Содержание

Введение

1 Концептуальное проектирование

1.1. Описание технологического процесса производства аммиака

1.2. Общие принципы управления производством аммиака на этапе синтеза.

1.2.1 Обзор существующих систем автоматизированного управления производством аммиака

1.3. Реализация управления на АЗОТ по производству аммиака

2 Общесистемные решения

2.1 Пояснительная записка к техническому проекту

2.2 Описание схемы организационной структуры промышленного предприятия

2.3 Описание схемы функциональной структуры АС

2.4 Описание автоматизируемых функций АС

2.5 Описание постановки задачи

3 Математическое обеспечение

3.1. Описание алгоритма (проектной процедуры)

3.2. Математическая модель автоматизируемых функций

4. Информационное обеспечение

4.1. Описание ИО

4.2. Описание организации информационной базы

4.3. Описание систем классификации и кодирования

4.4. Описание массива информации

4.5. Перечень входных сигналов и данных

4.6. Перечень выходных сигналов (документов)

4.7. Чертеж формы документа (видеокадра)

4.8. Каталог базы данных

4.9. Инструкция по формированию и ведению базы данных

4.10. Оптимизация организации и поиска информации

5. Техническое обеспечение

5.1. Описание комплекса технических средств
5.2. Описание схемы автоматизации
5.3. Описание схемы структуры комплекса технических средств
5.4. Описание схемы деления системы
5.5. Инструкция по эксплуатации КТС
5.6. Инженерный анализ функционирования КТС
6. Программное обеспечение
6.1. Описание программного обеспечения
6.2. Описание контрольного примера
7. Организационное обеспечение
7.1. Описание организационной структуры
7.2. Технологическая инструкция
7.3. Руководство пользователя
7.4. Описание технологического процесса обработки данных
8. Оценка надежности автоматизированной системы
9. Экономическая часть
10. Вопросы охраны труда и техники безопасности
Заключение
Библиографический список
Приложение 1. Техническое задание на разработку АС.
Приложение 2. Тексты программ.
Приложение 3 Схема организационной структуры ОАО «НАК «Азот»

Введение.

Основным промежуточным продуктом для получения огромного числа различных азотосодержащих соединений является аммиак, а синтез его из водорода и азота – единственным крупномасштабным методом производства.

Синтетический аммиак является сырьем для получения азотной кислоты, аммиачной селитры, мочевины и других химических продуктов, содержащих азот, а также применяется в медицине, холодильной технике и в качестве удобрения.

Процесс производства аммиака относится к опасным производственным объектам и процессам и представляет несомненную сложность с позиций управления из-за большого числа факторов, трудно поддающихся учету и регулированию, а следовательно, и разработке полностью детерминированных моделей управления.

Для управления подобными процессами используются автоматизированные системы безопасного управления технологическим процессом.

В настоящее время созданы предпосылки для построения высокоэффективных систем по обработке и использованию знаний при решении широкого круга прикладных задач, включая интеллектуальные системы. Внедрение таких систем характеризуется противоречиями, проявляющимися в том, что наблюдаются постоянное возрастание сложности систем и ответственности решений, которое сопровождается сокращением времени на их подготовку и аналитическое обоснование. Одним из направлений разрешения этих противоречий является разработка и внедрение систем поддержки принятия решений (СППР), осуществляющих заблаговременную разработку возможных сценариев, стратегических и тактических решений и их предварительный анализ.

Реализация концепции «приемлемого риска» может быть осуществлена путем создания автоматизированных систем безопасного управления, которые позволяют решать задачу управления таким образом, чтобы риск

снижался до уровня приемлемого, либо решать задачу минимизации ущерба в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Объектом исследования в данной работе является технологический процесс синтеза аммиака, который относится к опасным производственным процессам.

Предметом исследования являются методы и средства поддержки принятия управленческих решений при реализации безопасного управления процессом синтеза аммиака в предаварийной и аварийной ситуациях.

1 Концептуальное проектирование

1.1. Описание технологического процесса производства аммиака

Получение синтетического аммиака основано на реакции между азотом и водородом:

$$3H_2 + N_2 = 2NH_3 + 111{,}6 \text{ кдж} \qquad (1)$$

Реакция протекает под давлением не более 23,3 МПа (237 кг/см) при температуре 450 - 530 С в присутствии железного катализатора, промотированного Al_2O_3,K_2O,CaO .

Процесс получения азотоводородной смеси, необходимой для синтеза аммиака состава (соотношение $H_2 : N_2 = 3\text{-}3{,}1 : 1$), основан на каталитической конверсии углеводородов природного газа с водяным паром (первичный риформинг) в трубчатой печи и с кислородом воздуха и водяным паром (вторичный риформинг) в шахтном реакторе.

При этом протекают реакции, в результате которых образуются водород, оксид и диоксид углерода, вода.

$$CH_ч + H_2O == CO + 3H_2 \quad - 206{,}6 \text{ кдж/моль} \qquad (2)$$

$$C_пH_м + пH_2O == пCO + \left(\frac{2п+м}{2}\right) \cdot H_2 \quad - Q \qquad (3)$$

$$CH_ч + 0{,}5\ O_2 == 2CO + 2H_2 \quad + 35{,}6 \text{ кдж/моль} \qquad (4)$$

$$CO + H_2O == CO_2 + H_2 \quad + 41 \text{ кдж/моль} \qquad (5)$$

$$2H_2 + O_2 == 2H_2O + 484{,}4 \text{ кдж/моль} \qquad (6)$$

$$2CO + O_2 == 2CO_2 + 571{,}5 \text{ кдж/моль} \qquad (7)$$

Необходимое для достижения указанного выше состава количество пара вводится в смеси с природным газом в реактор первичного риформинга.
Образующийся в процессе конверсии углеводородов оксид углерода подвергается двухступенчатой каталитической конверсии с водяным паром по реакции (5).

В результате получается конвертированный газ, содержащий водород, углекислоту, азот, а также остаточные оксид углерода (объем.доля н/б 0,5%)

и метан (объемная доля не более 0,35%). Углекислота из конвертированного газа удаляется путем промывки газа горячим раствором карбоната калия, при этом протекает реакция превращения карбоната калия в бикарбонат

$$K_2CO_3 + CO_2 + H_2O \equiv\equiv\equiv 2KHCO_3 + Q \qquad (8)$$

Раствор карбоната калия активирован добавкой к нему диэтаноламина.

Выделение углекислоты из раствора происходит в регенераторе за счет снижения давления и нагрева раствора в кипятильнике регенератора. При нагреве раствора происходит превращение бикарбоната калия в карбонат:

$$Q + 2KHCO_3 \equiv\equiv\equiv K_2CO_3 + H_2O + CO_2 \qquad (9)$$

Очистка газа от оставшихся оксида углерода и углекислоты осуществляется путем восстановления оксидов углерода водородом в присутствии катализатора с образованием метана (метанирование).

$$CO + 3H_2 \equiv\equiv\equiv CH_4 + H_2O + 206{,}6 \text{ кдж/моль} \qquad (10)$$

$$CO_2 + 4H_2 \equiv\equiv\equiv CH_4 + 2H_2O + 163{,}8 \text{ кдж/моль} \qquad (11)$$

Очищенная от кислородо-содержащих соединений азотоводородная смесь компримируется и дозируется в цикл синтеза, где на катализаторе идет образование аммиака.

1.2. Общие принципы управления производством аммиака на этапе синтеза.

Автоматизированная система управления технологическим процессом производства аммиака — комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Схема автоматизированной системы управления технологическим процессом представлена на рис.1

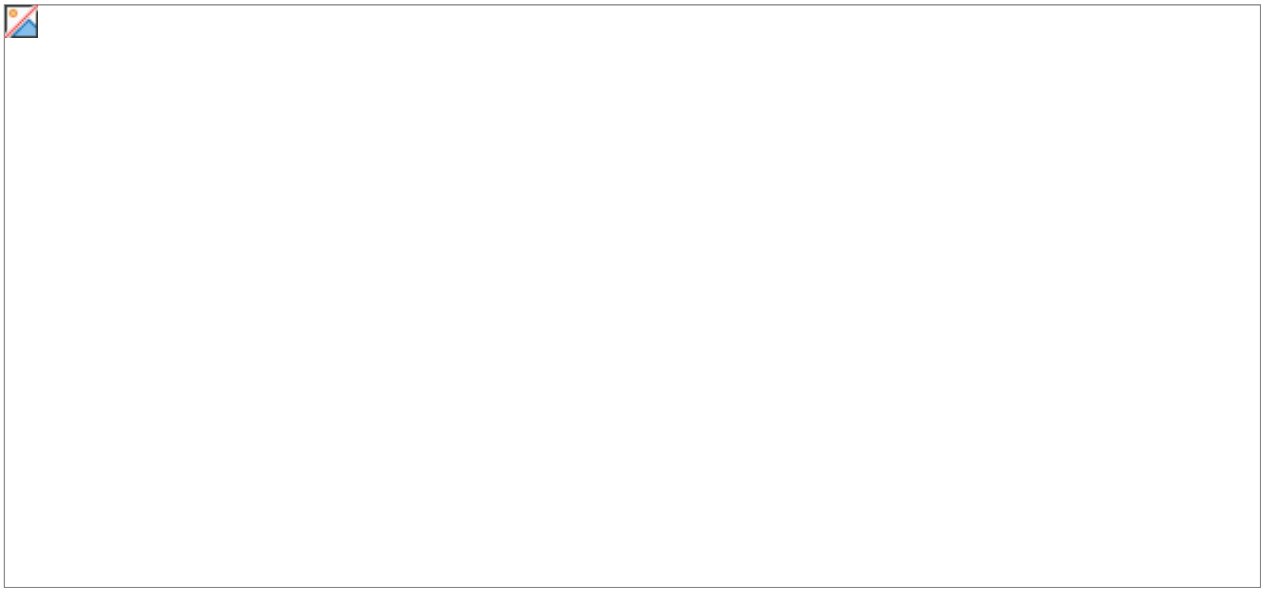


Рис.1 Схема автоматизированной системы управления технологическим процессом

Автоматизированная система управления технологическим процессом производства аммиака обычно имеет связь с автоматизированной системой управления предприятием (АСУ П). Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершенный продукт. Как правило АСУ ТП имеет единую систему операторского управления технологическим процессом в виде одного или нескольких пультов управления, средства обработки и архивирования информации о ходе процесса. Для информационной связи всех подсистем используются промышленные сети.

Составными частями АСУ ТП могут быть отдельные системы автоматического управления (САУ) и автоматизированные устройства связанные в единый комплекс.

Целью автоматического управления производством аммиака является изменением во времени регулируемой (управляемой) величины — выходной величины управляемого объекта. Для осуществления цели управления, с учётом особенностей данного процесса, организуется воздействие на управляющие органы объекта — управляющее воздействие. Оно предназначено также для компенсации эффекта внешних

возмущающих воздействий, стремящихся нарушить требуемое поведение регулируемой величины. Управляющее воздействие вырабатывается устройством управления (УУ). Совокупность взаимодействующих управляющего устройства и управляемого объекта образует систему автоматического управления.

Система автоматического управления (САУ) поддерживает или улучшает функционирование технологического процесса. Вспомогательные для САУ операции (пуск, остановка, контроль, наладка и т.д.) также могут быть автоматизированы.

САУ производством аммиака классифицируются в основном по цели управления, типу контура управления и способу передачи сигналов. Различают системы:

- автоматического регулирования (САР), в задачу которых входит сохранение постоянными значения управляемой величины;
- программного управления, где управляемая величина изменяется по заданной программе;
- следящие системы, для которых программа управления заранее неизвестна.
- адаптивные, или самоприспосабливающиеся системы, в которых цель управления стала связываться непосредственно с определёнными комплексными показателями качества, характеризующими систему (её производительность, точность воспроизведения и т.п.); к показателю качества могут предъявляться требования достижения им предельных (наибольших или наименьших) значений. Последние различаются по способу управления: в самонастраивающихся системах меняются параметры устройства управления, пока не будут достигнуты оптимальные или близкие к оптимальным значения управляемых величин; в самоорганизующихся системах с той же целью может меняться и её структура. Наиболее широки возможности самообучающихся систем,

улучшающих алгоритмы своего функционирования на основе анализа опыта управления технологическим процессом.

Для управления технологическим процессом производства аммиака как правило используют многосвязные САУ, осуществляющие регулирование большого количества связанных величин; так, при синтезе аммиака информация о температуре, давлении, расходе и составе исходного сырья, получаемая от нескольких сотен датчиков, используется для формирования сигналов управления десятками различных регуляторов.

САУ технологическим процессом производства аммиака функционирует в основном в составе производственного или какого-либо другого комплекса и применяются в совокупности с системами автоматизированного управления.

Системы автоматизированного управления выполняют следующие функции:

1. измерение параметров технологического процесса, синтеза аммиака также предаварийная и предупредительная сигнализация об отклонениях технологических параметров от регламентированных значений;
2. сигнализация состояния оборудования;
3. обмен данными с диспетчерским пунктом цеха;
4. передача данных на сервер АСУТП предприятия;
5. выдача сигналов на автоматическое отключение компрессоров по технологическим параметрам;
6. выдача сигналов на автоматическое закрытие или открытие задвижек;
7. выдача сигналов на автоматическое закрытие или открытие отсечных клапанов;
8. автоматическое регулирование давления на всасе компрессоров (выдача сигналов на управление регулирующими клапанами);
9. выдача сигналов на управление продувкой компрессоров (автоматическое или по командам оператора).

