапан КСВМ-600 оборудован двумя такими вентилями, включенными параллельно.

На рисунке 1.4 показан внешний вид КСВ.

На данный момент сообщение, как внутри НС, так и станции с объектами вышестоящих уровней, осуществляется с помощью телефонной связи [3].

**1.3 Анализ существующих элементов АСУ ТП насосных станций**

Так как РГП «Канал им. К. Сатпаева» только начинает внедрять АИИС КУЭ, то на сегодняшний день на предприятии установлены только счетчики для коммерческих и технических точек учета электроэнергии. На НС РГП «Канал им. К. Сатпаева» установлены счетчики производства Нижегородского завода им. Фрунзе – ПСЧ-4ТА.04.2 и СЭТ-4ТМ.02.

Счетчики ПСЧ-4ТА.04.2 являются трехфазными многотарифными цифровыми счетчиками с последовательным цифровым интерфейсом передачи данных RS-485, трансформаторного подключения, прямого направления активной энергии. Счетчики применяются для ТСН. Подключение к измерительным трансформаторам проводилось кабельным проводом согласно требованиям раздела 5 Электросетевых правил РК.

Данные микропроцессорные электросчетчики являются модификацией базового счетчика ПСЧ-4 и позволяют перейти на расчет за потребленную электроэнергию по тарифным зонам, по фактически потребляемой мощности с использованием интерфейса связи. Предназначены для учета потребляемой активной электроэнергии переменного тока частотой 50 Гц в трёхпроводных и черырехпроводных сетях для жилищно-коммунального хозяйства, офиса, промышленного производства, энергосистем.

В таблице 1.5 приведены технические характеристики ПСЧ-4ТА.04.2.

Таблица 1.5 – Технические характеристики ПСЧ-4ТА.04.2

|  |  |
| --- | --- |
| Основные электрические параметры | Значения |
| Номинальное напряжение (Uном), В | 3х57.7/100 |
| Рабочий диапазон, В | 0.85-1.1 Uном |
| Предельный диапазон, В | 0.8-1.15 Uном |
| Номинальная сила тока, А | 5 |
| Максимальная сила тока, А | 7.5 |
| Класс точности, - | 0.5 |
| Частота в сети, Гц | 50±2.5 |
| Порог чувствительности, мА | 0.5 |
| Межпроверочный интервал, лет | 6 |
| Средний срок службы счетчика до капитального ремонта, лет | 30 |
| Установленный и предельный диапазон рабочих температур, 0С | от –40 до + 55 |

Внешний вид счетчика ПСЧ-4ТА.04.2 показан на рисунке 1.5.

Рисунок 1.5 – Счетчик ПСЧ-4ТА.04.2

Счетчик СЭТ-4ТМ.02 является трехфазным многотарифным цифровым счетчиком с последовательным цифровым интерфейсом передачи данных RS-485, трансформаторного включения, прямого и обратного направления, активной и реактивной энергии и используется для коммерческих и технических точек учета электроэнергии. Подключение к трансформаторам тока и трансформаторам напряжения проводилось кабельным проводом согласно требований раздела 5 Электросетевых правил РК.

СЭТ-4ТМ.02 предназначен для учета активной и реактивной электроэнергии прямого и обратного направления переменного тока частотой 50 Гц в трехпроводных и четырехпроводных сетях для энергосистем, промышленного производства.

В таблице 1.6 приведены технические характеристики СЭТ-4ТМ.02.

Таблица 1.6 – Технические характеристики СЭТ-4ТМ.02

|  |  |
| --- | --- |
| Основные электрические параметры | Значения |
| Класс точности активная/реактивная энергия, - | 0.2s/0.5 0.5s/0.5 0.5s/1.0 |
| Номинальное напряжение (Uном), В | 3х57.7/100 или 3х120…230/208…400 |
| Номинальная сила тока, А | 1 или 5 |
| Максимальная сила тока, А | 1.5 или 7.5 |
| Частота в сети, Гц | 50±2.5 |
| Порог чувствительности, мА | 1 или 5 |
| Количество тарифов, шт. | 8 |
| Межпроверочный интервал, лет | 6 |
| Средний срок службы счетчика до капитального ремонта, лет | 30 |
| Установленный и предельный диапазон рабочих температур, 0С | от –20 до + 55 |

Внешний вид счетчика СЭТ-4ТМ.02 показан на рисунке 1.6.

Рисунок 1.6 – Счетчик СЭТ-4ТМ.02

На данный момент счетчики эксплуатируются автономно, но в дальнейшем планируется эксплуатировать их в составе АИИС КУЭ.

Данные счетчики соответствуют ГОСТ 30206-94, ГОСТ 26035-83, зарегистрированы в Государственном реестре средств измерения и допущены к применению в Республики Казахстан [9].

**1.4 Разработка требований к системе оперативно-диспетчерского контроля и управления насосных станций. Постановка задач дипломного проекта**

Современная АСУ ТП представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления. Создание АСУ сложными технологическими процессами осуществляется с использованием автоматических информационных систем сбора данных и вычислительных комплексов, которые постоянно совершенствуются, по мере эволюции технических средств и программного обеспечения.

Непрерывную во времени картину развития АСУ ТП можно разделить на три этапа:

* первый этап отражает внедрение САР;
* второй этап – автоматизация технологических процессов;
* третий этап – автоматизация систем управления ТП.

На третьем этапе для автоматизации систем управления ТП начинают применять диспетчерское управление на основе автоматических информационных систем сбора данных и современных вычислительных комплексов.

Необходимым условием эффективной реализации диспетчерского управления, имеющего ярко выраженный динамический характер, становится работа с информацией, то есть процесс сбора, передачи, обработки, отображения, представления информации. Говоря о диспетчерском управлении, нельзя не затронуть проблему технологического риска, поэтому перед тем как разрабатывать саму систему оперативно-диспетчерского контроля и управления, нужно разработать требования к ней [2].

**1.4.1 Требования к структуре системы оперативно-диспетчерского контроля и управления НС (системы)**

Система должна иметь следующую структуру:

* локальный уровень – система учета электроэнергии и сбора технологической информации на НС и других сооружениях канала;
* региональный уровень – диспетчерский пункт оперативного управления Карагандинского филиала (ДП2) п. Молодежный;
* центральный уровень – центральный диспетчерский пункт оперативного управления РГП «Канал им. К. Сатпаева» (ЦДП) г. Караганда.

Система должна иметь структуру, обеспечивающую расширение и конфигурацию, которые не должны нарушать нормального функционирования установленного оборудования.

**1.4.2 Требования к системе**

Система должна удовлетворять следующим требованиям:

1. учетной информацией должны служить данные, получаемые от электрических и теплотехнических приборов на НС и других сооружениях канала;
2. сбор, обработка, хранение и выдача информации на объектах должны осуществляться с помощью защищенных от несанкционированного доступа УСД;
3. учетная информация, образующаяся на объектах и передаваемая на следующий уровень, должна быть привязана к единому времени и обеспечить единые временные срезы измеряемых величин;
4. обязательно автоматическое обнаружение событий в контролируемом объекте, его обработка и выдачи индикации наличия события оператору, запись события в протокол работы;
5. автоматическая выдача, при обнаружении аварийного события, особого сообщения оператору с указанием положения и названия объекта, в котором произошло это событие;
6. система должна иметь режим автоматической передачи информации техническому оператору «KEGOС» в г. Караганда (ЦМЭС).

**1.4.3 Требования к режимам работы системы**

На локальном уровне система должна функционировать в режиме реального времени: собирать и обрабатывать информацию электрических и теплотехнических величин с периодичностью 2 часа и по запросу оператора и диспетчера. На региональном уровне формировать в реальном времени оперативные данные для передачи в ЦДП по согласованному регламенту. На центральном уровне должно быть предусмотрено два режима работы:

1. режим автоматического опроса региональных систем по настраиваемому регламенту каждые два часа;
2. режим опроса региональных систем по запросу персонала ЦДП.

**1.4.4 Требования к передаче данных**

Для передачи данных с локального уровня в региональный и далее на центральный уровень необходимо использовать каналы передачи данных SR-500.

**1.4.5 Требования к надежности**

Все технические средства системы должны быть обслуживаемыми восстанавливаемыми устройствами, обеспечивающими непрерывный режим работы. Средняя наработка на отказ устройств комплекса технических средств должна быть не менее 10000 часов.

**1.4.6 Требования по количеству и квалификации обслуживающего персонала**

Количество и квалификации обслуживающего персонала должны быть достаточным для проведения регламентных и восстановительных работ при нарушениях работы системы.

**1.4.7 Требования к защите информации от несанкционированного доступа**

Технические и программные средства на всех уровнях должны обеспечивать защиту информации от несанкционированного доступа.

На локальном уровне защита информации от несанкционированного доступа должна осуществляется:

* пломбированием клеммников панелей с цепями к счетчикам от трансформаторов тока и напряжения, клеммников самих счетчиков;
* установлением системы технических и программных паролей для доступа к изменению параметров, системного времени других данных;
* регистрацией в памяти устройств сбора данных всех событий с изменением параметров настройки, коррекции данных и системного времени.

На региональном и центральном уровнях защита информации от несанкционированного доступа должна осуществляться программным путем и обеспечивать:

* защиту от несанкционированного доступа к серверам и устройствам программного обеспечения;
* разграничения полномочий пользователей;
* закрытость информации в зависимости от полномочий пользователей;
* регистрацию событий каждого доступа пользователей;
* обнаружения искажений штатного состояния системы, вызванных действиями посторонних лиц.

**1.4.8 Требования по сохранности информации при авариях**

В системе должна быть обеспечена сохранность информации при авариях. Под авариями следует понимать потерю работоспособности (отказы) технических и программно-технических средств, а так же исчезновение электропитания устройств.

Для защиты от потери информации при авариях на локальном уровне следует предусмотреть:

1. использование аппаратуры бесперебойного электроснабжения для питания устройств;
2. диагностирование работы оборудования и выдача сигнала тревоги при нарушениях;
3. передача измеренных данных в темпе реального времени.

Для защиты от потери информации при авариях на региональном и центральном уровнях следует предусмотреть:

1. использования аппаратуры бесперебойного электроснабжения для питания серверов;
2. резервирование базы данных для автоматического сохранения текущих значений с целью дальнейшего восстановления информации.

**1.4.9 Требования к функциям (задачам) системы**

Требования к системе сбора и передачи информации на локальном уровне:

1. непрерывный сбор со счетчиков данных о потреблении активной и реактивной энергии, а так же формирование и передача этих данных с настраиваемым периодом в интервале 120 минут;
2. непрерывный сбор информации с теплотехнических приборов, а так же формирование и передача этих данных с настраиваемым периодом в интервале 120 минут;
3. сохранение всех измеренных величин в течении 45 дней с настраиваемым интервалом сбора данных 120 минут;
4. перепрограммирование счетчиков с соблюдением всех требований по допуску и защите информации;
5. контроль достоверности показаний и состояния всех средств измерений.

На центральном и региональном уровнях:

1. прием данных системы электрических и теплотехнических измерений по выделенным и коммутируемым линиям связи с настраиваемым периодом в интервале 120 минут;
2. обработка данных;
3. отображение информации;
4. оперативный контроль информации;
5. хранение информации и формирование отчетов;
6. санкционированный доступ к информации пользователей вычислительной сети;
7. обмен данными комплексами информационного обеспечения других уровней;
8. управления доступом пользователей.

Технологическое оборудование основных сооружений канала и его состояние должно отображаться на экранах мониторов в виде объектно-ориентированных динамических, графических технологических мнемосхем. Должна быть предусмотрена возможность отображения на мониторе одновременно нескольких технологических схем, а также отображение технологических схем на нескольких мониторах.

Выбор контролируемой технологической схемы должен осуществляться диспетчером, оператором при помощи графического и "всплывающего" меню. Меню должно обеспечивать иерархический выбор технологической схемы.

В подсистеме должен обеспечиваться просмотр аналоговых значений в виде графиков (тренды). Должны поддерживаться следующие виды просмотра:

* оперативные тренды;
* исторические тренды.

В оперативных трендах должна отображаться информация в реальном масштабе за предшествующий период до 2 ч. Исторические тренды должны обеспечивать просмотр информации до месяца.

Подсистема должна обеспечивать:

* масштабирование экранов трендов;
* вывод одновременно нескольких графиков на экран (принтер) по выбору;
* просмотр графиков в режиме «прокрутки»;
* выбор масштабов по значению контролируемой величины и времени.

В подсистеме должны формироваться следующие журналы событий и аварий:

* журнал технологических событий;
* журнал технологических аварий;
* журнал событий;
* журнал аварий.

Все сигналы аварий должны квитироваться оператором технологических установок.

Должны быть обеспечены автоматическая световая и звуковая сигнализация аварий и аварийных режимов.

Просмотр технологических журналов должен выполняться по требованию диспетчера, оператора. Просмотр системных журналов - по требованию персонала, обслуживающего систему контроля и управления объектного уровня.

При просмотре журналов должен обеспечиваться выбор и сортировка событий по следующим признакам:

* времени возникновения события или аварии;
* типу события или аварии;
* текстовому шаблону;
* принадлежности к объекту;
* интервалу времени.

Оперативно-справочная информация должна выводиться по требованию диспетчера, оператора из "всплывающих" иерархических меню.

Должен выполняться контроль технологических параметров по двум уровням: предупредительному и аварийному.

При достижении заданных уровней в динамическом и статическом режиме:

* должны формироваться предупредительный и аварийные сигналы с записью в журнал;
* сигналы должны квитироваться оператором технологических установок;
* на экран монитора должно выводиться сообщение с указанием параметра и его текущего и допустимого значения;
* значение параметра должно отображаться на экране монитор определённым цветом соответственно.

Должен выполняться контроль достоверности измеряемых параметров на диапазон допустимых значений.

Журналы событий и исторические графики должны выводиться на печать по требованию диспетчера. Перечень выводимых событий и аварий должен задаваться диспетчером по следующим критериям:

* времени (интервалу времени) возникновения события или аварии;
* типу события или аварии;
* текстовому шаблону;
* объектам.

В процессе работы должна приниматься информация по результатам диагностирования КТС, каналов связи и ПТК.

Диагностика КТС должна выполняться с использованием их функций самодиагностики. Должны быть обеспечены автоматическая регистрация в системном журнале параметров работы, отказов и сбоев системы, световая и звуковая сигнализация аварийных режимов.

В системном журнале должно фиксироваться время отключения и восстановления связи с каждым абонентом каналов связи.

Система должны вести следующие архивы:

* журналы технологических параметров и аварий;
* исторические тренды параметров.

Время хранения данных коммерческого учета энергоносителей – 3 года.

В течение неограниченного времени на сервере должны сохраняться параметры инициализации и работы системы.

Серверы ввода/вывода должны обеспечивать сбор и первичную обработку информации КТС с заданным интервалом времени.

Система должна обеспечивать изменение временного интервала сбора и первичной обработки информации КТС.

В системе должен обеспечиваться, в диалоговом режиме, ввод с клавиатуры необходимых данных и параметров конфигурации системы, а также режим просмотра опроса данных.

Администратором системы, при помощи инструментальных средств, должна обеспечиваться возможность задания параметров работы системы и её модификация. Должна быть обеспечена возможность редактирования:

* мнемосхем объектов (добавление, удаление);
* сигналов (добавление, удаление, изменение названия, маскирование);
* экранов (добавление, удаление);
* функций (добавление, удаление).

Все действия администратора по добавлению, изменению или удалению должны быть зафиксированы в книге учета работы системы.

В системе должен быть обеспечен доступ к информации в соответствии с правами доступа пользователя.

Должны быть защищены от удалений и от исправления журналы событий и тренды измеряемых параметров. При аварийном несанкционированном отключении электропитания должны сохраняться параметры работы системы.

**1.4.10 Требования к видам обеспечения**

Измерения и расчеты величин электроэнергии должны производиться с точностью до целого числа киловатт-часов. Измерения и расчеты теплотехнических величин должны производиться с точностью до:

* расхода – 0,1 м3/с;
* уровня воды – +1 см, уровня масла - +1 мм;
* температуры - ±0,5 0С;
* давления - +0,1 кгс/см2.

Информационное обеспечение каждого уровня системы включает в себя:

1. входную информацию, в том числе переменную и нормативно-справочную;
2. выходную информацию, в том числе передаваемую на вышестоящий уровень и предназначенную для обслуживания пользователей на своем уровне;
3. систему классификации и кодирования информации, реестры коммерческого учета принимаемой электроэнергии и отпускаемой воды;
4. информационную базу системы.

Интерфейс пользователя должен быть на русском языке.

ПО микропроцессорных счетчиков, средств измерения расхода, уровня, температуры является неотъемлемой их частью и должно входить в комплект поставки изделий.

Используемые в системе измерительные средства должны иметь сертификат, удостоверяющий возможность их применения в качестве средств измерений.

Система должна соответствовать требованиям нормативно-технических документов, применяемых в РК, и обеспечена следующей документацией:

1. документация по обслуживанию компонентов системы;
2. документация по обучению обслуживающего персонала;
3. документация пользователя.

Для создания системы оперативно-диспетчерского контроля и управления необходимо выбрать SCADA-систему, отвечающую приведенным выше требованиям, а также необходимо разработать структуру, как самой системы, так и ее программного обеспечения. Необходимо выбрать техническое обеспечение системы и создать мнемосхемы, отображающие процесс контроля расхода и давления воды на выходе НС [8, 24].

**2 Разработка принципов построения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станции РГП «Канал им. К. Сатпаева»**

**2.1 Анализ и выбор SCADA-системы**

В настоящее время, в связи с увеличением парка используемого автоматизированного оборудования и широким развитием "безлюдных" технологий особое значение получают системы автоматизированного управления производственными процессами и удаленного сбора данных. Кроме того, существуют ситуации, когда присутствие людей в определенных помещениях нежелательно, либо контролируемые объекты расположены на большой территории и не могут быть оперативно обслужены разумным количеством персонала. Для подобных применений все чаще используются системы дистанционного управления и сбора данных **(SCADA)**.

Концепция SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных) предопределена всем ходом развития систем управления и результатами научно-технического прогресса. Применение SCADA-технологий позволяет достичь высокого уровня автоматизации в решении задач разработки систем управления, сбора, обработки, передачи, хранения и отображения информации.

Дружественность человеко-машинного интерфейса (HMI/MMI – Humain/Man Machine Interface), предоставляемого SCADA-системами, полнота и наглядность представляемой на экране информации, доступность «рычагов» управления, удобство пользования подсказками и справочной системой повышает эффективность взаимодействия диспетчера с системой и сводит к минимуму его критические ошибки при управлении.

Следует отметить, что концепция SCADA, основу которой составляет автоматизированная разработка и управление в реальном времени, позволяет решить еще ряд задач, долгое время считавшихся неразрешимыми: сокращение сроков разработки проектов по автоматизации и прямых финансовых затрат на их разработку.

В настоящее время SCADA является основным и наиболее перспективным методом автоматизированного управления сложными динамическими системами.

Большое значение при внедрении современных систем диспетчерского управления имеет решение следующих задач:

* выбор SCADA-системы (исходя из требований и особенностей технологического процесса);
* кадровое сопровождение.

Выбор SCADA-системы представляет собой достаточно трудную задачу, аналогичную принятию решений в условиях многокритериальности, усложненную невозможностью количественной оценки ряда критериев из-за недостатка информации [2, 4, 12].

Выбранная SCADA-система должна соответствовать требованиям, разработанным в разделе 1, а также техническим и эксплуатационным характеристикам, приведенным ниже.

Технические характеристики:

1. выбранная SCADA-система должна быть реализована на MS Windows-платформе;
2. выбранная SCADA-система должна обеспечивать высокий уровень сетевого сервиса;
3. выбранная SCADA-система должна иметь встроенный язык высокого уровня, VBasic-подобные языки;
4. в рамках создаваемой системы должна функционировать база данных;
5. крайне важен также вопрос о поддержке в выбранной системе стандартных функций GUI (Graphic Users Interface);
6. SCADA-система должна быть открытой, как для внедрения собственных программных модулей, так и для программных модулей сторонних фирм-производителей.

Эксплуатационные характеристики. К этой группе можно отнести:

* удобство интерфейса среды разработки;
* качество документации – ее полнота, уровень русификации;
* поддержка со стороны создателя – количество инсталляций, дилерская сеть, обучение, условия обновления версий и так далее.

Выбор будет производиться между двумя SCADA-системами: WinCC немецкой фирмы Siemens и Citect австралийской фирмы CiTecgnologies.

**2.1.1 SCADA-система Citect**

Особенность компании CiTechnologies (Ci - Control Instrumentation) в том, что она не только разработчик SCADA-системы Citect, но и системный интегратор. В систему вложен весь опыт системной интеграции, и не только в собственно ПО, но и в "базу знаний. Таким образом, SCADA-система Citect - это программный пакет, созданный на основе большого опыта компании. Уникальность его в двух аспектах:

* возможности постепенных инвестиций в используемый продукт;
* чисто технических особенностях.

**2.1.1.1 Особенности использования Citect**

Citect предлагает пользователям систему разработки бесплатно, цена же систем исполнения сравнима с соответствующими компонентами других SCADA-пакетов.

Одна из характеристик SCADA-системы Citect - гибкость, которая проявляется в нескольких чертах. Во-первых, для SCADA-системы Citect естественным является режим распределенной разработки приложений. Во-вторых, в SCADA-систему Citect заложено огромное многообразие подходов к разработке приложений. Так, возможна разработка приложений без программирования вообще на основе поставляемых библиотек графических объектов, шаблонов, драйверов и т.д. Возможна и самостоятельная разработка новых компонентов приложений, и модификация базовых. В зависимости от профессиональных навыков разработчика, приложение можно создавать как с использованием языка SCADA-системы Citect, называемого Cicode, так и более знакомых, традиционных языков программирования (Visual Basic, C).

В SCADA-системе Citect предусмотрено простое наращивание дополнительных узлов проекта и возможность перераспределения их функций. Выполняются такие процедуры на уровне конфигурирования каждого узла.

**2.1.1.2 Технические возможности системы**

SCADA-система Citect используется как 32-разрядное приложение Windows NT, Windows 95 и 98. Сбор данных, формирование алармов и построение трендов может происходить одновременно с редактированием и компиляцией. Ядро SCADA-системы Citect является многозадачным ядром реального времени, с вытеснением задач по приоритетам. Оно обеспечивает равномерное выполнение всех приложений.

**2.1.1.3 База данных реального времени приложения**

Для каждого нового проекта автоматически создаётся файловая структура в формате dBase. Для хранения данных проекта (теги, начальные значения параметров и т.п.) инициализируется около 60 файлов. Эти файлы могут отдельно импортироваться в EXCEL для редактирования или документирования. Для тестирования разрабатываемой конфигурации в SCADA-системе Citect можно создать "электронный контроллер" ("memory PLC"), который эмулирует работу контроллера с помощью вводимых вручную тегов, и его работу можно проверить в системе исполнения (runtime).

**2.1.1.4 Архитектура клиент/сервер SCADA-системы Citect**

В SCADA-система Citect сервер выполняет пять функций (рисунок 2.1):

* сервер ввода/вывода является выделенным коммуникационным сервером, организуя обмен информацией между устройствами ввода-вывода и узлом, выполняющим функцию визуализации (клиентом);
* cервер алармов непрерывно отслеживает данные, сравнивая их с допустимыми пределами и проверяя выполнение заданных условий, и непосредственно отображает все алармы на соответствующем узле визуализации;
* cервер отчётов генерирует отчёты по истечению определённого времени или при возникновении определённого события;
* cервер трендов собирает и регистрирует трендовую информацию, позволяя фиксировать развитие процесса в реальном времени или ретроспективно (исторически) в окне трендов или в файле;
* cервер синхронизации (тайм-сервер), который синхронизирует работу всех персональных компьютеров сети.

Рисунок 2.1 – Клиент-серверная архитектура Citect

Задача сервера ввода-вывода выполняется на одном компьютере (узле). Если в больших прикладных системах этот узел становится перегруженным, другие серверы могут устанавливаться на других узлах. А если и задача сервера ввода-вывода перегружает узел, то можно расширить число серверов ввода-вывода. Все узлы визуализации могут осуществлять доступ ко всем серверам через сеть. SCADA-система Citect поддерживает NetBIOS, TCP/IP и другие сетевые протоколы. Одновременно может выполняться несколько протоколов.

**2.1.1.5 Сервер алармов**

В SCADA-системе Citect различаются четыре типа алармов:

* цифровые алармы, возникают в ответ на изменение состояния;
* аналоговые алармы, базируются на анализе выхода за указанные верхние и нижние пределы, изменяемом смещении, скорости изменения, описании уровня алармов;
* алармы с метками времени базируются на таймере, который работает в контроллере и регистрирует алармы с точностью до миллисекунд;
* составные алармы, возникающие в результате событий или комбинации событий.

Аппаратные алармы всегда регистрируются отдельно и визуализируются на отдельном дисплее алармов.

**2.1.1.6 Сервер отчетов**

Язык программирования Cicode поддерживает простой набор операторов, с помощью которых можно генерировать отчёт и задавать его шаблон. Значения времени хранятся в аккумуляторах языка Cicode - регистрах, которые кумулятивно запоминают такие переменные в виде количества часов работы или счётчиков. Таймеры и счётчики могут запускаться по некоторому событию, временно приостанавливаться и т.п. Можно также задавать событие, которое запускает генерацию отчёта и уровень привилегированности пользователя, определяющий права пользователя на запуск генерации отчёта. Отчёты сохраняются на диске в файле. Отчёты могут генерироваться в EXCEL с помощью DDE-связей. В Citect есть и электронная почта, по которой отчёты могут посылаться.

**2.1.1.7 Резервирование**

Ещё одним отличительным свойством SCADA-системы Citect является то, что среди стандартных функций здесь предусмотрено дублирование. Сервер ввода-вывода может дублироваться с помощью резервного сервера ввода-вывода, на котором выполняется та же самая прикладная задача. При отказе основного сервера резервный сервер продолжает работу без какой-либо потери информации.

Могут также дублироваться серверы трендов, отчётов и алармов. Дублирование возможно и на уровне сети. Это делается установкой в компьютере двух сетевых карт и организацией дублированной связи с контроллерами.

Утилита "Computer setup" ("Установка компьютера") позволяет конфигурировать компьютер как узел визуализации (клиент), как основной или резервный сервер ввода-вывода, сервер алармов, трендов или отчётов. Она также позволяет конфигурировать временную синхронизацию и запрещение срабатывания определённых клавиш.

**2.1.1.8 500 функций**

В SCADA-системе Citect встроен гибкий язык программирования Cicode, сравнимый по возможностям с языками Pascal/C. Именно на нем написана сама SCADA-система. Cicode позволяет создавать программы любой степени сложности. Исходный файл на Cicode создается редактором и компилируется вместе с проектом.

Проект всегда компилируется с системой исполнения. Во время компиляции проверяются все dbf-файлы, транслируется Cicode. В SCADA-системе Citect есть специальные функции для проверки производительности системы.

Во время исполнения системы может активизироваться специальное ядро, которое поддерживает команды мониторинга контроллеров и сетевых взаимодействий, проверки загрузки центрального процессора, проверки ошибок и т.д.

**2.1.1.9 Возможности HMI в SCADA-системе Citect**

Графические объекты на дисплеях оператора можно построить с помощью Графического редактора (Graphics Builder). SCADA-система Citect поддерживает неограниченное количество окон - "страниц". Для их создания предлагается использовать библиотеку шаблонов. Для упрощения создания графических объектов на странице поставляются три библиотеки - объектов, "джиннов" и "суперджиннов". Объекты - это статические картинки, классифицированные по группам, таким как механизмы, резервуары, насосы и так далее. "Джинны" и "суперджинны" - это динамические объекты, к ним могут прикрепляться меняющиеся переменные. Для "джиннов" место на экране зафиксировано (например, ползунок на линейке со шкалой), а для "суперджиннов" - нет. "Суперджинны" могут открывать новое окно. Во время исполнения "суперджинн" может запускаться несколько раз. Каждое видимое окно является "потомком" со своими собственными переменными. Когда во время исполнения вызывается "суперджинн", автоматически создаётся окно-"потомок" с реальными значениями переменных. Такая процедура значительно ускоряет разработку сходных объектов. Эти объекты могут использоваться для любого другого клиента.

