

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт математики, физики и информационных технологий
(наименование института полностью)

Кафедра «Прикладная математика и информатика»
(наименование кафедры)

09.03.03 Прикладная информатика
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Прикладная информатика в социальной сфере
(направленность (профиль)/специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Автоматизированная система управления вентиляцией
авторемонтного предприятия»

Студент

А.С. Назарова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.А. Ерофеева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.тех.н, доцент, А.В. Очеповский

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Тема: Автоматизированная система управления вентиляцией авторемонтного предприятия.

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, АВТОРЕМОНТНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ.

Объект исследования бакалаврской работы – бизнес-процесс управления вентиляцией автотранспортного предприятия. Предмет исследования – автоматизированная система управления (АСУ) вентиляцией авторемонтного предприятия. Цель бакалаврской работы - разработка АСУ вентиляцией авторемонтного предприятия.

Методы исследования: реинжиниринг бизнес-процессов авторемонтных предприятий, методологии BPMN и объектно-ориентированного анализа и проектирования.

В аналитической части работы сделан анализ бизнес-процесса управления вентиляцией «КАК ЕСТЬ» и разработана модель «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ» усовершенствованного бизнес-процесса.

На стадии концептуального проектирования сформулированы требования к разрабатываемой АСУ. На стадии логического проектирования на основе объектно-ориентированного подхода разработана логическая модель АСУ.

Выполнена реализация и подтверждена эффективность АСУ вентиляцией автотранспортного предприятия.

Работа включает: страниц 50, рисунков 12, таблиц 5, источников 22.

ABSTRACT

The title of the bachelor's work is: “Automated ventilation control system for automobile repair plant”

Keywords: AUTOMATED CONTROL SYSTEM, VENTILATION, AUTOMOBILE REPAIR PLANT.

The object of the bachelor's work is the business process of ventilation control in an automobile repair plant.

The subject of bachelor's work is an automated ventilation control system for automobile repair plant.

The aim of the bachelor's work is the development automated ventilation control system (AVCS) for automobile repair plant.

Research methods: reengineering of business processes of an automobile repair plant, methods of structured and object-oriented analysis and design.

In the analytical part of the work the analysis of the subject area "AS IS" is made and on the basis of the structured approach the model "TO BE" of the business process is developed. At the stage of conceptual design the requirements for the developed AVCS are formulated.

At the stage of logical design based on the object-oriented approach, a logical model of AVCS was developed. The AVCS application has been implemented and its efficiency has been confirmed.

The bachelor's work consists of an explanatory note on 50 pages including 12 figures, 5 tables, the list of 22 references.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
Глава 1 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ АВТОРЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	9
1.1 Выбор методологии проектирования информационной системы	9
1.2 Техничко-экономическая характеристика предметной области.....	10
1.2.1 Характеристика предприятия	10
1.2.2 Краткая характеристика объекта управления	12
1.3 Концептуальное моделирование предметной области	13
1.4 Разработка модели бизнес-процесса «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ»	17
1.5 Разработка требований к автоматизированной системе управления вентиляцией.....	19
1.6 Обзор и анализ аналогов автоматизированной системы управления вентиляцией.....	20
1.6.1 Автоматизированная система управления приточной вентиляцией компании «Овен»	20
1.6.2 АСУ вентиляцией компании «Датасолюшин»	21
1.6.3 АСУ ТП в сетях электроснабжения, вентиляции, отопления, водоснабжения компании «Оптима»	22
Глава 2 ЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ АВТОРЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	26
2.1. Диаграмма вариантов использования автоматизированной системы управления вентиляцией	26
Данная диаграмма отражает функциональный аспект АСУ вентиляцией... ..	29
2.2 Диаграмма классов автоматизированной системы управления вентиляцией.....	29
2.3 Диаграмма последовательности автоматизированной системы управления вентиляцией.....	31

Глава 3 ФИЗИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ АВТОРЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	33
3.1 Выбор средства и среды разработки.....	33
3.2 Разработка программного обеспечения контроллера.....	36
3.4. Оценка эффективности автоматизированной системы управления вентиляцией.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	48

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с действующим трудовым законодательством РФ обязанностью владельцев и топ-менеджмента является обеспечение защиты здоровья работников предприятий с вредными условиями труда [4].