Управление основными стадиями процесса централизовано и осуществляется из центрального пункта управления (ЦПУ).

Автоматическое регулирование параметров процесса производится с помощью электронно-пневматических и электрических систем, типовых элементов автоматики: датчиков, контроллеров, исполнительных устройств.

Возникновение аварийных ситуаций предупреждается системами блокировки и защиты.

1.2.1 Обзор существующих систем автоматизированного управления производством аммиака

Рассмотрим несколько наиболее крупных систем, разработанных для управления технологическим процессом производства аммиака на стадии синтеза.

Система управления и противоаварийной защиты производством аммиака ОАО «Невиномысский «АЗОТ».

Данная система создана на базе технических и программных средств фирмы GE Fanuc, специально разработанных для использования в системах критического управления.

Аппаратно-технические средства

Для данного проекта выбраны ПЛК Series 90 - 90-70 и 90-30 Ge Fanuc. ПЛК Series 90™-70 - наиболее мощные и быстродействующие из всей номенклатуры ПЛК Series 90™. Они применяются в наиболее сложных и ответственных приложениях, требующих быстрой обработки большого количества сигналов.

АСУ цеха построена на двух контроллерах Ge Fanuc Series 90-30, каждый из которых имеет дублированную архитектуру с горячим резервированием (Hot Standby). В этой архитектуре используются два комплекта ПЛК (шасси, центральный процессор, блок питания, контроллер шины) - основной и резервный, и общая подсистема ввода/вывода, подключенная по полевой шине Genius®. Один из указанных контроллеров

является основным («мастером»), а второй резервным («слэйвом»). Оба этих контроллера расположены на информационной шине Genius®, имеют одинаковую конфигурацию и исполняют одну и ту же пользовательскую программу.



Рис. Структура системы АСУ

Основной ПЛК (программируемый логический контроллер) («мастер») осуществляет функции управления - работает с входными и выходными модулями и обменивается данными со SCADA. Резервный контролер («слэйв») тоже получает значения с входных модулей и от SCADA. В случае выхода из строя ведущего контроллера подключенные к полевой шине модули ввода/вывода обнаруживают его отказ и переходят на управление от резервного контроллера без сбоев в управлении технологическим процессом.

Система ввода/вывода в АСУ реализована на станциях VersaMax, имеющих интерфейс с шиной Genius.

Системы противоаварийной защиты

ПАЗ цеха реализована в сертифицированной TUV для подобных задач архитектуре GMR с использованием выпускаемых именно для данной архитектуры комплектующих GE Fanuc и Silvertech. GMR - Genius Modular Redundancy - это масштабируемая система для построения

сертифицированных решений ПАЗ и пожаротушения, включающая в себя от одного до трех контроллеров работающих параллельно и независимо.

Входная система позволяет подключать одиночные, дублированные и троированные датчики, а выходная система позволяет подключать нагрузку по различным схемам. Для рассматриваемого проекта выбрана дублированная система.

Систему, построенную в архитектуре GMR, можно условно разделить на три части:

- подсистема ввода;
- подсистема контроллеров;
- подсистема вывода.

Программные средства

Операторский интерфейс (панели оператора) и архив событий реализованы в SCADA среде Proficy (Cimplicity) PE. Для обеспечения надежной непрерывной работы АСУ SCADA-сервер выполнен дублированным. К дублированному серверу по сети Ethernet подключены 6 операторских станций. Для архивирования параметров ТП, записи событий и регистрации действий операторов применяется БД SQL Server. Дополнительно операторная оснащена двумя плазменными панелями, на которых отображаются мнемосхемы, оперативно информирующие о первопричинах нештатных ситуаций.

Операторские станции разделены по производственным стадиям: риформинг - 2 станции, синтез -1, очистка - 1, компрессия - 1. Каждый оператор имеет доступ только к своему участку ТП. Весь ТП доступен только с рабочей станции начальника смены.

Информационные функции:

• сигнализация состояния электродвигателей приводов компрессоров, насосов, вентиляторов; задвижек и электроподогревателей;
• измерение параметров технологического процесса АЗКС, а также предаварийная и предупредительная световой и звуковой сигнализация об

отклонениях технологических параметров от регламентированных значений;
• обмен данными с диспетчерским пунктом цеха;
• передача данных на сервер АСУТП предприятия.

Управляющие функции:

• выдача сигналов на автоматическое отключение компрессоров по технологическим параметрам;
• выдача сигналов на автоматическое закрытие или открытие задвижек;
• выдача сигналов на автоматическое закрытие или открытие отсечных клапанов;
• автоматическое отключение маслонасосов при достижении нижнего предельно допустимого значения давления воздуха после турбодетандера;
• автоматическое регулирование давления на всасе компрессоров (выдача сигналов на управление регулирующими клапанами);
• выдача сигналов на управление продувкой компрессоров (автоматическое или по командам оператора).

АСУ ТП управления технологическим процессом производства аммиака ОАО «Азот», г. Гродно.

АСУ ТП создана на базе двухкаркасного программируемого логического контроллера «multiTREI5B». В состав АСУ ТП входит несколько устройств. Конструктивно контроллер представляет собой настенный шкаф во взрывозащищённом исполнении. Технически контроллер состоит из двух процессоров (мастер модулей), модулей УСО, двух концентраторов сети (хабов). Два мастермодуля используются для повышения надежности системы. Один мастермодуль всегда является рабочим, а второй с частотою примерно 10 Гц считывает с рабочего всю информацию (большая частота при этом никак не влияет на стабильность системы). Переключение с основного на резервный модуль происходит автоматически при отсутствии отклика от основного в течение 1,6 сек.

Мастермодуль состоит из 3х плат, на которых расположены: процессор (CPU) —промышленный IBMAT486 совместимый компьютер с операционной системой DOS; контроллер шины ST BUS; статическое энергонезависимое ОЗУ (SRAM 512K) и флешдиск (Flash Disk 2 MB) предназначены для хранения рабочих программ и промежуточной текущей информации в модуле. Модули УСО — универсальные платы ввода/вывода. Они служат для приема аналоговых и дискретных сигналов с датчиков и передачи их на мастермодуль, а также для приёма команд и управляющих сигналов с мастермодуля и выдачи их на исполнительные механизмы. Отличительной чертой данного типа контроллеров является то, что на каждом аналоговом модуле УСО установлены по 8 съёмных панелек (мезо нинов). Мезонин представляет собой миниплату, напичканную электроникой, которая крепится винтами к модулю УСО. Каждый мезонин — это один аналоговый параметр. В случае выхода из строя какоголибо мезонина остальные мезонины на модуле будут исправно работать. Кроме того, имеется возможность менять мезонины, не останавливая контроллер. Достаточно перевести в режим Stop простой переключатель, имеющийся на каждом модуле УСО, вынуть сам модуль, заменить неисправный мезонин, вставить модуль УСО и перевести переключатель в положение Run. Контроллер позволяет подключить 160 параметров, а реально востребованы на производстве 148 параметров.

Станции оператора — 2 обыкновенных офисных компьютера Intel Pentium III (Celeron) с 19дюймовым монитором. На станции оператора функционирует SKADAсистема «КРУГ2000» пензенских разработчиков, которая традиционно применяется на химических производствах, в нефтехимической, атомной промышленности, энергетике. Помимо названной SCADAсистемы контроллер multiTREI может работать, например, со SKADAсистемами TRACE MODE, INTOUCH и другими. В свою очередь, SKADAсистема «КРУГ2000», используемая на «Азоте», может работать с контроллерами Ломиконт, Ш711, TOSHIBA, MOTOROLA и другими.

Разработчики контроллера TREI и SKADAсистемы «КРУГ2000» ведут работы совместно, согласуя и модификации своих систем, и документацию к ним, поэтому, в частности, «Азот» сделал свой выбор в пользу этого сочетания. Впрочем, такого рода конвергенция типична: многие азработчики софта и оборудования согласуют свою деятельность на рынке. SKADAсистема «КРУГ2000» имеет нескольких составных частей (готовых программ): графический редактор, редактор динамики, генератор базы данных, программы реального времени, программы станции инжиниринга и другие. Сменный персонал цеха контролирует и управляет технологическим процессом с помощью единой программы. В каждой смене установку обслуживает один человек. В системе реализована концепция разграничения доступа, т. е. каждому пользователю администратором системы присваивается определённый уровень доступа. В АСУ ТП ДМЭ существует два уровня доступа: «Специалист службы АСУ ТП» и «Оператортехнолог ДМЭ». В частности, выставлять настройки регуляторов — прерогатива специалиста службы АСУ ТП. Все регуляторы программные. Конфигурирование базы данных, создание контуров регулирования, выбор закона регулирования осуществляется с помощью генератора базы данных. В контроллере постоянно работает программа пользователя (ПрП), написанная на языке программирования «Кругол». «Кругол» — один из немногих «русских» языков программирования.

Очевидно, целью в данном случае является приблизить технологическую программу к пользователям, которые в большинстве своем английским языком и профессиональными языками программирования не владеют.

Все мнемосхемы, видеокадры и переходы по видеокадрам создаются с помощью графического редактора и редактора динамики. Загрузка созданной базы данных и программы в контроллер осуществляется с помощью программы станции инжиниринга. Для внесения базы данных нужно остановить работающий контроллер, загрузить туда данные и программу и

перезапустить его. Кроме того, имеется возможность делать изменения в базе данных на ходу, не перезапуская контроллер,— с помощью специальной функции программы станции.

Передача информации «контроллер – станция оператора» ведётся по дублированной сети Ethernet. Для этого в станции оператора установлены две сетевые платы, каждая из которых связана своим кабелем типа «витая пара» с отдельным хабом (оба хаба находятся в шкафу контроллера). Каждый из хабов соединён со своим мастермодулем.

АСУ ТП производства аммиака ОАО «Азот» г. Кемерово

С учетом технологических особенностей и опыта эксплуатации предыдущей системы была реализована трехуровневая, иерархическая система управления. Верхний уровень системы информационного мониторинга предназначен для решения экономических задач, а также задач учета и архивирования. Для этого используется сервер с операционной системой Windows NT, работающий как шлюз между рабочими станциями SCADA-системы и локальной вычислительной сетью Novell цеха. Архивирование данных на файл-сервере осуществляется с циклом 5 секунд.

Обмен данными с подсистемами верхнего уровня выполняется по выделенным линиям межсетевого шлюза. Программы обработки архивов и формирования различного рода отчетов реализованы с использованием прикладных программных средств.

Система функционально состоит из следующих подсистем:

- информационной;
- автоматической защиты;
- автоматического регулирования;
- дистанционного управления;
- связи и передачи данных удаленным пользователям;

- решения специальных прикладных задач (инженерные и экономические расчеты и др.;
- диагностики;
- архивирования и протоколирования;

Информационная подсистема реализует функции:

1) Сбора и первичной обработки аналоговой и дискретной информации с технологического объекта о текущем состоянии технологического процесса и параметров состояния оборудования и исполнительных механизмов;
2) Представления технологической информации на экранах цветных дисплеев (по запросу или автоматически) в следующих форматах по выбору операторов:
- в виде обзорных видеокадров, с воспроизводством информации о текущем состоянии определенных групп технологических параметров;
- в виде групповых видеокадров, с воспроизводством информации о текущем состоянии технологических параметров произвольно объединенных в группы;
- в виде детализированных видеокадров, с воспроизводством информации о текущем состоянии каждого технологического параметра (по вызову);
- в виде динамических технологических мнемосхем с цифровой и текстовой информацией;
- в виде обобщенных и детализированных видеокадров аварийных состояний с информацией в цифровом и графическом виде или, по требованию оператора, значений технологических параметров в виде рапортов (за час, смену, сутки, месяц);

3) Оперативного контроля, свето-звуковой сигнализации и регистрации нарушений норм технологического регламента (НТР);

4) Автоматической сигнализации и регистрации изменения состояния оборудования;

5) Учета расхода (потребления и выдачи) сырья и энергоносителей приведенных к нормальным условиям;

6) Учета произведенной продукции (полуфабриката);

Подсистема противоаварийной защиты

При разработке были учтены требования технологического регламента по контролю за значением параметров. Здесь же реализованы функции аварийной световой и звуковой сигнализации. При разработке алгоритмов ПАЗ было проанализировано поведение технологической установки при отказах различного рода. С учетом этого были приняты программные и технические меры для безопасной остановки агрегата в аварийных ситуациях. Все действия системы ПАЗ и вызвавшие их причины, включая команды оператора, записываются в архив сообщений. В дальнейшем эта информация может быть использована для анализа причины аварийного останова и контроля правильности работы ПАЗ.

Подсистема ПАЗ строится как независимая подсистема с собственным программным и информационным обеспечением и электропитанием выходных модулей и обмоток реле и 100 % резервированием.

Подсистема ПАЗ имеет информационную связь с подсистемой контроля и управления. Подсистема зашиты и блокировок реализует функции:

- автоматической блокировки подачи сырьевых и энергетических потоков при возникновении нарушений норм технологического регламента;
- определение первопричин срабатывания защит и блокировок с фиксацией в режиме реального времени;

- оперативного контроля, свето-звуковой сигнализации и регистрации нарушений норм технологического регламента (НТР) или изменения состояния оборудования.

Подсистема регулирования

Для поддержания технологических параметров в требуемых пределах в систем управления используются более сотни регуляторов со стандартным PID - Алгоритмом. Эти регуляторы используют стандартный программный пакет. Дополнительно включены функции ограничения задания и управляющего сигнала по величине, безударное переключение из дистанционного режима в автоматический и обратно.