После всех этих процедур компилируется прикладная задача. Во время компиляции графика запоминается, а программа на Cicode проверяется на наличие синтаксических ошибок. Установленный ранее проект деинсталлируется и заменяется вновь созданным.

**2.1.1.10 Новые технологии**

В настоящее время для разработки систем автоматизации активно начинают применяться COM/DCOM-технологии, причем как квалифицированными разработчиками прикладного ПО, так и в предлагаемых на рынке инструментальных системах. Новые технологии в SCADA-системе Citect находят свою реализацию в виде:

* OPC-компонентов для подключения широкого спектра контроллерного оборудования и промышленных сетей стандартным, формально описанным способом (OPC-спецификация);
* ActiveX-объектов для расширения функциональных возможностей разрабатываемого приложения за счет уже разработанных и готовых к использованию программных компонентов.

**2.1.1.11 Выводы (Citect)**

Итак, важными характеристиками SCADA-системы Citect являются следующие:

* не требуется вложений в систему разработки. При этом допускается разработка прикладной системы многими пользователями одновременно;
* гибкость использования инструментальных программных средств;
* встроенное резервирование позволяет качественно и легко решить проблему надежности функционирования системы;
* язык Cicode позволяет создавать программы любой степени сложности.

SCADA-система Citect - это мощный конкурентоспособный SCADA-продукт. У него сильные рыночные позиции, благодаря поддержке истинной структуры клиент/сервер, открытой архитектуре, а также богатым возможностям языка программирования CiCode и встроенной дублируемости. SCADA-система Citect обеспечивает дружественную систему помощи (help), основанную на богатом опыте компании CiTechnologies как системного интегратора. Все эти функции в сочетании с низкой стартовой ценой обеспечивают хорошее рыночное преимущество этого пакета [2, 5].

**2.1.2 SCADA-система WinCC**

SIMATIC WinCC выступает “законодателем моды” в использовании последних программных технологий. Название WinCC происходит от Windows Control Center (Центр управления Windows), другими словами это система, предоставляющая все необходимые средства для надежного управления процессом в стандартной среде Windows NT или Windows 2000.

В серии продуктов SIMATIC HMI WinCC выступает в качестве системы визуализации процесса (SCADA), дифференцируемой по цене и производительности и предлагающей наиболее эффективные функции для управления автоматизированными процессами. Одним из главных преимуществ WinCC является ее полная открытость. Эта система может использоваться как со стандартными программами, так и с пользовательскими программами. Программные компании могут создавать свои собственные приложения, используя открытые интерфейсы WinCC для расширения своих собственных систем.

WinCC – это современная система с удобным пользовательским интерфейсом для создания офисных и промышленных приложений, гарантирующая стабильную и надежную работу и предоставляющая эффективные инструментальные средства для конфигурирования. Она подходит как для простых, так и для сложных задач.

Наиболее впечатляющими свойствами SIMATIC WinCC с самого начала были, с одной стороны, высокий уровень инноваций, позволяющий определять тенденции развития и внедрять их на самых ранних стадиях, а с другой стороны, долговременная стратегия развития продукта. Этот подход позволил WinCC стать лидером на европейском рынке и номером 2 на мировом рынке.

**2.1.2.1 Обзор функций**

В мире капиталоемкого производства простота и прозрачность означает уменьшение расходов на проектирование, уменьшение расходов на обучение, большую гибкость в требованиях к кадрам и более стабильное управление. SIMATIC WinCC объединяет в себе все эти особенности. Что касается использования системы, любой специалист, знакомый с Microsoft Windows, сможет работать с WinCC Explorer, являющимся ядром SIMATIC WinCC.

Вместе с другими компонентами SIMATIC система WinCC предлагает функции для диагностики и слежения за процессом. Это свойство является новым для систем HMI.

WinCC предоставляет полный базовый пакет функций для управления и визуализации процесса. WinCC предоставляет ряд редакторов и интерфейсов, которые можно использовать для создания приложений в соответствии с индивидуальными. В таблице 2.1 приведен перечень редакторов.

### Таблица 2.1 - Перечень редакторов, предоставляемых WinCC

|  |  |
| --- | --- |
| Редакторы WinCC | Задачи или конфигурируемые функциональные возможности в режиме исполнения |
| WinCC Explorer (Проводник WinCC) | Централизованный пункт управления проектом, предоставляющий быстрый доступ ко всем данным проекта и позволяющий производить глобальные настройки |
| Graphics Designer (Графический дизайнер) | Графическая система для визуализации и управления процессом с помощью свободно конфигурируемых графических объектов и их связей |
| Alarm Logging (Регистрация аварийных сообщений) | Система сообщений для регистрации и архивирования событий с возможностью их отображения и управления; свободного выбора категорий сообщений, отображения и архивирования сообщений |
| Tag Logging (Регистрация тегов) | Система сбора, регистрации/архивирования и обработки/сжатия измеряемых значений процесса, например, для отображения их в виде трендов и таблиц или для последующей обработки |
| Report Designer (Дизайнер отчетов) | Система формирования отчетов для выполняемого хронологически или в зависимости от событий документирования сообщений, действий оператора и текущих данных в виде отчетов пользователя или проектной документации с использованием выбираемых пользователем шаблонов |
| User Administrator (Администратор пользователей) | Инструментальное средство для удобного управления пользователями и соответствующими правами доступа |
| Global Scripts (Глобальный сценарий) | Редактор для создания функций обработки с использованием языков VBScript и ANSI-C, позволяющих реализовать неограниченные функциональные возможности |
| Другие инструментальные средства | Text Library (Текстовая библиотека), CrossRefence (Перекрестные ссылки), ProjectDuplicator (Копировщик проектов), Picture Tree Manager (Менеджер иерархии кадров), Lifebeat Monitoring (Мониторинг работоспособности), Smart Tools (Интеллектуальные средства) |

В таблице 2.2 приведен перечень интерфейсов, предоставляемых WinCC.

### Таблица 2.2 - Перечень интерфейсов, предоставляемых WinCC

|  |  |
| --- | --- |
| Интерфейсы | Задачи или конфигурируемыефункциональные возможности в режимеисполнения |
| Communication Channels (Каналы связи) | Для обмена данными с рядом контроллеров и другими источниками данных  |
| Standard Interfaces (Стандартные интерфейсы) | Для открытой интеграции других приложений Windows (WinCC OLE-DB, ActiveX, OLE, DDE, OPC и т.д.) |
| Programming Interfaces (Программные интерфейсы) | Для индивидуального доступа к данным и функциям WinCC и для встраивания в пользовательские программы с помощью VBA, VBScript, C-Script (ANSI-C), C-API |

**2.1.2.2 WinCC - часть комплексной системы автоматизации (Totally Integrated Automation)**

WinCC – это мощная и открытая система, позволяющая устанавливать связи с различными ПЛК. Особые преимущества WinCC заключаются в том, что система является частью комплексной системы автоматизации в рамках SIMATIC (Totally Integrated Automation (TIA) with SIMATIC).

TIA позволяет полностью интегрировать отдельные компоненты автоматизации – начиная от контроллеров, распределенной периферии и технологии приводов до уровня управления производством. В связи с этим, можно использовать преимущества тройной универсальности:

* универсальное проектирование и программирование;
* универсальное управление данными;
* универсальная связь.

Другими словами можно уменьшить затраты на разработку решения автоматизации, а это существенно уменьшит затраты на обеспечение жизненного цикла системы и общие затраты.

Возможности глобального проектирования и программирования позволяют непосредственно использовать в WinCC символьные имена STEP 7. При работе с WinCC можно непосредственно обращаться к таблице символьных имен, определенной в STEP 7.

Универсальное хранение данных и универсальная связь значительно облегчают диагностирование системы:

* в режиме исполнения можно непосредственно перейти от WinCC к соответствующему редактору программ STEP 7 (LAD/CSF/STL). Это позволяет проводить диагностику нарушений;
* используя функцию WinCC "Hardware Diagnostics (Диагностика аппаратуры)", можно запустить функцию STEP 7 "Diagnose hardware (Диагностика аппаратуры)" для соответствующего контроллера S7 непосредственно из кадра WinCC;
* "Channel Diagnosis (Диагностика каналов)" позволяет проводить диагностику связи между WinCC и контроллерами S7;
* WinCC может отображать сообщения от контроллера, автоматически генерируемые системой диагностики S7, в виде многострочных текстовых сообщений, появляющихся в контекстных окнах.

Опция WinCC/ProAgent обеспечивает дополнительную поддержку при диагностировании; эта опция выполняет общую диагностику процесса системы автоматизации на базе контроллера S7.

**2.1.2.3 Визуализация процесса WinCC**

SIMATIC WinCC является модульной масштабируемой системой визуализации процесса для приложений различного уровня, начиная от простых однопользовательских приложений и до сложных многопользовательских или даже распределенных систем с несколькими (резервными) серверами и клиентами в сети Web.

В основном SIMATIC WinCC предлагает следующие возможные конфигурации системы:

* однопользовательская система;
* многопользовательская система (решение клиент-сервер);
* распределенная система;
* система с использованием Web-клиентов;
* решение с использованием «тонкий клиент»;
* системы с использованием архивного сервера;
* системы с резервированными серверами;
* решение с использованием как Web-клиентов, так и «тонких клиентов».

В дополнение к функциям контроля и оперативного управления, технологиям обработки аварийных сообщений, регистрации, архивирования и диспетчерского управления базовая система WinCC предоставляет различные уровни диагностики.

В качестве стандартных система поддерживает разные варианты соединений для однопользовательских систем и серверов:

* SIMATIC S7;
* SIMATIC S5;
* SIMATIC 505;
* SIMATIC WinAC;
* PROFIBUS FMS/DP;
* OPC.

**2.1.2.4 Основные функции WinCC**

С помощью WinCC User Administrator можно назначать и контролировать права доступа пользователей, как для системы проектирования, так и в режиме исполнения. Являясь администратором, можно в любое время создать до 128 пользовательских групп, в каждой из которых может содержаться до 128 отдельных пользователей (имена пользователей, пароли) и назначить им соответствующие права доступа к функциям WinCC.

В то же время существует возможность определять режим завершения сеанса работы для каждого пользователя и установить главную страницу для пользователей в сети Web. Всего можно настроить до 999 различных уровней доступа.

Все операторские станции включены в систему управления пользователями.

Интерфейс проектирования WinCC с самого начала был разработан с целью использования его по всему миру: можно переключаться между немецким, английским, французским, испанским и итальянским языками с помощью простого нажатия кнопки. Азиатский вариант поддерживает китайский, тайваньский, корейский или японский язык проектирования. Кроме того, можно создать проект, определив несколько языков системы исполнения. Разработка такого проекта означает возможность использования одного и того же решения системы визуализации на нескольких целевых рынках сбыта.

WinCC предоставляет несколько готовых элементов управления, которые могут использоваться оператором для переключения языков в режиме исполнения. Кроме того, можно определить функцию переключения языков для некоторых объектов кадра, например, кнопок.

В дополнение к этому WinCC позволяет отображать кадры размером до 4096x4096 пикселей, используя интеллектуальную функцию масштабирования. Масштабирование в режиме исполнения поддерживается использованием трех различных методов:

* панорамный просмотр;
* расширенное масштабирование;
* послойное отключение.

Существует возможность сделать отображение слоев и объектов зависящим от текущего коэффициента масштабирования. Для каждого слоя можно определить отдельно минимальный и максимальный коэффициент масштабирования. Также возможно определить возможность отображения только тех объектов, размер которых попадает в определенный диапазон.

Графическая система WinCC в режиме исполнения формирует экранные изображения и обрабатывает все вводимые с экрана данные. Кадры для визуализации процесса и управления установкой создаются с помощью WinCC Graphics Designer.

Независимо от сложности задач контроля и управления, используя стандарты WinCC, можно создавать индивидуальные пользовательские интерфейсы для любого приложения.

Архивирование значений процесса (Tag Logging (Регистрация тегов)) используется для сбора данных исполняющихся процессов и их подготовки к отображению и архивированию. Данные процесса отображаются с помощью WinCC Online Table (Окна отображения таблиц в режиме исполнения) и Trend Controls (Окна отображения трендов в режиме исполнения), которые отображают данные в виде таблиц или кривых соответственно. При этом редактор Tag Logging предоставляет полную свободу в выборе способа сбора данных процесса и вида, в котором они будут отображаться.

SIMATIC WinCC не просто получает сообщения процесса и сообщения о локальных событиях, она записывает их в циклические архивы, а затем предоставляет возможность просмотра отсортированных или отфильтрованных сообщений. Звуки сигнализации (типа сирены или гудка) или прямое переключение из окна сообщений на соответствующий кадр процесса (loop in alarm (контур аварии)) помогают немедленно реагировать на неисправности и принимать меры по избежанию критических ситуаций, их сокращению или устранению их последствий.

Сообщения выводятся на экран с помощью WinCC Alarm Control, параметры которого могут задаваться на этапе проектирования. Используя содержимое отдельных блоков сообщений, можно фильтровать или сортировать сообщения, отображаемые в окне.

Для архивирования сообщений используется Microsoft SQL Server. Система архивирует сообщения при возникновении событий сообщений, например:

* при поступлении сообщения;
* при изменении статуса сообщения.

В WinCC имеется встроенная система ведения журналов регистрации. Данные, полученные в режиме исполнения, печатаются с помощью предварительно сконфигурированных шаблонов для разных типов журналов регистрации:

* протокол последовательности сообщений;
* протоколы архивов сообщений;
* журналы регистрации архивных значений процесса;
* оперативные журналы;
* протоколы системных сообщений;
* отчеты пользователя;
* документальные копии.

Перед печатью отчетов можно сохранить их в виде файлов и предварительно просмотреть на мониторе. Выполняя действия оператора по вводу можно отобразить состояние всех заданий в режиме online [6, 7].

**2.1.2.5 Выводы (WinCC)**

С момента своего появления система SIMATIC WinCC символизировала высочайший уровень открытости и интеграции, поскольку поддерживала единообразие с технологиями Microsoft.

WinCC была первой системой визуализации процесса на международном рынке, использующей 32-битную технологию ПО, работающего под управлением Microsoft Windows 95/NT 4.0. В настоящее время Windows 2000 (Advanced) Server и Windows XP Professional представляют собой открытую стандартную платформу для создания серверов и клиентов WinCC или однопользовательских систем. С одной стороны, эта платформа может использоваться для того, чтобы комбинировать WinCC с широким спектром приложений, имеющихся на рынке; с другой стороны, можно интегрировать эту платформу в конкретное решение: корпоративное решение или решение автоматизации.

В целом, сама система WinCC представляет собой безопасное капиталовложение, поскольку предоставляет возможности легкого расширения и масштабирования. Для достижения универсальности потока информации, то есть вертикальной и горизонтальной интеграции, WinCC позволяет вкладывать средства в стандартизированное хранение данных, встроенные стандартные интерфейсы и универсальную обработку всех данных.

Безусловно, обе рассмотренные выше SCADA-системы Citect и WinCC отвечают предъявляемым требованиям, но нужно было выбрать одну наиболее приемлемую по всем показателям, такой оказалась SCADA-система WinCC.

**2.2 Разработка структуры системы оперативно-диспетчерского контроля и управления**

Функционально структура системы оперативно-диспетчерского контроля и управления РГП «Канал им. К. Сатпаева» в соответствие с требованиями раздела 1 должна состоять из четырех подсистем:

* измерений электроэнергии и воды;
* сбора данных;
* телекоммуникаций;
* отображения, хранения и управления данными.

Иерархически система представляет собой распределенную автоматизированную систему сбора и обработки данных и включает в себя:

* первый уровень – измерительные комплексы учета электроэнергии, коммерческие ИИК (приборы учета), полевые датчики и приборы, УСПД или УСД основных сооружений канала: НС, включающих НА, ПС, В/в, В/с, Д;
* второй уровень –РЦСОИ 2 - п. Молодежное;
* третий уровень –ЦСОИ – г. Караганда. ЦСОИ должен осуществлять выдачу информации СО АО «КEGОС», а также в ПКИ г. Астана.

Передача данных между ПКИ, ЦСОИ, РЦСОИ и объектами предприятия должна производится посредством каналов радиотелефонной связи SR-500 S.

На рисунках 2.2 – 2.3 представлена иерархическая структура системы оперативно-диспетчерского контроля и управления.

**2.2.1 Подсистема измерений электроэнергии и воды**

Учет электроэнергии. В состав подсистемы измерений электроэнергии будут входить счетчики и измерительные трансформаторы, совместно они составляют ИИК.

Состав ИИК зависит от параметров точки учета. Точки учета делятся на две группы: коммерческие и технические. Дополнительными признаками точки учета являются интервал измерения и интервал опроса (съема) показаний прибора учета.

Подключаемый к системе ИИК счетчик должен быть зарегистрирован у СО в реестре коммерческого учета и иметь уникальный идентификационный код.

Для коммерческих и технических точек учета электроэнергии с интервалом измерений 15 минут в состав ИИК входит трехфазный микропроцессорный счетчик с цифровым, последовательным интерфейсом связи RS-485 и возможностью измерения активной и реактивной составляющей электроэнергии в обоих направлениях (двунаправленный).

Посредством цифрового, последовательного интерфейса связи RS-485 счетчик будет опрашиваться УСД объекта, каждые 15 минут.

Считанные из счетчика (ИИК) данные УСД будут передаваться через подсистему телекоммуникаций в БД системы.

Как уже упоминалось выше, будут использоваться существующие измерительные трансформаторы.

Вновь устанавливаемые приборы учета будут устанавливаться на место демонтируемых счетчиков. Выбранные для установки счетчики имеют такие же монтажные и крепежные размеры, как и снимаемые индукционные. Данное качество упрощает установку новых приборов учета.

В случае установки прибора учета на новое место, установка будет производиться в существующие щиты и ячейки, в соответствии с нормативными документами.

Учет воды. Учет воды будет производиться с использованием ультразвуковых расходомеров, входящих в состав ИИК водоучета. Интервал измерений – 15 мин.

Опрос расходомеров будет производиться УСД объекта посредством унифицированного токового сигнала 4-20мА, каждые 15 минут. Через подсистему телекоммуникаций данные будут передаваться в БД системы.

Диапазон расхода воды от 150 до 25000 куб. м. Погрешность измерения составляет не хуже 0,5 %.

Выходные сигналы, входные аналоговые сигналы и входные дискретные сигналы приведены в приложениях А-В. А на рисунках 2.4-2.5 приведены схемы автоматизации НА.

**2.2.2 Подсистема сбора данных**

Подсистема сбора данных предназначена для сбора информации из ИИК и для передачи ее в подсистему телекоммуникации. Основу подсистемы сбора данных составляет УСД.

УСД – это устройство, состоящее из ПЛК, блока питания, устройств сопряжения, оборудования связи и других узлов. УСД предназначено для периодического опроса:

* присоединенных счетчиков (ИИК) коммерческих и технических точек учета электроэнергии;
* приборов водоучета;
* приборов контроля технологических параметров.

Данные, полученные УСД при помощи опроса, передаются в подсистему телекоммуникаций для дальнейшей передачи. УСД может управляться в дистанционном режиме и местном режиме при помощи ноутбука. УСД вместе с данными счетчиков передает в систему сигналы контроля: ошибка в работе УСД, отсутствие электроснабжения, неисправность цепей измерительных трансформаторов, производится доступ к УСД или счетчику в местном режиме (ручной), производится проверка узлов памяти.

На рисунке 2.6 изображена структурная схема УСД. Основным узлом УСД является ПЛК. Через устройство сопряжения по интерфейсу RS-485 ПЛК считывает данные со счетчиков.

Преобразуя информацию в пакеты, он через оборудование канала связи передает их в подсистему телекоммуникаций. Кроме считывания данных со счетчиков, ПЛК через устройства сопряжения снимает с объектного оборудования информацию по приборам контроля технологических параметров, аварийной и предупредительной сигнализации, релейной защиты, по положению высоковольтных выключателей.

Блок питания (БП), обеспечивающий электроснабжение УСД является модульным устройством. БП обеспечивает гарантированное электропитание с возможностью бессбойного завершения работы программы ПЛК при сбое или отсутствие внешнего электроснабжения. БП может работать в индустриальном диапазоне температур, нормальном атмосферном давлении и влажности до 75%.

Конструктивно УСД представляет собой шкаф оборудования. На монтажной панели шкафа устанавливаются монтажные DIN-рейки, для установки оборудования. В шкаф внешняя проводка и кабели заводятся через герметичные фитинги.

Рисунок 2.6 – Схема структурная УСД

**2.2.3 Подсистема телекоммуникаций**

В качестве базовой телекоммуникационной среды выступает телекоммуникационная сеть РГП «Канал им. К. Сатпаева». УСД будут использовать каналы вводимой в строй радиотелефонной связи SR-500 S.

Все данные будут стекаться в коммуникационные серверы РЦСОИ п. Молодежный и далее в ЦСОИ г. Караганда. Для администрирования подсистемы телекоммуникаций предусмотрены АРМ администратора коммуникационного сервера для центра сбора и обработки данных.

Гарантированная доставка данных будет производиться на основе комплексной системы сбора данных SINAUT фирмы Siemens. SINAUT работает с любым видом связи и является программно-аппаратным комплексом. Указанный продукт позволяет строить распределенные системы гарантированного сбора данных и автоматически поддерживает многочисленные служебные функции:

1. гарантированная доставка данных с УСД в коммуникационные серверы системы, в том числе и при отказах каналов связи;

2) единая временная синхронизация (единое время системы);

3) единая для всей системы маршрутизация данных;

4) совместимость со сторонним ПО в соответствие с нормативными документами;

5) помехозащищенность и безопасность данных.

В УСД модемы системы SINAUT штатно подключаются к ПЛК, их ПО полностью совместимо друг с другом.

Таким образом, передаваемые данные оказываются в коммуникационных серверах системы оперативно-диспетчерского контроля и управления, откуда они перемещаются в серверы БД и приложений системы [8].

**2.2.4 Подсистема отображения, хранения и управления данными**

Подсистема отображения, хранения и управления данными выполняет следующие задачи:

* прием и обработку данных;
* формирование базы данных;
* архивирование и хранение данных;
* графическое и табличное отображение данных и расчетов с ними;
* формирование необходимого объема информации для собственных нужд и для взаимообмена данными с информационными центрами поставщиков, потребителей электроэнергии и системным оператором.

Информационная единица (строка) БД будет содержать кроме данных (значение показания или другие данные) и его признаки: фиксированное время измерения, идентификатор точки учета, заводской номер прибора учета.

Конструктивно подсистема отображения, хранения и управления данными представляет собой совокупность сервера БД и приложений, АРМ специалистов и локальной вычислительной сети (ЛВС).

Программное решение подсистемы реализовано на основе клиент - серверной технологии. На сервере будут производиться все вычисления и преобразования системы оперативно-диспетчерского контроля и управления, специалисты–пользователи системы будут клиентами, а информация на их компьютерах будет формироваться при помощи SQL-запросов. Таким образом, АРМы специалистов системы являются терминалами запроса и отображения информации, обрабатываемой в сервере БД и приложений.

В БД производится регистрация пользователей, их атрибутов и осуществляется их контроль. Каждому пользователю присваивается блок паролей и доступа. Пользователи системы оперативно-диспетчерского контроля и управления могут быть как локальными, так и удаленными.

При этом администратор БД системы должен иметь возможность:

* создавать, изменять или удалять пользователей, группы доступа и предписывать функции для этих групп;
* создавать и удалять пункты измерения в БД и предписывать их определенному каналу связи.

**2.2.5 Автоматизируемые функции и задачи (комплексы задач)**

Список автоматизируемых функций и составляющих их задач (комплексы задач), решаемых системой оперативно-диспетчерского контроля и управления РГП «Канал им.Сатпаева»:

* функции отображения;
* функции контроля;
* функции регистрации;
* функции диагностики;
* функции архивирования;
* функции ввода-вывода;
* функции параметрирования;
* функции защиты информации.

Задачи функции отображения:

а) динамическое отображение состояния технологического оборудования;

б) автоматическая световая и звуковая сигнализация аварий и аварийных режимов;

в) отображение аналоговых значений в виде графиков (трендов). Должны поддерживаться следующие виды просмотра:

1) оперативные тренды;

2) исторические тренды;

г) формирование графиков нагрузок по точке учета. Измеренные средние мощности (срезы) со временем интегрирования 15 или 30 минут;

д) масштабирование экранов трендов;

е) вывод одновременно нескольких графиков на экран (принтер) по выбору;

ж) просмотр журналов событий и аварий;

з) просмотр оперативно-справочной информации.

Задачи функции контроля:

* контроль технологических параметров по двум уровням: предупредительному и аварийному;
* контроль достоверности измеряемых параметров на диапазон допустимых значений.

Задачи функции регистрации:

* + - 1. автоматическое формирование журналов событий и аварий;
			2. формирование архивов технологических параметров;
			3. поддержание единого времени и временная синхронизация подсистем измерений электроэнергии, сбора данных и телекоммуникаций.

Задачи функции диагностики:

* диагностика комплекса технических средств;
* диагностика каналов связи.

Задачи функции архивирования:

* формирование БД системы оперативно-диспетчерского контроля и управления;
* архивирование и хранение журналов событий, аварий, исторических трендов.

Задачи функции ввода-вывода:

* 1. чтение накопленной прибором учета электроэнергии (снятие показаний приборов учета);
	2. чтение значения частоты сети точки учета;
	3. чтение значения мгновенной мощности точки учета;
	4. сбор данных от приборов учета и формирование информационных пакетов данных;
	5. сбор данных по технологическим параметрам.

Задачи функции параметрирования:

* администрирование подсистемы телекоммуникаций;
* администрирование подсистемы отображения, хранения и управления данными системы оперативно-диспетчерского контроля и управления;
* удаленное (дистанционное) параметрирование приборов учета.

Задачи функции защиты информации:

* + - 1. доступ к информации в соответствии с правами доступа пользователя;
			2. сохранение параметров работы системы при аварийном несанкционированном отключении электропитания;
			3. гарантированная доставка данных из коммуникационного сервера системы оперативно-диспетчерского контроля и управления в сервер БД и приложения системы.

На рисунке 2.7 приведена функциональная структура системы оперативно-диспетчерского контроля и управления РГП «Канал им. К. Сатпаева» [8, 9, 21, 22].

**2.3 Обоснование и выбор технического обеспечения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления**

Система оперативно-диспетчерского контроля и управления РГП «Канал им. К. Сатпаева» представляет собой иерархическую распределенную автоматизированную систему сбора и обработки данных.

Техническое обеспечение системы в соответствие с функциональной структурой (рисунок 2.7) рассматривается с позиций четырех подсистем системы.

Техническое обеспечение в этих подсистемах осуществляют при помощи КТС различного состава и назначения.

**2.3.1 КТС подсистемы измерений**

Измерительные трансформаторы. Реконструируемое оборудование ОРУ–110кВ, ОРУ–220кВ предусмотрено на базе унифицированных трансформаторных, транспортабельных блоков заводского изготовления, состоящих из металлического несущего каркаса с смонтированными на нем высоковольтным оборудованием и элементов вспомогательных цепей. В блоках применяются следующее высоковольтное оборудование:

- разъединители трехполюсные с приводом;

- изоляторы опорные;

- трансформаторы тока ТФЗМ;

- трансформаторы напряжения НКФ.

В таблице 2.3 приведены технические характеристики трансформаторов.

### Таблица 2.3 – Технические характеристики трансформаторов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Номинальное напряжение, кВ | Номинальный первичный ток, А | Число первичных обмоток, шт. | Номинальный вторичный | Класс точности, - |
| I, А | U, В |
| ТФЗМ-110 Б-I-IV УХЛ1 | 110 | 220 | 4 | 5 | - | 0,2 0,5 5Р |
| ТФЗМ-220 Б-I-IV УХЛ1 | 220 | 300 | 4 | 5 | - | 0,2 0,5 5Р |
| НКФ-110-58УХЛ1 | 110/ | - | 2 | - | 100/ | 0,5 1 |
| НКФ-220-58УХЛ1 | 220/ | - | 2 | - | 100/ | 0,5 1 |

Измерение электроэнергии. Технические характеристики, описание и внешний вид счетчиков электроэнергии приведен в разделе 1 (1.3 Анализ существующих элементов АСУ ТП насосных станций).

Измерение давления. Для измерения давления на выходе насоса предлагается датчик давления ТУ РБ 390184271.002-2003 производства российской компании ПОИНТ.