На предприятиях, занимающихся ремонтом и обслуживанием строительной техники, присутствуют взвешенные в воздухе вредные частицы и газы. В зависимости от состава они способны загрязнять дыхательную систему человека и осложнять ее работу.

Защита от воздействия вредных веществ обеспечивается путем внедрения систем искусственной вентиляции производственных помещений.

Вместе с тем используемые на большинстве авторемонтных предприятий компрессорные станции обслуживаются операторами в ручном режиме. Это влечет за собой дополнительные производственные издержки, основу которых составляют затраты на содержание обслуживающего персонала и неэффективное использование оборудования компрессорных станций.

Для решения обозначенной проблемы необходимо использовать автоматизированную систему, обеспечивающую управление и контроль работы компрессорных станций [18].

Таким образом, **актуальность** бакалаврской работы обусловлена необходимостью разработки автоматизированной системы управления вентиляцией на авторемонтном предприятии.

Объект исследования бакалаврской работы – бизнес-процесс управления вентиляцией авторемонтного предприятия.

Предмет исследования бакалаврской работы – автоматизированная система управления вентиляцией авторемонтного предприятия.

Цель бакалаврской работы - разработка автоматизированной системы управления (АСУ) вентиляцией авторемонтного предприятия.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ предметной области;
- выбрать технологию и методологии проектирования АСУ вентиляцией автотранспортного предприятия;
- разработать и произвести анализ моделей бизнес-процесса управления вентиляцией авторемонтного предприятия «КАК ЕСТЬ» и «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ»;
- разработать концептуальную модель АСУ вентиляцией автотранспортного предприятия;
- сформулировать требования к проектируемой АСУ вентиляцией автотранспортного предприятия;
- разработать логическую модель АСУ вентиляцией автотранспортного предприятия;
- реализовать и оценить эффективность АСУ вентиляцией автотранспортного предприятия.

Методы исследования: реинжиниринг бизнес-процессов авторемонтных предприятий, методологии BPMN и объектно-ориентированного анализа и проектирования.

Практическая значимость работы заключается в разработке и внедрении АСУ вентиляцией автотранспортного предприятия.

Соответствие содержания бакалаврской работы профессиональным компетенциям по видам профессиональной деятельности выпускника:

- научно-исследовательская деятельность:
 - способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач (ПК-23);
 - способность готовить обзоры научной литературы и электронных информационно-образовательных ресурсов для профессиональной деятельности (ПК-24).

Бакалаврская работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

Во введении обозначается тема работы и ее актуальность, описывается объект и предмет исследования, цели и задачи, которые необходимо решить в данной работе.

Первая глава включает в себя описание предметной области, обоснование необходимости разработки АСУ вентиляцией автотранспортного предприятия.

Вторая глава посвящена разработке логической модели АСУ вентиляцией автотранспортного предприятия.

В третьей главе описана реализация и представлена оценка эффективности АСУ вентиляцией автотранспортного предприятия.

В заключении описываются результаты выполнения бакалаврской работы.

Работа включает: страниц 50, рисунков 12, таблиц 5, источников 22.

Глава 1 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ АВТОРЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

1.1 Выбор методологии проектирования информационной системы

В основе методологий проектирования АСУ производством и производственными объектами лежат методология бизнес-моделирования производственных систем и спиральная модель жизненного цикла АСУ [9].

Бизнес-моделирование представляет собой пошаговый план действий для обеспечения эффективного функционирования предприятия.

Успешные предприятия разработали бизнес-модели, которые позволяют им развиваться при незначительных затратах. Со временем обстоятельства меняются, и многие компании часто меняют свои бизнес-модели, чтобы отражать изменяющиеся бизнес-среды и требования рынка.