В целом система реализует следующие функции регулирования:

- одноконтурного и каскадного и автоматического регулирования;
- безударного перехода на разные режимы управления (автоматическое, ручное);
- автоматического поддерживания заданных соотношений компонентов;
- изменения параметров настройки регуляторов и других коэффициентов с рабочих станций;
- многосвязного автоматического регулирования и регулирования с коррекцией оператора-технолога;
- изменения параметров настройки регуляторов и других коэффициентов с рабочей станции;
- применения адаптивных методов настройки регуляторов;

Кроме того, для упрощения работы операторов, особенно при запуске агрегата, реализована функция плавного изменения задания с требуемой скоростью.

Подсистема дистанционного управления должна реализовывать в ручном режиме следующие функции:

- управления положением исполнительных механизмов (регулирующих и отсечных клапанов, задвижек и др.);
- управление включением /выключением электродвигателей динамического оборудования (насосов, вентиляторов и др.);

Подсистема диагностики

Для своевременного выявления отказов модулей в системе управления реализована мощная подсистема диагностики, использующая все возможности, предоставляемые контроллером ***Simatic S5-155H.*** При этом отказ индицируется как в виде текстового сообщения, так и в виде сигнализации на графических изображениях. При этом используются несколько уровней детализации, позволяющие определить точное местонахождение неисправного модуля в шкафу и корзине.

Эта информация позволяет обслуживающему персоналу оперативно выполнить замену отказавшего модуля. Система индицирует также состояние контроллеров (основной, резервный, остановлен, выключен), неисправности вентиляторов, блоков питания, аналоговых датчиков (обрыв, короткое замыкание). Все обнаруженные ошибки и сбои фиксируются в памяти контроллера и архивируются на рабочей станции для последующего анализа.

Протоколирование и архивы

Особенностью системы управления является требование архивирования большого количества аналоговых параметров в течение длительного срока (3 месяца). Для более равномерной нагрузки на рабочие станции и повышения надежности хранения информации было принято решение организовать распределенные архивы данных. При этом на каждом рабочем месте организован отдельный архив данных (около 300 параметров, интервал сохранения 1 минута, длительность хранения - 3 месяца).

На рабочем места начальника смены организован циклический архив (200 параметров, интервал сохранения 2 секунды, длительность хранения 48

часов), предназначенный для анализа аварийной ситуации. Содержимое этого архива автоматически экспортируется в DBF - файл через 30 минут после срабатывания системы противоаварийной защиты. Этот файл далее сохраняется на сервере и используется для анализа причин аварии.

Дополнительно на одной из станций каждого рабочего места реализованы циклические архивы сообщений. В каждом из этих архивов накапливаются сообщения, относящиеся только к соответствующему рабочему месту.

Ведется архивирование и печать технологических рапортов, протоколов аварийных ситуаций, нарушений НТР, отказов датчиков, пробега оборудования, технико-экономических показателей (ТЭП) смены, суток, месяца, ТЭП с нарастающим итогом, журналов блокировок, рапортов хозрасчетных параметров и др.

АСУ ТП производства аммиака ОАО «САЛАВАТНЕФТЕОРГСИНТЕЗ»

АСУ ТП построена как иерархическая 2-х уровневая распределенная система управления, обеспечивающая сбор, обработку информации и диспетчерский контроль и управление технологическим процессом. АСУ ТП построена на базе программно-технического комплекса фирмы «Toshiba». В системе применяются резервированные программируемые логические контроллеры PLC 2000 V-серии с интеллектуальной системой модулей ввода-вывода последовательной шины, для визуализации использован SCADA-пакет OIS DC, интегрированный с программным обеспечением PLC.

Информационные функции:

- измерение параметров технологического процесса, таких как температура, давление, расход, уровень;

- представление данных оператору (диспетчеру) от АСКУ и АСУТП, подключенных к сети VLan цеха;
- архивирование данных за длительный промежуток времени от систем, подключенных к сети VLan цеха;
- передача данных в соответствующие контроллеры;
- контроль за состоянием технологического оборудования и технических средств;
- сигнализация положения дистанционно управляемых электрифицированных задвижек;
- сигнализация состояния аппаратуры АВР;
- сигнализация открытия дверей шкафов управления, расположенных в подстанциях;
- предупредительная сигнализация о неисправностях, выявленных средствами диагностики состояния технологического процесса и оборудования и (или) средствами самодиагностики компонентов системы,

Управляющие функции:

• автоматическое отключение насосов при достижении верхних и нижних предельно допустимых значений уровней в резервуарах;

• автоматическое регулирование давления технического воздуха и азота;

• автоматическое отключение маслонасосов при достижении нижнего предельно допустимого значения давления воздуха после турбодетандера;

• автоматическое регулирование давления на всасе компрессоров (выдача сигналов на управление регулирующими клапанами);

• выдача сигналов на управление продувкой компрессоров (автоматическое или по командам оператора).

1.3. Реализация управления на АЗОТ по производству аммиака

В настоящее время на предприятии функционирует система построенная на базе технических и программных средств фирмы GE Fanuc,

специально разработанных для использования в системах критического управления. Действующая АСУ ТП цеха Аммиак-4 INVENSYS, производитель FOXBORO и Triconex (ПАЗ), год ввода в эксплуацию 2004. АСУ цеха построена на двух контроллерах Ge Fanuc Series 90-30, каждый из которых имеет дублированную архитектуру с горячим резервированием (Hot Standby). В этой архитектуре используются два комплекта ПЛК (шасси, центральный процессор, блок питания, контроллер шины) - основной и резервный, и общая подсистема ввода/вывода, подключенная по полевой шине Genius®. Один из указанных контроллеров является основным («мастером»), а второй резервным («слэйвом»). Оба этих контроллера расположены на информационной шине Genius®, имеют одинаковую конфигурацию и исполняют одну и ту же пользовательскую программу.

Основной ПЛК (программируемый логический контроллер) («мастер») осуществляет функции управления - работает с входными и выходными модулями и обменивается данными со SCADA. Резервный контролер («слэйв») тоже получает значения с входных модулей и от SCADA. В случае выхода из строя ведущего контроллера подключенные к полевой шине модули ввода/вывода обнаруживают его отказ и переходят на управление от резервного контроллера без сбоев в управлении технологическим процессом.

Система ввода/вывода в АСУ реализована на станциях VersaMax, имеющих интерфейс с шиной Genius. Семейство VersaMax имеет в своем составе большой ассортимент модулей ввода/вывода, центральных процессоров и модулей интерфейса полевой шины, что позволяет использовать его для построения как подсистем ввода/вывода, подключаемых к сетям и контроллерам различных типов, так и контроллеров.

ПАЗ цеха реализована в сертифицированной для подобных задач архитектуре GMR с использованием выпускаемых именно для данной архитектуры комплектующих GE Fanuc и Silvertech. GMR - Genius Modular

Redundancy - это масштабируемая система для построения сертифицированных решений ПАЗ и пожаротушения, включающая в себя от одного до трех контроллеров работающих параллельно и независимо.

Входная система позволяет подключать дублированные датчики, а выходная система позволяет подключать нагрузку по различным схемам.

Систему, построенную в архитектуре GMR, можно условно разделить на три части:

- подсистема ввода;
- подсистема контроллеров;
- подсистема вывода.

С полевых датчиков значения поступают в подсистему ввода, состоящую из модулей Genius. Подсистема ввода передает полученные значения в подсистему контроллеров. Контроллеры обрабатывают данные и отсылают значения в подсистему вывода, которая выдает управляющие сигналы на исполнительные устройства.

Модули ввода/вывода Genius - это интеллектуальные модули, обладающие обширными возможностями, такими как мощная диагностика (в том числе обрыв входных и выходных цепей), высокая скорость работы и передачи данных, а также высокой надежностью. Некоторые датчики ПАЗ не дублированы, для их подключения к дублированным каналам ввода используются разветвители сигналов Silvertech.

Программные средства - операторский интерфейс (панели оператора) и архив событий реализованы в SCADA среде Proficy (Cimplicity) PE. Для обеспечения надежной непрерывной работы АСУ SCADA-сервер выполнен дублированным. К дублированному серверу по сети Ethernet подключены 6 операторских станций. Дополнительно операторная оснащена двумя плазменными панелями, на которых отображаются мнемосхемы, оперативно информирующие о первопричинах нештатных ситуаций.

Операторские станции разделены по производственным стадиям: риформинг - 2 станции, синтез -1, очистка - 1, компрессия - 1. Каждый

оператор имеет доступ только к своему участку ТП. Весь ТП доступен только с рабочей станции начальника смены.

АСУ ТП цеха Аммиак-4 INVENSYS проста в настройке и эксплуатации. Основные возможности:

- мониторинг параметров технологического процесса производства;
- возможность изменения настроек регуляторов на станции оператора;
- автоматическое закрытие соответствующих клапанов при срабатывании системы сигнализации и блокировок.

Существенным недостатком данной системы является отсутствие возможности альтернативного управления ходом технологического процесса во внештатных ситуациях.

Разрабатываемая подсистема предназначена для безопасного управления критическими ситуациями процесса синтеза аммиака и позволяет осуществлять второй контур управления во избежание необоснованных остановок производства в предаварийных ситуациях за счет оперативного контроля и автоматизированного управления.

Подсистема управления критическими ситуациями процесса синтеза аммиака позволяет осуществляет:

1. Сбор и хранение данных о ходе технологического процесса синтеза аммиака;
2. Анализ параметров технологического процесса синтеза аммиака;
3. Диагностика комплекса технических средств системы и технологического оборудования;
4. Выдача рекомендаций в условиях предаварийной и аварийной ситуациях.

Результатом внедрения АСУ ТП «Синтез аммиака» является модификация существующего АСУ ТП путем добавления дополнительного, многофункционального контура интеллектуального управления в нештатных ситуациях процессом синтеза аммиака.

2 Общесистемные решения

2.1Пояснительная записка к техническому проекту

Полное наименование системы - “ АСУ ТП производства аммиака. Подсистема управления критическими ситуациями процесса синтеза аммиака на основе генетических алгоритмов”. Краткое наименование АСУ ТП «Синтез аммиака».

Заказчиком системы: Тульский государственный университет, кафедра автоматизированных информационных и управляющих систем.

Разработчик системы:_____, студентка группы _____Тульского государственного университета.

Система создается на основании задания на выполнение дипломного проекта и заявки заказчика.

Начало работ по созданию дипломного проекта: _____-

Окончание работ по созданию дипломного проекта: _____--

Подсистема предназначена для безопасного управления критическими ситуациями процесса синтеза аммиака на основе генетических алгоритмов.

Разрабатываемая подсистема позволяет осуществлять дополнительный контур управления критическими ситуациями процесса синтеза аммиака, и избежать необоснованных остановок производства в предаварийных ситуациях.

Результатом внедрения АСУ ТП «Синтез аммиака» является модификация существующего АСУ ТП путем добавления дополнительного, многофункционального контура интеллектуального управления в нештатных ситуациях процессом синтеза аммиака.

Целью создания АСУ ТП «Синтез аммиака» является автоматизация анализа параметров процесса синтеза аммиака и формирование решений по управлению в условиях предаварийной и аварийной ситуациях.

2.2 Описание схемы организационной структуры промышленного предприятия

ОАО «Новомосковская акционерная компания «Азот» является одним из крупнейших химических предприятий Российской Федерации по выпуску азотных минеральных удобрений, жидкого аммиака, каустика, смол ПВХ, продукция компании пользуется спросом не только в нашей стране, но и за рубежом.

Схема организационной структуры ОАО «НАК «Азот» представлена в приложении Б. Рассмотрим структуру производственного отдела.

Каждый элемент организационной структуры имеет определенное назначение. Как правило, это назначение отражается числом связей с другими элементами. Назначение и функции элемента отражаются в должностных инструкциях.

Должностные обязанности начальника цеха:

1. Руководство цехом.
2. Принятие решений по важнейшим вопросам, связанным с работой цеха.
3. Составление и контроль за выполнением должностных инструкций.
4. Соблюдение норм и правил охраны труда и промышленной безопасности.

Должностные обязанности заместителя начальника по технологии производства:

1. Обеспечить соблюдение норм технологического режима;
2. Обеспечить поддержание уровней в аппаратах в заданных пределах;
3. Обеспечить исправное состояние систем производственной вентиляции и систем противопожарной защиты;

4. Обеспечить соблюдение норм и правил охраны труда и промышленной безопасности в части технологии производства.

Должностные обязанности заместителя начальника по оборудованию:

1. Обеспечивать исправного состояния и бесперебойной работы контрольно-измерительных приборов, систем автоматизации, сигнализации и блокировок;

2. Производить техническое обслуживание.

3. Составлять и выполнять графики проведения ремонтных работ технических средств, согласовывать их с технологическим персоналом.

4. Вести техническую документацию по эксплуатации и техническому обслуживанию системы АСУ ТП.

5. Осуществлять планирование затрат на эксплуатацию и модернизацию систем АСУ ТП.

6. Участвовать в модернизации уже существующих систем и в разработке новых, в внедрении нового оборудования.

7. Соблюдение норм и правил охраны труда и промышленной безопасности в части эксплуатации оборудования.

Должностные обязанности инженера по АСУ ТП:

1. Контроль за функционированием системы в целом и отдельных ее устройств.