Технические характеристики ТУ РБ 390184271.002-2003 приведены в таблице

### Таблица 2.4 – Технические характеристики ТУ РБ 390184271.002-2003

|  |  |
| --- | --- |
| Величина | Значение |
| Верхний предел измерения, Pmax, МПа | 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,6; 0,63; 1,0; 1,6; 2,5 |
| Предел допускаемой основной погрешности выраженный в процентах от диапазона измерения выходного сигнала, -  | 0,25; ±0,5; ±1,0 |
| Выходной сигнал, мА  | 4-20 |
| Номинальное напряжение питания, В | 24 |
| Сопротивление нагрузки не более, Ом  | 500 |
| Датчик устойчив к воздействию температуры, oC  | от -40 до +70 |
|  |  |
| Продолжение таблицы 2.4 |
| Величина | Значение |
| Масса не более, кг  | 0,25 |
| Средняя наработка на отказ, ч  | 65000 |
| Средний срок службы не менее, лет  | 8 |
| Межповерочный интервал, год  | 1 |

Для измерения давления, разряжения в сифоне для насосов предлагается использование датчиков Метран-55 ДИВ. Малогабаритные датчики Метран-55 ДИВ обеспечивают непрерывное преобразование измеряемых величин избыточного, абсолютного давления, давления-разряжения нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал.

Технические характеристики Метран-55 ДИВ приведены в таблице 2.5.

#### Таблица 2.5 - Технические характеристики Метран-55 ДИВ

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Погрешность измерений, - | ±0,15 |
| Диапазон перенастройки | 10:1 |
| Измеряемые среды | жидкость, пар, газ |
| Выходной сигнал, мА | 4-20, 0-5, 0-20  |
| Температура окружающего воздуха, 0С  | -40…70  |
| Исполнение | обыкновенное |
| Степень защиты от воздействия пыли и воды | -IP55, -IP65 |

Измерение температуры. Для измерения температуры окружающего воздуха в насосных и приемных бассейнах предлагается использовать датчик-термопреобразователь платиновый Метран 206-04.

Технические характеристики Метран 206-04 указаны в таблице 2.6.

#### Таблица 2.6 - Технические характеристики Метран 206-04

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Количество чувствительных элементов, шт. | 1 |
| Класс допуска, - | В, С |
| Схема соединений | 4-х проводная |
| Диапазон измерения температур, 0С | -50…150  |
| Показатель тепловой инерции, с | не более 20  |
| Материал защитной арматуры  | сталь 12х18Н10T |
| Материал головки  | пластик АБС |
| Степень защиты от воздействия пыли и воды | IP65 по ГОСТ 14254 |
| Климатическое исполнение | У1.1 |

Для измерения температурных режимов НА будут использоваться имеющиеся установленные термометры сопротивления, которые будут заводиться в УСД через нормирующие преобразователи НПТ-2Р.

Нормирующий преобразователь НПТ-2Р предназначен для преобразования сигналов от термоэлектрических преобразователей в унифицированный аналоговый сигнал постоянного тока. Технические характеристики НПТ-2Р приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Технические характеристики НПТ-2Р

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Основная погрешность, % | ±0,25 |
| Диапазон измерения, °C | -50..+1000  |
| Тип НСХ | 50М,100М, 50П, 100П, ХА, ХК, ЖК и др. |
| Выходной аналоговый сигнал, mA | 4..20 (линейно от температуры) |
| Напряжение питания, В | 12,5..30  |
| Потребляемая мощность, ВА | 0,6  |
| Климатическое исполнение  | УХЛ 3.1\* |
| Температура окружающего воздуха, оС | -10..+50 (по особому заказу -40..+70)  |
| Степень защиты от воды и пыли по ГОСТ 14254 | IP54 (для НПТ-2Р IP20) |
| Устойчивость к механическим воздействиям | V2 |
| Габаритные размеры | 94х65х57; монтаж настенный |

Контроль наличия протока. Для контроля наличия протока жидкости используется индикаторы-реле расхода DW 182 производства фирмы KROHNE с тремя различными диапазонами измерения в зависимости от расхода воды в трубе, на которую монтируется прибор. Технические характеристики приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Технические характеристики

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Диапазон измерения, л/час (л/с) | 2000…16000 (3) 1200…10000 (2.5) 1200…10000 (2) |
| Подсоединение | DN50 PN40 |
| Монтажная длина, мм | 200  |
| Для горизонтального трубопровода, направление потока | справа налево |
| Индикатор | G (флажковая индикация) |
| Материал прокладки | Каучук (Buna gasket) |
| Материал | нерж. сталь 316 L |
| Корпус | поликарбонат |
| Вариация срабатывания выключателей, % | ±3 |
| Тип контакта | GK1 индикация, 1 Н/О (нормально открытый) |
| Макс. температура, oC | 120  |
| Вязкость, mPas | до 30  |
| Давление, бар | до 40  |

Измерение уровня. Для сигнализации предельного уровня в маслованнах предлагается применять сигнализатор Pointec ULS 200 производства фирмы SIEMENS. Технические характеристики Pointec ULS 200 указаны в таблице 2.9.

Таблица 2.9 - Технические характеристики Pointec ULS 200

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Принцип измерения | Ультразвуковой сигнализатор уровня |
| Диапазон измерения для жидкостей | 0,25 до 5 |
| Схема соединений, м | Однопроводная (сухой контакт) |
| Точность измерения | 0,25 % от диапазона измерения |
| Монтаж | Внутри/снаружи |
| Внешняя температура при монтаже в металлических резьбах или при допуске ATEX, oC | от -40 до +60от -20 до +60 |
| Класс защиты | IP 67/ Typ 6/NEMA6 |
| Продолжение таблицы 2.9 |
| Наименование | Значение |
| Условия измеряемого вещества: давление процесса | 0 bar (нормальное атмосферное давление) |
| Вес, кг | 1,5  |
| Материал конструкции | Алюминий с эпоксидным покрытием с уплотнением |
| Материал сенсора | Tefzel |
| Ввод кабеля  | 1/2 NPT |

Для измерения уровня воды в резервуаре на НС-2 в г. Астане и измерения положения затвора на объектах водоканала предлагается использовать радарные уровнемеры OPTIWAVE 7300C производства фирмы KROHNE. Технические характеристики OPTIWAVE 7300C указаны в таблице 2.10.

Таблица 2.10 - Технические характеристики OPTIWAVE 7300C

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Принцип измерения | Ультразвуковой сигнализатор уровня |
| Выход, мА | 4…20 HART |
| Диапазон, м | 0,5…40  |
| Разрешение, мм | 1 |
| Температура окружающей среды, oCТемпература во фланце, oC | от -40 до +80от -20 до +150 |
| Рабочее давление, бар | -1…40 |

Для измерения уровня бьефа на НС водоканала предлагается использовать радарные уровнемеры OPTIFLEX 1300C производства фирмы KROHNE. Технические характеристики OPTIFLEX 1300C приведены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 - Технические характеристики OPTIFLEX 1300C

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Принцип измерения | Ультразвуковой сигнализатор уровня |
| Выход, мА | 4…20 HART |
| Диапазон, м | 4…35  |
| Разрешение, мм | 1 |
| Температура окружающей среды, oCТемпература во фланце, oC | от -40 до +80 от -20 до +150 |
| Рабочее давление, бар | -1…40 |

Для сигнализации минимального аварийного и максимального аварийного уровней воды в баке разрыва струи на объектах водоканала предлагается использовать сигнализатор уровня LS 5100 производства фирмы KROHNE. Технические характеристики LS 5100 указаны в таблице 2.12.

Таблица 2.12 - Технические характеристики LS 5100

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Рабочее давление, бар | Макс. 64  |
| Температура, oC | от -50 до 250 |
| Плотность, кг/л | 0.5-2.5  |
| Вязкость, мПа х с | Макс. 10 000 |
| Питание, В | 20..72 DC |

Измерение расхода. Для измерения расхода воды, перекачиваемой НА, предлагается использовать ультразвуковой расходомер UFM 600T производства фирмы KROHNE. Технические характеристики UFM 600T приведены в таблице 2.13.

Таблица 2.13 - Технические характеристики UFM 600T

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| UFM 600T | Стационарная система, местный дисплей, интерфейс RS-232 |
| Погрешность измерения, % | ±1-3 от измеряемого значения |
| Диапазон измерения, м3/чУсловный проход DN, мм | Мин. (DN/100)2х14.2Макс. DN2х0.05 |
| Температура окружающей среды, oC | от -25 до 60 |
| Категория защиты | IP 65 |
| Материалы (корпус) | Медь никелированная |
| Монтажное устройство | Анодированный алюминий |
| Токовый выход, мА | 4-20  |
| Питание, В | ~80-264  |
| Потребляемая мощность, ВА | P≤10  |

Для измерения расхода воды отпускаемой потребителям предлагается использовать расходомеры Aquaflux производства фирмы KROHNE. В зависимости от максимального расхода воды и диаметра трубы в точке монтажа прибора, рекомендуются следующие типоразмеры расходомеров Aquaflux: DN200, DN250, DN300, DN500, DN700, DN1400. приведены в таблице 2.14.

Таблица 2.14 - Технические характеристики расходомера

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Электропроводность, µS/cm | ≥20 |
| Класс изоляции | Е |
| Категория защиты | IP 67 |
| Материалы: |
| - измерительная труба | Нерж. сталь 1.4301 |
| - уплотнение | Твердая резина |
| - электроды | Хастеллой |
| - клеммная коробка | Алюминиевое литье |
| - корпус | Листовая сталь |
| Диапазон шкалы, м3/чDN 200DN 300DN 500DN 700 | Мин.33.9376.35212.1415.6 | Макс.13573053848216625 |

Контроль состояния клапана. Для определения положения КСВ на сифоне предлагается использовать концевой выключатель SIGUARD серии 3SE2 производства фирмы SIEMENS. Технические характеристики:

* металлический корпус;
* контакты замедленного действия 1p+1з;
* вид толкателя – нажимной (plunger);
* ширина корпуса 56 мм;
* степень защиты IP 67;
* один ввод для подсоединения с помощью метрической резьбы внизу;
* масса 0,23.

Контроль положения задвижки. Для определения положения задвижек на объектах водоканала предлагается использовать электронный путевой выключатель производства фирмы TNS-INTEC.

Выключатель Путевой Электронный (ВЭП) обеспечивает:

- выдачу унифицированного аналогового сигнала 4-20 мА пропорционального положению задвижки между открытым и закрытым состоянием. Сигнал «Ошибка» выдается при превышении конечного положения арматуры «О» (Открыто) или «3» (Закрыто) более чем на 12% рабочего хода;

- ВПЭ позволяет осуществлять настройку арматуры на открытие и закрытие в диапазоне 1-500 оборотов шпинделя арматуры, с точностью не хуже 90° угла поворота выходного вала электропривода;

- ВПЭ имеет четыре концевых реле (конечные и аварийные), каждое с одной перекидной группой контактов для отключения электропривода;

- настройку ВПЭ на открытие и закрытие арматуры, значений предельного момента счетчика приращения выходного вала, наиболее простым и доступным способом;

- визуализацию, непосредственно на ВПЭ, факта вращения вала ЭП, нахождение арматуры в положениях «О» или «3», а также степень открытия арматуры в процентах от положения «О» (0-99%) при помощи светодиодного семи сегментного индикатора;

- энергонезависимое отслеживание вращения вала привода от ручного дублера при отсутствии напряжения питания ВПЭ;

- выдачу команд на останов ЭП в крайних положениях «О» и «3» арматуры или в любых других в зависимости от настройки прибора;

- выдачу команд на останов ЭП при определении предельного момента счетчика приращения выходного вала на открытие «АВО» (аварийный выключатель открытия) и на закрытие «АВЗ» (аварийный выключатель закрытия) [9, 23].

**2.3.2 КТС подсистемы сбора данных**

КТС УСД объекта канала содержит следующие компоненты:

* программируемый логический контроллер CPU-314;
* модуль SINAUT TIM 3V;
* интерфейсные модули IM 360 (для организации распределенной системы сбора данных);
* модули аналогового ввода;
* модули дискретного ввода;
* коммуникационный модуль CP 340 (для счетчиков электроэнергии);
* коммуникационный модуль CP 340 (для приема данных с радиомодема);
* радиомодем Maxon DM 70 (для приема данных с УО по радиоканалу);
* текстовый дисплей (для объектов с малым количеством сигналов).

КТС УСД на уровне РЦСОИ представляет собой шкаф УСД РЦСОИ, который состоит из следующих компонентов:

* программируемый логический контроллер CPU-314;
* модуль SINAUT TIM 3V;
* коммуникационный модуль CP 340;
* блок питания с резервированием.

КТС УСД на уровне ЦСОИ представляет собой шкаф УСД ЦСОИ, который состоит из следующих компонентов:

* программируемый логический контроллер CPU-314;
* модуль SINAUT TIM 3V;
* блок питания с резервированием;
* GPS – приемник.

Шкаф терминал контроля ТК 01. В качестве КТС УСД удаленных объектов предлагается использовать типовое решение компании «TNS-Intec»: шкаф терминал контроля ТК01, дополненный модулем аналогового ввода.

Шкаф терминал контроля ТК01 обеспечивает сбор и передачу данных с удаленных объектов на ближайший основной объект водоканала по радиоканалу. Основные технические параметры ТК01:

* режим работы ТК-01 – непрерывный круглосуточный;
* средняя наработка на отказ не менее 50000 часов;
* срок службы не менее 10 лет;
* напряжение питания шкафа – от 180 до 230 В;
* потребляемая мощность – 30 Вт;
* ТК-01 соответствует требованиям безопасности ГОСТ 12.2.007.0, и относиться по способу защиты человека от поражения электрическим током к классу 01;
* напряжение входных цепей – плюс 24 В;
* напряжение выходных цепей – плюс 24 В;
* частотный диапазон радиоканала – от 400 до 430 мГц;
* чувствительность радиоприемника - 0.5 мкВ/м;
* выходная мощность радиопередатчика - 1 или 5 Вт;
* вид модуляции передатчика – FFSK;
* скорость обмена информацией по радиоканалу – 1200 бит/с;
* мощность потребления радиоприемника – 2 Вт;
* габаритные размеры шкафа – 400х400х220 мм;
* рабочий температурный диапазон от минус 20 0C до плюс 55 0C;
* степень защиты по ГОСТ 14254 - IP 65.

Шкафы УСД. Для оборудования УСД предлагаются шкафы производства фирмы Hoffman-Schroff.

Оборудования УСД НС конструктивно располагаются в шкафах «PROLINE» размерами 1800х800х500. Оборудования УСД ПКИ, РЦСОИ, ЦСОИ и малых объектов водоканала конструктивно располагаются в шкафах «CONCEPTLINE». Размеры шкафов для ПКИ – 600х600х220.

В шкафу имеется внутреннее освещение и розетка 220 В. В поставку шкафа входит стандартный комплект заземления, позволяющий производить подключение к контуру защитного заземления (4 Ом) и контуру инструментального заземления (1 Ом). Подключение производится к существующим контурам помещения, где устанавливается шкаф. Необходимые принадлежности входят в поставляемый комплект.

Программируемый логический контроллер. В качестве ПЛК для шкафов УСД основных объектов водоканала выбран контроллер серии Simatic фирмы Siemens, модель CPU-314. Модель CPU-314 является центральным процессором без встроенных входов и выходов и предназначена для использования в программируемых контроллерных устройствах S7-300. CPU 314 - это центральный процессор для построения систем управления, в которых требуется скоростная обработка информации и поддержка систем локального ввода-вывода, включающих в свой состав до 32 модулей. Некоторые технические характеристики модели:

* микропроцессор со временем выполнения логической операции с битами 100нс;
* рабочая память: RAM емкостью 48Кбайт для выполнения программ;
* загружаемая память в виде микро карты памяти NVFlash-EEPROM емкостью до 8 Мбайт;
* необслуживаемое сохранение резервной копии данных;
* парольная защита;
* диагностический буфер;
* часы реального времени.

Интерфейсный модуль. Для организации распределенной системы ввода-вывода в шкафах УСД предлагается использовать интерфейсные модули IM 360 и IM 361.

Модули IM 360 и IM 361 позволяют подключать к одному базовому блоку контроллера до 3 стоек расширения:

* IM 360 устанавливается в базовый блок контроллера;
* по одному модулю IM 361 устанавливается в каждую стойку расширения;
* в каждую стойку расширения необходимо устанавливать блок питания равный 24 В;
* отсутствие ограничений на состав модулей в стойках расширения.

В каждой стойке может размещаться до 8 модулей ввода-вывода.

Коммуникационный модуль. Поддержку и организацию интерфейса RS-485 для обмена информацией со счетчиками производит коммуникационный модуль CP-340. Коммуникационный модуль CP-340 предназначен для организации последовательной связи через интерфейс RS-485. Настройка параметров коммуникационного модуля осуществляется с помощью инструментальных средств пакета STEP 7. Модуль выпускается в пластиковом корпусе. На его фронтальной панели расположены светодиоды “Send” (передача), “Receive” (прием) и “Error” (ошибка), а также разъем для подключения линии связи и питания. Модуль способен поддерживать ряд стандартных протоколов связи и обмениваться данными с различными типами станций:

* ASCII;
* интерфейсные сигналы;
* драйвер принтера;
* 3964(R).

Модули дискретного ввода. В качестве модулей дискретного ввода для ТС предлагается использовать модули SM 321 с 16 и 32 входами производства фирмы SIEMENS.

Контроль ТС производится опросом состояния групп контактов реле защит. Модули ввода дискретных сигналов предназначены для преобразования входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы. К входам модулей могут подключаться контактные датчики или бесконтактные датчики BERO. Модули выпускаются в пластиковых корпусах. На их лицевых панелях расположены следующие элементы:

* зеленые светодиоды, индицирующие состояние входных цепей;
* красный светодиод индикации отказов и ошибок;
* разъем для установки фронтального соединителя, закрытый защитной крышкой;
* паз на защитной крышке для установки этикетки с маркировкой внешних цепей.

Модули аналогового ввода. В качестве модулей аналогового ввода для ТИ предлагается использовать модули SM 331 c 8 входами производства фирмы SIEMENS.

Модули аналогового ввода предназначены для контроля значений технологических параметров. К входам модулей могут подключаться датчики с токовым выходом 4-20мА. Модуль преобразует внешние входные аналоговые сигналы во внутренние цифровые сигналы контроллера. Настройка параметров модуля осуществляется с помощью инструментальных средств пакета STEP 7. Модуль выпускается в пластиковом корпусе. На лицевой панели расположены следующие элементы:

* красный светодиод индикации отказов и ошибок;
* разъем для установки фронтального соединителя, закрытый защитной крышкой;
* паз на защитной крышке для установки этикетки с маркировкой внешних цепей.

Блок питания с резервированием. Электропитание шкафа УСД производится при помощи блока питания PS-307. Блок питания PS 307 предназначен для формирования выходного постоянного напряжения 24 В, необходимого для питания центральных процессоров и модулей контроллера SIMATIC S7-300. Блоки питания PS 307 используют для своей работы входное напряжение, которое приблизительно равно 120/230 В. Блоки питания могут использоваться как для питания внутренних цепей контроллера, так и для питания его входных и выходных цепей. На лицевой панели модуля расположены: индикатор выходного напряжения равно 24В, переключатель выбора уровня входного напряжения, выключатель, терминал для подключения кабеля входного напряжения, кабеля выходного напряжения и защитного заземления.

Для обеспечения зашиты от сбоев по питанию и его пропаже предусмотрено резервирование электропитания по напряжению 24 В. Для этого применяется модуль UPS и аккумуляторная батарея.

Согласующее реле. В качестве согласующих реле ТС предлагается использовать соединительные реле с одним перекидным контактом на 230 В производства фирмы SIEMENS. На реле имеется индикации нагрузки (светодиод).

GPS-приемник. Для синхронизации времени предлагается использовать GPS-приемник, входящий в состав системы SINAUT ST7.

Комплект GPS-приемника включает в себя:

* модуль GPS-приемника;
* наружную GPS антенну;
* BNS адаптер для подключения антенного кабеля GPS к кабелю адаптера приемника сигналов точного времени.

Текстовый дисплей. В качестве строкового дисплея монтируемого в шкаф УСД небольших объектов водоканала предлагается использовать текстовый дисплей TD 17 производства фирмы Siemens. Ниже представлены некоторые характеристики строкового дисплея TD17:

а) текстовые дисплеи для отображения и хранения сообщений;

б) для использования непосредственно на установке или в диспетчерской;

в) жидкокристаллический экран с подсветкой и светодиодами:

1. 4-строчный, 20 символов на строке; высота символа 11 мм;
2. 8-строчный, 40 символов на строке; высота символа 6 мм;

г) 7 системных клавиш.

Текстовый дисплей TD17 на базе технологии OP7/OP17:

а) жидкокристаллический экран с подсветкой и светодиодами:

1. 4-строчный, 20 символов на строке; высота символа 11 мм;
2. 8-строчный, 40 символов на строке; высота символа 6 мм;

б) 7 системных клавиш;

в) металлически-усиленная пластиковая конструкция с мембранной передней частью;

г) передняя часть устойчива к различным маслам, грязи и стандартным моющим средствам;

д) глубина крепления 47 мм;

е) электронный плавкий предохранитель.

Функции сообщений текстовой панели TD 17:

- вставка до 8 значений процесса в сообщение;

- операционный и системный буфер сообщений;

- прокрутка в списке сообщений;

- определение приоритетов сообщений;

- дата и время в сообщениях [8, 9].

**2.3.3 КТС подсистемы телекоммуникаций**

Система каналов радиотелефонной связи SR-500s. Система каналов радиотелефонной связи SR-500s используется только для организации транспортной среды для передачи телеметрической информации. В системе SR-500s имеется полный набор интерфейсов, применяемых в современных информационных технологиях.

На каждом гидротехническом сооружении в составе вынесенных станций предусмотрены модули интерфейсов передачи данных, которые предназначены для подключения линий передачи данных на скоростях от 1,2 kbps до 64 kbps в синхронном режиме.

Вся информация вдоль всего «Канала им. К. Сатпаева» будет собрана на центральной станции SR-500s в Управление Молодежный. Сеть передачи данных построена по принципу “звезда”. Передача данных между ПЛК шкафов терминалов контроля и оборудованием SR500s производится посредством интерфейса RS-232.

Помещения, где располагается оборудование SR-500s на основных сооружениях «Канала им. К. Сатпаева», как правило удалены на значительное расстояние от мест установки шкафов терминалов контроля. Интерфейс RS-232 имеет ограничения по дальности линии связи (10 м), поэтому для обеспечения связи с оборудованием SR500s контроллер ШТК оснащен коммуникационным модулем с интерфейсом RS-485, который обеспечивает передачу данных на расстояния до 1200м. Структурная схема организации связи между ШТК и SR500s представлена на рисунке 2.8.

Рисунок 2.8 - Схема структурная организации связи между ШТК и SR500s

В помещении SR-500s устанавливается ШСИ (шкаф согласования интерфейсов) обеспечивающий преобразование интерфейсов RS232 – RS485.

Основным элементом ШСИ является модуль преобразователя RS232 в RS485/422 ADAM-4520.

Основные технические характеристики:

* скорость передачи до 115,2 кбит/с;
* интерфейсы: RS-232 (розетка DB-9), RS-422/485 (клеммная колодка);
* автоматический контроль направления передачи;
* гальваническая изоляция 3000 В пост. тока.

Модуль SINAUT TIM 3V. Для гарантированной передачи данных в каждом шкафу УСД устанавливается модуль TIM 3V программно-аппаратного комплекса SINAUT ST7. Модуль TIM 3V позволяет поддерживать обмен данными между системами автоматизации SIMATIC S7-300/ C7 и другими станциями SINAUT ST7 или ST1 через любой вид каналов связи SINAUT WAN. За счет подключения соответствующей внешней приемопередающей аппаратуры модуль TIM 3V может быть адаптирован к решению множества коммуникационных задач, не поддерживаемых модулями TIM 3 со встроенными модемами. Модуль TIM оснащен встроенным микропроцессором и способен выполнять автономное управление обменом данными через WAN, разгружая от этих задач центральный процессор. В режимах обычного или узлового терминала передача данных выполняется с учетом из приоритета (высокий или нормальный). При появлении данных с высоким приоритетом немедленно устанавливается необходимое соединение и выполняется их передача. Данные с нормальным приоритетом предварительно накапливаются в буферной памяти модуля TIM и передаются через сеть при получении очередного запроса от опрашивающего контроллера. В режимах обычного или узлового терминала модуль способен сохранять данные с отметками даты и времени в своей памяти при отказе линии связи или партнера по связи. Благодаря этому исключается возможность потери наиболее важных данных.

Модемы. В шкафах УСД основных объектов водоканала имеющих в подчинении удаленные объекты, с которых необходимо принимать сигналы ТИ предлагается установить радиомодемы Maxon DM 70.

Радиомодем DM70 DataMax производится фирмой Maxon для широкого круга приложений, таких как телеметрия, сигнализация и передача данных для мобильных объектов. Модем обеспечивает прозрачный режим передачи данных, что позволяет без труда адаптировать его работу с различными контроллерами и системами.

Технические характеристики:

а) диапазон частот:

1. VHF: 147- 174 МГц;
2. UHF: 400-430 МГц, 439-470 МГц;

б) шаг частотной сетки: 12.5, 20 или 25 кГц (задается программно);

в) выходная мощность: 1 Вт / 5 Вт (задается программно);

г) метод модуляции: FSK (F1D), FFSK (F2D), внешняя;

д) скорость передачи данных: 1200 бит/с, 2400 бит/с;

е) время переключения режимов прием/передача: меньше 25 мс;

ж) интерфейс: стандартный RS232 с управлением уровнями TTL;

з) напряжение питания: 10,8 - 15,6 В (номинальное значение - 12 В);

и) потребляемый ток в режиме передачи: 2 A, 900 мA, в режиме приема: 85 мA;

к) предельные значения рабочих температур: минус 20 ... плюс 55 °C;

л) размер: высота - 101 мм, ширина - 61 мм; глубина - 29 мм;

м) вес: 400 г.

Для передачи данных системному оператору ОАО «KEGOC» по выделенному основному каналу предлагается использовать ADSL-модем Alcatel SPEED TOCH PC. Технические характеристики:

* поддерживаемые стандарты ADSL: ANSI T1.413 Issue2, G.dmt, G.handshake;
* WAN-интерфейсы: ADSL, RJ11;
* режимы работы: постоянное подключение;
* скорость: до 8 Мб/с 800 Кб/с (к абоненту/от абонента).

Для организации резервного канала передачи данных системному оператору ОАО «KEGOC» предлагается использовать Dial-Up модем ZyXEL OMNI 56K PCI. Характеристики модема:

* максимальная скорость передачи (WAN) - 56 кбит/сек;
* скорость передачи факсимильная - 14.4 кбит/сек;
* количество каналов – 14;
* количество портов – 1;
* стандарты передачи данных - ITU V.90;
* интерфейсы: 1х телефонная линия (RJ-11), 1х сквозная телефонная линия (RJ-11).

**2.3.4 КТС подсистемы отображения, хранения и управления данными**

Сервера БД, прокси сервер. В качестве серверов для ЦСОИ, РЦСОИ и прокси сервера для ЦСОИ предлагаются промышленные компьютеры SIMATIC Rack PC IL 40 S от фирмы SIEMENS. Технические характеристики указаны в таблице 2.15.

Таблица 2.15 - Технические характеристики промышленные компьютеры SIMATIC Rack PC IL 40 S

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Конструктив | 19”-Rack, 4HE |
| Процессор, GHz, MHz, Kbyte | Intel Pentium 4 2,8, 533 FSB, 512 Cache |
| Оперативная память, Gbyte | DDR333 2 |
| Свободные слоты расширения | 6x PCI (длинный)1x AGPУказание:RAID1-опционально в PCI-плате |
| Графический контроллер, Mb | AGP 4x-графическая карта 32  |
| Жесткий диск | RAID1, 2x 60 Gbyte EIDE; 3,5” |
| CD-RW  | 48x24x48x (вместо CD-ROM) |
| Дисковод, Mбайт | 1,44  |
| Ethernet, MБит/с | 10/100 (RJ45) |
| USB | - 2 x спереди (высокий ток), Hi-Speed USB 2.0 (опция)- 2 x сзади (высокий ток), Hi-Speed USB 2.0 |
| Последовательный | COM1 (V.24); COM2 (V.24) |
| Температура окружающего воздуха при работе, °C | 5 - 40 при работе5 - 35 при работе CD-RW |
| Габариты (ШxВxГ) в мм | 430x177x444 |
| Вес, кг | Прим. 19  |

Терминал сервера БД. В качестве терминалов для северов БД РЦСОИ, ЦСОИ, ПКИ предлагается использовать защищенный промышленный терминал выполненный в виде 19” конструкции на выдвижной раме. Высота в сложенном состоянии 1U. Его основу составляет 15” плоский TFT-дисплей и защищенная резиновая клавиатура со встроенной сенсорной панелью. Терминал оснащен встроенным переключателем. Технические характеристики указаны в таблице 2.16.