В теории и практике термин бизнес-модель используется для широкого круга неофициальных и формальных описаний для представления основных аспектов бизнеса, включая цель, бизнес-процесс, целевых потребителей, предложения, стратегии, инфраструктуру, организационные структуры, поиск источников, операционные процессы и политики и т.д.

Методология бизнес-моделирования опирается на следующие уровни описания информационной системы [5]:

- 1) концептуальный уровень - содержательный аспект на основе методологии реинжиниринга и моделирования бизнес-процессов;
- 2) логический уровень – формализованное описание информационной системы на основе объектно-ориентированного подхода;
- 3) физический уровень - программно-аппаратная реализация информационной системы.

Объектом управления в работе является производственный объект - система вентиляции автотранспортного предприятия.

Ключевой стадией проектирования АСУ производственным объектом является построение ее концептуальной модели, отражающей функциональные особенности разрабатываемой АСУ в контексте задач по обеспечению эффективности исследуемого бизнес-процесса.

1.2 Технико-экономическая характеристика предметной области

1.2.1 Характеристика предприятия

Авторемонтное предприятие выполняет следующие виды работ:

- монтаж, наладка и техническое обслуживание приборов безопасности всех типов кранов, автоподъемников, вышек;
- сварочные работы любой сложности;
- капитальный ремонт гидравлики, электрооборудования стреловых, порталных кранов и кранов мостового типа, автоподъемников, вышек;
- ремонт спецтехники (кранов-манипуляторов, экскаваторов, тракторов, автопогрузчиков, самосвалов).

Для выполнения этих видов работ предприятие располагает необходимым оборудованием, а также квалифицированными специалистами: инженерно-техническим персоналом, слесарями-гидравликами, техниками-гидравликами, техниками-электриками, наладчиками приборов безопасности, электромонтерами, газосварщиками, имеющими большой опыт работы и прошедшими соответствующую аттестацию в головных профильных институтах.

Организационная структура авторемонтного предприятия представлена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 - Организационная структура авторемонтного предприятия

Система управления предприятием построена в соответствии с линейно-иерархическим принципом. На каждом уровне четко определены зоны ответственности и зоны подчинения.

Директор полностью отвечает за работу фирмы. На нем лежит обязанность проведения основных переговоров с Заказчиками (когда предполагается особо значимый для фирмы заказ).

Исполнительный директор отвечает за производственную деятельность предприятия. На него ложится ответственность за успешную работу ремонтной службы, службы снабжения.

Исполнительный директор визирует счета на покупку материалов и запасных частей, комплектующих, которые оплачиваются бухгалтерией. Он несет ответственность по возможным рекламациям от заказчиков на качество выполненных работ.

Ремонтная служба во главе с главным механиком принимает заказы на ремонтные работы. Ее специалисты также диагностируют неисправности,

определяют объем необходимых работ, комплектацию на замену и время на выполнение работ. Каждый заказ оформляется на одного из мастеров службы, который несет ответственность за его своевременное и качественное исполнение. Ремонтная служба выполняет заказы на текущее обслуживание строительной техники.

Основными источниками загрязнения являются сварочный и токарный цехи ремонтной службы.

Для обеспечения качественного воздухообмена внутри производственных помещений и фильтрации воздуха от вредных веществ используется система вентиляции, расположенная в компрессорной.

1.2.2 Краткая характеристика объекта управления

Вентиляция производственных помещений – это совокупность мероприятий и устройств, необходимых для обеспечения заданного качества воздушной среды в рабочих помещениях. Системе вентиляции принадлежит основная роль в нормализации воздушной среды на рабочих местах и в производственных помещениях.

Эффективное и энергосберегающее управление вентиляцией осуществляется на основе данных измерительных приборов, установленных в ремонтных цехах и обеспечивающих оптимальную работу вентиляторов в соответствии с требованиями СанПин [3].