2. Выполнение работ по техническому обслуживанию средств АСУ ТП.

3. Обеспечивать эксплуатацию систем АСУ ТП в соответствии с требованиями, изложенными в технической документации.

4. Не допускать изменений в действующей АСУ ТП без наличия технической документации

5. Учитывать, анализировать неполадки системы АСУ ТП, участвовать в разработке и выполнении мероприятий по их устранению.

6. Соблюдение норм и правил охраны труда и промышленной безопасности в части эксплуатации систем АСУ ТП.

Для управления сложным технологическим процессом целесообразно разработать автоматизированную систему безопасного стратегического управления процессом синтеза аммиака.

С введением в эксплуатацию АСУ ТП «Синтез аммиака» изменений в структуре предприятия не произойдет. Подсистема позволит осуществлять второй контур управления и таким образом избежать частых остановок производства в предаварийных ситуациях за счет оперативного контроля и автоматизированного управления. Результатом внедрения АСУ ТП «Синтез аммиака» будет является безопасный технологический процесс производства аммиака.

2.3 Описание схемы функциональной структуры АС

Все функции системы должны быть реализованы следующими подсистемами:

1. Подсистема обработки данных технологического процесса синтеза аммиака реализует следующие функции:

- сбор данных;
- хранение данных;
- добавление данных.

2. Подсистема анализа данных реализует следующие функции:

- Идентификация опасного производственного объекта (ОПО);
- сравнение полученных данных о ходе технологического процесса с нормативными значениями;
- формирование сообщений об отклонениях параметров от нормативных значений;
- формирование решений по управлению в текущей ситуации;
- выдача рекомендаций по управлению технологическим процессом
- сохранение результатов обработки данных, т.е. сохранение параметров, вышедших из нормы, и способа их регулирования.

Программа будет функционировать в режиме реального времени. Работа пользователя с программой будет происходить в диалоговом режиме.

2.4Описание автоматизируемых функций АС

Целями создания АСУ ТП «Синтез аммиака» является повышение эффективности безопасного управления критическими ситуациями процесса синтеза и автоматизация процесса принятия решения в условиях аварийной или предаварийной ситуации на основе применения генетических алгоритмов.

Целями управления ОПО приняты:

1. Обеспечение минимизации риска возникновения аварий, устремление его к уровню приемлемого риска.

2. Минимизация ущерба от аварий в случае возникновения и развития чрезвычайной ситуации (ЧС).

Для реализации этих задач автоматизированная система должна включать в себя следующие функции:

1. сбор данных о ходе технологического процесса;

2. хранение данных;

3. добавление данных;

4. идентификация объекта управления;

5. сравнение полученных данных о ходе технологического процесса с нормативными значениями;

6. формирование сообщений об отклонениях параметров от нормативных значений;

7. формирование решений по управлению в текущей ситуации;

8. выдача рекомендаций по управлению технологическим процессом

9. сохранение результатов обработки данных, т.е. сохранение параметров, вышедших из нормы, и способа их регулирования.

На рисунке 2.1 приведена схема дерева функций.

2.5 Описание постановки задачи

Целью создания АСУ ТП «Синтез аммиака» является автоматизация управления критическими ситуациями процесса синтеза аммиака и процесса принятия решения в условиях аварийной или предаварийной ситуации

Данная подсистема предназначена для сбора, хранения и анализа параметров технологического процесса и формирования рекомендаций по управлению процессом синтеза аммиака в условиях аварийной или предаварийной ситуаций.

Для достижения поставленной цели реализованы следующие задачи:

- сбор данных. Получение значений параметров, представление значений соответствующих параметров в определенный момент времени;
- хранение полученных данных о ходе технологического процесса;
- Идентификация опасного производственного объекта (ОПО);
- анализ текущего состояния системы. Сравнение значений параметров с их допустимыми значениями, определение параметров, подлежащих регулированию;
- формирование сообщений об отклонениях параметров от нормативных значений;
- формирование решений по управлению в текущей ситуации. Определение оптимального способа возвращения параметров в рамки их нормативных значений;
- сохранение результатов обработки данных. Сохранение параметров, вышедших из нормы, и способа их регулирования.

Входными данными являются данные о ходе технологического процесса и показатели работоспособности технологического оборудования процесса синтеза аммиака. Выходными данными являются сообщения об отклонениях параметров от нормы и рекомендации по предотвращению и устранению предаварийных и аварийных ситуациях.

3 Математическое обеспечение

3.1 Математическая модель автоматизируемых функций

Метод «поведения толпы»

В данном генетическом алгоритме (ГА) используется следующая терминология:

Ген – один из параметров технологического процесса синтеза аммиака. Применительно к данной задаче это элемент x_i вектора X.

Хромосома – упорядоченное множество генов или, другими словами, вектор параметров X. Синонимами этого термина могут служить слова «строка», «особь», «запись», «фрейм», «кортеж».

Экземпляр хромосомы - значение хромосомы, или упорядоченное множество значений параметров x_i.

Аллель – значение гена; аллель может быть представлен в виде десятичного или двоичного числа.

Локус – позиция гена в хромосоме.

Функция полезности – целевая функция.

Популяция – множество хромосом при решении некоторой задачи с помощью генетических методов.

Поколение – множество хромосом, зафиксированных в конкретный момент генетического поиска.

Генотип – набор значений генов, представленный в хромосоме. Обычно генотип характеризует множество проектных параметров.

Фенотип – множество значений выходных параметров проектируемого или исследуемого объекта, соответствующих определенному генотипу.

Генетические алгоритмы имитируют эволюционный процесс приближения к оптимальному результату, начиная с некоторого исходного поколения структур, представленных экземплярами хромосом. Этот процесс

в базовом ГА является вложенным циклическим вычислительным процессом. Внешний цикл имитирует смену поколений. Во внутреннем цикле формируются члены очередного поколения.

Члены исходного поколения генерируются на основе текущих данных о состоянии технологического процесса. При этом для каждого гена задана область определения, в виде интервала $[x_{mini}, x_{maxi}]$ или множества значений генов, и эти значения выбираются с равной вероятностью в пределах области определения.

Результатом каждого очередного витка внешнего цикла является новое поколение, о качестве которого судят по экземпляру хромосомы с лучшим значением функции полезности F(X).

Характер приближения к экстремуму обычно таков, что на начальных витках внешнего цикла скорость улучшения целевой функции довольно значительная, но по мере приближения к экстремуму она замедляется и может наступить прекращение улучшения целевой функции на некотором удалении от экстремальной точки. Это явление называют стагнацией. Обычно оно происходит из-за вырождения популяции - потери разнообразия генного материала. Поиск прекращают по исчерпании лимита отведенного времени на решение задачи либо при появлении признаков стагнации, о чем свидетельствует прекращение улучшения целевой функции, наблюдаемое на протяжении нескольких десятков смен поколений.

Во внутреннем цикле базового ГА выполняются генетические операторы в следующей последовательности - выбор родителей, кроссовер, мутация, формирование нового поколения.

Выбор пары членов популяции в качестве родителей производится случайным образом среди членов данного поколения. При этом вероятность выбора экземпляров в качестве родителей зависит от значений

их функции полезности, т.е. чем лучше значение целевой функции, тем выше должна быть вероятность выбора.

В ГА выбор родителей выполняется в соответствии с правилом, называемым правилом рулетки: вероятность P_k выбора k-го члена популяции в качестве родителя определяется как отношение полезности данного члена к суммарной полезности всех членов популяции. Если целевая функция минимизируется, то

$$P_k = (F_{max}-F_k) / \sum_{i=1}^{N_{pop}} (F_{max}-F_i)$$

где F_k - функция полезности k-го экземпляра, F_{max} - максимальное (наихудшее) значение функции полезности среди членов данного поколения, N_{pop} – размер популяции (число хромосом в текущем поколении).

Порождение новых экземпляров хромосом происходит в процессе кроссовера (скрещивания) родительских пар. Кроссовер заключается в разрыве двух выбранных родительских хромосом и рекомбинации образовавшихся хромосомных отрезков, что дает пару хромосом потомков.

Мутации, т.е. случайные изменения некоторых аллелей, предназначены для расширения пространства поиска. Без мутаций генный материал определяется случайным выбором аллелей при формировании исходного поколения и с высокой вероятностью часть аллелей, составляющих оптимальную хромосому, может оказаться вне доступной части пространства. Например, если в некотором гене в хромосомах начальной популяции оказались сгенерированными только четные числа, то при

выполнении операторов кроссовера или селекции нечетные значения появиться не могут. Мутации устраняют этот недостаток. В базовом ГА мутация каждого гена происходит с заданной вероятностью $P_м$, эта вероятность обычно выбирается достаточно малой (сотые-тысячные доли).

При мутациях значение гена выбирается случайным образом среди множества возможных значений.

Отбор членов в новое поколение (иногда называемый селекцией) производится среди потомков, полученных в результате кроссовера и мутаций в данном поколении. В базовом ГА в новое поколение включается лучший из двух потомков, порожденных после кроссовера. Внутренний цикл заканчивается, когда окажется сформированным новое поколение, т.е. в нем окажется N_{pop} членов.

Вычислительная эффективность применения генетических алгоритмов. Теорема схем.

Генетические алгоритмы выражают эволюцию популяции хромосом в направлении от начального поколения к окрестностям экстремума. Обоснование этого положения содержится в основной теореме генетического подхода – теореме схем (иначе называемой schemata theorem или теорема шаблонов).

В этой теореме вводится понятие схемы (шаблона), которая определяется как совокупность фиксированных значений генов в определенных локусах.

Длиной схемы называют расстояние (число межлокусных промежутков) между крайними локусами схемы.

Порядком схемы называют число локусов (позиций) схемы.

Строительными блоками называют схемы, обладающие высокой приспособленностью, низким порядком и короткой длиной. Приспособленность схемы определяется как среднее от приспособленностей экземпляров строк, которые ее содержат. Процедура отбора выбирает строки с более высокой приспособленностью. Следовательно, строки, которые содержат хорошо приспособленные схемы, выбираются чаще. Кроссовер реже разрушает схемы с более короткой длиной, а мутация реже разрушает схемы с низким порядком, поэтому такие схемы имеют больше шансов переходить из поколения в поколение. В теореме схем отражен тот факт, что ГА экспоненциально увеличивает число экземпляров строительных блоков.

Обозначим число экземпляров схемы H в поколении с номером t через K(H, t). Введем также следующие обозначения:

Q — множество номеров членов популяции, в хромосомах которых имеется схема H; d(H) — длина схемы H; u(H) — порядок схемы H; n — длина хромосомы (число генов в хромосоме).

Тогда, если выбор родителей осуществляется по правилу рулетки, то число K_p схем H, усредненное по N_{pop} актам выбора родителей, в выбираемых родительских хромосомах равно

$$K_p = N_{pop} \sum_{q \in Q} (F_{max} - F_q) / \sum_{i=1}^{N_{pop}} (F_{max} - F_i)$$

Очевидно, что

$$\sum F_{av}(H) = \sum (F_{max} - F_q) / K(H, t)$$

$q \in Q \qquad i=1$

N_{pop}

$F_0 = \sum (F_{max} - F_i) / N_{pop}$

$i=1$

где $F_{av}(H)$ есть усредненная полезность экземпляров со схемой H, а F_0 — усредненная полезность всех экземпляров популяции. Поэтому

$K_p = K(H, t)\, F_{av}(H)/ F_0$.

При простом одноточечном кроссовере в хромосому потомка схема попадет (т.е. не будет разорвана) с вероятностью

$p_s = 1 - d(H)/(n-1)$.

При мутации, происходящей с вероятностью $p_м$ для каждой позиции, вероятность сохранения схемы H, определяемая как $(1=p_м)u(H)$, приблизительно равна $1=u(H)\, p_м$.

Поэтому вероятность выживания схемы H равна

$p_s = (1 - p_c d(H)/(n-1))\, (1 - u(H)\, p_м) = 1 - p_c d(H)/(n-1) - u(H)\, p_м$,

где p_c — вероятность кроссовера.

Окончательно теорема шаблонов утверждает, что

$K(H, t+1) = K(H, t)\, p_s\, F_{av}(H)/ F_0$. (3)

Следовательно, число схем из хромосом перспективных родителей ($F_{av}(H) > F_0$), имеющих лучшие значения функции полезности, увеличивается в генотипах популяции от поколения к поколению по показательному закону, пока не наступит стагнация, при которой $F_{av}(H) = F_0$.

Скорость роста K(H, t) тем выше, чем больше $F_{av}(H)$ и чем меньше длина d(H) и порядок u(H) схемы H.

Отметим, что в (3) кроссовер рассматривается как фактор, разрушающий шаблоны, и не учитывается возможность формирования в хромосомах потомков шаблонов, отсутствовавших в хромосомах родителей.

Отличительной особенностью данного алгоритма является имитация поведения множества агентов, стремящихся согласовать свое состояние с состоянием наилучшего агента. Положение j-го агента описывается вектором $X_j=(x_{j1},x_{j2},\ldots x_{jn})$, где x_{ji} – j-й параметр i-го агента, а состояние i-го агента характеризуется значением целевой функции $Y_i=F(X_j)$. Согласование происходит в многошаговом процессе путем корректировки на каждом шаге вектора X_j с учетом положения X_{gl} наилучшего агента, собственного наилучшего положения X^*_j на траектории предыдущего перемещения j-го агента в пространстве параметров и фактора случайности.