Таблица 2.16 - Технические характеристики терминала

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Тип дисплея | Активная ЖК-матрица |
| Яркость, кд/м2 | 200(макс) |
| Разрешение, точек | 1024х768  |
| Напряжение питания пост. тока, В  | 12  |
| Энергопотребление, Вт | 35  |
| Диапазон рабочих температур, 0С | -20 до +60 |
| Степень защиты соответствует | NEMA 12 |
| Габаритные размеры, мм | 429x599,4x44,5 (1U) |

Источник бесперебойного питания серверного шкафа.

Шкафы серверов БД на РЦСОИ, ЦСОИ, ПКИ оснащаются источниками бесперебойного питания. Предлагается использовать источники бесперебойного питания серии SmartUPS 1000VA от фирмы APC. Данный источник питания поддерживает горячую замену 19” дополнительных батарей.

Коммутатор ЛВС. Для организации внутренних ЛВС системы на РЦСОИ, ЦСОИ, ПКИ шкафы серверов БД оснащаются коммутаторами ЛВС Dell PowerConnect 2016. Технические характеристики Dell PowerConnect 2016 приведены в таблице 2.17.

Таблица 2.17 - Технические характеристики Dell PowerConnect 2016

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Корпус | монтируемый в шкаф стойку корпус |
| Тип сети | Fast Ethernet, Ethernet |
| Количество базовых портов, шт.  | 16 |
| MDI | автоматически переключающихся портов |
| Поддерживаемые стандарты | IEEE 802.3 (Ethernet), IEEE 802.3u (Fast Ethernet), IEEE 802.3x (Flow Control) |
| Размер таблицы MAC адресов (L2) | 4000 |
| Пропускная способность, Гбит/сек | 3.2  |
| Скорость пересылки, Mpps | 2.4  |
| Интерфейсы | 16 x Ethernet 10/100BaseT • RJ-45 (auto MDI-II/MDI-X port) |
| Электропитание (перемен. ток), В  | 100 / 240 |
| Габариты, см | 26.6x4.3x16.2  |

Сенсорный дисплей. В качестве сенсорных дисплеев на основных объектах водоканала предлагается использовать 15” дисплей SIMATIC MP 370. Технические характеристики дисплея SIMATIC MP 370 приведены в таблице 2.18.

Таблица 2.18 - Технические характеристики дисплея SIMATIC MP 370

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Микропроцессор, МГц | 64-разрядный RISC процессор, 188  |
| Операционная система | Windows CE |
| Память пользователя, Мб | 12 (7 для проекта) |
| Дисплей | 15” |
| Разрешение/цвета | 1024/768/256 |
| Наработка на отказ при +250C, ч | 50000  |
| Часы | Аппаратные, с защитой буферной батареи, синхронизируемые |
| Интерфейсы: |  |
| - IF 1А | RS232/TTY активный/пассивный (15 полюсное гнездо) |
| - IF 1B  | RS422/RS485(9 полюсное гнездо) |
| - IF 2 | RS232 (9 полюсное гнездо) |
| - Ethernet, Mbit/s | Встроено, 10/100, RJ45, не нужна отдельная плата |
| - USB (Universal Serial Bus) | 2x сзади (USB 2.0) |
| - последовательный интерфейс  | COM1: 1x V.24 (RS232) |
| - параллельный интерфейс  | LPT1 (EPP/ECP) |
| Клавиатура, мышь, Мбит/с | Встроенный, 10/100, RJ 45 |
| USB, Мбит/с | 12  |
| Количество переменных, шт. | 2048 |
| Напряжение питания, В | 24  |
| Потребляемый ток, А | 1.7  |
| Степень защиты панели/корпуса | IP65/IP20 |
| Масса, кг | 5.5 |
| Габариты: |  |
| - фронтальной панели, мм | 400х300 |
| - корпуса, мм | 368х290х69 |

Серверный шкаф. В качестве серверного шкафа предлагается шкаф производства немецкой фирмы Rittal.

Шкаф обладает следующими основными характеристиками:

* размеры ширина x высота х глубина (мм): 600x1200х1000;
* устойчивая рамная конструкция, стенки и крышка из стальных листов;
* легкий доступ к установленным устройствам;
* регулируемые ножки;
* вертикальные направляющие для 19” оборудования.

Автоматизированные рабочие места. Для АРМ РЦСОИ, ЦСОИ и ПКИ предлагаются персональные компьютеры со следующей рекомендуемой конфигурацией:

* CPU: Intel Pentium IV 1.8 ГГц;
* оперативная память: 512 Mb;
* дисковый массив 60 Gb;
* сетевая карта Fast Ethernet Adapter;
* дисплей не менее 17”;
* источник бесперебойного питания 650 (750) VA [8, 9].

**2.4 Разработка структуры программного обеспечения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления**

В состав ПО системы оперативно-диспетчерского контроля и управления в соответствии со структурой должны входить:

а) ПО системы гарантированной доставки данных SINAUT;

б) ПО счетчика интерфейсом RS-485;

в) ПО логического контроллера S7-300;

г) ПО панели операторов, включающие:

1. ОС Windows CE;
2. SCADA WinCC Flexible;

д) ПО сервера БД и приложений, включающие:

1. ОС Windows 2000 Server;
2. СУБД MS SQL;
3. служба документооборота ReportWorkX;

е) ПО АРМ специалистов, включающие:

1. ОС Windows 2000 Professional;
2. MS Offices;
3. приложениеVisual Basic.

На рисунке 2.9 приведена структура взаимодействия ПО.

Используемое ПО делится на системное, специализированное и программное приложения.

Системное ПО Windows 2000 является операционной платформой для работы программных приложений, обеспечивает систему безопасности, управляя правами на просмотр данных и запуск приложений. Системное ПО является стандартным программным продуктом.

Специализированное ПО создано для выполнения конкретных задач и представляет собой совокупность нескольких программ, позволяющих настроить его для работы с конкретным приборно-аппаратным комплексом. Состав специализированного ПО включает в себя конфигураторы, настроечные программы, диагностические программы и исполняемые программы.

Исполняемые программы функционируют на основании информации конфигураторов и настроечных программ. Современные требования к специализированному ПО определяют его не как среду разработки в прежнем виде с написанием программного кода, а как визуальную диалоговую систему. Специалист в режиме диалога должен ввести конкретные параметры и характеристики существующей системы. Выбрать необходимые режимы работы. После чего система начинает функционировать автоматически.

Современное специализированное ПО стало похоже на системное. Даже внешнее оформление, вид экранного интерфейса, способы ввода данных идентичны системному ПО, чтобы упростить работу на специализированном ПО.

Программные приложения – это небольшие программы, разработанные для различных групп пользователей для визуализации информации системы оперативно-диспетчерского контроля и управления. В нашем случае, программные приложения представляют собой графические, табличные, текстовые и файловые браузеры (просмотрщики информации).

Они создаются при использовании интегрированных сред разработки специализированного ПО.

К системному ПО относится:

* ОС Windows 2000 Server;
* ОС Windows 2000 Professional;
* ОС Windows CE.

К специализированному ПО относится:

* ПО счетчиков с интерфейсом RS-485;
* ПО системы гарантированной доставки данных SINAUT;
* ПО логического контроллера S7-300;
* SCADA WinCC Flexible;
* SCADA WinCC;
* служба документооборота ReportWorkX;
* СУБД MS SQL; MS Offices.

К программным приложениям относится:

* приложения специалистов РГП «Канал им. К. Сатпаева» для просмотра и ввода информации системы оперативно-диспетчерского контроля и управления, создаваемые на Visual Basic.

Специфика используемого в системе оперативно-диспетчерского контроля и управления РГП «Канал им. К. Сатпаева» ПО такая, что разработка ПО, как таковая, может производиться только при создании самой системы. Применяемое ПО является полуфабрикатом. Основная задача грамотно его установить, развернуть и настроить.

Рассмотрим обмен данными между частями ПО системы оперативно-диспетчерского контроля и управления.

ПО счетчиков с интерфейсом RS-485 позволяет производить обмен информацией между счетчиками и УСД под управлением ПЛК S7-300. Счетчики получают команды, и выдают ответные пакеты данных.

ПО панели операторов позволяют производить контроль и отображение технологических параметров получаемых от УСД под управлением ПЛК S7-300.

ПО системы гарантированной доставки данных SINAUT представляет собой программный продукт, обеспечивающий: транспорт данных по каналам связи (SR-500S) и поддержку совместимости с большинством протоколов передачи данных.

Передача данных производится по внутреннему протоколу по опросному принципу с использованием пакетов данных: телеграмм. SINAUT распространяется на УСД. Для них применяются программные продукты составляющие SINAUT: TD7, ST7, ST7cc и другие. Принятые данные поступают в БД MS SQL расположенную на сервере базы данных, посредством механизма тегов.

При помощи SQL – технологии информация поступает в сервер БД и приложений. Основу системы оперативно-диспетчерского контроля и управления как информационной системы здесь производит служба документооборота ReportWorkX. Созданные ее документы в файловом виде переправляются адресатам: пользователям системы. Обмен данными между АРМ и сервером производится по клиент - серверной технологии [9].

**2.4.1 ПО счетчиков с интерфейсом RS-485**

ПО счетчика с интерфейсом RS-485 устанавливается в прибор учета на заводе при производстве счетчика. ПО является разработкой завода-изготовителя, и работа с ним производится на основании эксплутационных документов производителя. ПО обеспечивает измерение, накопление и хранение электропотребления нарастающим итогом по установленным тарифам. ПО реализует коммуникационную функцию при помощи системы команд протокола обмена (MODBUS, ASCII). Обмен данными происходит по запросному принципу. Ведущее устройство (УСД) по интерфейсу RS-485 передает в счетчик определенную команду. Счетчик, получив команду, выдает ответ в определенном формате. Документация на систему команд предоставляется производителем на различных условиях приобретения. Документация на систему команд счетчиков Нижегородского завода им. Фрунзе предоставляется бесплатно.

Система команд позволяет через интерфейс RS-485 производить параметрирование счетчика, чтение его регистров, архивов измерений, изменения паролей и других действий.

Для формирования БД ПО счетчика позволяет считывать следующие данные:

а) чтение накопленной прибором учета электроэнергии (снятие показаний приборов учета);

б) формирование графиков нагрузок по точке учета. Измеренные средние мощности (срезы) со временем интегрирования 15 минут;

в) формирование журнала событий по следующим параметрам (при наличии данной опции в установленном счетчике):

1) время отключения/включения фазы 1/фазы 2/фазы 3;

2) время выхода/возврата за верхнюю границу программируемого допуска установившихся значений фазных напряжений в фазе 1/ фазе 2/фазе 3;

3) время выхода/возврата за нижнюю границу программируемого допуска установившихся значений фазных напряжений в фазе 1/ фазе 2/фазе 3;

4) время выхода/возврата за верхнюю границу программируемого допуска среднего значения частоты сети;

5) время выхода/возврата за нижнюю границу программируемого допуска среднего значения частоты сети;

г) чтение значения частоты сети точки учета (при наличии данной опции в установленном счетчике);

д) чтение значения мгновенной мощности точки учета (при наличии данной опции в установленном счетчике).

При установке счетчика следует произвести его первичное параметрирование при помощи сервис – программы, поставляемой вместе со счетчиком. В диалоговом режиме, следуя инструкции производителя, необходимо внести в счетчик значения необходимых параметров. После этого счетчик готов к работе. С ним может производить обмен УСД, автоматически принимая необходимые данные. Имеется возможность дистанционно с АРМ специалиста системы производить удаленное параметрирование и конфигурирование счетчика.

ПО счетчика позволяет производить небольшой набор операций в ручном режиме, используя кнопки расположенные на самом счетчике. В основном это операции просмотра накопленных измерений, состояния счетчика и его идентификационных данных.

Результатом функционирования ПО счетчика является предоставление через систему команд доступа через интерфейс RS-485 к любым данным, действиям и возможностям прибора учета [9].

**2.4.2 ПО гарантированной доставки данных SINAUT**

ПО SINAUT отвечает за передачу, прием телеграмм (пакетов данных) с центром управления SINAUT ST 7cc и центральными процессорами (контроллерами) УСД, позволяет накапливать данные, если нет связи с центром управления и затем позже отправлять их.

ПО УСД и каналов связи - SINAUT ST7 – специализированное ПО, включает в свой состав библиотеку стандартных функциональных блоков SINAUT TD7 V2.1.4 для центральных процессоров SIMATIC S7/C7. Рассмотрим стандартные функциональные блоки:

* базовые и вспомогательные блоки: базовые блоки выполняют задачи запуска, установки соединений, мониторинга партнера по связи, формирования очередных сообщений, управления временем и процессом передачи данных. Вспомогательные блоки помещают передаваемые сообщения в почтовый ящик и считывают из него поступающие сообщения, обеспечивают специфичный прием и передачу данных, обеспечивают доступ к необходимой пользователю информации и т.д;
* блоки генерации сообщений: эти блоки в программе центрального процессора контролируют типы и объемы передаваемых данных. В случае появления изменений в контролируемых данных они генерируют соответствующие телеграммы или воздействуют на выходы контроллера;
* блок данных центрального учета: этот блок содержит все данные, необходимые для централизованного использования. Например, данные обо всех партнерах по связи и обо всех коммуникационных соединениях;
* коммуникационные блоки данных: для каждого коммуникационного соединения создается свой коммуникационный блок данных, который выполняет функции почтового ящика для передаваемых и принимаемых данных, а также содержит все данные, необходимые для управления соединением.

Кроме указанной библиотеки в состав ПО SINAUT ST7 входят драйверы для коммуникационных модулей TIM. Для всех модулей TIM может использоваться три типа драйверов поддержки обмена данными через WAN:

* два драйвера для выделенных линий или радиосетей для обмена данными по протоколам ST7 или ST1 в режимах опроса или опроса с временными интервалами, для обмена данными по протоколу ST7 в режиме мультимастерного опроса с временными интервалами;
* один драйвер для работы в сетях с автоматическим вызовом абонента для обмена данными по протоколам ST7 или ST1 в спонтанном режиме.

Центр управления SINAUT ST 7cc дополнительное ПО SINAUT для SIMATIC WinCC – оно разработано для событийно управляемого обмена данными в системах SINAUT с присвоением телеграммам отметок даты и времени. Это исключает возможность потери данных, свойственных циклическому опросу в WinCC. Наличие отметок даты и времени позволяет выполнять архивирование данных и анализ различных событий в их хронологическом порядке. Область отображения процесса SINAUT ST7cc содержит все данные процесса и состояния всех SINAUT станций в сети. ST7cc предоставляет эти данные в распоряжение WinCC быстрой визуализации. Получив телеграммы через теги WinCC производится запись их в базу данных MS SQL Server.

**2.4.3 ПО ПЛК S7-300**

ПО ПЛК S7-300 в системе оперативно-диспетчерского контроля и управления используется для сбора данных и предоставление их на верхний уровень.

ПЛК S7-300 – это контроллер серии Simatic фирмы Siemens, модель CPU-314. Модель CPU-314 является центральным процессором без встроенных входов и выходов и предназначена для использования в программируемых контроллерных устройствах S7-300. CPU 314 - это центральный процессор для построения систем управления, в которых требуется скоростная обработка информации и поддержка систем локального ввода-вывода, включающих в свой состав до 32 модулей.

Связь с компьютером ПЛК производит через коммуникационный модуль. Конструктивно оба устройства объединены в одном блоке – модуле TIM-43 фирмы Siemens. Модуль TIM-43 стандартно подключается к центральному процессору.

**2.4.4 SCADA WinCC Flexible**

ПО WinCC Flexible в системе используется для конфигурирования, отображения и контроля технологических параметров.

WinCC Flexible – среда разработки прикладного программного обеспечения, визуализации контролируемых параметров в АСУ ТП. Данная программа обеспечивает возможность разработки проектов для всехтипов панелей операторов на базе Windows CE. Рассмотрим состав модулей WinCC Flexible.

При помощи модуля Graphics Designer создаются и графически отображаются контролируемые параметры технологических измерений. Далее графические объекты и параметры технологических измерений и оборудования, представленные на панели оператора, связываются с тегами для отображения поступивших данных или изменения динамики объекта.

Программные приложения панелей операторов создаются при помощи языка программирования Visual Basic.

**2.4.5 SCADA WinCC v 6.0**

ПО WinCC используется для сопряжения системы гарантированной доставки данных SINAUT и предоставление оперативно-диспетчерскому персоналу возможностей АСДУ. WinCC и SINAUT производят обмен данными по внутреннему протоколу на основе механизмов «тегов». Далее WinCC отправляет полученные данные в БД MS SQL.

WinCC V 6.0 – среда разработки прикладного программного обеспечения визуализации контролируемых параметров в АСУ ТП. Данная программа взаимодействует с системой SINAUT через теги переменных. Рассмотрим состав модулей WinCC.

При помощи модуля Graphics Designer создаются и графически отображаются контролируемые параметры измерений и оборудования. Далее графические объекты и параметры измерений и оборудования, представленные на экране, связываются с тегами для отображения поступивших данных или изменения динамики объекта.

Как видно, именно через переменные тегов информация сохраняется в базе данных MS SQL Server, и это осуществляется посредством модуля User Archiv, который позволяет настраивать связи между переменными тегов и полями таблицы базы данных.

Программные приложения диспетчеров создаются при помощи языка программирования Visual Basic. Для администратора имеется мощные и удобнные интегрированные программные инструменты, в том числе и для управления правами доступа в системе - User Administration.

**2.4.6 СУБД MS SQL Server 2000**

СУБД MS SQL Server в коммуникационном сервере предназначена для приема, хранения и передачи данных, принимаемых от системы SINAUT через «теги» WinCC.

В соответствие с бизнес – логикой MS SQL, происходит передача информации в БД сервера системы при помощи транзакций механизма SQL.

В сервере БД и приложений тоже используется СУБД MS SQL Server. Данное решение позволяет упростить обмен данными между двумя БД, расположенных в разных местах и несущих различные функции. Одна из которых (БД коммуникационного сервера) выполняет вспомогательную задачу и вторая (БД сервера) являющаяся БД коммерческого учета.

СУБД МS SQL Server – эта система управления реляционными базами данных. СУБД выполняет задачи по созданию баз данных с объектами, использующиеся для хранения и обработки данных. Это таблицы, индексы, генераторы, создать эти объекты можно при помощи SQL Server Enterprise Manager. Так же он позволяет выполнять резервное копирование и восстановление базы данных, проводить репликацию и поддерживать безопасность базы данных на высоком уровне. Одной из задач является обработка данных, которая осуществляется это при помощи хранимых процедур. Текст хранимых процедур - это структурный язык программирования SQL. Хранимые процедуры используются для обработки запросов. Также обработка данных может производиться при помощи триггеров по событиям: вставка, удаление или изменение данных в таблицах баз данных. Надежность и достоверность данных осуществляется через систему транзакции, которые контролируют действия, производимые над данными в таблицах.

Формирование БД системы производится по мере получения данных из коммуникационного сервера. В соответствие с идентификацией, данные заносятся в необходимые таблицы БД. Таблицы БД подразделяются по виду их изменения на следующие типы:

* справочные таблицы – содержат информацию справочного характера (идентификационный код точки учета или ее наименование);
* операционные таблицы – в них происходит устойчивое во времени непрерывное или периодическое обновление или добавление информации (значение показаний счетчика вместе с фиксированным временем измерения);
* транзакционные таблицы – служат для накапливания данных, основанных на значениях или результатах вычислений данных из других таблиц.

**2.4.7 Служба документооборота ReportWorX**

Служба документооборота ReportWorX является основным механизмом предоставления и регулирования информации системы для ее пользователей.

ReportWorkX.NET Standard создает визуальную информацию, помещает необходимые данные и направляет ее требуемому адресату.

Компонент ReportWorX – конфигуратор создает и редактирует шаблоны документов, включающих в себя все настройки отчетов, при помощи MS Excel. Использование такого широко применяемого программного продукта, как MS Excel, облегчает интегрирование ReportWorkX.NET в существующую инфраструктуру предприятия. Администратор создает новые шаблоны или использует наработки в виде шаблонов, уже применяющихся на предприятии, поместив в нужные ячейки ссылки на данные из любых источников с помощью пары щелчков мыши, или использовать готовые шаблоны, предоставляемые с пакетом ReportWorkX.NET. В РГП «Канал им. К. Сатпаева» для ведения и составления отчетности используется MS Excel, вследствие чего не сложно будет использовать в качестве шаблонов имеющие отчеты на предприятии.

Создание документов (отчетов) происходит по ряду критериев:

- вручную по команде оператора;

- периодически по расписанию;

- по событию или тревоге;

- по состоянию тега;

- по событиям операционной системы.

ReportWorkX.NET обладает мощным инструментов по перенаправлению документов (отчетов). Их можно направить на дисплей, печать, рассылать по электронной почте (на один адрес или в соответствии со списком рассылки), отправлять по факсу, помещать на web-серверах для доступа через Internet.

ReportWorkX.NET позволяет архивировать созданные ранее отчеты автоматически, установив для этого действия условие, подобное условию для создания отчетов. Можно переносить их в указанную пользователем папку или удалять по истечении определенного срока действия [8, 9].

**2.4.8 Методы и средства разработки ПО**

Конфигурирование – настройка структуры, взаимодействия частей и внешнего взаимодействия программного обеспечения. Обычно пользователь производит данную настройку путем выбора из предлагаемых вариантов и опций. Параметрирование – редактирование значений переменных программного обеспечения. Создание шаблонов документов – метод определяется процедурой определения внешнего вида документа, его состава, источников данных, адресата доставки. Администрирование – создание, редактирование и удаление групп пользователей системы, их свойств и регулировка прав доступа [9].

В таблице 2.19 приведены методы и средства разработки ПО.

Таблица 2.19 – Методы и средства разработки ПО

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ПО | Метод | Средства разработки |
| Счетчики с интерфейсом RS-485 | Конфигурирование | Сервис – программа изготовителя счетчика |
| Параметрирование |
| Система гарантированной доставки данных SINAUT | Конфигурирование | Библиотека стандартных функциональных блоков TD7 V2.1.4 |
| Параметрирование |
| Логический контроллер S7300 | Конфигурирование | C помощью SIMATIC / STEP7 / PID Control parameter assignment  |
| Параметрирование |
| SCADA WinCC Flexible | Конфигурирование | Graphics Designer |
| Программирование | Visual Basic (скрипты) |
| SCADA WinCC | Конфигурирование | Graphics Designer |
| Параметрирование | User Archiv |
| Администрирование | User Administration |
| Программирование | Visual Basic (скрипты) |
| СУБД MS SQL | Конфигурирование | SQL Server Enterprise Manager |
| Параметрирование | SQL Server Enterprise Manager |
| Администрирование | SQL Server Enterprise Manager |
| Программирование | SQL |
| Служба документооборота ReportWorkX | Конфигурирование | ReportWorkX.NET |
| Параметрирование | ReportWorkX.NET |
| Создание шаблонов документов | MS Excel |

**3 Разработка элементов программного и технического обеспечения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станцией**

**3.1 Разработка системы автоматического контроля расхода и давления воды на выходе насосной станции**

Система автоматического контроля расхода и давления воды на выходе насосной станции представляет, из себя, достаточно сложную, разветвленную систему, поэтому к разработке алгоритмов функционирования и к выбору параметров данной системы нужно относиться с особым вниманием. Ведь, потратив перед решением даже простой задаче несколько минут на выбор оптимального алгоритма, можно в дальнейшем сэкономить многие часы. Поэтому первым шагом при разработке системы автоматического контроля будет являться выбор параметров системы, отвечающих требованиям, разработанным в первом разделе.

Выходными параметрами системы автоматического контроля согласно приложению В являются минимальное давление и максимальное давление, развиваемое насосом, аварийная допуска по давлению, развиваемому насосом. Входными параметрами согласно приложению А расход воды, перекачиваемой НА и давление, развиваемое насосом, а также согласно приложению Б аварийный сигнал – дифференциальная защита двигателя.

Вторым шагом будет являться разработка алгоритмов. Приведем перечень алгоритмов, реализация которых позволит создать систему оперативно-диспетчерского контроля расхода и давления воды на выходе насосной станции:

1. определение интервалов реально измеряемых сигналов на основе разработанных в разделе 1 требований: непрерывный сбор информации с теплотехнических приборов, а также формирование и передача этих данных с настраиваемым периодом в интервале 120 минут. Для системы автоматического контроля такими сигналами будут являться давление, развиваемое насосом, расход воды, перекачиваемой НА и аварийный сигнал – дифференциальная защита двигателя;
2. определение по литературным и справочным данным номинальных параметров системы автоматического контроля расхода и давления воды на выходе насосной станции. Эти значения составят массив допустимых максимальных ординат измеряемых сигналов. В SCADA-системе WinCC – это Alarm;
3. для контроллеров предварительной обработки данных алгоритм предварительной обработки данных будет заключаться в измерении, хранении этих данных в памяти контроллера в период запуска, остановки или нормальной работы двигателя и в передачи этих данных на вышестоящие уровни с настраиваемым периодом в интервале 120 минут, а также в том случае, если процесс запуска будет рассматриваться как аварийный, то немедленно. В момент нормальной работы двигателя, характеризующейся изменением физических координат в зоне возможного допуска, измеряемые значения остаются в памяти контроллера до тех пор, пока не произойдет изменение режима работы насосной станции (отключение двигателя, повторное включение двигателя …);
4. на вышестоящем уровне измеренные физические сигналы передаются как установившиеся значения или как аварийные (в случае признания их относящимися к массиву Alarm). Эти сигналы записываются в память редактора Tag Logging (Регистрация тегов) SCADA-системы WinCC, установленной на ПЭВМ и хранятся в редакторе 45 дней;
5. в ПЭВМ размещаются математические и программные модели всех возможных режимов работы системы автоматического контроля расхода и давления воды на выходе насосной станции и база данных нормальных и аварийных режимов работы системы. Математические модели могут быть созданы в ППП «MATLAB» и подключены к SCADA-системе WinCC, а программные модели могут быть написаны на скриптовых языках, входящих в состав SCADA-системы (Редактор Global Script (Глобальный сценарий)). В базу данных записываются ординаты физических переменных, которые можно реально измерить в функции от времени, а также не измеряемые физические переменные, восстанавливаемые путем математического моделирования по математическим моделям нормального и аварийного режимов работы насосной станции. Таким образом в ПЭВМ имеется база эталонных и аварийных режимов работы электрооборудования;
6. в ПЭВМ по результатам реального измерения физических величин готовится информация, которая может быть использована с помощью математического моделирования в ППП «MATLAB» эталонных или аварийных режимов, но математическое моделирование осуществляется только в том случае, если есть запрос со стороны SCADA-системы WinCC. Процесс моделирования может не запускаться, если в соответствующей математической базе есть эталон;
7. в редакторе Tag Logging (Регистрация тегов) SCADA-системы WinCC осуществляется хранение данных, для всех нормальных и аварийных режимов работы насосной станции при этом данные, относящиеся к нормальным режимам работы, с периодичностью 45 дней хранятся, затем уничтожаются, а данные аварийные могут быть уничтожены по согласованию с руководящим персоналом насосной станции. Данные необходимые для осуществления коммерческих расчетов могут быть уничтожены только после принятия решения техническим персоналом насосной станции. Изображения мнемосхем создаются и хранятся в редакторе Graphics Designer (Графический дизайнер) SCADA-системы WinCC;
8. при возникновении аварийных ситуаций с помощью редактора Alarm Logging (Регистрация сообщений) SCADA-системы WinCC осуществляется конфигурирование сообщений об аварийных, предаварийных ситуациях в системе автоматического контроля расхода и давления воды на выходе насосной станции. С помощью редактора Report Designer (Дизайнер отчетов) SCADA-системы WinCC создаются отчеты, при этом можно создать шаблоны отчетов, а SCADA-системы WinCC затем автоматически создаст отчеты, используя полученные данные о ходе технологического процесса;
9. алгоритмы SCADA-системы предполагают индикацию мнемосхем физических сигналов, выработку команд по контролю и управлению в автоматическом и ручном режимах работы.