Для обеспечения надежной работы вентиляции используется система управления, которая должна поддерживать следующие функции:

- контроль наружной температуры и влажности в помещении;
- контроль количества наружного воздуха, закачиваемого в помещение;
- контроль потребления электроэнергии;
- управление воздухообменом и циркуляцией, исходя из реальных потребностей предприятия.

Система вентиляцией авторемонтного предприятия управляется оператором в ручном режиме.

1.3 Концептуальное моделирование предметной области

1.3.1 Выбор технологии концептуального моделирования предметной области

Организации используют моделирование бизнес-процессов (Business Process Modeling) для визуального документирования, понимания и совершенствования своих бизнес-процессов.

Как часть методологии реинжиниринга и управления бизнес-процессами (Business Process Management) моделирование бизнес-процессов (МБП) используется в качестве организационного инструмента для анализа существующего состояния бизнес-процесса («как есть») и для определения его будущего состояния («как должно быть»), а также в контексте решения задач улучшения данного бизнес-процесса.

МБП в визуальной форме представляет все связанные действия, события и ресурсы процесса продукта или услуги, чтобы сделать их более эффективным.

Современные методологии МБП представляют собой интеграцию методов графического представления, развертывания, моделирования, анализа и улучшения бизнес-процессов.

В рамках процесса реинжиниринга бизнес-процессов МБП используется для описания существующих и новых бизнес-процессов.

К достоинствам МБП также относятся:

- возможность создания визуальных моделей процессов. Документация, основанная на вербальной основе, недостаточно точно и наглядно отражает бизнес-процесс. Визуальные модели помогают обеспечить полную картину производства товара или услуги;

- упорядочивание операций. При любой новой бизнес-стратегии непрерывное отслеживание процессов после изменения требует определения того, как оставаться в рамках общей организационной стратегии. Анализы

также выполняются для выявления узких мест и неэффективности и обеспечения гибкости процесса;

- улучшение связи между процессами. Коммуникация является ключом ко всем из следующих задач: формализация существующих процессов, согласование процессов, устранение недоработок с бизнес-правилами, обработка исключений, обеспечение соблюдения нормативных требований и т.д.

- повышение эффективности работы. Моделирование процессов способствует оптимизации, позволяя моделировать и иллюстрировать необходимые улучшения. Это сокращает время проектирования и способствует лучшему использованию ресурсов;

- получение конкурентных преимуществ. Процесс лучше в целом, когда он постоянно совершенствуется и согласовывается с бизнес-стратегиями менеджмента предприятия.

Известные методологии моделирования процессов на основе структурного подхода неформальны в том смысле, что используемые в них диаграммы не имеют формально определенной семантики.

Вместе с тем, эти модели, как правило, очень интуитивно понятны, и их интерпретация изменяется в зависимости от средства моделирования, области приложения и характеристик бизнес-процессов.

Сравним возможности методологий моделирования бизнес-процессов DFD и BPMN.

DFD (Data Flow Diagram) – устаревшая методология, которая показывает, как данные используются в процессе (такой процесс можно декомпозировать - разложить на более низкие уровни), который включает в себя потребление, производство, архивирование и передачу данных [19].

BPMN (Business Process Model and Notation) - представляет собой графическую нотацию, изображающую шаги в бизнес-процессе [22]. BPMN показывает конечный поток бизнес-процесса. Обозначения были специально разработаны для координации последовательности процессов и сообщений,

которые протекают между различными участниками процесса в соответствующем наборе действий.

Сравним данные методологии на предмет возможности использования в качестве методологии МБП (таблица 1.1) [20].

Таблица 1.1 - Сравнительный анализ методологий DFD и BPMN

Параметр/Аналог	DFD	BPMN
Наличие стандарта	+	+
Универсальность	-	+
Возможность развития	-	+
Итого (+):	1	3

По результатам сравнения для разработки концептуальной модели предметной области выбираем BPMN.

В качестве CASE-средства моделирования используем свободно-распространяемый продукт BPMN.Studio, который поддерживает простую графическую нотацию (Simple Notation) BPMN [14].