Алгоритм PSO в данной задаче заключается в итерационном вычислении значений X_j по формулам:

$$V_j := a_1 V_j + a_2(X_{gl} - X_j) + a_3 (X^*_j - X_j), \qquad (4)$$

$$X_j := X_j + V_j;$$

где V_j – вектор корректировок j-го агента, a_1 – коэффициент инерционности в поведении агентов, a_2, a_3 – случайные коэффициенты, параметры распределения которых подбираются экспериментально.

В отличие от задач непрерывной оптимизации в задаче ДМП пространство параметров может быть неметризовано и тогда формула (4) оказывается неприменимой. Однако использование идей PSO становится возможным, благодаря следующему способу выбора дискретных значений генов: ген x_{ji} в формируемой хромосоме X_j выбирается равным i-му гену

одной из хромосом-родителей. Выбор конкретного родителя происходит случайным образом. В качестве хромосомы-родителя могут выступать или наилучшая хромосома X_{gl} всей популяции, или хромосома X^*_j, наилучшая среди хромосом с номером j всех предшествующих поколений, или j-я хромосома X_j предыдущего поколения. Соответствующие вероятности p_1, p_2, p_3 выбора каждого из этих вариантов подбираются экспериментально. Кроме того, добавляется вариант случайного выбора значения x_{ji} с вероятностью p_4. При выполнении численных экспериментов, результаты которых приведены ниже, были приняты следующие значения вероятностей $p_1 = 0{,}56$ $p_2 = 0{,}40$, $p_3 = 0{,}02$, $p_4 = 0{,}02$.

4 Информационное обеспечение

5 Техническое обеспечение

5.1 Описание комплекса технических средств

Для успешного функционирования системы необходимы:

1. Процессор Intel Seleron с тактовой частотой 2,41 ГГц;

2. 512 Мбайт оперативной памяти;

3. Жесткий диск не менее 10 Гбайт;

4. Монитор SVGA(минимально требуемое разрешение экрана 800 600, 256 цветов);

5. Принтер;

6. Клавиатура стандартная русифицированная;

7. Мышь,

8. Контроллер TREI-5B;

9. Система бесперебойного питания;

10. Сетевые средства - 10 Mb ETHERNET;

11. Датчики: ДП-П2, NDI22Z, Сапфир 22ДД, EJA110A, NDP22Z-11227.

5.2 Описание схемы автоматизации

Автоматизация производственного процесса получения аммиака решена на базе применения комплекса систем, основными из которых являются:

автоматический контроль технологических параметров;

технологическая сигнализация;

технологическая блокировка;

дистанционное управление;

автоматическое регулирование и управление.

Управляющая вычислительная машина включена в контур управления техническими объектами (УВМ принимает и обрабатывает информацию, поступающую в процессе управления, и выдает управляющую информацию либо в виде текста, таблицы, графика, отпечатанных на бумаге или отображаемых на экране дисплея, либо в виде сигналов (воздействий), подаваемых на исполнительные органы объекта управления (рисунок 5.1). Главная цель применения УВМ – обеспечение оптимальной работы объекта

управления. Управление с помощью УВМ строится на основе математического описания поведения объектов. Отличительная особенность УВМ – наличие в них наряду с основными устройствами, входящими в состав всех ЭВМ (процессором, памятью и др.), комплекса устройств связи с объектом. К этому комплексу относятся устройства, осуществляющие ввод в процессор данных (получаемых от датчиков величин, характеризующих состояние управляемого объекта), устройства, обеспечивающие выдачу управляющих воздействий на исполнительные органы, а также различные преобразователи сигналов, устройства отображения информации.

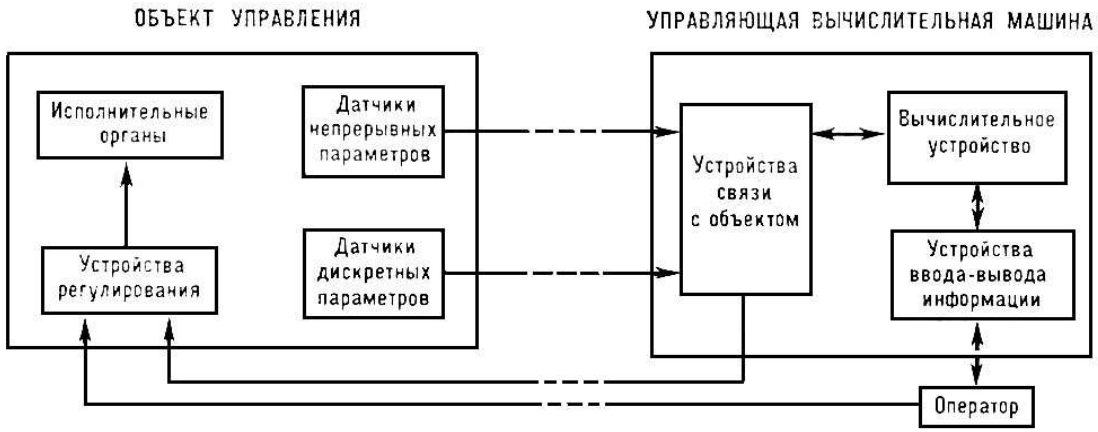


Рисунок 5.1 – Схема автоматизации

5.3 Инструкция по эксплуатации комплекса технических средств

С системой работает один человек, который должен обладать знаниями и навыками работы с персональным компьютером, принтером, иметь знания по технике безопасности при работе с электроустановками, иметь навыки работы с данной системой.

Режим работы персонала определяется предприятием, эксплуатирующим систему, и должен соответствовать требованиям по эргономике и безопасности труда, определенным в стандартах.

Для размещения комплекса технических средств и персонала необходима площадь не менее 40 кв.м. С программным обеспечением работает один человек, который должен обладать знаниями и навыками работы с персональным компьютером, принтером, иметь знания по технике безопасности при работе с электроустановками, иметь навыки работы с АС.
Режим работы персонала определяется предприятием, эксплуатирующим разработку. Режим эксплуатации устанавливается с учетом режима работы персонала.

К техническим средствам должен быть приложен комплект запасных частей, который хранится в специально отведенных местах с соблюдением указанных в сопроводительной документации условий хранения. Регламент обслуживания технических средств предусматривает проведение профилактических обследований и ремонтов; замену вышедших из строя узлов и деталей.

6. Программное обеспечение

6.1 Описание программного обеспечения автоматизированной системы

В качестве среды программирования была выбрана Delphi 7.Данный язык создает программы для операционной системы Windows, обеспечивает

полную поддержку всех возможностей предоставляемых системой. Язык является объектно-ориентированным, что позволяет легко моделировать необходимые модули программы. Большинство необходимых визуальных элементов уже встроены в оболочку и легко переносятся в проект. Основная концепция Delphi – это многомодульность.

Среда визуального программирования Delphi обеспечивает гибкий и современный инструментарий, с помощью которого создаются приложения. В Delphi сочетаются объектно-ориентированная структура с большим количеством компонентов, простота внутреннего языка Object Pascal, быстродействие откомпилированного кода и способность поддерживать и использовать все последние дополнения к Windows.

Разрабатываемая автоматизированная система состоит из 4 модулей. Далее будут рассмотрены все модули с позиции реализуемых ими функций:

- модуль получения значений параметров выполняет следующие функции: преобразовывает полученные с датчиков сигналы, приводит их к стандартной форме, представляет значения соответствующих параметров в определенный момент времени;

- модуль анализа параметров технологического процесса выполняет следующие функции: сравнивает значения параметров с их допустимыми значениями, определяет параметры, подлежащие регулированию;

- модуль определения способа регулирования параметрами выполняет следующие функции: определяет оптимальный способ возвращения параметров в рамки их нормативных значений;

- модуль сохранения результатов обработки данных выполняет следующие функции: фиксирует параметры, вышедшие из нормы, и способ их регулирования.

Для реализации поставленной задачи были использованы такие компоненты языка Delphi, как: MainMenu, Edit, Label, Table, DataSource, DBGrid, CheckBox, DBLookupCombobox, Memo, Panel.

6.2 Описание контрольного примера

Для начала работы с программой следует открыть файл Ammiak.exe. Появиться диалоговое окно, в котором нужно ввести имя пользователя и пароль (рисунок 6.1).

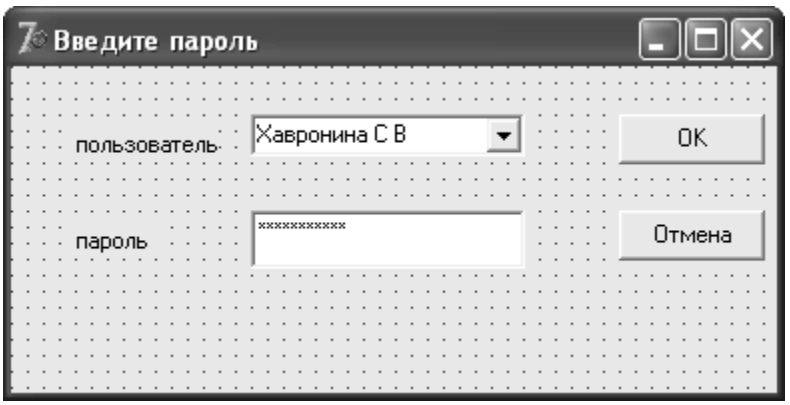


Рисунок 6.1 – Диалоговое окно «Введите пароль»

Если пароль введен правильно, открывается следующее окно, представленное на рисунке 6.2.

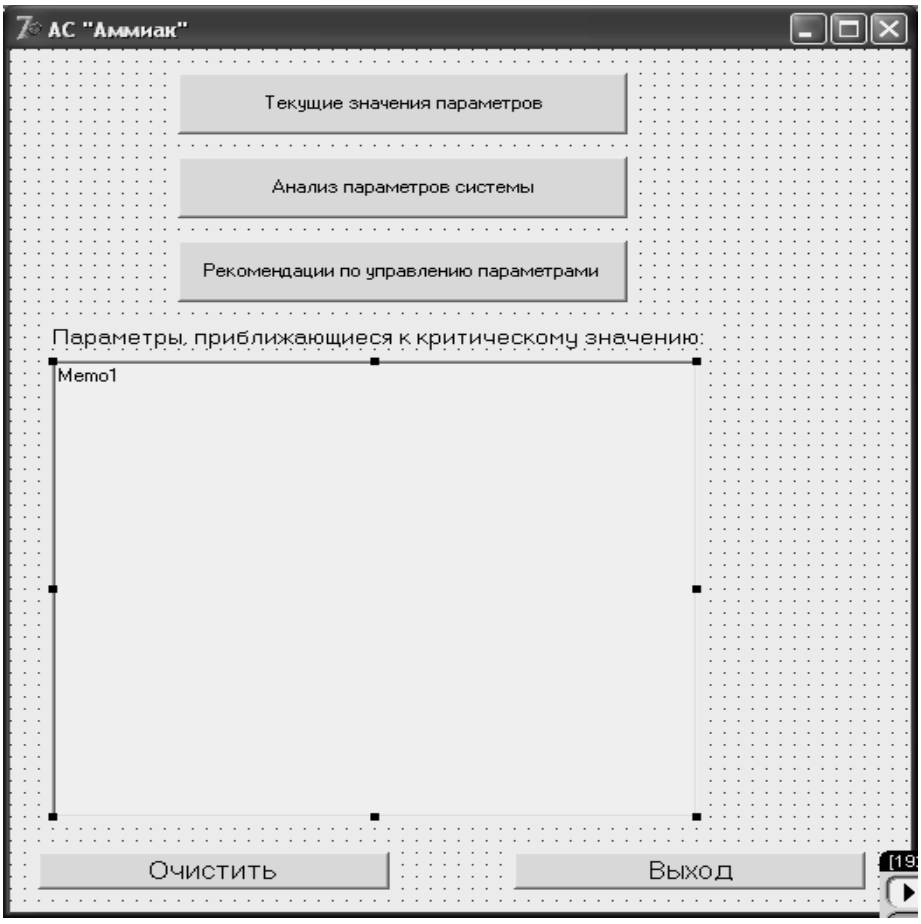


Рисунок 6.2 - Окно работы с автоматизированной системой

Для получения текущих значений параметров процесса необходимо нажать кнопку «Текущие значения параметров». Появиться информационное окно, представленное на рисунке 6.3.

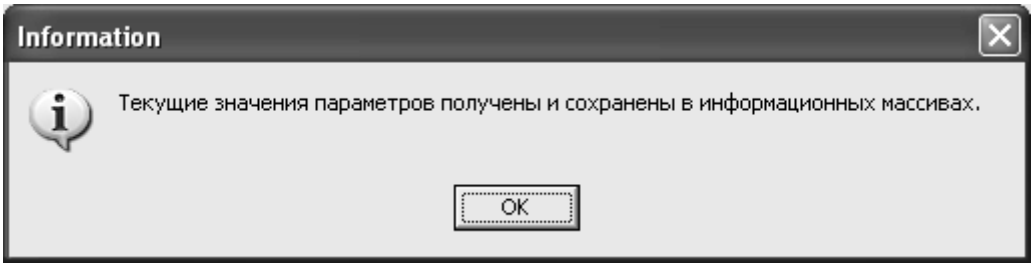


Рисунок 6.3 – Информационное окно

Полученные значения параметров необходимо проанализировать. Для этого необходимо нажать кнопку «Анализ параметров системы». При этом на экране появятся параметры значения, которых приближаются к критическим

Во избежание аварийной ситуации необходимо выполнить правильное и своевременное регулирование параметров. Для этого необходимо нажать кнопку «Рекомендации по управлению параметрами». На экране появится окно, представленное на рисунке 6.4.