На рисунке 3.1 приведена структурная схема системы автоматического контроля расхода и давления воды на выходе насосной станции [7, 10].

Разработаем ЛСА технологического процесса.

Рассмотрим технологический процесс. НА выбирают так, чтобы, регулируя угол разворота лопастей рабочего колеса, можно было регулировать давление воды на выходе насосной станции. Увеличивать или уменьшать угол разворота лопастей рабочего колеса нужно до тех пор, пока давление не вернется в заданный (нормальный) диапазон. Если давление пришло в рабочий диапазон, то необходимо прекратить увеличивать или соответственно уменьшать угол разворота лопастей рабочего колеса.

При нормальном режиме работы давление вернется в заданный диапазон и не возникнет необходимость продолжать изменять угол разворота лопастей рабочего колеса. Если давление продолжает уменьшаться или увеличиваться, то необходимо увеличить или уменьшить соответственно угол разворота лопастей рабочего колеса, до тех пор, пока давление не вернется в заданный диапазон.

Приведенное описание системы автоматического контроля расхода и давления воды на выходе насосной станции может рассматриваться как содержательный алгоритм работы технологического процесса. Для составления ЛСА необходимо ввести обозначения операций и логических условий, из которых будет построена ЛСА.

А0 – операция начальной установки.

Р1 – логическое условие: «давление равно нормальному давлению». Если р = ДН, то Р1 = 1.

А1 – операция, соответствующая фиксации условия превышения давления отметки ДН или понижения давления ниже отметки ДН.

Р2 – логическое условие: Р2 = 1, если давление уменьшается.

А2 – операция, соответствующая фиксации условия повышения давления до заданного значения.

Р3 – логическое условие: «давление меньше или равно минимальному значению». Если Д ≤ Дмин, Р3 = 1.

А3 – операция, соответствующая фиксации условия понижения давления ниже минимального значения или равного минимальному значению.

А4 – операция, соответствующая увеличению угла разворота лопастей рабочего колеса.

Р4 – логическое условие: «давление равно нормальному давлению». Если р = ДН, то Р4 = 1.

А5 – операция, соответствующая фиксации условия равенства нормального значения давления и измеряемого значения давления.

Р5 – логическое условие: «давление меньше минимального значения или равно минимальному значению». Если Д ≤ Дмин, то Р5 = 1.

А6 – операция, соответствующая фиксации условия повышения давления до заданного значения.

Р6 – логическое условие: Р6 = 1, если давление увеличивается.

А7 – операция, соответствующая фиксации условия понижения давления до заданного значения.

Р7 – логическое условие: «давление больше или равно максимальному значению». Если Д ≥ Дмак, Р7 = 1.

А8 – операция, соответствующая фиксации условия повышения давления выше максимального значения или равного максимальному значению.

А9 – операция, соответствующая уменьшению угла разворота лопастей рабочего колеса.

Р8 – логическое условие: «давление равно нормальному давлению». Если р = ДН, то Р8 = 1.

А10 – операция, соответствующая фиксации условия равенства нормального значения давления и измеряемого значения давления.

Р9 – логическое условие: «давление больше максимального значения или равно максимальному значению». Если Д ≥ Дмак, то Р9 = 1.

А11 – операция, соответствующая фиксации условия понижения давления до заданного значения.

 - логически ложное условие = 0, определяющее окончание выполнения части или всего алгоритма [11, 24].

ЛСА технологического процесса (при понижении давления) в виде операторной формы записи имеет вид:

 . (3.1)

ЛСА технологического процесса (при повышении давления) в виде операторной формы записи имеет вид:

 . (3.2)

А соответствующая блок-схема алгоритма приводится на рисунке 3.2

**3.2 Разработка элементов программного обеспечения системы оперативно-диспетчерского контроля и управления**

ПО для системы оперативно-диспетчерского контроля и управления является SCADA-система WinCC. Основными компонентами SCADA-системы является программное обеспечение системы проектирования и системы исполнения.

WinCC Explorer является ядром программного обеспечения системы исполнения. В WinCC Explorer отображается структура всего проекта, и осуществляется управление проектом. Для разработки и создания проектов система предоставляет специальные редакторы, обратиться к которым можно из WinCC Explorer. С помощью каждого из редакторов конфигурируется отдельная подсистема WinCC.

С помощью программного обеспечения системы исполнения оператор может осуществлять контроль и оперативное управление процессом.

Для создания проекта в WinCC, нужно выполнить следующие действия:

1. запустить WinCC;
2. создать проект;
3. выбрать и установить драйвер связи;
4. определить теги;
5. создать и отредактировать кадры процесса;
6. указать свойства системы исполнения WinCC;
7. активировать кадры в системе исполнения WinCC (WinCC Runtime);
8. протестировать кадры процесса с помощью имитатора.

Для запуска WinCC нужно щелкнуть на кнопку "Пуск" на панели задач Windows. Запустить WinCC можно, используя следующие пункты меню: "SIMATIC" → "WinCC" → "Windows Control Center 6.0".

При запуске WinCC в первый раз, в диалоговом окне будет предложено три варианта создания проекта:

* создать "Single-User Project" (Однопользовательский проект) (выбор по умолчанию);
* создать "Multi-User Project" (Многопользовательский проект);
* создать "Client Project" (Клиентский проект);
* "Open an existing Project" (Открыть существующий проект).

Создание проекта с именем "Kanal". Нужно выбрать опцию "Single-User Project" и нажать "OK". Ввести "Kanal" в качестве имени проекта и определить путь к нему. При необходимости можно переименовать папку, в противном случае ей будет дано имя проекта. Если нужно открыть существующий проект, диалоговое окно "Open" предоставляет возможность поиска среди ".mcp" файлов. При следующем запуске WinCC будет автоматически открыт проект, над которым выполнялись действия последний раз. Если при выходе из WinCC проект был активирован, он будет открыт в активированном состоянии.

Диалоговое окно WinCC Explorer изображено на рисунке 3.3 (диалоговое окно может отличаться от изображенного на рисунке в зависимости от конфигурации системы).

Слева находится область навигации, предоставляющая доступ к отдельным частям проекта. Вложенные папки обозначаются символом . Чтобы увидеть их, нужно щелкнуть на этом символе. В правой части окна отображаются элементы, относящиеся к выделенному редактору или папке.

При щелчке в левой части окна WinCC Explorer на пиктограмму "Computer" в правой части окна можно увидеть серверный компьютер с именем компьютера (имя NetBIOS). Если щелкнуть на этом компьютере правой кнопкой мыши и выбрать "Properties" во всплывающем меню, то откроется диалоговое окно, в котором можно определить свойства системы исполнения WinCC. В числе прочего определяются компоненты системы исполнения, которые будут запускаться при активизации проекта, используемый язык, кнопки, которые будут недоступны и т.д. Если компьютер не имеет NetBIOS имени, то будет использовано имя "DEFAULT" (по умолчанию).

Чтобы получить доступ из WinCC к текущим данным процесса системы автоматизации (ПЛК), необходимо сконфигурировать соединение между WinCC и контроллером. Обмен данными между WinCC и контроллером осуществляется с помощью специальных драйверов связи, каналов. WinCC поддерживает каналы связи с контроллерами SIMATIC S5/S7/505, а также каналы независимых производителей.

Чтобы добавить драйвер связи, нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на компоненте "Tag Management" (Управление тегами) в левой части окна WinCC Explorer, во всплывающем меню щелкнуть на пункте "Add new Driver" (Добавить новый драйвер). В диалоговом окне "Add new Driver" выбрать один из отображенных драйверов, в данном случае "SIMATIC S7 Protocol Suite", и нажать на кнопку "Open". Выбранный драйвер будет отображен во вложенной папке компонента Tag Management.

Для создания нового соединения, нужно нажать на значок перед отображенным драйвером – при этом на экране появятся все имеющиеся в распоряжении модули каналов. С помощью модуля канала можно установить логические соединения с несколькими контроллерами, которые будут обмениваться данными с WinCC через этот модуль канала. Щелкнув правой кнопкой мыши на модуле канала MPI, во всплывающем меню нужно выбрать пункт "New Connection" (Новое соединение). В открывшемся диалоговом окне "Connection Properties" (Свойства соединения) в поле имени необходимо ввести имя нового соединения "PLC1" и затем нажать на кнопку "OK".

Теги, используемые в WinCC, представляют собой либо реальные значения такие как, например, уровень заполнения бака с водой или внутренние значения, которые вычисляются или моделируются внутри WinCC.

Теги процесса служат для обмена данными между WinCC и контроллерами. Каждый тег процесса в WinCC соответствует определенному значению процесса в памяти одного из контроллеров. В режиме исполнения WinCC считывает область данных, в которой хранится это значение процесса, из контроллера и, таким образом, определяется значение тега процесса. Теги, не получающие значения от процесса, создаются в папке "internal tags" (внутренние теги).

Для того чтобы организовать теги определенным образом используются группы тегов. При этом каждый тег может быть отнесен к некоторой группе. Организация тегов в группы делает систему более понятной.

В данном проекте используются только группы тегов и внутренние теги.

Для создания новой группы внутренних тегов нужно щелкнуть правой кнопкой на папке "internal tags" и во всплывающем меню выбрать пункт "New Group" (Новая группа). В диалоговом окне "Tag Group Properties" (Свойства группы тегов) в поле имени ввести имя группы – "НС22". Подтвердить введенные данные нажатием на кнопку "OK". Созданная группа тегов отобразится в окне навигации в папке "internal tags".

Для создания внутренних тегов необходимо нажать на значок перед "internal tags" – при этом на экране появятся все имеющиеся в распоряжении группы тегов и внутренние теги. Щелкнув правой кнопкой мыши на созданную группу "НС22", во всплывающем меню нужно выбрать пункт "New Tag" (Новый тег). В диалоговом окне "Tag Properties" (Свойства тега) нужно ввести имя тега "НА1tok", в списке типов данных выбрать тип "Unsigned 16-bit value" (16-битное значение без знака) или "Binary tag" (двоичный тег) и подтвердить введенные данные, нажав на кнопку "OK".

Все созданные внутренние теги будут перечислены в правой части окна WinCC Explorer. Описанная процедура создания тега очень проста. Для создания каждого дополнительного тега нужно просто повторить эти шаги. Также можно копировать, вырезать и вставлять теги. Эти команды могут быть вызваны из всплывающего меню или с помощью стандартных в Microsoft комбинаций клавиш.

В данном проекте созданы следующие теги:

* "НА1tok" – тег включения НА-1 (ток) ("Unsigned 16-bit value");
* "НА2tok" – тег включения НА-2 (ток) ("Unsigned 16-bit value");
* "НА3tok" – тег включения НА-3 (ток) ("Unsigned 16-bit value");
* "DavHA1" – тег давление воды, перекачиваемой НА-1 ("Unsigned 16-bit value");
* "DavHA2" – тег давление воды, перекачиваемой НА-2 ("Unsigned 16-bit value");
* "DavHA3" – тег давление воды, перекачиваемой НА-3 ("Unsigned 16-bit value");
* "HAtok" – тег включения НА-1, 2, 3 (ток) ("Binary tag").

Внутренние теги не связаны с процессом. Они используются для управления данными в пределах проекта или для передачи данных в архив.

Можно определить следующие параметры для внутреннего тега:

* имя;
* тип данных;
* обновляется во всем проекте/ на локальных компьютерах (применимо только к многопользовательским проектам без дополнительных клиентских проектов);
* граничные значения;
* начальное значение.

Зададим граничные значения для созданных тегов.

В диалоговом окне "Tag Properties" (Свойства тега) нужно выбрать закладку "Limits/Reporting" и, отметив "Upper value" (Верхнее значение) и "Lower value" (Нижнее значение), ввести для тегов "НА1tok", "НА2tok", "НА3tok" верхнее значение – 5, а нижнее – 0, а для тегов "DavHA1", "DavHA1", "DavHA1" верхнее значение – 60, а нижнее - 20. Подтвердить введенные данные, нажав на кнопку "OK".

Создание кадров процесса. Кадры, изображающие процесс в режиме исполнения, создаются с помощью графической системы. Чтобы создать новый кадр процесса и открыть Graphics Designer, необходимо выполнить действия, описанные ниже.

В левой части окна WinCC Explorer нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на Graphics Designer. При этом откроется всплывающее меню. Во всплывающем меню необходимо выбрать пункт "New Picture" (Новый кадр). При этом будет создан и отображен в правой части окна WinCC Explorer файл кадра (".pdl" - "Picture Description File" (Файл описания кадра)) с именем "NewPdl0.pdl". В правой части окна WinCC Explorer нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на "NewPdl0.pdl", во всплывающем меню выбрать пункт "Rename Picture" (Переименовать кадр). В открывшемся диалоговом окне ввести "Karta.pdl". Чтобы создать второй и последующие кадры необходимо осуществить вышеперечисленные действия. Всего было создано восемь кадров, их названия: "Karta.pdl", "НС-22.pdl", "НА-1.pdl", "НА-2.pdl", "НА-3.pdl", "TagLoggingHA-1.pdl", "TagLoggingHA-2.pdl", "TagLoggingHA-3.pdl".

Чтобы посмотреть кадр "Karta.pdl" и открыть Graphics Designer, нужно дважды щелкнуть на "Karta.pdl" в правой части окна WinCC Explorer. Кроме этого, открыть кадр можно, щелкнув правой кнопкой мыши на "Karta.pdl" и выбрав пункт "Open Picture" (Открыть кадр) во всплывающем меню. Для просмотра других кадров действия остаются теми же.

При первом открытии Graphics Designer, он будет выглядеть подобно тому, как показано на рисунке 3.4.

Такое расположение панели меню и палитр рекомендуется в качестве оптимального рабочего пространства. Для изменения размера палитр объектов и стилей необходимо перетащить их в область рисования, удерживая нажатой левую кнопку мыши.

Палитра цветов используется для определения цвета для выбранного объекта. В дополнение к 16 стандартным цветам можно определять свои собственные цвета.

Палитра объектов содержит "Standard Objects" (Стандартные объекты): "Polygon" (Многоугольник), "Ellipse" (Эллипс), "Rectangle" (Прямоугольник), и т.д.; "Smart Objects" (Интеллектуальные объекты): "OLE Control" (Элемент управления OLE), "OLE Element" (Элемент OLE), "I/O Field" (Поле ввода/вывода), и т.д.; и "Windows Objects" (Объекты Windows): "Button" (Кнопка), "Check-Box" (Поле-флажок), и т.д.

Палитра стилей позволяет изменить внешний вид выбранного объекта. В зависимости от типа объекта можно изменять тип линии или границы, толщину линии или границы, стиль конца линии или узор заливки.

Палитра выравнивания позволяет изменять абсолютное положение одного или более объектов, положение выбранных объектов относительно друг друга или выравнивать высоту и ширину нескольких объектов.

Палитра масштабирования устанавливает коэффициент масштабирования (в процентах) для активного окна. Можно использовать кнопки для задания нескольких коэффициентов масштабирования, соответствующих данным кнопкам по умолчанию.

Панель меню содержит все команды меню Graphics Designer. Команды, которые в данный момент выполнить нельзя, отображаются серым цветом.

Панель инструментов содержит кнопки для быстрого вызова команд.

Палитра шрифтов изменяет тип, размер и цвет шрифта текстовых объектов, а также цвет линий стандартных объектов.

Панель слоев позволяет определить, какие из 32 возможных слоев, будут видимы. Слой 0 является видимым по умолчанию.

Для получения дополнительной информации об отображаемых объектах, нужно сначала щелкнуть на пиктограмме , а затем на нужном объекте.

Для определения панелей или палитр, которые будут отображаться в Graphics Designer, необходимо щелкнуть на командах панели меню "View" (Вид) → "Toolbars" (Панели инструментов). В диалоговом окне "Toolbars" (Панели инструментов) отметить, какие панели/палитры должны отображаться, и затем щелкните на кнопке "OK".

Все графические объекты, необходимые для кадра процесса, можно найти в библиотеке WinCC. Для создания первого кадра понадобились статический текст, полилиния, кнопка и окружность. Для удобства редактирования и работы разместим статические тексты и полилинии в 0 слое, окружности в 1, а кнопки во 2 слое. Назначение объекта слою может быть осуществлено при помощи атрибута "Layer" (Слой) в окне "Object Properties" (Свойства объекта).

Для создания статического текста необходимо щелкнуть на "Object Palette" → "Standard Object" → "Static Text". Чтобы изменить атрибуты текста необходимо правой кнопкой мыши нажать на текст и из всплывающего меню выбрать закладку "Object Properties". Таким образом, создадим статические тексты, показанные на рисунке 3.5.

Для создания полилинии необходимо щелкнуть на "Object Palette" → "Standard Object" → "Polyline". Изменить стиль полилинии можно на панели "Style Palette". Создадим полилинии показанные на рисунке 3.5.

Теперь сконфигурируем кнопку, которая позволит переходить к другому кадру в режиме исполнения. Для создания кнопки, которая позволит переключаться между двумя кадрами "Karta.pdl" и "HC-22.pdl", нужно выполнить следующие действия. В кадре "Karta.pdl" выбрать из палитры объектов объект кнопку "Windows Objects" (Объекты Windows) → "Button" (Кнопка). В области рисования, необходимо поместить кнопку с помощью щелчка мыши в требуемом месте и, затем, растянуть, держа кнопку мыши нажатой, до желаемого размера. После этого откроется диалоговое окно "Button Configuration" (Конфигурирование кнопки). В поле "Text" (Текст) ввести обозначение для кнопки (обозначения можно посмотреть по рисунку 3.5).

Для выбора кадра переключения, нужно щелкнуть по пиктограмме рядом с полем "Change Picture on Mouse Click" (Сменить кадр по нажатию мыши), в следующем диалоговом окне дважды щелкнуть на кадре "HC-22.pdl", затем закрыть диалоговое окно "Button Configuration" и сохранить кадр "Karta.pdl".

Для того чтобы в режиме исполнения с кадра " HC-22.pdl" переключиться обратно на начальный кадр, необходимо сконфигурировать на кадре "HC-22.pdl" кнопку для переключения на кадр "Karta.pdl". Можно открыть кадр "HC-22.pdl", щелкнув на пиктограмме или из WinCC Explorer.

Для того чтобы нарисовать окружности необходимо щелкнуть на панели "Object Palette" → "Standard Object" → "Circle". Изменить атрибуты окружности, а также сделать ее динамическим объектом можно с помощью "Object Properties".

Необходимо чтобы объект окружность изменял свой цвет при изменении значений тегов "НА1tok", "НА2tok", "НА3tok". Для этого необходимо использовать "Object Properties" → "Properties" → "Flashing" → "Flashing Background Active". В правой части окна нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на прозрачной лампочке рядом с "Flashing Background Active", во всплывающем меню выбрать "VBS-Action" (VBS-макрос) и написать следующий макрос: If "HA1tok" OR "HA2tok" OR "HA3tok" THEN Flashing Background Active\_Trigger = Yes End If.

При этом значок прозрачной лампочки измениться на значок , это будет означать, что динамизация свойства "Flashing Background Active" объекта окружность была осуществлена с помощью VBS-макроса. Также необходимо задать светло-зеленный цвет в свойствах "Flashing Background Color off" и "Flashing Background Color on" и красный цвет в "Object Properties" → "Properties" → "Color" → "BackGround Color". С помощью выше приведенных действий объект окружность будет изменять цвет при изменении значений тегов, то есть при значении ноль тегов "НА1tok", "НА2tok", "НА3tok" цвет окружности будет красным (НА НС-22 не работают), а при значениях от 1 до 5, хотя бы одного тега, цвет окружности будет светло-зеленым (НА НС-22 работают или запускаются в работу).

При создании второго кадра процесса использовались объекты панели "Object Palette": "Static Text" (Статический текст), "Polyline" (Полилиния), "Button" (Кнопка), "Circle" (Круг), "Line" (Линия), "Rectangel" (Прямоугольник), "I/O Field" (Поле ввода/вывода), а также объект панели "Object Palette" закладки "Controls" (Элементы управления) → "WinCC Alarm Control". Вид второго кадра показан на рисунке 3.6.

Расположения и свойства указанных выше объектов можно посмотреть по рисунку 3.6. Создание кнопок во втором кадре аналогично созданию кнопок в первом, только будут выбраны другие кадры переключения.

Для кнопки "Karta" кадр переключения – "Karta.pdl", для кнопки "НА-1" (розового цвета) – "НА-1.pdl", для кнопки "НА-2" (розового цвета) – "НА-2.pdl".

Для кнопки "НА-3" (розового цвета) – "НА-3.pdl", для кнопки "HA-1" (оранжевого цвета) – "TagLoggingHA-1.pdl", для кнопки "HA-2" (оранжевого цвета) – "TagLoggingHA-2.pdl", для кнопки "HA-1" (оранжевого цвета) – "TagLoggingHA-3.pdl".

Создание и динамизация объектов окружность во втором кадре осуществляется аналогично созданию и динамизации объектов окружность в первом кадре, только динамизация свойства "Flashing Background Active" объекта окружность осуществляется с помощью прямого соединения с тегом, а не с помощью VBS-макроса. Нужно во всплывающем меню выбрать не "VBS-Action" (VBS-макрос), а "Tag" (Тег) и в появившемся окне выбрать соответствующий тег, для "Circle1" тег – "НА1tok", для "Circle2" – "НА2tok", для "Circle3" – "НА3tok". При этом значок прозрачной лампочки измениться на значок .

Кадр процесса содержит три поля ввода/вывода. Эти поля используются только для отображения значений тегов.

Создание полей ввода/вывода.

В палитре объектов нужно выбрать "Smart Objects" (Интеллектуальные объекты) → "I/O Field" (Поле ввода/вывода). Необходимо расположить объекты "I/O Field" в области рисования, как показано на рисунке 3.6, и растянуть до желаемого размера, удерживая нажатой кнопку мыши. Вслед за этим откроется диалоговое окно "I/O Field Configuration” (Конфигурирование поля ввода/вывода). Для выбора тега нужно щелкнуть на пиктограмме и в открывшемся диалоговом окне выбрать нужный тег (НА1tok, НА2tok, НА3tok) из папки внутренних тегов. Затем необходимо выбрать цикл обновления "2 с". Для этого нужно щелкнуть на пиктограмме стрелки около поля "Update" (Обновление) и выбрать "2 s" из выпадающего списка. Затем нажать на "ОК".

При создании аварийных сообщений нужно использовать редактор Alarm Logging (Регистрация аварийных сообщений) SCADA-системы WinCC.

Задачи системы аварийных сообщений:

* аварийные сообщения информируют оператора о сбоях и ошибках в процессе;
* аварийные сообщения позволяют обнаружить возникновение критических ситуаций на ранней стадии и избежать вынужденных простоев.

Компонентами системы аварийных сообщений являются компоненты проектирования и компоненты исполнения. Компонентом проектирования системы сообщений является редактор Alarm Logging. В редакторе Alarm Logging определяются тип и содержание сообщения, а также события, при которых соответствующие сообщения отображаются на экране. Для отображения сообщений в Graphics Designer есть специальный объект – "WinCC Alarm Control" (Окно отображения аварийных сообщений WinCC).

Компонент исполнения системы сообщений отвечает за выполнение функций текущего контроля процесса, управления выводом аварийных сообщений и их квитирования. Сообщения отображаются в табличной форме.

В процессе конфигурирования системы определяются события, инициирующие те или иные сообщения. Такими события ми могут быть, например, установка определенного бита в ПЛК или превышение переменной заданного предельного значения.

Для конфигурирования системы Alarm Logging необходимо выполнить следующие действия:

1. открыть редактор Alarm Logging;
2. запустить "System Wizard" (Системный мастер) для создания системы сообщений;
3. сконфигурировать аварийные сообщения и тексты сообщений;
4. определить цвета для различных состояний сообщения;
5. задать параметры для функции контроля предельных значений (Limit value monitoring);
6. вставить окно сообщений в кадр процесса.

Открытие редактора Alarm Logging. В левой части окна WinCC Explorer нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на редакторе Alarm Logging. Во всплывающем меню выбрать пункт "Open". При этом появится окно, показанное на рисунке 3.7.

Запуск "System Wizard" (Системного мастера). "System Wizard" предлагает простой автоматический способ создания системы сообщений. Для запуска "System Wizard" нужно щелкнуть на пункте меню "File" → "Select Wizard…" (Выбор мастер). "System Wizard" можно также запустить, нажав на кнопку панели инструментов редактора Alarm Logging. В диалоговом окне "Select Wizard...", необходимо дважды щелкнуть на элементе "System Wizard. В первом открывшемся диалоговом окне нажать кнопку "Next". В диалоговом окне "System Wizard: Selecting Message Blocks" (Системный мастер: Выбор блоков сообщений) в группе кнопок выбора "System block" (Системный блок) выбрать "Date, Time, Number" (Дата, время, номер), а в группе кнопок выбора "User text block" (Пользовательский блок текстовой информации) выбрать "Msg Txt, Error Location" (Текст сообщения, место ошибки). Затем нажать на кнопку "Next". В диалоговом окне "System Wizard: Presetting Classes" (Системный мастер: Предварительно заданные классы сообщений) выберите опцию "Class of Error with Types Alarm, Failure and Warning (Incoming Acknowledgement)" (Класс ошибки с типами Аварийное, Неисправность и Предупреждение (Квитирование поступления)). Нажать на кнопку "Next". В последнем диалоговом окне "System Wizard" можно увидеть сводку всех элементов, которые будут созданы мастером. Затем нажать на кнопку "Apply" (Применить).

Окно таблицы

Окно данных

Следующим этапом будет являться конфигурирование сообщения в окне таблицы редактора Alarm Logging. В рамках проекта необходимо создать три аварийных сообщения. Сначала необходимо скорректировать длину пользовательских блоков текстовой информации (User Text Blocks).

Изменение длины пользовательских блоков текстовой информации "Message Text" (Текст сообщения) и "Point of Error" (Место ошибки). В окне навигации нужно щелкнуть на значке, расположенном перед элементом "Message Blocks" (Блоки сообщений). В окне навигации щелкнуть на элементе "User Text Blocks" (Пользовательские блоки текстовой информации). В окне данных щелкните правой кнопкой мыши на элементе "Message Text" (Текст сообщения). Во всплывающем меню выбрать пункт "Properties" (Свойства). В следующем диалоговом окне необходимо ввести значение "30" и закрыть окно, нажав на кнопку "OK". В окне данных щелкнуть правой кнопкой мыши на элементе "Point of Error" (Место ошибки). Во всплывающем меню выбрать пункт "Properties" (Свойства). В следующем диалоговом окне ввести значение "25" и закрыть окно, нажав на кнопку "OK".

Конфигурирование первого аварийного сообщения. В режиме исполнения событием, инициирующем сообщение, будет являться установка определенного бита тега сообщения. В строке 1 окна таблицы нужно щелкнуть дважды на поле "Message Tag". В следующем диалоговом окне выбрать тег "HA1tok" и нажать кнопку "OK". В строке 1 нажать дважды кнопку мыши на поле "Message Bit" (Бит сообщения) и ввести значение "2", подтвердив ввод. Это число означает, что сообщение в строке 1 будет появляться в том случае, когда будет установлен третий справа бит в 16-битном теге сообщения "HA1tok". В строке щелкнуть дважды на поле "Message Text" и введсти текст "HA1 doesn’t work" и подтвердить ввод. В строке 1 щелкнуть дважды на поле "Point of Error" и введсти текст "НА1" и подтвердить ввод.

Конфигурирование второго аварийного сообщения. В первом столбце окна таблицы нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на номере "1". Во всплывающем меню выбрать пункт "Add new Line" (Добавить новую строку). В строке 2 нажать дважды кнопку мыши на поле "Message Tag". В следующем диалоговом окне выбрать тег "HA2tok" и нажать "OK". В строке 2 нажать дважды кнопку мыши на поле "Message Bit" и введсти значение "3", подтвердив ввод. Это число означает, что сообщение в строке 2 будет появляться в том случае, когда будет установлен четвертый справа бит в 16-битном теге сообщения "HA2tok". В строке 2 нужно нажмать дважды кнопку мыши на поле "Message Text" и ввести текст "HA2 doesn’t work" и подтвердить ввод. В строке 2 нажать дважды кнопку мыши на поле "Point of Error" и ввести текст "НА2".