1.3.2 Разработка модели бизнес-процесса управления вентиляцией «КАК ЕСТЬ»

Модель деятельности «КАК ЕСТЬ» представляет собой «снимок» положения дел в организации на момент обследования и позволяет понять, что делает и как функционирует организация с позиций системного анализа, выявить ряд ошибок и узких мест и сформулировать предложения по улучшению ситуации.

Для обследования авторемонтного предприятия использован процедурно-ориентированный метод, основанный на описании процедур

обработки информации, обеспечивающей поддержку задач управления системой вентиляции ремонтной службы.

Для сбора данных использовался метод интервьюирования операторов системы вентиляции предприятия.

По результатам проведенного анализа бизнес-процесса управления вентиляцией авторемонтного предприятия построена его BPMN-диаграмма «КАК ЕСТЬ», представленная на рисунке 1.2.

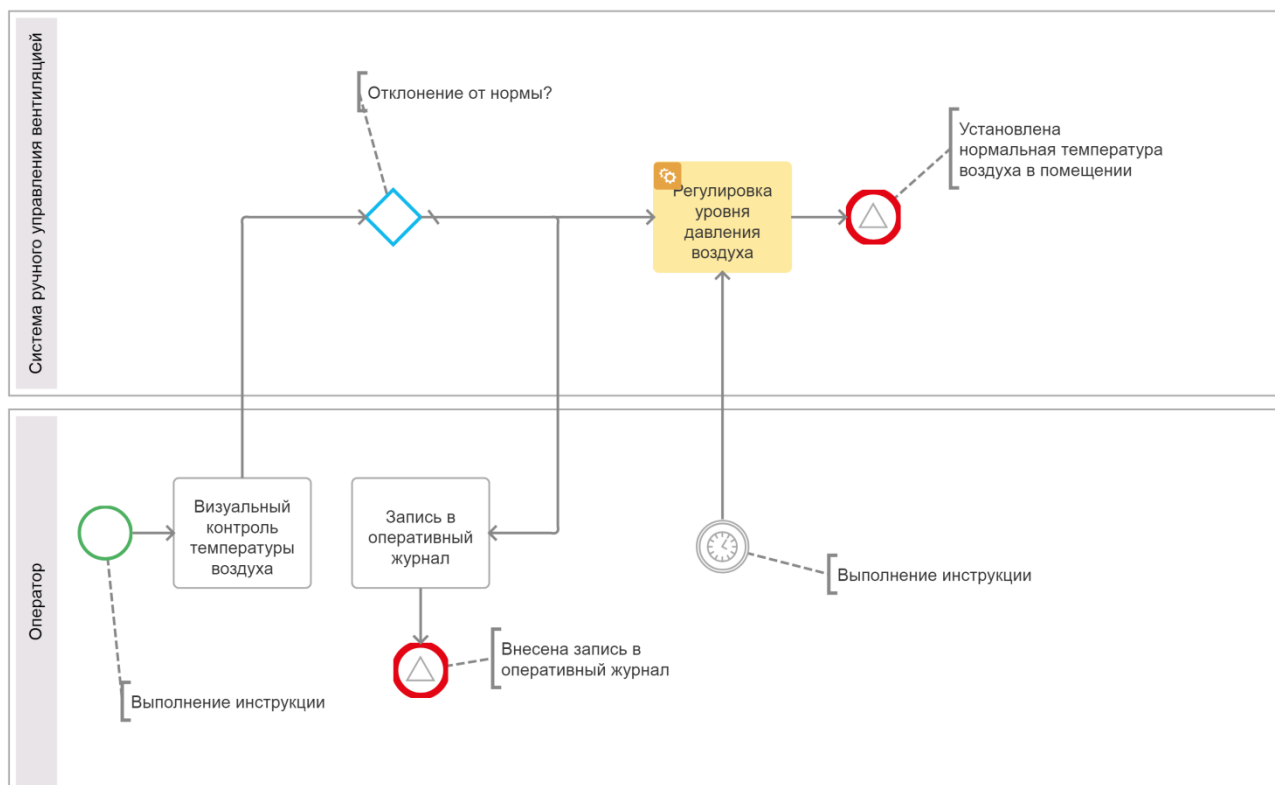


Рисунок 1.2 - BPMN-диаграмма бизнес-процесса управления вентиляцией авторемонтного предприятия «КАК ЕСТЬ»

На диаграмме изображены 2 зоны ответственности, обслуживаемые следующими участниками бизнес-процесса: Оператор, Система ручного управления вентиляцией.