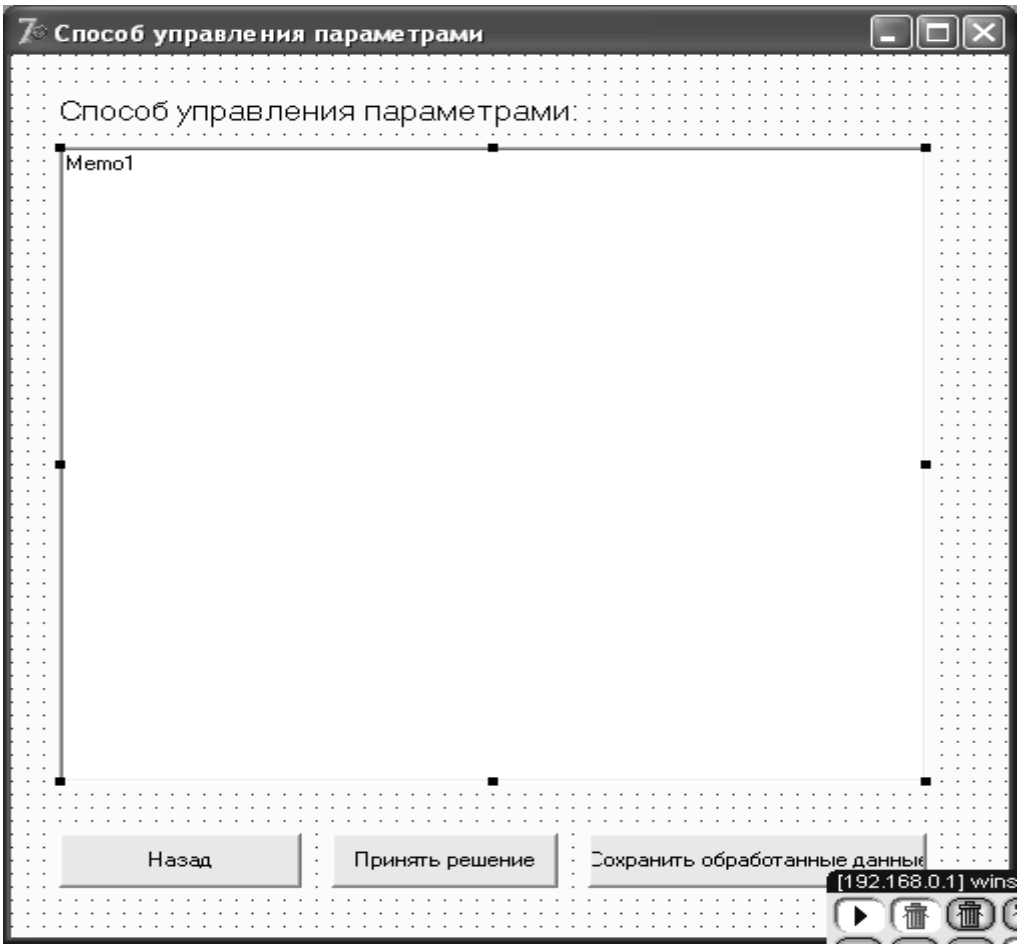


Рисунок 6.4 – Окно вывода способа управления параметрами

В этом окне пользователь может принять предложенное решение, сохранить обработанные данные в отчет или вернуться к окну, представленному на рисунке 6.4.

7. Организационное обеспечение

7.1 Описание организационной структуры

ОАО «Новомосковская акционерная компания «Азот» является одним из крупнейших химических предприятий Российской Федерации по выпуску азотных минеральных удобрений, жидкого аммиака, каустика, смол ПВХ, продукция компании пользуется спросом не только в нашей стране, но и за рубежом.

С введением системы в эксплуатацию изменений в структуре предприятия не произойдет. Система позволит сократить вмешательство человека в ход технологического процесса, уменьшить роль человеческого фактора в условиях принятия решения в аварийных ситуациях и повысить уровень охраны труда и промышленной безопасности. А также уменьшить штат сотрудников, за счет автоматизации выполняемых ранее ими функций.

Руководство пользователя по эксплуатации автоматизированной системы

Для работы с АС необходимо загрузить файл Ammiak.exe. После этого на экране появится окно программы рисунок 7.1:

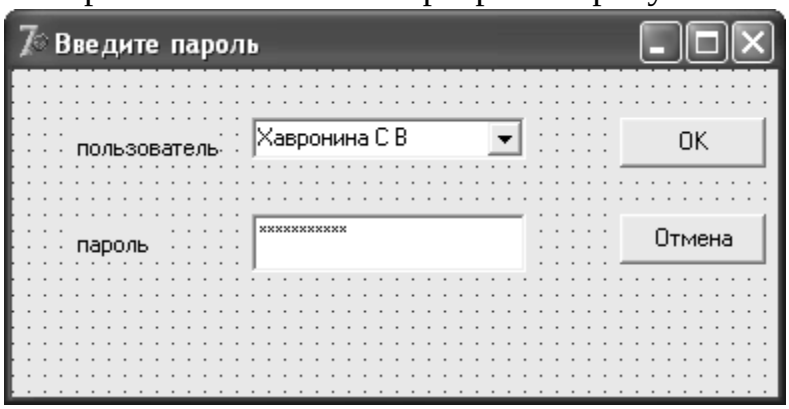
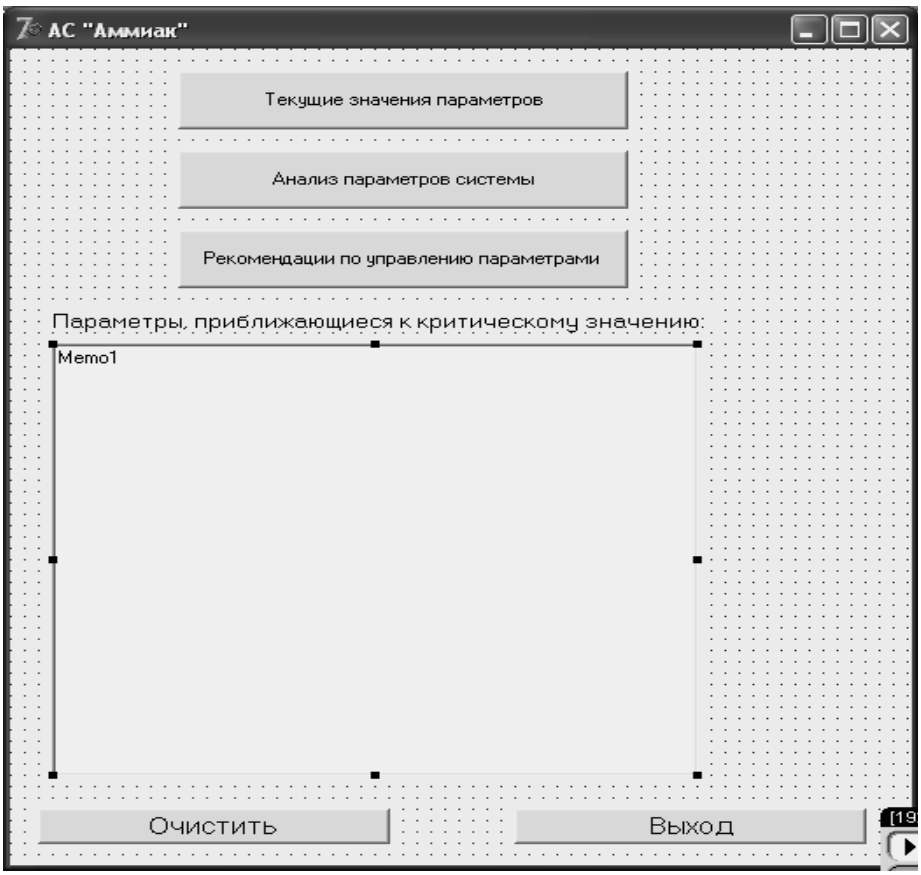


Рисунок 7.1 – Вид окна после запуска программы

После ввода имени пользователя и пароля откроется следующее окно рисунок 7.2



Кнопка «Текущие значения параметров» предназначена для обработки параметров технологического процесса, которая предусматривает получение данных с приборов и их преобразование:

Кнопка «Анализ параметров системы» предназначена для анализа полученных данных и вывода параметров, приближающихся к критическим значениям.

Кнопка «Рекомендации по управлению параметрами» предназначена для вывода на экран возможного решения:

8 Оценка надежности автоматизированной системы

Оценка качества осуществляется на всех этапах жизненного цикла ПС.

Оценка качества ПС представляет собой совокупность операций, включая выбор номенклатуры показателей качества оцениваемого ПС, определение значений этих показателей и сравнение их с базовыми значениями.

Оценка качества ПС производится на фазах жизненного цикла (анализ, проектирование, реализация, тестирование, изготовление, внедрение, эксплуатация, обслуживание) и включает выбор номенклатуры показателей, их оценку и сопоставление значений показателей, полученных в результате сравнения с базовыми значениями.

Показатели качества объединены в систему из 4-х уровней. Каждый вышестоящий уровень содержит в качестве составляющих показателей нижестоящих уровней.

Для обеспечения возможности получения информации интегральной оценки по группам показателей качества используют факторы качества (1-й уровень): надежность ПС, сопровождаемость, удобство применения, эффективность, универсальность (гибкость) и корректность. Каждому фактору качества соответствует определенный набор критериев качества (комплексные показатели - 2-й уровень). Критерии качества определяют одной или несколькими метриками (3-й уровень). Метрики составляются из оценочных элементов (единичных показателей - 4-й уровень) определяющих заданное в метрике свойство. Число оценочных элементов, входящих в метрику не ограничено.

Оценка качества ПС проводится в определенной последовательности.

Показатели надежности

Фаза анализа $К^{Ф}_{1}$ = 0,944.

Фаза проектирования $К^{Ф}_{1}$ = 0,890.

Фазы реализации, тестирования, изготовления, обслуживания $К^{Ф}_{1}$ =0,861.

Показатели сопровождения

Фаза анализа $К^{Ф}_{2}$ = 0,940.

Фаза проектирования $К^{Ф}_{2}$=0,909.

Фазы реализации, тестирования и изготовления $К^{Ф}_{2}$ = 0,936.

Фаза обслуживания $К^{Ф}_{2}$ = 0,938.

Показатели удобства применения

Фазы анализа и проектирования $К^{Ф}_{3}$ = 0,963.

Фазы реализации и тестирования $К^{Ф}_{3}$ = 0,948.

Фазы изготовления и обслуживания $К^{Ф}_{3}$ = 0,942.

Показатели эффективности

Фаза анализа $К^{Ф}_{4}$ = 0,883.

Фаза проектирования $К^{Ф}_{4}$ = 0,879.

Фазы реализации, тестирования, изготовления, обслуживания $К^{Ф}_{4}$=0,879.

Показатели универсальности

Фаза анализа $K^{Ф}_{5} = 0,877$.

Фаза проектирования $K^{Ф}_{5} = 0,833$.

Фазы реализации, тестирования, изготовления, обслуживания $K^{Ф}_{5} = 0,885$.

Показатели корректности

Фаза анализа $K^{Ф}_{6} = 0,879$.

Фаза проектирования $K^{Ф}_{6} = 0,893$.

Фазы реализации, тестирования и изготовления $K^{Ф}_{6} = 0,908$.

Фаза обслуживания $K^{Ф}_{6} = 0,906$.

Итоговый показатель качества

1. Фаза анализа:

$K^{Ф}_{1} = 0,9444$ $V^{Ф}_{1} = 0,1721$

$K^{Ф}_{2} = 0,9400$ $V^{Ф}_{2} = 0,1713$

$K^{Ф}_{3} = 0,9630$ $V^{Ф}_{3} = 0,1755$

$K^{Ф}_{4} = 0,8833$ $V^{Ф}_{4} = 0,1610$

$K^{Ф}_{5} = 0,8772$ $V^{Ф}_{5} = 0,1599$

$K^{Ф}_{6} = 0,8798$ $V^{Ф}_{6} = 0,1549$

$R_{ан} = 0,9444*0,1721+0,9400*0,1713+0,9630*0,1755+0,8833*0,1610$
$+0,8772*0,1599+0,8798*0,1549= 0,911$.

2. Фаза проектирования:

$K^{Ф}_{1} = 0,8900$ $V^{Ф}_{1} = 0,1658$

$K^{Ф}_{2} = 0,9090$ $V^{Ф}_{2} = 0,1694$

$K^{Ф}_{3} = 0,9630$ $V^{Ф}_{3} = 0,1793$

$K^{Ф}_{4} = 0,8790$ $V^{Ф}_{4} = 0,1638$

$K^{Ф}_{5} = 0,8325$ $V^{Ф}_{5} = 0,1551$

$K^{Ф}_{6} = 0,8933$ $V^{Ф}_{6} = 0,1664$

$R_{пр} = 0,8900*0,1658+0,9090*0,1694+0,9630*0,1793+0,8790*0,1638+$
$+0,8325*0,1551+0,8933*0,1664= 0,896$.