Конфигурирование третьего аварийного сообщения. В первом столбце окна таблицы щелкнуть правой кнопкой мыши на номере "2". Во всплывающем меню выберите пункт "Add new Line". В строке 3 нажать дважды кнопку мыши на поле "Message Tag". В следующем диалоговом окне выберите тег "HA2tok" и нажать "OK". В строке 3 нажать дважды кнопку мыши на поле "Message Bit" и ввести значение "4". Это число означает, что сообщение в строке 3 будет появляться в том случае, когда будет установлен пятый справа бит в 16-битном теге сообщения "HA3tok". В строке 3 нажать дважды кнопку мыши на поле "Message Text" и ввести текст "HA3 doesn’t work". В строке 3 нажать дважды кнопку мыши на поле "Point of Error" и ввести текст "НА3".

Определение цветов аварийных сообщений. Различные состояния аварийного сообщения в режиме исполнения могут быть показаны с помощью различных цветов. Цвет отображаемого сообщения позволяет быстро идентифицировать это сообщение.

В окне навигации нужно щелкнуть на значке, расположенном перед элементом "Message Classes" (Классы сообщений), а затем на классе сообщения "Error" (Ошибка). В окне данных щелкнуть правой кнопкой мыши на элементе "Alarm" и во всплывающем меню выбрать пункт "Properties". В следующем диалоговом окне можно определить цвета текста и фона аварийного сообщения, которые будут показывать состояние этого сообщения. Для сообщений типа "Alarm" в области "Preview" (Просмотр) необходимо выбрать "Came in"(Поступило) (аварийное сообщение было инициировано), затем щелкнуть на кнопке "Text Color" (Цвет текста) и в диалоговом окне выбора цвета выделить цвет "Белый" и нажать "OK". Затем щелкнув на кнопке "Background Color" (Цвет фона), в диалоговом окне выбора цвета выделить цвет "Красный" и нажать "OK".

Для "Went out" (Ушло) (сообщение было деактивировано) "Text Color" – цвет "Черный", а "Background Color" – цвет "Желтый".

Для "Acknowledged" (Квитировано) (сообщение было квитировано) "Text Color" – цвет "Белый", а "Background Color" – цвет "Синий".

Конфигурирование аналогового сообщения, связанного с тегом. С помощью функции контроля предельных значений/уставок (limit value monitoring), можно контролировать теги с тем, чтобы их значения оставались в определенном допустимом диапазоне.

На панели меню редактора Alarm Logging необходимо щелкнуть на командах меню "Tools" → "Add Ins.." (Добавить инст..). В следующем диалоговом окне установить флажок элемента "AnalogAlarm" (Аналоговое сообщение).

Теперь элемент "AnalogAlarm" будет отображаться в окне навигации под элементом "Message Classes".

В окне данных нужно щелкнуть правой кнопкой на элементе "AnalogAlarm" и во всплывающем меню выбрать пункт "New". Контролируемый тег и тип контроля будут определяться в диалоговом окне "Properties". Для выбора тега необходимо щелкнуть на кнопке и в диалоговом окне "Tag Selection" (Выбор тега) выбрать тег "HA1tok". Теперь необходимо выбрать предельные значения для аналогового тега. Определение верхнего предельного значения. В окне навигации нужно щелкнуть правой кнопкой на теге "HA1tok" и во всплывающем меню выбрать пункт "New". В диалоговом окне "Properties" отметить в группе кнопок выбора "Limit value" (Предельные значения) опцию "Upper Limit" (Верхний предел) и ввести верхнее предельное значение равное "5". В группе кнопок выбора рядом с полем "Hysteresis" (Гистерезис) отметить опцию "effective for both" (действует для обоих) и ввести в соответствующее поле номер сообщения "4".

Определение нижнего предельного значения. В окне навигации необходимо щелкнуть правой кнопкой на теге "HA1tok" и во всплывающем меню выбрать пункт "New". В диалоговом окне "Properties" отметить в группе кнопок выбора "Limit value" опцию "Lower Limit" (Нижний предел) и ввести нижнее предельное значение равное "0". В группе кнопок выбора рядом с полем "Hysteresis" отметить опцию "effective for both" и ввести в соответствующее поле номер сообщения "5". Подтвердить введенные данные, нажав на кнопку "OK".

При этом если сообщения с номерами 4 и 5 еще не существуют, то они будут автоматически сгенерированы WinCC. Для того чтобы эти сообщения отобразились на экране, необходимо перезапустить редактор Alarm Logging.

Конфигурирование окна аварийных сообщений. В режиме исполнения аварийные сообщения отображаются в табличной форме в окне сообщений. Необходимо открыть кадр Graphics Designer с именем "НС-22.pdl". Затем выполнить следующие действия, на палитре объектов выбрать закладку "Controls" (Элементы управления) → "WinCC Alarm Control" (Окно отображения аварийных сообщений WinCC). С помощью щелчка мыши расположить элемент в требуемом месте области рисования и растянуть его до необходимого размера, держа кнопку мыши нажатой.

В диалоговом окне быстрой настройки ввести заголовок окна сообщений "НА-1, 2, 3" и установить флажок опции "Display" (Отображать). Щелкнуть дважды на "WinCC Alarm Control" и выбрать в открывшемся диалоговом окне свойств закладку "Message Blocks". Щелкнуть на типе "User Text Blocks" (Пользовательские блоки текстовой информации). Проверить, были ли установлены флажки опций "Message Text" и "Point of Error" в списке выбора справа. Установить флажки, если это не было сделано. Выбрать закладку "Message Line" (Строка сообщения) и выделить существующие блоки сообщений и перенести их в список "Elements of the Message Line" (Элементы строки сообщения) с помощью кнопки . Подтвердить введенные данные нажатием кнопки "ОК".

С помощью кнопок "НА-1", "НА-2" и "НА-3" системы архивирования второго кадра можно перейти к кадрам "TagLoggingHA-1.pdl", "TagLoggingHA-2.pdl", "TagLoggingHA-3.pdl". Кадры "TagLoggingHA-1.pdl", "TagLoggingHA-2.pdl", "TagLoggingHA-3.pdl" аналогичные с одной лишь разницей: используются разные теги при создании окна таблиц и окна трендов для "TagLoggingHA-1.pdl" – тег "НА1tok", для "TagLoggingHA-2.pdl" – тег "НА2tok", для "TagLoggingHA-3.pdl" – "НА3tok. Поэтому рассмотрим создание только одного кадра, а остальные создадим методом копирования.

При создании третьего кадра процесса использовался объект панели "Object Palette": "Button" (Кнопка), а также объекты панели "Object Palette" закладки "Controls" (Элементы управления) "WinCC Online Trend Control" (Окно отображения трендов в режиме исполнения WinCC) и "WinCC Online Table Control" (Окно отображения таблиц в режиме исполнения WinCC).

Вид третьего кадра процесса приведен на рисунке 3.8.

Создание кнопки в третьем кадре аналогично созданию кнопки в первом, только будут выбраны другие кадры переключения. Для кнопки "НС-22" кадр переключения – "НС-22.pdl.

Создание системы архивирования. Задачами системы архивирования является отображение на экране текущих значений процесса в любой момент времени. Однако если необходимо увидеть изменение значений процесса в зависимости от времени, например, в виде диаграммы или таблицы, необходимо иметь доступ к прошлым значениям процесса. Такие значения хранятся в архивах значений процесса.

Система архивирования значений процесса состоит из компонентов проектирования и исполнения:

* компонентом проектирования системы архивирования является редактор Tag Logging (Регистрация тегов). С помощью этого редактора можно определить теги процесса и сконфигурировать вторичные архивы, определить циклы опроса и архивирования, а также выбрать значения процесса, которые будут архивироваться;
* компонент исполнения системы архивирования выполняет в режиме исполнения запись выбранных для архивирования значений процесса в соответствующий архив, называемый архивом значений процесса. Система Tag Logging Runtime (Регистрация тегов - система исполнения) реализует и обратный процесс, то есть чтение архивированных значений процесса из архива значений процесса. Это необходимо, например, когда необходимо отобразить изменение значений процесса с течением времени в виде графика или таблицы.

Для конфигурирования системы архивирования Tag Logging необходимо выполнить следующие действия:

1. открыть редактор Tag Logging;
2. сконфигурировать таймер;
3. создать архив с использованием Archive Wizard (Мастера Архивов);
4. сконфигурировать созданный архив;
5. создать окно отображения трендов в Graphics Designer;
6. создать окно отображения таблиц в Graphics Designer;
7. определить параметры запуска;
8. запустить проект.

Открытие редактора Tag Logging. В редакторе Tag Logging конфигурируются архивы, определяются значения процесса, которые должны архивироваться, и таймеры циклов опроса и архивирования.

В левой части окна WinCC Explorer нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на редакторе Tag Logging и во всплывающем меню выбрать пункт "Open" – откроется диалоговое окно показанное на рисунке 3.9.

Конфигурирование таймеров. Объект "Timers" (Таймеры) расположен во второй строке окна навигации (левая часть окна).

Таймеры можно сконфигурировать для циклов опроса или архивирования.

При щелчке на объекте "Timers" в окне данных (правая часть), отобразятся все таймеры, определенные по умолчанию. Эти таймеры нельзя изменять. Если необходимо использовать таймер, отличающийся от таймеров по умолчанию, можно сконфигурировать новый таймер. Для данного процесса нужно определить для таймера интервал равный 15 минутам, для этого выполним следующие действия. Необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на объекте "Timers" и во всплывающем меню выбрать пункт "New". В диалоговом окне "Timers – Properties" (Таймеры – Свойства) ввести название "15 min" и выбрать основание "1 Min" (1 минута) из выпадающего списка, затем ввести коэффициент "15". Подтвердить введенные данные, нажав на кнопку "OK".

Создание архива. В редакторе Tag Logging с помощью "Archive Wizard" создается архив значений процесса и выбираются теги процесса. "Archive Wizard" предоставляет простой автоматический способ создания архива.

Для создания архива, нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на объекте "Archives" (Архивы) в окне навигации и во всплывающем меню выбрать пункт "Archive Wizard..." (Мастер архивов…). В открывшемся диалоговом окне нажать на кнопку "Next", затем в поле "Archive Name" (Имя архива) ввести имя "HA1tok\_Value\_Archive". Выбрать тип архива "Process Value Archive" (Архив значений процесса). Нажать на кнопку "Next", затем на кнопку "Select" и выбрать тег "HA1tok" в следующем диалоговом окне. Подтвердить введенные данные, нажав на кнопку "OK" и Нажать на кнопку "Apply" для завершения процедуры конфигурирования с помощью "Archive Wizard".

Конфигурирование архива. На этом этапе необходимо сконфигурировать архив значений процесса и тег архива. Для определения свойств тега архива необходимо определить, когда будет архивироваться значение процесса.

Для изменения свойств тега архива, выделенного в окне таблицы, нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на окне таблицы. Если ни один тег не выделен, будет выбран первый. Во всплывающем меню выбрать пункт "Properties" и изменить имя архивного тега на имя "HA1tok\_Arch". В поле "Cycle" (Цикл) указать следующие значения: Acquisition (Опрос) = 1 second (1 секунда), а Archiving (Архивирование) = 1 \* 1 second (1 \* 1 секунда). Подтвердить введенные данные, нажав на кнопку "OK".

В этом проекте архив значений процесса будет использоваться только в режиме исполнения. Поэтому значения лучше всего хранить в оперативной памяти.

В окне данных редактора Tag Logging нужно дважды щелкнуть на архиве значений процесса "HA1tok\_Archive". Откроется диалоговое окно "Process Value Archive Properties" (Свойства архива значений процесса). Щелкнуть на закладке "Memory Location" (Размещение в памяти) и отметить кнопку опции "In the Main Memory" (В оперативной памяти), затем изменить количество записей данных на "30". Подтвердить введенные данные, нажав на кнопку "OK".

На этом конфигурирование архива значений процесса завершено. Тег "HA1tok" будет опрашиваться через каждую секунду, и записываться в архив под именем "HA1tok\_Arch". Архив будет размещаться в оперативной памяти, и архивные значения процесса будут доступны только в режиме исполнения.

Создание окна трендов. Окно трендов позволяет отображать значения процесса в виде графиков. Для этого в WinCC имеется элемент управления (Control), который можно расположить в кадре процесса.

Открыть в Graphics Designer кадр с именем "TagLoggingНА-1.pdl" и на палитре объектов выбрать закладку "Controls", а затем "WinCC Online Trend Control". С помощью щелчка мыши расположить элемент в требуемом месте области рисования и растянуть его до необходимого размера, держа кнопку мыши нажатой. На закладке "General" (Общие) диалогового окна быстрой настройки ввести заголовок окна трендов "HA1tok\_Trend". Выбрать закладку "Curves" (Кривые) и ввести имя тренда "HA1tok", затем нажать на кнопку "Selection" (Выбор). В левой части диалогового окна "Archive/Tag Selection" (Выбор тегов/архивов) дважды щелкнуть на архиве "HA1tok\_Archive". Подтвердить введенные данные, нажав на кнопку "OK".

Создание окна таблиц. Окно таблиц позволяет отображать значения процесса в табличной форме. Для этого в WinCC имеется элемент управления (Control), который можно расположить в кадре процесса.

На палитре объектов необходимо выбрать закладку "Controls" и затем - "WinCC Online Table Control" (Окно отображения таблиц в режиме исполнения WinCC). С помощью щелчка мыши расположить элемент в требуемом месте области рисования и растянуть его до необходимого размера, держа кнопку мыши нажатой.

На закладке "General" диалогового окна быстрой настройки ввести заголовок окна таблиц "HA1tok\_Tables" и выбрать закладку "Columns" (Столбцы), введя "HA1tok" в качестве имени столбца, нажать на кнопку "Selection". В левой части диалогового окна "Archive/Tag Selection " дважды щелкнуть на архиве "HA1tok\_Archive". В правой части диалогового окна "Archive/Tag Selection" щелкнуть на теге "HA1tok\_Arch". Подтвердить введенные данные, нажав на кнопку "OK".

Шестой, седьмой и восьмой кадры аналогичные, поэтому был создан один, а остальные были созданы методом копирования созданного кадра.

Для создания шестого кадра "НА-1.pdl" были использованы объекты панели "Object Palette": "Static Text" (Статический текст), "Polygon" (Многоугольник), "Button" (Кнопка), "Line" (Линия), "Rectangel" (Прямоугольник), а также "I/O Field" (Поле ввода/вывода), расположенное в закладке "Smart Objects". Также из панели меню "View" → "Library" → "Global Library" → "Siemens HMI Symbol Library 1.4.1" → "Textures" → "Water (dark blue)" был вытащен объект "Control4" и из той же панели меню "View" → "Library" → "Global Library" → "Siemens HMI Symbol Library 1.4.1" → "Nature" → "Bubbles2" объект "Control2".

На рисунке 3.10 показан кадр процесса номер шесть.

Расположение и свойства объектов шестого кадра процесса можно посмотреть по рисунку 3.10. Создание кнопки в шестом кадре аналогично созданию кнопки в первом, только будут выбраны другие кадры переключения. Для кнопки "НС-22" кадр переключения – "НС-22.pdl".

Создание полей ввода/вывода для шестого кадра аналогично созданию полей для второго кадра, только необходимо выбрать для поля "Давление развиваемое насосом" тег "DavHA1", а для поля "Расход воды, накачиваемой НА-1" необходимо, используя "Dynamic dialog", написать выражение: "DavHA1" \* 2. При этом вместо прозрачной лампочки появится значок . Затем необходимо выбрать цикл обновления "2 с". Также необходимо вставить рисунок НА-1 из любого графического редактора Windows. Для того чтобы сделать объект "Control4" динамичным, необходимо создать его копию и поместить один объект на другой (в разные слои). Объект, помещенным в нижний слой, оставить без изменения, а у объекта, помещенного в верхний слой, изменить свойства, зайдя в "Object Properties" → "Properties" → "SymbolLibrary" → "Control Properties" → "BlinkMode" → "Invisible-1".

Создание и динамизация объекта прямоугольник в шестом кадре осуществляется аналогично созданию и динамизации объектов окружность во втором кадре ("Tag" – "НА1tok").

Все необходимые кадры процесса созданы и динамизированы, теперь необходимо сформировать отчеты аварийных сообщений и отчеты системы архивирования.

Создадим отчеты аварийных сообщений. В системе формирования отчетов сообщения могут архивироваться с выводом на печать в виде протокола последовательности сообщений (message sequence report). При этом возможен постраничный или построчный вывод на печать. С системой поставляются готовые, заранее сконфигурированные шаблоны отчетов или протоколов. В данном случае, для разрабатываемого проекта необходимо создать новый отчет. Шаблон для него создается с использованием редактора страничных шаблонов "Designer" (Графического дизайнера).

Система формирования отчетов состоит из двух компонентов – компонента проектирования и компонента исполнения. Компонентом проектирования системы формирования отчетов является Report Designer (Дизайнер отчетов). Дизайнер отчетов используется для редактирования готовых, стандартных шаблонов по умолчанию в соответствии с индивидуальными требованиями пользователя, а также для создания новых шаблонов. Для вывода отчета на печать каждый шаблон должен быть связан с определенным заданием на печать. Задания на печать, инициирующие вывод отчета, также формируются в Report Designer. Компонент исполнения системы формирования отчетов выбирает данные, которые должны быть напечатаны, из архивов или элементов управления (Controls) и управляет выводом на печать.

Для создания протокола последовательности сообщений необходимо выполнить следующие действия:

1. создать страничный шаблон (page layout);
2. отредактировать страничный шаблон;
3. сформировать задание на печать;
4. определить параметры запуска;
5. запустить проект.

Редактор страничных шаблонов (рисунок 3.11) является компонентом Report Designer, который предоставляет объекты и инструменты для создания страничных шаблонов.

Редактор страничных шаблонов имеет вид, определяемый стандартами Windows. Экран редактора содержит рабочую область, панели инструментов, панель меню, строку состояния и различные палитры. При открытии редактора страничных шаблонов рабочая область отображается с настройками, принятыми по умолчанию. Вы можете расположить палитры и панели в тех местах, где вам удобно, а также скрыть их.

Редактирование страничного шаблона. Шаблон содержит статический слой и динамический слой. В статическом слое находятся верхний колонтитул нижний колонтитул шаблона для вывода имени компании, логотипа компании, имени проекта, имени шаблона, номера страницы, времени и т.п. В динамическом слое находятся динамические объекты для вывода данных проектирования и данных системы исполнения.

На статический слой можно помещать только статические и системные объекты. На динамическом слое могут находиться как статические, так и динамические объекты.

В правой части окна WinCC Explorer необходимо дважды щелкнуть на только что созданном шаблоне "MessageSequenceReport.rpl". Редактор страничных шаблонов откроет чистую страницу. При создании шаблона не обязано придерживаться определенной последовательности действий. На закладке "Runtime Documentation" (Документация системы исполнения) палитры объектов нужно выбрать объект "Message Report" (Протокол сообщений) из папки "Alarm Logging RT" (Система исполнения Регистрации аварийных сообщений). В динамической части страничного шаблона с помощью мыши нужно изменить размер объекта до желаемого, открыв диалоговое окно свойств объекта, дважды щелкнув на этом объекте, и выбрав закладку "Connect" (Связь). В списке справа нужно дважды щелкнуть на пункте "Selection", при этом откроется диалоговое окно "Alarm Logging Runtime: Report Table Selection" (Система исполнения регистрации аварийных сообщений: выбор таблицы отчета). Необходимо убедиться, что поле "Current Column Sequence" (Текущая последовательность столбцов) содержит все блоки сообщений, которые должны быть напечатаны в протоколе последовательности сообщений. Чтобы блоки сообщений по ширине умещались на стандартной странице DIN A4, необходимо изменить ширину столбцов блоков сообщений "Number" (Номер) и "Point of Error" (Место ошибки). Для этого необходимо выбрать блок сообщений "Number" и затем щелкнуть на кнопке "Properties". Ввести значение "9" в поле “Number of Places" (Количество мест). Повторить эти же действия для блока сообщений "Point of Error". Ввести значение "20" в поле "Length" (Длина) и Нажать "OK".

В диалоговом окне "Object Properties" необходимо выбрать закладку "Properties" и щелкнуть на пиктограмме , для того чтобы зафиксировать диалоговое окно. Для редактирования свойств шаблона щелкните на пустом месте вне таблицы. В левой части диалогового окна выбрать пункт "Geometry" (Геометрия) и убедиться, что в правой части выбран формат страницы "A4". В противном случае дважды щелкнуть на пункте "Page Format" (Формат страницы). В открывшемся диалоговом окне выбрать размер бумаги "A4" и нажать "OK". Сохранить.

Для вывода отчета на печать в режиме исполнения необходимо сформировать задание на печать в WinCC Explorer. В левой части окна WinCC Explorer нужно щелкнуть на пункте "Print Jobs" (Задания на печать). В правой части окна отобразится список предварительно сформированных заданий. В правой части окна дважды щелкнуть на задании на печать "@Report Alarm Logging RT Message Sequence" (Протокол последовательности сообщений системы исполнения регистрации аварийных сообщений), при этом откроется диалоговое окно "Print Job Properties" (Свойства задания на печать). Выбрать шаблон "MessageSequenceReport.rpl" из раскрывающегося списка. Затем нужно выбратье закладку "Printer Setup" (Настройка принтера) и выбрать принтер из раскрывающегося списка. Подтвердить свой выбор, нажав "OK".

Теперь необходимо установить связь окна сообщений со сформированным заданием на печать. Тогда в режиме исполнения при нажатии на кнопку панели инструментов "Print" (Печать) для вывода на печать будет использоваться созданный шаблон. Необходимо открыть кадр "НС-22.pdl" Graphics Designer и дважды щелкнуть на объекте "WinCC Alarm Control" и в открывшемся диалоговом окне свойств выбрать закладку "General". Для выбора задания на печать из списка нужно нажать кнопку . Подтвердить выбор, нажав на кнопку "OK".

На рисунке 3.12 приведен внешний вид созданного отчета.

Теперь создадим отчеты системы архивирования. Конфигурирование отчета Tag Logging Runtime. В режиме исполнения можно распечатать данные системы исполнения компонента Tag Logging из окна таблиц. При нажатии в режиме исполнения на кнопку панели инструментов "Print" данные будут выводиться на печать с использованием готовых шаблонов "@CCTableControlContents.rpl". Однако для рассматриваемого проекта создадим пользовательский страничный шаблон с верхним и нижним колонтитулом.

Для создания отчета системы исполнения Tag Logging необходимо выполнить следующие действия:

1. отредактировать статическую часть шаблона;
2. отредактировать динамическую часть шаблона;
3. определить параметры задания на печать;
4. запустить проект.

Редактирование статической части. Необходимо создать новый страничный шаблон с именем "TagLogging.rpl". Для этого нужно в правой части окна WinCC Explorer дважды щелкнуть на только что созданном шаблоне "TagLogging.rpl". Редактор шаблонов страницы откроет чистую страницу. Сначала необходимо добавить элементы статической части шаблона - дату/время, номер страницы, имя шаблона и имя проекта. Для редактирования статической части шаблона нужно нажать на кнопку панели инструментов. Для отображения в шаблоне даты и времени нужно щелкнуть на элементах палитры объектов "System Objects" (Системные объекты) → "Date/Time" (Дата/время), затем поместить объект в верхнем левом углу и растянуть его до желаемого размера, держа кнопку мыши нажатой. Щелкнуть правой кнопкой мыши на "Date/Time" (Дата/Время) и во всплывающем меню выбрать пункт "Properties". В левой части окна щелкнуть на элементе "Font" (Шрифт). В правой части окна дважды щелкнуть на "X Alignment" (Выравнивание по оси Х) и выбрать "Left" (По левому краю). В правой части окна дважды щелкнуть на "Y Alignment" (Выравнивание по оси Y) и выбрать "Centered" (По центру). Выполняя действия, аналогичные описанным выше, нужно добавить системное "Project Name ". Что касается выравнивания, выполнить такие же изменения, как и для объекта "Date/Time". Затем необходимо добавить системные объекты "Page Number" и "Layout Name", разместив их в верхнем правом углу. Изменить значение параметра "X Alignment" на значение "Right" и значение параметра "Y Alignment" на значение "Centered". Для улучшения внешнего вида шаблона можно изменить и другие параметры. Необходимо удалить рамку вокруг вставленных системных объектов.

Редактирование динамической части. Для редактирования динамической части шаблона нужно нажать на кнопку панели инструментов. На закладке "Runtime Documentation" палитры объектов нужно выбрать объект "Tag Table" (Таблица тегов) из папки "Tag Logging RT". В динамической части страничного шаблона растянуть объект до требуемого размера. Открыть диалоговое окно свойств объекта, щелкнув дважды на объекте, и выбрать закладку "Connect". В правой части окна на закладке "Connect" выделить "Tag Selection" и затем нажать на кнопку "Edit". В диалоговом окне "Tag Logging Runtime: Tag Selection for Reporting" нажать на кнопку "Add..." и в левой части диалогового окна "Archive Selection" щелкнуть на значке перед именем "Kanal" или именем компьютера. В левой части выбрать архив "HA1tok\_Archive". В правой части выберите тег "HA1tok\_Arch". Подтвердить введенные данные, нажав на кнопку "OK".

Для вывода данных системы исполнения, значения тега необходимо отформатировать. В диалоговом окне "Tag Logging Runtime: Tag Selection for Reporting" нужно щелкнуть на архивном теге и нажать на кнопку "Properties". Выбрать формат "Integer", для определения количества цифр ввести "3", а для количества знаков после десятичной точки "0". Подтвердить введенные данные, нажав на кнопку "OK". Определение параметров на печать аналогично определению параметров на печать для отчетов аварийных сообщений. На рисунке 3.13 приведен отчет системы архивирования.

Следующим этапом будет являться настройка параметров режима исполнения для запуска всех использованных редакторов. Для этого в левой части окна WinCC Explorer нужно щелкнуть на элементе "Computer" (Компьютер) и в правой части окна WinCC Explorer нажать правой кнопкой мыши на имени компьютера. Во всплывающем меню выбрать пункт "Properties" и щелкнуть на закладке "Startup". Установите флажки около всех использованных компонентов. Затем нужно выбрать закладку "Graphics Runtime" и в поле "Start Picture" выбрать загружаемый при входе в режим исполнения кадр процесса – "Karta.Pdl". Подтвердить введенные данные, нажав на кнопку "OK".

Чтобы увидеть, как выглядит проект в режиме исполнения, нужно щелкнуть на командах меню в WinCC Explorer "File" → "Activate". Галочка около "Activate" означает, что режим исполнения активирован. Альтернативно можно использовать кнопку "Activate" на панели инструментов WinCC Explorer.

Так как к WinCC не подключен ПЛК, для тестирования проекта необходимо использовать имитатор. Чтобы запустить имитатор, нужно перейти на панель задач Windows и щелкнуть на пункте меню "Start" → "SIMATIC" → "WinCC" → "Tools" → "WinCC Tag Simulator". В диалоговом окне имитатора необходимо поочередно выбрать все созданные теги, который нужно смоделировать.

Для этого необходимо щелкнуть на "Edit" → "New Tag". В диалоговом окне "Tags – Project" выбрать нужный внутренний тег и щелкнуть на кнопке "OK". Для тегов "НА1tok", "НА2tok" и "НА3tok" на закладке "Properties" необходимо щелкнуть на режиме имитации "Slider" и ввести начальное значение "0" и конечное "10" и установить флажок "active". Для тегов "DavHA1", "DavHA2" и "DavHA3" на закладке "Properties" необходимо щелкнуть на режиме имитации "Random" и ввести начальное значение "0" и конечное "100" и установить флажок "active". На закладке "Tags" нажать на кнопку "Start Simulation". В таблице "Tags" будут отображаться изменяющиеся значения тегов.