Управление вентиляцией «КАК ЕСТЬ» организовано по алгоритму:

Шаг 1. Оператор согласно инструкции выполняет визуальный контроль (по прибору) температуры воздуха в помещении.

Шаг 2. При отклонении температуры в помещении от заданного уровня, Оператор производит ручную регулировку давления воздуха в компрессоре до достижения необходимой температуры.

Шаг 3. Оператор вносит в Операционный журнал данные о событии.

Процесс завершен.

На основании указанной модели производим постановку задачи и формируем требования к новой системе.

1.3.3 Анализ и обоснование необходимости автоматизации существующего бизнес-процесса управления вентиляцией

Анализ модели «КАК ЕСТЬ» показал, что существующий бизнес-процесс имеет следующие недостатки:

- низкая эффективность управления вентиляцией в ручном режиме;
- затраты на содержание бригады операторов;
- возможные негативные проявления «человеческого фактора»;
- дополнительные производственные издержки, обусловленные нарушением режимов эксплуатации вентиляционного оборудования;
- ручное ведение оперативного журнала.

Для улучшения бизнес-процесса принято решение его автоматизировать и использовать в качестве субъекта управления АСУ вентиляцией.

1.4 Разработка модели бизнес-процесса «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ»

С учетом вышеизложенного разработана BPMN-диаграмма бизнес-процесса управления вентиляцией «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ», которая представлена на рисунке 1.3.