3. Фазы реализации и тестирования:

$K^{Ф}_1 = 0,8610$ $V^{Ф}_1 = 0,1589$

$K^{Ф}_2 = 0,9360$ $V^{Ф}_2 = 0,1728$

$K^{Ф}_3 = 0,9480$ $V^{Ф}_3 = 0,1750$

$K^{Ф}_4 = 0,8790$ $V^{Ф}_4 = 0,1623$

$K^{Ф}_5 = 0,8851$ $V^{Ф}_5 = 0,1634$

$K^{Ф}_6 = 0,9082$ $V^{Ф}_6 = 0,1676$

$R_р = R_т = 0,8610*0,1589+0,9360*0,1728+0,9480*0,1750+0,8790*0,1623+$
$+0,8851*0,1634+0,9082*0,1676= 0,904.$

4. Фаза изготовления:

$K^{Ф}_1 = 0,8610$ $V^{Ф}_1 = 0,1591$

$K^{Ф}_2 = 0,9360$ $V^{Ф}_2 = 0,1733$

$K^{Ф}_3 = 0,9424$ $V^{Ф}_3 = 0,1741$

$K^{Ф}_4 = 0,8790$ $V^{Ф}_4 = 0,1624$

$K^{Ф}_5 = 0,8851$ $V^{Ф}_5 = 0,1636$

$K^{Ф}_6 = 0,9082$ $V^{Ф}_6 = 0,1675$

$R_{изг} = 0,8610*0,1591+0,9360*0,1733+0,9424*0,1741+0,8790*0,1624+$
$+0,8851*0,1636+0,9082*0,1675 = 0,899.$

5. Фаза обслуживания:

$K^{Ф}_1 = 0,8610$ $V^{Ф}_1 = 0,1591$

$K^{Ф}_2 = 0,9380$ $V^{Ф}_2 = 0,1733$

$K^{Ф}_3 = 0,9424$ $V^{Ф}_3 = 0,1741$

$K^{Ф}_4 = 0,8790$ $V^{Ф}_4 = 0,1624$

$K^{Ф}_5 = 0,8851$ $V^{Ф}_5 = 0,1636$

$K^{Ф}_6 = 0,9062$ $V^{Ф}_6 = 0,1674$

$R_{обсл} = 0,8610*0,1591+0,9360*0,1733+0,9424*0,1741+0,8790*0,1624+$
$+0,8851*0,1636+0,9062*0,1674 = 0,899.$

Получив итоговые оценки качества по всем фазам проектирования, можно сделать вывод, что автоматизированная система «Аммиак» является надёжным программным средством.

9. Экономическая часть

Расчет трудоемкости программного продукта

Описание исходных данных

Исходные данные:

количество разновидностей форм входной информации – 3, в том числе: переменной – 2, справочной, условно-постоянной – 1;

- количество разновидностей форм выходной информации – 2;

- степень новизны комплекса задач – *B* – разработка проекта с использованием типовых проектных решений при условии их изменения; разработка проектов, имеющих аналогичные решения;

- сложность алгоритма – 1 – алгоритмы оптимизации и моделирования систем и объектов;

- вид используемой информации:

количество разновидностей форм переменной информации (ПИ) – 2;

количество разновидностей форм нормативно-справочной информации (НСИ) – 1;

- сложность организации контроля входной и выходной информации:

входные данные и документы однообразной формы и структуры, осуществляется формальный контроль – *12*; печать документов однообразной формы и содержания, вывод массивов данных на машинные носители – *22*;

- язык программирования – Delphi;

- использование типовых проектных решений, типовых проектов, типовых программ и стандартных модулей – 20%;

- объем входной информации – до 50000 документострок.

Расчет трудоемкости разработки программы

Таблица 9.1- Расчет трудоемкости разработки программного продукта

стадия разработки проекта	Затраты времени		Поправочный коэффициент		затраты времени с учетом поправочного коэффициента
	Значение, чел.-дней	основание	Значение	основание	
1. Разработка технического задания	24	табл. 4.1 норма 8 В			
1.1. Затраты времени разработчика постановки задачи			0,65	Примечание к табл. 4.1.	15,6
1.2. Затраты времени разработчика программного обеспечения			0,35	Примечание к табл. 4.1.	8,4
2. Разработка эскизного проекта	67	Табл. 4.2, норма 8 В			
2.1. Затраты времени разработчика постановки задачи			0,7	Примечание к табл. 4.2.	46,9
2.2. Затраты времени разработчика программного обеспечения			0,3	Примечание к табл. 4.2.	21
3. Разработка техно-рабочего проекта					
3.1. Разработка технического проекта					
затраты времени разработчика постановки задачи	40	табл. 4.17 норма 3б	$K_1 = 0,91$ $K_2 = 1$ $K_3 = 1,26$ $K_4 = 0,85$	п 1.7 табл. 1.1, 1.3, п 1.8 табл. 1.4, п 1.9	39

				табл. 1.5	
затраты времени разработчика программного обеспечения	20	табл. 4.18 норма 3б	K_1 = 0,91 K_2 = 1 K_3 = 1,26 K_4 = 0,85	п 1.7 табл. 1.1, 1.3, п 1.8 табл. 1.4, п 1.9 табл. 1.5	15,52
3.2. Разработка рабочего проекта					
затраты времени разработчика постановки задачи	16	табл. 4.43 норма 3б	K_1=1.02 K_2=1.0 K_3=1.32 K_4=1.0 K_5=0.5	п 1.7 табл. 1.2, 1.3, п 1.8 табл. 1.4, п 1.9 табл. 1.5	10,72
затраты времени разработчика программного обеспечения	73	табл. 4.44 норма 3б	K_1=1.02 K_2=1.0 K_3=1.32 K_4=1.0 K_5=0.5	п 1.7 табл. 1.2, 1.3, п 1.8 табл. 1.4, п 1.9 табл. 1.5	59
4. Внедрение					
4.1. затраты времени разработчика постановки задачи	10	табл. 4.69 норма 3б	K_1 = 1.21	п 1.9 табл. 1.5	6,1
4.2. затраты времени разработчика программного обеспечения	15	табл. 4.70 норма 3б	K_1 = 1.21	п 1.9 табл. 1.5	9,15
Всего на комплекс задач					247,75

Определение времени работы ЭВМ при внедрении и отладке

Норма машинного времени, определяемая по таблице 4.81, составляет 30 часов.

Поправочные коэффициенты K_1 =1.0 по таблице 1.7;

K_2 =1.15 по таблице 1.8.

Тогда время работы ЭВМ составит:

$t_{маш}$ = 30*1.0*1.15 = 31.15 часов.

Расчет стоимости машинного часа

Стоимость одного машинного часа определяется по формуле:

$Z_{м.час} = Э / T_ф$,

где $Э$ - эксплуатационные годовые затраты (руб.),

$T_ф$ -количество часов, отработанных всеми машинами в год (час).

Эксплуатационные годовые затраты включают в себя:

1. Амортизацию оборудования ВЦ ($A_{об.}$).
2. Затраты на текущий ремонт оборудования ($P_{об.}$).
3. Амортизацию помещения ($A_{пом.}$).
4. Затраты на текущий ремонт помещения ($P_{пом.}$).
5. Расходы на электроэнергию и освещение ($З_{эл.}$).
6. Расходы на отопление и водоснабжение ($З_{от.вд}$).
7. Зарплату обслуживающего персонала ($З_{мес}$) (отсутствует).
8. Прочие расходы (почта, телеграф и т.д.)($З_{пр}$).

Стоимость основного оборудования определяется по формуле:

$$S_{осн} = k \cdot n \cdot S_1$$

где k - коэффициент, учитывающий транспортировку и монтаж оборудования (принять равным 1.1);

n -количество компьютеров (в штуках); n =1 шт.

S_1-стоимость одной единицы оборудования (руб.). S_1=25000 руб.

$S_{осн} = k \times n \times S_1$ = 1,1 • 1 • 25000 = 27500 (руб)

Стоимость вспомогательного оборудования определяется как 10% от стоимости основного оборудования:

$$S_{всп} = 0.1 \cdot S_{осн}$$

$S_{всп} = 0,1 \times S_{осн}$ = 0,1 • 27500 = 2750 (руб)

Тогда общая стоимость оборудования будет равна:

$$S_{общ} = S_{осн} + S_{всп}$$

$S_{общ} = S_{осн} + S_{всп}$ = 27500 + 2750 = 30250 (руб)

Амортизация оборудования составляет 25% и 15% от стоимости основного и вспомогательного оборудования соответственно:

$A_{об} = 0.25 \cdot S_{осн} + 0.15 \cdot S_{всп}$

$A_{об} = 0,25 \times S_{осн} + 0,15 \times S_{всп}$ = 0,25 • 27500 + 0,15 • 2750 = 7288 (руб)

Затраты на текущий ремонт оборудования составляют 5% от общей стоимости оборудования:

$P_{об} = 0.05 \cdot S_{общ}$

$P_{об} = 0,05 \times S_{общ}$ = 0,05 • 30250 = 1513 (руб.)

Стоимость помещения определяется следующим образом:

$S_{пом} = S \cdot S_{ав.м}$,

где S - площадь помещения(м^2); S =12 м^2

$S_{кв.м}$ -стоимость аренды за 1м^2 площади помещения в год . $S_{кв.м}$ =500 руб.

$S_{пом} = S \times S_{кв.м}$ = 12 • 500 = 6000 (руб.)

Амортизация помещения составляет 2.8% от его стоимости:

$A_{пом} = 0.028 \cdot S_{пом}$

$A_{пом} = 0,028 \times S_{пом}$ = 0,028 • 6000 = 168 (руб.)

Затраты на текущий ремонт помещения рассчитываются как 1.6% от его стоимости:

$P_{пом} = 0.016 \cdot S_{пом}$

$P_{пом} = 0,016 \times S_{пом}$ = 0,016 • 6000 = 96 (руб.)

Расходы на электроэнергию складываются из расхода на освещение $W_{ос}$ и расходов на производственное потребление электроэнергии $W_э$:

$W_{ос} = S \cdot k_э \cdot S_{тар}$

$W_{ос} = S \times k_э \times S_{тар}$ = 12 • 50 • 1,84 = 1104 (руб.)

$W_э = N_{уст} \cdot n \cdot k_{пот} \cdot Ф \cdot S_{тар}$

$W_э = N_{уст} \times n \times k_{пот} \times Ф \times S_{тар}$ = 0,35 • 1 • 1,05 • 1330 • 1,84 = 899 (руб.)

$З_{эл} = W_{ос} + W_э$

$З_{эл} = W_{ос} + W_э$ = 1104 + 899 = 2003 (руб.)

где S - площадь помещения (42 м^2);

$k_э$ - усредненный расход энергии, необходимый для освещения 1м^2 площади помещения в год (50кВт/ м^2);

$N_{уст}$ -мощность единицы оборудования (кВт); $N_{уст} = 0.3кВт$

n - количество единиц оборудования (1 шт.);

$k_{пот}$ - коэффициент, учитывающий потери в сети (1.05);

$S_{тар}$ -стоимость 1кВт*ч энергии (руб.); ($S_{тар}$ =1,84 руб).

Расходы на отопление, водоснабжение и т. д. Рассчитываются исходя из стоимости отопления руб./$м^2$ в месяц, а водоснабжения из расчёта руб./чел. В месяц, т. е.:

$З_{от.вд.}=(k_1 \times S \times 12) + (k_2 \times n_1 \times 12)$ = 16,04 • 12 • 12 + 102,08 • 1 • 12 = 3144,48 (руб.)

где k_1 - плата за отопление 1 $м^2$ помещения в месяц (16,04 руб./кв.м.);

S – площадь помещения ($м^2$);

k_2 - плата за водоснабжение 1 человека в месяц (102,08 руб./чел. – хол., гор. вода, стоки);

n_1 - количество рабочих мест в помещении (шт.);

12 – количество месяцев в году.

Прочие расходы составляют 10% от суммы расходов по предыдущим пунктам.

$$З_{пр}=0,1 \times (А_{об} + Р_{об} + А_{пом} + Р_{пом} + З_{эл} + З_{от.вд.}) =$$

= 0,1 • (7288+1513+638,5+365+2003+3144,48) =1495,2 (руб.)

Количество часов, отработанных всеми машинами в год равно:

$Т_ф = n \times Ф$ = 1330 ·1=1330 (ч)

где n – количество единиц оборудования (шт.);

Ф – годовой фонд времени работы оборудования;

$$Э=А_{об} + Р_{об} + А_{пом} + Р_{пом} + З_{эл} + З_{от.вд.} + З_{пр} =$$

= 7288+1513+638,5+365+2003+3144,48+1495,2 = 16447,18 (руб.)

Теперь, зная все затраты, можно вычислить стоимость одного машинного часа:

$Z_{м\text{-}час}$ = 16447,18 / 1330 = 12,36 (руб.)

Расчет себестоимости программного продукта

Себестоимость программного продукта определяется по формуле:

$$C_{прогр} = T_{дн} \cdot 12 \cdot З_{мес} \cdot 1.26/12 \cdot n_{дн} + t_{маш} \cdot Z_{м.час},$$

где $T_{дн}$ - затраты времени на разработку (чел.дней); $T_{дн} = 247.75$ (чел.дней);

$З_{мес} \cdot 1.26$ - среднемесячная заработная плата с начислениями (руб.);

$З_{мес} = 3000$ (руб.);

$n_{дн}$ - количество рабочих дней в месяце(22 дня);

$t_{маш}$ - затраты машинного времени на отладку и внедрение (час.);

$Z_{м.час}$ - стоимость машинного часа (руб.).