В итоге были созданы три мнемосхемы, отображающие процесс. На мнемосхеме № 1 изображена карта расположения основных объектов канала с отображением состояния НС (работает/не работает) и возможностью перехода на следующую мнемосхему – мнемосхему № 2. На мнемосхеме № 2 отображена НС с отображением состояний НА (работает/не работает) и с отображением значений токов НА. Также при превышении установленных значений токов НА появляются сообщения о неисправности и месте возникновения неисправности. Из мнемосхемы № 2 можно вернуться на мнемосхему № 1, перейти на мнемосхему № 3 или открыть систему архивирования. Система архивирования содержит в себе таблицу значений токов НА и график переходного процесса значений тока. Из системы сообщений также легко можно вернуться на мнемосхему № 2. Мнемосхема № 3 отображает процессы, происходящие с НА, а именно давление и расход перекачиваемой воды. Из нее можно вернуться назад на мнемосхему № 2 [6, 7, 12].

# 4. Охрана труда

Согласно статьи 4 [17] принципами трудового законодательства являются обеспечение права на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, а также приоритет жизни и здоровья работника по отношению к результатам производственной деятельности. Согласно статьи 22 [17] работник в свою очередь обязан соблюдать требования по безопасности и охране труда, пожарной безопасности и производственной санитарии на рабочем месте, а также сообщать работодателю о возникновении ситуации, представляющей угрозу жизни и здоровью людей.

Согласно статьи 3 [18] описываемый объект - РГП «Канал им. К. Сатпаева» относится к опасным производственным объектам, так как при эксплуатации канала используются горючие вещества: техническое масло для заполнения маслованн верхней и нижней крестовин НА, а также электроустановки типа ОПВ-185 (насосы).

Согласно СанПиН [19] к факторам охраны труда, связанным с применением ВДТ и ПЭВМ, относятся: микроклимат, освещенность рабочего места оператора ЭВМ, пожарная безопасность, шум оборудования, защита от поражения электрическим током, эргономичность рабочего места оператора.

**4.1 Анализ опасных и вредных факторов на рабочем месте**

В настоящем дипломном проекте АРМом будет являться диспетчерский пункт ГЦСОИ РГП «Канал им. К. Сатпаева», расположенный по адресу г. Караганда, ул. Алиханова 11а. Диспетчерский пункт расположен на втором этаже и представляет из себя кабинет размером 3,98 м на 7,75 м и высотой 3 м.

Полы в помещении цементобетонные, покрытые линолеумом светло-коричневых оттенков. Поверхность пола ровная, без выбоин, нескользкая и удобная для очистки и влажной уборки. На стены наклеены обои фисташкового цвета, данный цвет не утомляет зрение операторов ПЭВМ. Потолок покрыт белой водоэмульсионной краской. В помещении имеется входная дверь и два окна, выходящих на юго-восток, на окнах жалюзи. В помещении диспетчерского пункта в каждой розетке имеется фаза нуль, а само здание заземлено по контуру. Розеток в помещении шесть. Выключателя три. Освещение боковое естественное – 2 окна и искусственное – лампы накаливания класса Е в количестве 12 штук (80 Вт). В помещении располагаются два радиатора отопления, закрытые деревянными решетками. Температура воздуха в холодное время года от плюс 20оС до плюс 25оС, а в теплое время года от плюс 25оС до плюс 30оС, что не соответствует нормам СанПиН [19]. В помещении находятся шкаф, мнемосхема, пульт управления мнемосхемой, три рабочих стола и три стула. План помещения изображен на рисунке 4.1.

Мнемосхема и пульт управления мнемосхемой не заземлены.

На рабочих местах диспетчеров располагаются монитор, клавиатура, мышь, принтер, телефон, лоток для бумаг и подставка для ручек, системный блок находится на полу.

Технические характеристики промышленных компьютеров SIMATIC Rack PC IL 40 S, используемых на рабочих местах диспетчеров, приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Технические характеристики промышленных компьютеров SIMATIC Rack PC IL 40 S

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Значение |
| Процессор, GHz, MHz, Kbyte | Intel Pentium 4 2,8, 533 FSB, 512 Cache |
| Оперативная память, Gbyte | DDR333 2 |
| Свободные слоты расширения | 6x PCI (длинный)1x AGPУказание:RAID1-опционально в PCI-плате |
| Графический контроллер, Mb | AGP 4x-графическая карта 32  |
| Жесткий диск | RAID1, 2x 60 Gbyte EIDE; 3,5” |
| CD-RW  | 48x24x48x (вместо CD-ROM) |
| Дисковод, Mбайт | 1,44  |
| Ethernet, MБит/с | 10/100 (RJ45) |
| USB | - 2 x спереди (высокий ток), Hi-Speed USB 2.0 (опция)- 2 x сзади (высокий ток), Hi-Speed USB 2.0 |
| Последовательный | COM1 (V.24); COM2 (V.24) |
| Температура окружающего воздуха при работе, °C | 5 - 40 при работе5 - 35 при работе CD-RW |
| Габариты (ШxВxГ) в мм | 430x177x444 |
| Вес, кг | Примерно 19  |

В таблице 4.2 приведены параметры монитора, клавиатуры, мыши и принтера.

Таблица 4.2 - Параметры монитора, клавиатуры, мыши и принтера

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Модель |
| Монитор: | Sync Master 213T |
| - диагональ, дюйма | 21,3 |
| - величина зерна, мм | 0,27 |
| - разрешение  | 1600х1200 |
| - глубина цвета | 16,7 млн. |
| - частота развертки, КГц | Горизонтальная – 30-81Вертикальная – 56-85 |
| Клавиатура | PS/2PC/AT |
| Мышь | Microsoft PS/2 |
| Принтер | HP 1200 |

Все компьютеры заземлены и подключены к розеткам.

При планировке рабочего места учитывались зоны досягаемости рук при расположении клавиатуры - 25 см и расстояние монитора (ЖК) от глаз пользователя - 50 см, угол наклона регулируется в соответствии со стандартом +/-30 градусов.

Рабочий стол диспетчера полностью соответствует санитарным правилам и нормам: высота 70 см, длина 160 см, глубина 80 см. Стул моделью ISO CHROME с соответствующими стандартам размерами: высота изделия 82 см, высота ножек 50 см, ширина сбоку 40 см, ширина фронтальная 47 см. Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула полумягкая, с нескользящим покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений. Подставки для ног отсутствуют.

У диспетчеров пятидневная рабочая неделя с восьмичасовым рабочим днем и часовым перерывом на обед.

Согласно СанПиН [19] работы проводимые в помещении имеют категорию а (выполняются легкие физические работы), поэтому в помещении должны соблюдаться следующие требования: оптимальная температура воздуха – 22 °С (допустимая от 20 °С до 24 °С) в диспетчерском пункте не соответствует норме, оптимальная относительная влажность – от 40% до 60% (допустимая - не более 75 %) в диспетчерской соответствует норме, скорость движения воздуха в диспетчерской не более 0,1 м/с, что соответствует норме.

В помещении площадью 30,845 м2 работают 3 человека, что соответствует СанПиН [19] - площадь на одно рабочее место с ВДТ и ПЭВМ в офисах, административно-производственных помещениях и других учреждениях должна быть не менее 6 м2 .

Согласно СанПиН [19] помещения с ВДТ и ПЭВМ должны оборудоваться системами отопления и кондиционирования воздуха, в нашем случае в наличии отопление, естественное проветривание помещения, но отсутствует система кондиционирования воздуха.

Имеется естественное и искусственное освещение, кабинет не граничит с помещениями, в которых уровни шума и вибрации превышают нормативные значения. Влажная уборка проводится ежедневно с утра. Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещении проводится чистка стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год. Согласно СанПиН [19] помещения с ВДТ и ПЭВМ должны быть оснащены аптечкой первой помощи и углекислотными огнетушителями, в помещении диспетчерского пункта есть в наличии аптечка первой помощи, но нет огнетушитель, огнетушители и пожарные краны есть в коридоре.

**4.2 Мероприятия по снижению опасных и вредных факторов на рабочем месте**

Исключительно важное значение для предотвращения электротравматизма имеет правильная организация обслуживания действующих электроустановок в помещении, проведение ремонтных, монтажных и профилактических работ, поэтому необходимо заземлить мнемосхему и пульт управления мнемосхемой, а также не проводить ремонтные работы электроустановок во включенном состоянии.

При работе с компьютером опасным для жизни фактором является электрический ток. Чтобы пользователя не ударило электрическим током, нужно не забывать о следующем правиле: не открывать системный блок компьютера и не менять комплектующие во включённом состоянии, сначала нужно полностью отключить компьютер от источника электроэнергии.

Чтобы уменьшить негативное влияние шума при работе с компьютером, необходимо проводить регулярные профилактические работы.

Для снижения ухудшения зрения на мониторы рекомендуется устанавливать защитные фильтры класса полной защиты (Total shield), которые обеспечивают практически полную защиту от вредных воздействий монитора в электромагнитном спектре.

Все работы с ПЭВМ делятся на три категории:

1. эпизодическое считывание и ввод информации не более 2-х часов за 8-часовую рабочую смену;
2. считывание информации или творческая работа не более 4-х часов за 8-часовую смену;
3. считывание информации или творческая работа более 4-х часов за 8-часовую смену.

В обязанности диспетчеров ГЦСОИ РГП «Канал им. К. Сатпаева» входит непрерывный контроль показателей состояния объектов канала, поэтому продолжительность непрерывной работы с ПЭВМ не должна превышать 2 ч, то есть через 2 ч от начала смены, через 1,5 и 2,5 ч после обеденного перерыва нужно устраивать перерывы продолжительностью 5-15 мин. По возможности диспетчеру следует несколько раз в час выполнять упражнения, не связанные с прерыванием работы и уходом с рабочего места.

Так как работа диспетчеров связана с монотонностью выполнения операций, то эргономичность рабочего пространства играет большую роль в безопасности труда. С точки зрения эргономичности рабочего пространства вредным фактором является отсутствие подставок для ног и отсутствие возможности регулировки стульев.

Рабочее место рекомендуется оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 30 см, глубину не менее 40 см, регулировку по высоте в пределах 15 см и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 градусов. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 1 см [19].

Рекомендуется заменить рабочий стул. Конструкция рабочего стула должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе с ВДТ и ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления и нарушения осанки. Рабочий стул должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстояния спинки от переднего края сиденья, с легкой и надежной фиксацией всех положений [19].

Наиболее удобным считают сиденье, имеющее выемку, соответствующую форме бедер. Спинка стула должна быть изогнутой формы, обнимающей поясницу. Длина ее 0,3 м, ширина 0,11 м, радиус изгиба 0,3 – 0,35 м. Движения работника должны быть такими, чтобы группы мышц его были нагружены равномерно, а лишние непроизводственные движения устранены.

Уровень шума в помещениях с персональными компьютерами не должны превышать допустимого, регламентированного в ГОСТ 12.2.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». Уровень шума не должен превышать 50 дБА. В качестве мер по снижению шума можно предложить следующее:

* облицовка потолка и стен звукопоглощающим материалом (снижает шум на 6-8 дБ);
* экранирование рабочего места (постановкой перегородок, диафрагм);
* установка в компьютерных помещениях оборудования, производящего минимальный шум (установка современных низкошумных кулеров, регулярная раз в месяц – чистка кулеров).

К общим мерам защиты от статического электричества можно отнести общее или местное увлажнение воздуха.

Повышенная температура внешней среды не создаёт нарушения состояния здоровья работающего, но вызывает дискомфортные ощущения, ухудшает самочувствие и понижает работоспособность.

В кабинете не предусмотрена система кондиционирования в теплое время года. Рекомендуется установить кондиционер для охлаждения воздуха до оптимальной температуры (23-25 оС).

Расчет кондиционирования воздуха.

Для выбора кондиционера надо рассчитать суммарные избытки тепла, в которые входят также выделяемое тепло от солнечной радиации, освещения, людей, оргтехники и так далее. Подбирают такие модели кондиционеров, которые в сумме по холодопроизводительности дают такое же или несколько большее значение.

Теплоизбытки *Q*1 помещения в зависимости от объема, рассчитываются по формуле:

*Q*1 = *S* х *h* х *q*, Вт, (4.1)

где *S* - площадь помещения, м2;

 *h* - высота помещения, м;

 *q* - коэффициент, равный 30 Вт, если нет солнца в помещении; 35 Вт, если среднее значение и 40 Вт, если большое остекление с солнечной стороны.

Посчитаем теплоизбытки по формуле (4.1) и получаем *Q*1 равные 3238,725 Вт.

Подсчитываем избыточное тепло *Q*2 от находящейся в помещении оргтехники. В среднем берется 300 Вт на 1 компьютер, или примерно 30 % от потребляемой мощности оборудования и получаем *Q*2 равные 900 Вт.

Избыточное тепло *Q*3 от людей, находящихся в помещении. Примем 1 человек - 100 Вт (для офисных помещений) и получаем *Q*3 равные 300 Вт.

Суммарный избыток тепла, рассчитаем по формуле:

*Q*общ. = *Q*1 + *Q*2 + *Q*3. (4.2)

Получаем суммарный избыток тепла *Q*общ. равный 4,4 кВт (формула (4.2)).

Подбираем близкую по мощности модель кондиционера из стандартного ряда – на 5,0 кВт (большинство производителей выпускает кондиционеры с мощностями, близкими к стандартному ряду: 2,0; 2,5; 3,5; 5,0; 7,0 кВт). Наиболее подходит кондиционер Daikin, FTY5 имеет мощность 5,0 кВт. Параметры:

* режим повышенной мощности. Лицевая панель легко снимается и моется. 24-часовой таймер. К одному наружному блоку типа "мульти" может быть подключено до 5 внутренних. Система самодиагностики;
* пульт дистанционного управления: есть;
* потребляемая мощность (охлаждение / обогрев), Вт: 1440/1500;
* дополнительные режимы: автоматический режим;
* внутреннего блока сплит-системы или мобильного кондиционера (В х Ш х Г), мм: 250x750x180;
* другие функции и особенности: дезодорирующий фильтр;
* тип: сплит-система;
* мощность в режиме обогрева, Вт: 5600;
* основные режимы: охлаждение / обогрев;
* мощность в режиме охлаждения, Вт: 5000;
* установка внутреннего блока: настенная;
* таймер включения/выключения: есть.

**4.3 Меры пожарной безопасности**

Пожарная безопасность – это состояние защищенности людей, имущества, собственности, общества и государства от пожаров. Лица виновные в нарушении требований правил противопожарной безопасности, несут уголовную, административную или иную ответственность в соответствии с действующим законодательством [20]. Пожары представляют особую опасность, так как сопряжены с большими материальными потерями, а возможно и с гибелью людей.

Возникновение пожара возможно, если на объекте имеются горючие вещества, окислитель и источники зажигания. Для оценки пожарной опасности проанализирована вероятность взаимодействия этих трех факторов, а также их угроза для жизни людей и возможный размер материального ущерба от пожара.

Горючий компонент в рассматриваемом помещении: оконные рамы, двери, полы, изоляция силовых, а также радиотехнические детали и изоляция соединительных кабелей, жидкости для очистки элементов и узлов ПЭВМ от загрязнения.

Источниками зажигания могут оказаться электрические искры, дуги и перегретые участки элементов и конструкций ПЭВМ. Источники зажигания возникают в электрических и электронных приборах, устройствах, применяемых для технического обслуживания элементов ПЭВМ.

Отсутствие системы АПС, предназначенной для обнаружения пожаров в их начальной стадии, и системы оповещения о времени и месте возникновения пожара возлагает эти обязанности на работников.

Должны быть разработаны и вывешены на видном месте план эвакуации людей (рисунок 4.2) в случае пожара, а также табель боевого расчета действия на случай возникновения пожара. Работники должны соблюдать правила пожарной безопасности.

Существует пять категорий производств по взрывопожарной опасности, рабочее место диспетчера относится к категории В – твердые горючие материалы и вещества (помещения, где есть компьютеры, стулья, столы, дверь, шкафы).

Учитывая высокую стоимость оборудования, а также категорию пожароопасности, здание, в котором предусмотрено размещение ЭВМ, имеет II степень огнестойкости.

На предприятии, где находится рабочее место диспетчера, предусмотрены следующие меры пожарной безопасности:

* **проводится инструктаж** персонала;
* размещены на видных местах таблички с указанием номера телефона вызова **пожарной** охраны;
* размещены планы эвакуации людей;
* в здании на каждом этаже размещены специальные шкафы с первичными средствами пожаротушения (**огнетушители, пожарные** рукава и т.д.).

Около оборудования, имеющего повышенную пожарную опасность, следует вывесить стандартные знаки безопасности.

Помещение должно быть обеспечено исправными первичными средствами пожаротушения. Первичные средства пожаротушения предназначены для тушения пожара до прибытия противопожарной команды. К ним относятся огнетушители, вода, песок, кошма. На этаже, где расположен рабочий кабинет диспетчера, имеются пожарный кран и огнетушитель порошковый. Рекомендуется в кабинет установить порошковый огнетушитель (баллонного типа) ОП-5, который предназначен для тушения дерева, ткани, пластмассы, нефтепродуктов, спирта, электрооборудования до 1000 В и газообразных веществ. В качестве пускового болона используется углекислотный огнетушитель, что повышает эффективность пожаротушения. Работоспособность огнетушителя при температуре от -40 до +50 градусов.

Расположение средств пожаротушения показано на рисунке 4.2.

Стационарные наружные пожарные лестницы, стремянки на перекладке здания, ограждения на крыше здания должны содержаться в исправном состоянии и не менее 2-х раз в год проверяться на предмет их пригодности к использованию на пожаре.

При эксплуатации согласно [20] в здании запрещается:

* устанавливать не открывающие металлические решетки на окна;
* осуществлять мойку помещений;
* курить вне специально оборудованных для этой цели местах;
* проводить работы на оборудовании с неисправностями, могущими привести к пожару;
* загромождать проходы, коридоры, лестничные площадки;
* установка замков, вместо легко открываемых запоров, на дверях на пути эвакуации людей.

ОП – огнетушитель порошковой, ПК – пожарный кран

Рисунок 4.2 – План эвакуации

Вывод: при условии соблюдения вышеизложенных мероприятий работа диспетчера будет безопасной.

# 5. Промышленная экология

Вода единственный источник кислорода, поступающего в атмосферу при фотосинтезе. Вода входит во все клетки и ткани живых организмов. Она является наилучшим растворителем. Вода – единственное в мире минеральное вещество, которое нельзя заменить другими веществами.

В условиях бурного развития промышленности увеличивается расход воды, а вместе с этим и количество жидких отходов – сточных вод, что является основным источником загрязнения водных бассейнов.

Карагандинская область является промышленным центром Республики Казахстан. Поэтому для неё остро стоит проблема охраны окружающей среды, в частности, водного бассейна р. Нуры. РГП «Канал им. К. Сатпаева» имеет пересечение с р. Нурой (образуя общий узел – Д-127 и В/в-126).

Нура является единственной самой крупной рекой Центрального Казахстана. Из всех рек области только Нура почти на всем протяжении круглый год обладает непрерывным течением. Это способствует сохранению в ней пресной воды. Лишь в низовьях к концу лета Нура разбивается на плесы и вода ее осолоняется [13]. Вода реки используется:

* для питьевых нужд из колодцев или водонапорных башен из аллювиальных горизонтов долины р. Нура;
* для отдыха и рыболовства;
* для сельскохозяйственных нужд;
* для обеспечения водой г. Астана (в перспективе);
* для питания водой оз. Тенгиз;
* для промышленных нужд.

Многие годы р. Нура служила сборником для необработанных промышленных отходов. Воды и донные отложения Нуры сильно загрязнены техногенными отходами. На р. Нура расположено много крупных предприятий-загрязнителей.

Сбросы в р. Нура осуществляются с четырех предприятий по четырем В/в:

* с ОАО "Миталлстил" сброс нормативно чистые воды (НЧВ) по объединенному каналу через пруд-охладитель в Самаркандское водохранилище;
* НЧВ цеха В-20 Темиртауский химико-металлургический завод (ТХМЗ) в Самаркандское водохранилище;
* НЧВ «АБС–Энерго», «КарГРЭС–1» в Самаркандское водохранилище;
* объединенный выпуск очищенных сточных вод с очистных сооружений ОАО "Миталлстил" и ТХМЗ в р. Нура ниже г.Темиртау.

Один раз в год осуществляется сброс НЧВ с Карагандинского прудового хозяйства в р. Нура.

Кроме того, в районе поселка Молодецкое в р. Нура впадает ее крупнейший приток Шурубай-Нура, которая несет в себе воды после очистных сооружений г. Караганды, Шахтинска, Сарани и п. Топар.

К основным техногенным объектам-загрязнителям относятся, кроме вышеперечисленных выпусков сточных вод, полигоны промышленных отходов, которые являются косвенными источниками загрязнения реки через воздушный бассейн и фильтрацией через подземные воды.

Сточные воды "Миталлстил" содержат такие вещества как фенолы, нефтепродукты, смолы, углеводороды, тиоцианиды, цианиды, органические взвеси, железо, медь, цинк, азотосодержащие вещества. Вода приобретает окраску, неприятный фенольный запах и вкус, покрывается пленкой органических веществ. Такие сточные воды снижают содержание в воде кислорода, увеличивают ее окисляемость и снижают биохимическую потребность в кислороде (БПК).

Сточные воды ТХМЗ содержат органику (α-метилстирол, ацетальдегид), железо, марганец, раньше содержали ртуть. Под влиянием таких стоков вода изменяет цвет, вкус, запах, прозрачность, на дне водоемов слагаются нерастворимые осадки, повышается БПК.

Загрязнение поверхностных вод р. Нуры и подземных вод в зоне интенсивного техногенного влияния является препятствием для их использования в хозяйственно-питьевом водоснабжении. Для этих целей в данное время используется вода РГП «Канала им. К. Сатпаева» и ряд месторождений подземных вод верхней и частично средней части бассейна р. Нуры.

Для р. Нуры в соответствии с Водным кодексом РК в целях поддержания благоприятного водного режима и предупреждения загрязнения поверхностных водоемов Постановлением кабинета Министров РК № 102 от 22.01.1995г. "Об утверждении положения о водоохранных зонах и полосах" установлены:

* минимальная ширина водоохранных зон по каждому берегу от уреза среднемноголетнего меженного уровня воды, учитывая сложные условия хозяйственного пользования и напряженную экологическую обстановку на водосборе – 1000 м, при простых условиях – 500 м;
* минимальная ширина водоохранных полос с учетом формы и типа речных долин от 25 до 100 м.

Контроль за качеством поверхностных вод осуществляется Карагандинским территориальным центром гидрометеорологии на пунктах гидрохимических наблюдений и Карагандинским областным управлением охраны окружающей среды, в основном, в местах сброса сточных вод, а также промышленными предприятиями. Для оценки качества поверхностных вод р. Нура используется ПДК для водных объектов р.х. назначения. Уровень загрязнения организованных промышленных и коммунально-бытовых стоков в р. Нуру после их очистки (механической или биологической) на очистных сооружениях оценивается согласно норм ПДС или ВСС, разработанных для основных предприятий.

Качество исходной воды х.п. назначения определяется организациями владельцами В/з сооружений и контролируется Карагандинской областной СЭС согласно санитарных норм и правил по ПДК для объектов хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В верхнем течении реки на качество поверхностных вод, в основном, оказывают влияние сельскохозяйственные и естественно-природные источники загрязнения [14].

В среднем течении р. Нура и ее основных притоков основные источники загрязнения связаны с инфраструктурой Караганда-Темиртауского промышленного района, который включает города: Караганда, Темиртау, Шахтинск, Абай, Сарань, Шахан. Здесь расположены предприятия угольной промышленности (шахты, углеобогатительные фабрики), 7 крупных ТЭЦ и ГРЭС, металлургический комбинат АООТ «Миталлстил», химические предприятия, ПО "Каррезинотехника", предприятия машиностроения, стройиндустрии, очистные сооружения и др. объекты. Зона регионального загрязнения, обусловленная Караганда-Темиртауским промрайоном, по данным картирования объема и химического состава пыли в снежных осадках вытянута с юго-запада на северо-восток более чем на 120 км при ширине от 45 до 100 км. Количество пылевых выпадений изменяется от 50-60 кг/км2 в сутки (фоновые значения) по периферии района до 5000 кг/км2 в сутки и более в эпицентрах промышленных зон городов Караганда и Темиртау. Средняя нагрузка составляет порядка 650-700 кг/км2 в сутки. В пылевых выпадениях на загрязненных участках концентрации свинца, цинка, ртути, бериллия, меди, молибдена, фтора, стронция, селена и др. элементов превышают фоновые значения до 100-300 и более раз. В снежных атмосферных выпадениях находится большое количество воднорастворимых (солевых) выпадений.

В пределах крупных городов (Караганда, Темиртау, Сарань и др.) на площади от 20 до 80% их территории установлены зоны умеренно-опасного и высоко-опасного загрязнения почв (грунтов) свинцом, цинком, медью, никелем, ртутью, хромом, марганцем, мышьяком, бериллием, селеном, приуроченные к промзонам и предприятиям, охватывая прилегающие жилые массивы, дачи и сельхозугодия. Здесь же расположены основные полигоны промышленных отходов (твердых и шламообразных), занимающих площадь порядка 10000 га, на которых заскладировано около 3.5 млрд. тонн отходов. В экологическом отношении в отходах установлен широкий спектр валовых и воднорастворимых форм загрязняющих элементов и соединений, перечисленных выше [14].

В восточной части Караганда-Темиртауского промрайона в устье РГП «Канал им. К. Сатпаева» (при пересечении р. Нуры) и входе на В/з сооружения наблюдались повышенные содержания нефтепродуктов, фенолов, ртути и меди до 2-6 ПДКр.х..

В таблице 5.1 приведены данные по содержанию загрязняющих веществ в пробах поверхностных и сточных вод Карагандинской области.

Техническая политика в вопросе вод сочетает в себе рациональное использование водных ресурсов с максимальным снижением загрязнения водных источников, обеспечивающее снабжение народного хозяйства водой в нужном количестве и требуемого качества. Инженерные методы охраны вод включают в себя не только разработку методов очистки сточных вод, но и совершенствование технологии производства, позволяющей сократить или полностью исключить поступление загрязнений в водные объекты.

Очистка сточных вод является вынужденным и дорогостоящим мероприятием, обусловленным тем, что в настоящее время технологические процессы на промышленных предприятиях еще недостаточно совершенны в отношении использования воды. Сегодня очистка сточных вод рассматривается как основной способ охраны вод от загрязнения.

Проблема очистки сточных вод предприятий и населенных пунктов перед их спуском в водоем является весьма сложной задачей. Сточные воды можно разделить на две большие группы: промышленные и хозяйственно-бытовые [15].

Методы очистки сточных вод, применяемые в настоящее время в нашей стране и за рубежом, можно разделить на две группы: методы очистки в искусственных условиях и методы очистки в естественных условиях. Выбор метода очистки определяется составом и концентрацией загрязняющих веществ в сточных водах.

Методы очистки сточных вод в искусственных условиях многообразны, но они могут быть подразделены на четыре основных вида: механическую, химическую, физико-химическую и биохимическую очистку.

Механическая очистка применяется для извлечения из сточных вод грубодисперсной нерастворимой примеси органических и неорганических веществ путем их отстаивания, процеживания, фильтрации, центрифугирования. Для механической очистки используются различные конструктивные модификации сит, решеток, песколовок, отстойников, центрифуг и гидроциклонов. Решетки и сита выполняют обычно роль защитных сооружений, препятствующих попаданию крупных отходов производства в дальнейшие очистные сооружения. Песколовки и отстойники применяются для выделения из производственных сточных вод окалины, шлака, песка и т.д. Наряду с минеральными примесями в песколовках и отстойниках задерживаются вещества и органического происхождения, гидравлическая крупность которых близка к гидравлической крупности песка. Эти сооружения основаны на осаждении взвешенных частиц, содержащихся в сточных водах, при изменении кинематических условий потока. По конструктивным особенностям различают горизонтальные, вертикальные и радиальные отстойники.

Для очистки сточных вод от механических примесей применяются также гидроциклоны, в которых выделение взвеси из стока происходит под действием центробежных сил возникающих при вращательном движении жидкости. Так как центробежные силы в сотни раз и более могут превосходить силу тяжести, то пропорционально увеличивается и скорость осаждения частиц. Это приводит к тому, что объем и площадь, занимаемая гидроциклоном, в десятки и сотни раз меньше отстойников той же производительности.