$C_{прог}$ = 247,75*5000*1.26/22 + 31,5*13.5 = 71372 руб

Обоснование цены прикладной программы

Особенность разработки программного продукта заключается в том, что затраты на разработку носят разовый характер и не зависят от предполагаемого объема продаж. Поэтому максимальную цену разработки прикладной программы можно определить по формуле:

$$C_{\max} = C_{прогр} \cdot (1 + r) \cdot (1 + k_{НДС}),$$

где $C_{прогр}$ - себестоимость программного продукта (руб.);

r - коэффициент рентабельности (в долях) r =0.3;

$k_{НДС}$ - коэффициент, учитывающий НДС (0.18).

C_{max} = 71372 * (1+0.3) * (1+0.18) = 109485 (руб)

При условии внедрения разработанного программного продукта на нескольких объектах (n), стоимость работы на каждом объекте определяется по формуле

Cn = Cmax / n + Свнедр

где Свнедр - стоимость работ по внедрению программного продукта на каждом объекте.

Последняя величина на разных объектах отличается в основном за счет командировочных расходов (а точнее - расходов на проезд) и ее можно принять в среднем равной 250 руб. (расход на носители информации - 50 руб., затраты на документацию - 100 руб., командировочные расходы в среднем - 100 руб.) Тогда при n=20 :

Cn =5824,25руб.

Анализ конкурентоспособности

Для анализа конкурентоспособности выбираем трех конкурентов разрабатываемой программы и выделяем набор функций, по которым будем сравнивать программные продукты.

Функции сравнения:

1) скорость распознавания символов;
2) качество и точность распознавания символов;
3) простота использования;
4) совместимость с другими программными продуктами;
5) расширяемость.

Таблица 9.2-Характеристики сравниваемых систем

Номер функции сравнения	Разрабатываемая система	FineReader 7.0	Recognita Plus 5.0
1	1 – 3 сек/стр	1 – 7 сек/стр	2 – 8 сек/стр
2	95.2%	84.9%	84.6%
3	Очень простое	Простое	Имеет некоторые неудобства

4	Высокая степень совместимости	Высокая степень совместимости	Средняя степень совместимости
5	Очень хорошие возможности для расширения	Хорошие возможности для расширения	Нет возможностей для расширения

Составим матрицы предпочтений для пяти экспертов.

Таблица 9.3. Матрица предпочтений эксперта 1

	Функции (j)						
Функ-ции (i)	1	2	3	4	5	Сумма по строкам	Вес Ii
1	1	0	2	0	2	5	0,2
2	2	1	2	2	2	9	0,36
3	0	0	1	2	0	3	0,12
4	2	0	0	1	1	4	0,16
5	0	0	2	1	1	4	0,16
						25	1

Таблица 9.4. Матрица предпочтений эксперта 2

	Функции (j)						
Функ-ции (i)	1	2	3	4	5	Сумма по строкам	Вес Ii
1	1	2	2	2	2	9	0,36
2	1	1	2	1	2	7	0,28
3	0	0	1	2	0	3	0,12
4	2	0	0	1	0	3	0,12
5	0	0	1	1	1	3	0,12
						25	1

Таблица 9.5. Матрица предпочтений эксперта 3

	Функции (j)						
Функ-ции (i)	1	2	3	4	5	Сумма по строкам	Вес Ii
1	1	0	2	2	2	7	0,28
2	2	1	2	0	1	6	0,24
3	2	0	1	1	1	5	0,2

4	0	2	0	1	2	5	0,2
5	0	0	1	0	1	2	0,08
						25	1

Таблица 9.6. Матрица предпочтений эксперта 4

	Функции (j)						
Функ-ции (i)	1	2	3	4	5	Сумма по строкам	Вес Ii
1	1	1	2	2	2	3	0,12
2	1	1	2	0	0	8	0,32
3	0	0	1	2	0	3	0,12
4	0	2	0	1	0	5	0,2
5	0	2	2	2	1	6	0,24
						25	1

Таблица 9.7. Матрица предпочтений эксперта 5

	Функции (j)						
Функ-ции (i)	1	2	3	4	5	Сумма по строкам	Вес Ii
1	1	1	2	2	0	1	0,04
2	1	1	1	0	0	6	0,24
3	0	1	1	2	1	5	0,2
4	0	2	0	1	1	8	0,32
5	2	2	1	1	1	5	0,2
						25	1

По результатам опросов экспертов из значений $\mathbf{I_i}$ составляется матрица и определяется средний вес каждой функции как среднее арифметическое.

Таблица 9.8. Веса функций

	Эксперты					
Функ-ции	1	2	3	4	5	Средний вес
1	0,2	0,36	0,28	0,12	0,04	0,268
2	0,36	0,28	0,24	0,32	0,24	0,282
3	0,12	0,12	0,2	0,12	0,2	0,213
4	0,16	0,12	0,2	0,2	0,32	0,133
5	0,16	0,12	0,08	0,24	0,2	0,123

Далее необходимо рассчитать абсолютные уровни качеств **aij** переведя оценки характеристик сравниваемых систем из табл. в десятибалльную систему и рассчитать индексы потребительских свойств **Pj**.

Pj = $\sum$ Ii ‘aij

Таблица 9.9 - Абсолютные уровни качеств и индексы потребительских свойств

Название продукта	Функции					Индекс потребительских свойств I_j	
	1	2	3	4	5	P_j	Нормированный $I_{обj}$
Разрабатываемая система	10	10	8	10	8	9.518	1
FineReader 7.0	8	8	8	10	6	8.172	0.91
Recognita Plus 5.0	8	6	6	6	4	6.404	0.67
Веса	0.268	0.282	0.213	0.133	0.123		

Проанализируем цены программных продуктов:

Разрабатываемое ПО – 109485 руб.

Конкурент 1 – 150483 руб.

Конкурент 2 – 123783 руб.

Расчет ценовых индексов $\mathbf{I}_{цj}$ производится нормированием цен рассматриваемых программ по максимальной цене.

$I_{ц1}$=0,73;

$I_{ц2}$=1;

$I_{ц3}$=0,88;

Коэффициенты конкурентоспособности k_j, рассчитывается по формуле:

$$k_j = I_{об} / I_{цj},$$

K_1=1/0,73=1,37;

K_2=0,91/1=0,91;

K_3=0.67/0.88=0,76;

Наиболее конкурентоспособным является разрабатываемый программный продукт, т.к. его интегральный коэффициент конкурентоспособности имеет наибольшее значение по сравнению с остальными системами. У данного программного продукта сравнительно невысокая цена при высоком качестве и точности распознавания рукописных символов. Количество решаемых задач не меньше, чем у конкурентов, но при этом имеется возможность модернизации и совместимости с другими программными продуктами. Исследуемая система обладает простым и понятным интерфейсом для работы пользователя.

Расчет экономического эффекта от внедрения программного продукта

Экономический эффект от внедрения программного продукта образуется за счет:

1. Роста производительности труда; сокращения объема выполняемых вручную операций, сокращения штата сотрудников, экономии заработной платы;
2. Повышения производительности труда управленческого персонала;
3. Уменьшения вероятности ошибок (информация после внедрения системы обрабатывается автоматически, что уменьшает появление ошибок);
4. Уменьшения потерь информации (т.к. информация после внедрения программы передается по защищенному каналу связи).

$$I_t = \frac{1}{(1+i)^{t-1}},$$

где i-ставка дисконтирования, $i = 0.18$.

$$Э_m = З_{стар} - З_{нов},$$

где $З_{стар}$ - затраты на решение выбранной задачи до внедрения программного продукта;

$З_{нов}$ - затраты на решение задачи, но после внедрения программного продукта.

$$З_{стар} = З_{мес} \cdot 1.26 \cdot n \cdot 12,$$

$$З_{нов} = З_{мес} \cdot 1.26 \cdot n \cdot 12 + C_n,$$

где $З_{мес}$ - зарплата 1 сотрудника;

n - число сотрудников (до внедрения разработки было 5 человек, после внедрения – стало 3 человека, в связи с автоматизацией и облегчением работы, с которой могут справиться 3 человека).

C_n - стоимость работ по внедрению программного продукта на объекте, Cn =5824,25 руб.

$З_{стар} = 6000 \cdot 1.26 \cdot 5 \cdot 12 = 453600$ (руб.),

$З_{нов} = 6000 \cdot 1.26 \cdot 3 \cdot 12 + 5824,25 = 277984,25$ (руб.) – затраты после внедрения в первый год,

$З_{нов} = 6000 \cdot 1.26 \cdot 3 \cdot 12 = 272160$ (руб.) – затраты после внедрения во второй и последующий годы

Таблица 9.10 - Распределение затрат и результатов по годам расчетного периода

Года t	Затраты до внедрения, $З_{стар}$	Затраты после внедрения, $З_{нов}$	Эффект, $Э_т = З_{стар} - З_{нов}$	Коэффициент дисконтирования, I_t	Дисконти-рованный эффект, $Э_т \cdot I_t$	Сумма нарастающим итогом
1	453600	277984,25	175615,75	1	175615,75	175615,75
2	453600	272160	181440	0,8475	153770.4	331674.25
3	453600	272160	181440	0,7185	130364.64	462038.89
4	453600	272160	181440	0,6086	110424.38	572463.27
5	453600	272160	181440	0,5158	93586.75	666050.02

Тогда сумма экономического эффекта составляет 666050.02 руб. Комплекс программ окупится менее чем за один год.

Дальнейший рост этой суммы обусловлен ростом цен и повышением зарплат. В среднем он составляет 10% от предыдущей суммы. Затраты после внедрения складываются 1 и 2 пунктов. Аналогично можно предположить и повышение экономического эффекта.

Заключение

В данной работе рассматривались современные информационные технологии в области управления параметрами технологического процесса производства аммиака. Разобраны алгоритмы их работы.

Была поставлена задача автоматизации управления параметрами технологического процесса производства аммиака, разработан алгоритм выявления параметров, подлежащих регулированию, и способа их регулирования. Разработано программное обеспечение, выполняющее следующие функции:

- получение значений параметров;
- анализ текущего состояния системы;
- определение способа регулирования параметрами;
- сохранение результатов обработки данных.

«Автоматизированная система безопасного стратегического управления процессом синтеза аммиака» позволит сократить время на анализ параметров технологического процесса и принятие решений в условиях аварийной ситуации, уменьшить вмешательство человека в ход технологического процесса, минимизировать роль человеческого фактора в процессе принятия решения и повысить уровень охраны труда и промышленной безопасности. А также уменьшить штат сотрудников, за счет автоматизации выполняемых ранее ими функций, обеспечить стабильное качество продукта, увеличить производительность существующего

технологического оборудования за счет оперативного контроля и автоматизированного управления.

Дальнейшее развитие информационных технологий в области управления параметрами технологического процесса направлено на стабилизацию работы агрегата производства аммиака в автоматизированном режиме с минимальным вмешательством персонала в управление процессом.

Библиографический список

1. ГОСТ 2.104-68. Основные надписи. – Взамен ГОСТ 5293-60; введ. 01.01.1971. - М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1970. – 8 с. (Государственный стандарт союза ССР. Единая система конструкторской документации).
2. ГОСТ 34.201-89. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем. – Взамен ГОСТ 24.101-80, ГОСТ 24.102-80, РД 50-617-86; введ. 01.01.1990. – М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 9 с. (Государственный стандарт союза ССР. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы)
3. ГОСТ 34.602-89. Техническое задание на создание автоматизированной системы. – Взамен ГОСТ 24.201-85; введ. 01.01.1990. – М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 15с. (Государственный стандарт союза ССР. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы)
4. РД 50-34.698-90 Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов. – Введ. 01.01.1992.- М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 20 с.(Руководящий документ по стандартизации.

Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы)

5. ГОСТ 19.701-90. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. – Взамен ГОСТ 19.002-80, ГОСТ 19.003-80; введ. 01.01.1992. – М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1991. – 23 с.(Единая система программной документации)
6. ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовым документам. – Взамен ГОСт 2.105-79, ГОСТ 2.906-71; введ. 01.07.1996. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995. – 19 с.(Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации).
7. ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Взамен ГОСТ 7.32 – 91; введ. 01.07.2002. - Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. – 19 с. – (Система стандартов по информации библиотечному и издательскому делу).
8. Архангельский А.Я. Delphi 6: Справочное пособие. – М.: Бином, 2001 – 1024с.
9. Бобровский С. Delphi : учебный курс. /Под ред. Бобровский С. – СПб.: Питер, 2001. – 640 с.
10. Дарахвелидзе П.Г., Марков Е.П. Delphi – среда виртуального программирования. СПб.: BHV – С.П., 1996 – 352с.
11. Демченко Т. Автоматизация и моделирование технологических процессов / Высшее образование в России. – 2004. – 164 с.
12. Матчо Д., Фолкнер Д.Р. Delphi – Полный справочный материал: Пер. с англ./ Под ред. В. Тимофеева. – М.: Бином, 1995. – 464с.
13. Орнандский И.В. Автоматические измерения и приборы / Стройиздат. – 2003. 328 с.

14. Огнянович А.В. Методические указания по выполнению организационно-экономической части дипломного проекта. - Тула: ТулГУ,2003.
15. Типовые нормы времени на программирование задач для ЭВМ. – М.: Экономика,1989.
16. Фатуев В.А., Годынский Э.Г., Бушинский В.И., Андриянова М.А., Мартынова М.А. Применение ситуационного анализа и управления на химически опасных объектах. // Извест. ТулГУ. Серия Вычисл. техн. Автоматика. Управление. Выпуск 5. ТулГУ, 1999, 3-10 с.