Химическая и физико-химическая очистка применяется для извлечения из сточных вод тонкодисперсной и растворенной примеси неорганических и трудноокисляемых биохимическими методами органических путем их выделения, осаждения и разрушения с помощью химических соединений, путем комбинации методов физического и химического воздействия.

Биохимическая очистка применяется обычно после того, как из сточных вод извлечены грубодисперсные примеси. Биохимический метод очистки основан, на способности некоторых видов микроорганизмов использовать для питания находящиеся в сточных водах органические вещества. Различают две стадии процесса очистки: адсорбцию из сточных вод тонкодисперсной и растворенной примеси органических и неорганических веществ поверхностью тела микроорганизмов и затем разрушение адсорбированных веществ внутри клетки микроорганизмов при протекающих в ней химических процессах.

Процесс биохимической очистки может происходить как в искусственных условиях, так и в естественных условиях.

Биохимическая очистка в искусственных условиях осуществляется в аэротенках – смесителях, аэротенках с рассредоточенным выпуском сточных вод, на биофильтрах с естественной и искусственной подачей воздуха и т.д.

Аэротенк представляет собой резервуар, наполненный активным илом (активный ил – коллоидная масса минерального и органического состава, богатая микроорганизмами). При прохождении сточной жидкости через аэротенк микроорганизмы извлекают из ее состава необходимые для их питания органические и минеральные вещества – азот из аммиака, нитратов, аминокислот; фосфор и калий из минеральных солей этих веществ. Для нормальной работы аэротенка активный ил подвергается периодической регенерации.

Биофильтр представляет собой сооружение, выложенное мелким сыпучим материалом, на котором перед пуском сточных вод создается активная биологическая пленка, состоящая не только из микроорганизмов, но и из водорослей, личинок насекомых и т.д., которые образуют сложный биоценоз, участвующий в процессе очистки.

Биохимическая очистка осуществляется на земледельческих полях орошения, полях фильтрации, на участках почвенного орошения, в биологических прудах и окислительных каналах. Во всех случаях процесс очистки, обезвреживания протекает в почве или воде с участием естественных процессов. Основное значение имеет почвенная биологическая очистка, которая заключается в постепенном разложении органического вещества сточных вод до простейших минеральных соединений под действием почвенных микроорганизмов. Микроорганизмы сточной жидкости адсорбируются верхним слоем почвы и значительно увеличивают ее микробиальную насыщенность. При этом одни из них погибают под действием антагонистов, а другие находят в почве благоприятные условия, интенсивно размножаются и сами участвуют в самоочищении почвы от внесенных в нее со сточными водами органических соединений. Почва является своего рода естественной лабораторией, где активно протекают сложные биохимические процессы, приводящие к минерализации органических веществ, содержащихся в сточных водах, и к их обеззараживанию – к практически полному освобождению от патогенной микрофлоры.

Земледельческие поля орошения представляют собой специальные площадки, на которых происходит очистка сточных вод, совмещенная с возделыванием различных сельскохозяйственных культур. При отсутствии последних эти площадки называются полями фильтрации. Почвенным методам очистки сточных вод в последнее время уделяется большое внимание, что объясняется возможностью совместного решения охраны вод от загрязнения и интенсификации сельскохозяйственного производства. Кроме того, глубина очистки коммунальных сточных вод значительно выше при применении почвенных методов.

Постоянное строительство очистных сооружений, совершенствование технологии производства, многократное использование воды в промышленности, несомненно, приводят к сокращению объема загрязнений, поступающих в природные водные объемы. Однако в настоящее время еще далеко не все сточные воды подвергаются очистке; кроме того, при современном уровне очистки технологии очистки определенная часть загрязнения остается в сбрасываемых водах, что приводит к необходимости учета процессов самоочищения сточных вод, протекающих при их выпуске в водоемы.

В качестве биологических прудов используются искусственные водоемы глубиной 0,5-1,5 м, которые разбиваются на несколько(2-5) секций. Вода в них поступает последовательно по мере ее очистки. Для равномерного распределения сточной воды по акватории прудов впуск и выпуск воды из них устраивают рассредоточенными. Площадь прудов – 0,5-1,0 га. Наиболее эффективна такая очистка в теплое время года. Необходимо заметить, что в этом случае эффективность очистки сточных вод в искусственных условиях близка к эффективности очистки в естественных.

Мелиоративные работы, способствующие охране водных ресурсов от загрязнения, могут быть подразделены на лесные, агротехнические и гидротехнические.

Лесные мелиорации – выращивание древесной и кустарниковой растительности в пределах верхней и средней частей речных бассейнов, уменьшает поверхностный сток и ослабляет процессы водной эрозии. К агротехническим мелиорациям относится правильное ведение сельскохозяйственных работ.

Гидротехнические мелиорации – это в основном регулирование водно – воздушного режима почво-грунтов для возделывания различных сельскохозяйственных культур, которое должно предохранять почву от вымывания питательных веществ. Сюда относятся и работы по предотвращению образования оврагов, оползней и обрушения берегов.

Организованное проведение комплексных мелиоративных мероприятий позволяет существенно уменьшить загрязнение природных вод.

На качество воды существенное влияние оказывает загрязненность атмосферы.

Разработка природных ресурсов оказывает заметное влияние на загрязненность водной среды. Недопустимы прорывы нефти из скважин, различные аварийные сбросы, прорывы дамб хвостохранилищ и т.д.

Указанные выше способы и методы предупреждения загрязнения водных ресурсов этим не исчерпываются. Существует еще много разнообразных водоохранных мероприятий, которые позволяют сократить объем и снизить степень загрязненности сточных вод. Однако нужно помнить, что все эти методы могут лишь несколько отдалить загрязнение природных вод, но не приостановить его. Поэтому проблему чистой воды можно будет решить только при условии перехода к замкнутым системам водоснабжения.

Неочищенные или частично очищенные сточные воды, попадая в водные объекты, приводят к изменению физических свойств и химического состава их вод, изменяют качество воды, загрязняют ее.

В загрязненных водных объектах происходят сложные процессы, ведущие к восстановлению естественного состояния реки, озера или водохранилища. Совокупность гидродинамических, биохимических, химических и физических процессов, приводящих к снижению концентраций загрязняющих веществ в воде и называют самоочищением водных масс. В зависимости от того, какие вещества (консервативные или неконсервативные) и в каком фазовом состоянии (во взвешенном или растворенном) попадают в водоем со сточными водами, в процессе самоочищения будут преобладать либо гидродинамические, либо химические или биологические процессы. Консервативные растворенные вещества не поддаются никаким процессам превращения, их концентрация снижается только вследствие разбавления (гидродинамический процесс).

При наличии в сточных водах взвешенных веществ существенную роль в процессе самоочищения водных масс будут играть процессы осаждения взвеси на дно (физические и гидродинамические процессы). Самоочищение водных масс от неконсервативных растворенных веществ происходит в результате как разбавления, так и взаимодействия с другими компонентами содержащимися в воде (гидродинамические, химические и биохимические процессы).

Для расчета допустимой нагрузки на водоемы и водотоки загрязненными стоками, для прогноза состава и свойств водных масс с учетом самоочищения необходима количественная характеристика роли каждого процесса в превращении растворенных и взвешенных веществ органического и неорганического происхождения [16].

**6. Технико-экономическая эффективность разработки системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станцией канала им. К. Сатпаева**

Развитие микроэлектроники и компьютерных технологий достигло такого уровня, на котором стала возможна комплексная автоматизация производств. Раньше, такие понятия как АСУ ТП и АСУП были разграничены между собой, теперь же, наоборот они всё в большей и большей степени стремятся к объединению.

В настоящем дипломном проекте задача контроля и управления насосной станцией будет решена посредством разработки системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станцией на базе SCADA-системы WinCC фирмы Siemens.

**6.1 Расчет стоимости создания системы оперативно-диспетчерского контроля и управления**

Проведём расчет стоимости создания системы оперативно-диспетчерского контроля и управления.

Стоимость изготовления системы оперативно-диспетчерского контроля и управления определяется на основе нормативов материальных и трудовых затрат при наличии конструкторско-технологической документации и нормативов затрат.

Исходными данными для проведения расчета являются:

* спецификация основных сборочных единиц, нормативы их расхода на единицу продукции;
* сводные нормы трудоемкости по видам работ и средние разряды работ на сборку, монтаж, наладку и регулирование изделия в целом;
* часовые тарифные ставки по разрядам работ, видам и условиям труда;
* прейскуранты актовых цен на материалы и комплектующие изделия;
* размеры транспортно-заготовительных и цеховых расходов;
* нормативы отчислений на социальное;
* нормативы отчислений на амортизацию используемого оборудования.

Проведём расчет капитальных затрат. В таблице 6.1 приведены капитальные затраты на оборудование. Цены за единицу оборудования взяты из прайс-листов фирм Siemens, ПОИНТ, KROHNE, TNS-INTEC, Microsoft.

Таблица 6.1 – Капитальные затраты на оборудование

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Количество, шт. | Цена суммарная, тенге |
| КТС подсистемы измерений |
| UFM 600T. Ультразвуковой датчик расхода воды | 3 | 41 268 |
| ТУ РБ 390184271.002-2003. Датчик измерения давления на выходе насоса | 3 | 34 752 |
| НКФ-110-58УХЛ1. Измерительный трансформатор | 1 | 25 140 |
| ПСЧ-4ТА.04.2. Микропроцессорный электросчетчик | 6 | 189 138 |
| Продолжение таблицы 6.1 |  |  |
| Наименование | Количество, шт. | Цена суммарная, тенге |
| Метран-55 ДИВ. Датчик измерения давления в сифоне | 3 | 36 600 |
| Метран 206-04. Платиновый датчик-термопреобразователь | 12 | 135 840 |
| НТП-2Р. Нормирующий преобразователь | 3 | 45 006 |
| DW 182. Индикатор-реле расхода | 3 | 31 200 |
| Pointec ULS 200. Сигнализатор предельного уровня в маслованнах | 3 | 52 130 |
| OPTIWAVE 7300C. Радарный уровнемер | 3 | 33 000 |
| OPTIFLEX 1300C. Радарный уровнемер | 3 | 28 750 |
| LS 5100. Сигнализатор уровня | 3 | 32 786 |
| Aquaflux. Расходомер | 6 | 67 380 |
| 3SE2. Концевой выключатель | 3 | 48 750 |
| КТС подсистемы сбора данных |
| CPU-314. ПЛК | 1 | 356 146 |
| SINAUT TIM 3V. Модуль | 1 | 214 780 |
| IM 360. Интерфейсный модуль | 2 | 50 240 |
| SM 331. Модуль аналогового ввода | 4 | 54 000 |
| SM 321. Модуль дискретного ввода | 6 | 67 920 |
| CP 340. Коммуникационный модуль | 2 | 25 284 |
| TD 17. Текстовый дисплей | 1 | 53 100 |
| КТС подсистемы телекоммуникаций |
| Maxon DM 70. Радиомодем | 1 | 54 200 |
| КТС подсистемы отображения, хранения и управления данными |
| SIMATIC Rack PC IL 40 S. Промышленный компьютер | 1 | 561 230 |
| Источники бесперебойного питания | 6 | 68 850 |
| Программное обеспечение |
| ОС Windows CE панели операторов | 1 | 21 300 |
| Системы гарантированной доставки данных SINAUT | 1 | 15 020 |
| Счетчика с интерфейсом RS-485 | 2 | 24 600 |
| ПЛК S7-300 | 1 | 34 000 |
| SCADA WinCC Flexible | 1 | 67 500 |
| Microsoft Office | 2 | 12 000 |
| Антивирусная программа Dr.Web | 1 | 5 000 |
| Итого: | 2 486 910 |

В капитальные затраты также входят расходы на монтаж и установку оборудования. Работа по монтажу и установке оборудования является работой средней сложности. Монтажник, имеющий средне-специальное образование и выполняющий работу средней сложности, должен иметь оклад, в соответствии с тарифной сеткой фирмы "Плюс микро", равный 53 000 тенге.

С учетом того, что на выполнение работы затрачено 3 месяца (по 26 рабочих дней, восьми часовой рабочий день), заработная плата за это время составит 159 000 тенге для одного монтажника, так как всего было задействовано четыре монтажника, то в итоге получаем затраты на заработную плату равные 636 000 тенге.

Так как единая тарифная сетка отражает минимальный уровень оплаты труда, то добавим к тарифной ставке премиальную оплату за выполнение работы в срок в размере 50% от заработной платы и получаем для четырех работников премиальную оплату в размере 318 000 тенге.

Тогда заработная плата с учетом премии для четырех работников будет равна 954 000 тенге. Теперь рассчитаем социальный налог, который необходимо уплатить.

Рассчитывается годовой фонд заработной платы работника – 954 000 тенге.

Пенсионные отчисления, не облагаемые налогом, составляют 95 400 тенге. Облагаемый доход налогоплательщика составляет 858 600 тенге. Социальный налог облагает сумму заработной платы частями. Так как сумма годового фонда заработной платы работника попадает в предел от 40-кратного до 200-кратного годовых расчетных показателей (грп), то сумма налога будет рассчитана как сумма налога с 40-кратного грп в размере 11% - 65 875,2 тенге и оставшаяся сумма, превышающая 560 640 тенге будет облагаться социальным налогом в размере 9 % - 7 724,3 тенге. Фонд заработной платы одного работника за один месяц составит 87 224,3 тенге.

В итоге фонд заработной платы четырех работников за три месяца составил 1 046 691,6 тенге.

Итого получается, что капитальные затраты в размере 3 533 601,6 тенге израсходованы на приобретение, установку и наладку оборудования.

Проведем расчет годовых издержек.

Приводим расчет заработной платы одного оператора АРМ, всего будет три оператора АРМ и один оператор для наблюдения за происшествиями на всех постах контроля. Работа оператора является работой средней сложности. Оператор, имеющий высшее образование и выполняющий работу средней сложности, должен иметь оклад, в соответствии с тарифной сеткой фирмы "Плюс микро", равный 61 000 тенге.

В итоге получаем затраты на заработную плату равные 2 928 000 тенге. Теперь рассчитаем социальный налог, который необходимо уплатить.

Рассчитывается годовой фонд заработной платы работника – 732 000 тенге.

Пенсионные отчисления, не облагаемые налогом, составляют 73 200 тенге. Облагаемый доход налогоплательщика составляет 658 800 тенге. Социальный налог облагает сумму заработной платы частями. Так как сумма годового фонда заработной платы работника попадает в предел от 40-кратного до 200-кратного годовых расчетных показателей (грп), то сумма налога будет рассчитана как сумма налога с 40-кратного грп в размере 11% - 65 875,2 тенге и оставшаяся сумма, превышающая 560 640 тенге будет облагаться социальным налогом в размере 9 % - 6 225,8 тенге. Фонд заработной платы одного работника за один месяц составит 67 225,8 тенге.

В итоге фонд заработной платы четырех работников за год составил 3 226 838,4 тенге.

Расчет электроэнергии приведен в таблице 6.2.

Расчет производим по формуле:

, тенге, (6.1)

где Ц – цена 1 кВт/ч, в соответствии с тарифом организации-поставщика электроэнергии – «KEGOC», равна 4,76 тенге;

t – время работы в году (часы);

Р – потребляемая мощность (кВт/ч).

Таблица 6.2 – Определение расходов на электроэнергию

| Наименование оборудования | Установленная мощность, кВт | Время работы, часы | Затрачено, тенге |
| --- | --- | --- | --- |
| Автоматизированный пункт контроля | 3 | 8 760 | 125 092,8 |
| Информационно-аналитический центр | 3,5 | 8 760 | 145 941,6 |

Итого получается 562 917,6 тенге, учитывая, что расчет был произведен для 1 поста, а постов 3 штуки.

Амортизация. Формула необходимая для расчёта приведена ниже:

А = На х Ф, тенге, (6.2)

где НА – норма амортизации в процентах;

Ф – стоимость.

Предельные нормы амортизации были взяты из Кодекса Республики Казахстан «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» статья 110.

Для КТС подсистемы измерений предельная норма амортизации равна 15 %, для КТС подсистемы сбора данных, КТС подсистемы телекоммуникаций и КТС подсистемы отображения, хранения и управления данными предельная норма амортизации равна 40 %, для ПО предельная норма амортизации равна 15 %. Стоимость была взята из таблицы 6.1. Амортизационные отчисления для КТС подсистемы измерений равны 120 261 тенге. Амортизационные отчисления для КТС подсистемы сбора данных равны 328 588 тенге. Амортизационные отчисления для КТС подсистемы телекоммуникаций равны 21 680 тенге. Амортизационные отчисления для КТС подсистемы отображения, хранения и управления данными равны 252 032 тенге. Амортизационные отчисления для ПО равны 71 768 тенге.

Итого амортизационные отчисления равны 794 329 тенге.

Ремонт оборудования. Расчёт отчислений от стоимости используемого оборудования на ремонт приведен в таблице 6.3.

Расчет произведен по формуле:

, тенге, (6.3)

где Фктс – балансовая стоимость оборудования.

Таблица 6.3 – Расчёт отчислений от стоимости используемого оборудования на ремонт

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Балансовая стоимость оборудования, тенге | Сумма отчислений на ремонт, тенге |
| UFM 600T. Ультразвуковой датчик расхода воды | 13 756 | 1 375,6 |
| ТУ РБ 390184271.002-2003. Датчик измерения давления на выходе насоса | 11 584 | 1 158,4 |
| НКФ-110-58УХЛ1. Измерительный трансформатор | 25 140 | 2 514 |
| ПСЧ-4ТА.04.2. Микропроцессорный электросчетчик | 31 523 | 3 152,3 |
| Метран-55 ДИВ. Датчик измерения давления в сифоне | 12 200 | 1 220 |
| Метран 206-04. Платиновый датчик-термопреобразователь | 11 320 | 1 132 |
| НТП-2Р. Нормирующий преобразователь | 15 002 | 1 500,2 |
| DW 182. Индикатор-реле расхода | 10 400 | 1 040 |
| OPTIWAVE 7300C. Радарный уровнемер | 11 000 | 1 100 |
| Pointec ULS 200. Сигнализатор предельного уровня в маслованнах | 17 377 | 1 737,7 |
| OPTIFLEX 1300C. Радарный уровнемер | 9 584 | 958,4 |
| LS 5100. Сигнализатор уровня | 10 929 | 1 092,9 |
| Aquaflux. Расходомер | 11 230 | 1 123 |
| 3SE2. Концевой выключатель | 16 250 | 1 625 |
| CPU-314. ПЛК | 356 146 | 35 614,6 |
| SINAUT TIM 3V. Модуль | 214 780 | 21 478 |
| IM 360. Интерфейсный модуль | 25 120 | 2 512 |
| SM 331. Модуль аналогового ввода | 13 500 | 1 350 |
| SM 321. Модуль дискретного ввода | 11 320 | 1 132 |
| CP 340. Коммуникационный модуль | 12 642 | 1 264,2 |
| TD 17. Текстовый дисплей | 53 100 | 5 310 |
| Maxon DM 70. Радиомодем | 54 200 | 5 420 |
| SIMATIC Rack PC IL 40 S. Промышленный компьютер | 561 230 | 56 123 |
| Итого: | 150 933,3 |

Общие отчисления в ремонтный фонд составят 150 933,3 тенге.

Всего годовых издержек рассчитаем по формуле:

, тенге, (6.4)

где Из – издержки заработной платы;

Иэл – электроэнергия;

Аг – амортизационные издержки;

Ррем – издержки на ремонт.

И получаем по формуле (6.4) годовые издержки равные 4 735 018,3 тенге.

**6.2 Обоснование эффективности создания системы оперативно-диспетчерского контроля и управления**

Данный проект не имеет валового дохода, поэтому рассчитывать экономическую эффективность не представляется возможным. Рассмотрим социальную эффективность создания системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станцией РГП «Канал им. К. Сатпаева».

Социальная эффективность - сложная, многофункциональная система связей, опосредующая достижение конечной цели любой формы организации общественного производства - удовлетворение потребностей людей.

Приведем плюсы использования выбранной SCADA-системы WinCC. Основанная на SCADA-системе WinCC операторская система является чрезвычайно гибкой. Она может быть легко адаптирована для установок любых размеров и соответственно может удовлетворять различным требованиям пользователя. Основой для этого служат идеально согласованные операторские станции для однопользовательской системы или многопользовательской системы с архитектурой клиент-сервер.

WinCC – это мощная и открытая система, позволяющая устанавливать связи с различными ПЛК. Однако особые преимущества WinCC заключаются в том, что система является частью комплексной системы автоматизации в рамках SIMATIC (Totally Integrated Automation (TIA) with SIMATIC).

Комплексная система автоматизации TIA позволяет полностью интегрировать отдельные компоненты. Другими словами: можно уменьшить затраты на разработку решения автоматизации – а это, в свою очередь, существенно уменьшит затраты на обеспечение жизненного цикла системы и общие затраты.

В целом, сама система WinCC представляет собой безопасное капиталовложение, поскольку предоставляет возможности легкого расширения и масштабирования.

Основанная на SIMATIC WinCC система оперативно-диспетчерского контроля и управления позволяет:

* точно и оперативно, достоверно и легитимно определять количество полученной электрической энергии и количество воды, отпущенной потребителям;
* обеспечить синхронность измерений электроэнергии;
* обеспечить сбор информации по регламенту, обработку и выдачу технологической информации в реальном масштабе времени оперативному персоналу канала, а также сбор информации по запросу в любой момент времени;
* осуществить снижение потерь электроэнергии за счёт оптимизации технологического процесса, обеспечение выполнения объёмов перекачки воды с минимальными энергетическими затратами.

Программно-технические средства системы оперативно-диспетчерского контроля и управления обеспечивают измерение количества электрической энергии и воды с необходимой точностью, сбор и передачу по каналам связи информации учета электрической энергии, водоучета и теплотехнических параметров в центры сбора информации канала, поставщикам электроэнергии и СО.

Таким образом, система оперативно-диспетчерского контроля и управления полностью соответствует своему основному назначению, а именно предоставляет достоверные и узаконенные нормативными документами данные учета электроэнергии и водоучета [25].

# Заключение

На сегодняшний момент при наличии современных средств измерений, связи и новых компьютерных технологий создание системы оперативно-диспетчерского контроля и управления является с одной стороны интересной и увлекательной задачей, а с другой стороны сложной. Ведь не достаточно, например, просто взять любой первый подвернувшийся датчик, котроллер или какое-нибудь программное обеспечение и создать конкурентоспособную отвечающую всем поставленным требованиям систему, нужно из всего многообразия представленных на рынке товаров выбрать наиболее приемлемый по всем параметрам продукт. То есть уже на первом этапе создания автоматизированной системы разработчик сталкивается с трудностями, но потраченное на выбор средств автоматизации время с лихвой окупится в дальнейшем.

Стремительно ворвавшиеся на рынок современных технологий SCADA-системы поначалу, как и все новое, были подвергнуты критики и не вызвали должного интереса, но сейчас невозможно себе представить ни одну систему оперативно-диспетчерского контроля без использования SCADA.

Современные SCADA-системы легко взаимодействуют со стандартными и пользовательскими программами, в результате чего возникают решения по визуализации, которые точно удовлетворяют практическим требованиям. Благодаря открытым интерфейсам системные интеграторы могут разрабатывать собственные приложения, целенаправленно надстраивая системные расширения.

Интегрирование всех составных частей системы контроля и управления в единой технологии минимизирует затраты на их стыковку, сокращает время обмена и преобразования данных, исключает потери информации, повышая тем самым надежность и эффективность создаваемых систем.

Открытая архитектура аппаратного и программного обеспечения позволяет наращивать состав измерительной аппаратуры и вводить новые алгоритмы контроля, развивать и модернизировать уже внедренные системы.

В настоящем дипломном проекте решены следующие задачи, связанные с созданием автоматизированной системы оперативно-диспетчерского контроля и управления насосной станцией РГП «Канал им. К. Сатпаева»:

- разработаны требования к системе;

* разработана структура системы;
* выбрано техническое обеспечение системы;
* разработана структура программного обеспечения системы;
* разработана система автоматического контроля расхода и давления воды на выходе насосной станции;
* разработаны элементы программного обеспечения системы.

Так же был осуществлен расчет экономических затрат, разработаны мероприятия по охране труда и освещены проблемы промышленной экологии.

# Список использованных источников

1. Водоснабжение и канализация [Текст]: учебник для вузов / В.С. Кедров, П.П. Пальгунов, М.А. Сомов. - М.: Стройиздат, 1984. - 288 с.
2. SCADA-системы: взгляд изнутри [Текст]: учебник для вузов / Е.Б. Андреев, Н.А. Куцевич, О.В. Синенко. - М.: РТСофт, 2004. - 176 с.
3. Инструкция по обходу и осмотру оборудования насосной станции [Текст] - инструкция, 1974.
4. Куцевич, Н.А. SCADA-системы. Взгляд со стороны [Текст]: учебник для вузов / Н.А. Куцевич. - М.: РТСофт, 1999. - 177 с.
5. Куцевич, Н.А. Citect – новая SCADA-система на российском рынке и новые возможности [Текст]: учебник для вузов / Н.А. Куцевич. - М.: РТСофт, 2000. - 152 с.
6. http://www.siemens.ru [Электронный ресурс].
7. http://www.siemens/WinCC.ru [Электронный ресурс].
8. Техническое задание на проект АИИС КУЭ РГП «Канал им. К. Сатпаева» [Текст], 2005.
9. Проект АИИС КУЭ РГП «Канал им. К. Сатпаева» [Текст] : Книга первая – М.: 2005.
10. Шуп, Т. Решение инженерных задач на ЭВМ [Текст] : практическое руководство / Т. Шуп. - М.: Мир, 1982. - 238 с.
11. Фешин, Б.Н. Автоматизация промышленных установок и технологических комплексов [Текст]: учебное пособие по курсовому проектированию / Б.Н. Фешин. - Караганда: КарГТУ, 2000. - 100 с.
12. Деменков, Н.П. SCADA-системы как инструмент проектирования АСУ ТП [Текст] : учебное пособие / Н.П. Деменков. – М.: МГТУ им. Баумана, 2004. - 304 с.
13. Экологическое состояние окружающей природной среды Республики Казахстан и меры по ее улучшению [Текст] – Алматы : Министерство экологии и биоресурсов Республики Казахстан,1996.
14. Отчёт о проделанной работе. Река Нура [Текст]: ОО «Экологический Музей».
15. Проект реабилитации и управления окружающей средой бассейна рек Нура-Ишим [Текст]: BCEOM, French Engineering Consultants.
16. Техника защиты окружающей среды [Текст]: учебник для вузов / А.И. Радионов, В.М. Клушкин, И.С. Торочешников. - М.: Химия, 1989. - 368 с.
17. Республика Казахстан. Трудовой кодекс [Текст]: кодекс РК № 251 : [принят парламентом 15 мая 2007 г.] // Казахстанская правда - 2007. - 22 мая.
18. Республика Казахстан. Законы. О промышленной безопасности на опасных производственных объектах [Текст] : закон РК № 314 : [принят парламентом 3 апреля 2002 г.] // Казахстанская правда - 2002. - 18 апреля.
19. Республика Казахстан. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к организации и условиям работы с видеодисплейными терминалами и персональными электронно-вычислительными машинами [Текст] : СанПиН № 1.01.004.01: Астана - 2001. - 17 декабря.
20. Республика Казахстан. Строительные нормы и правила. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Текст] : СНиП 2.02-01-2001: Астана - 2002. – 34 с.
21. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля [Текст]: учебник для вузов / А.С. Клюев, Б.В. Глазов, М.Б. Миндин. - М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1983. - 376 с.
22. Емельянов, А.И. Проектирование систем автоматизации технологических процессов [Текст] : справочное пособие / А.И. Емельянов, О.В. Капник. - М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1983. - 400 с.
23. Александров, К.К. Электротехнические чертежи и схемы [Текст] : учебник для вузов / К.К. Александров, Е.Г. Кузьмин. - М. : МЭИ, 2004. - 300 с.
24. Фешин, Б.Н. Математическое моделирование динамических систем [Текст]: учебное пособие / Б.Н. Фешин. - Караганда : КарГТУ, 1998. - 145 с.
25. Линника, Г.Ф. Экономическая эффективность автоматизации производственных процессов [Текст]: учебное пособие / Г.Ф. Линника, О.Г. Скрипка. – Киев: Высшая школа, 1989. - 285 с.