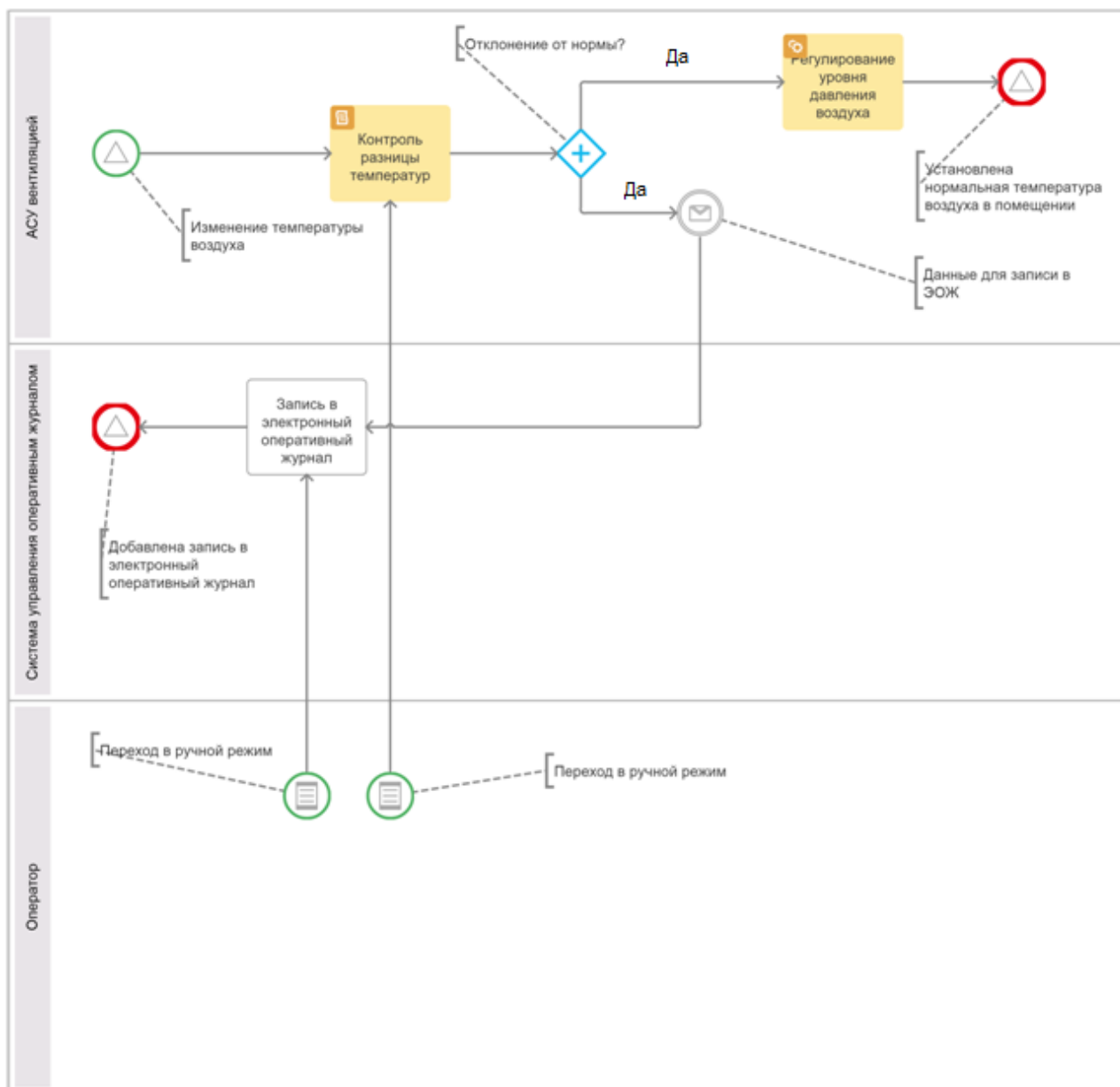


Рисунок 1.3 - BPMN-диаграмма бизнес-процесса управления вентиляцией «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ»

На данной диаграмме также выделены три зоны ответственности, в том числе две, поддерживаемые новыми участниками бизнес-процесса: АСУ вентиляции и системой управления оперативным журналом (СУОЖ).

Управление вентиляцией «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ» организовано по алгоритму:

Шаг 1. На вход АСУ вентиляции поступают данные о температуре воздуха в помещении.

Шаг 2. При отклонении температуры от заданного уровня, АСУ производит автоматическую регулировку давления воздуха в компрессоре.

Шаг 3. АСУ инициирует внесение записи о событии СУОЖ в электронный Оперативный журнал.

Процесс завершен.

Данная модель представляет собой концептуальную модель бизнес-процесса управления вентиляцией и является основой для логического и физического моделирования АСУ вентиляцией.

1.5 Разработка требований к автоматизированной системе управления вентиляцией

АСУ вентиляцией компрессорной станции предназначена для подготовки воздуха охлаждения компрессоров и отбора горячего воздуха для обогрева производственных помещений.

Для разработки требований к АСУ вентиляцией используем технологию FURPS+.

Название FURPS+ происходит от аббревиатуры, представляющей собой усовершенствованную модель для классификации атрибутов качества программного обеспечения (функциональных и нефункциональных требований).

Данная технология широко применяется в программной индустрии в настоящее время.

Рассмотрим основные понятия данной технологии с учетом особенностей разрабатываемой АСУ.

- 1) Functionality, функциональность:
 - автоматизированное управления вентиляцией;
 - дистанционный контроль работы системы;
 - управление электронным оперативным журналом.
- 2) Usability, удобство использования:
 - наличие справочной информации;

- отсутствие функциональной избыточности.

3) Reliability, надежность:

- допустимая частота/периодичность сбоев: 1 раз в 300 часов;
- среднее время сбоев: 1 раб. день;
- возможность восстановления системы после сбоев: 1 раб. день;
- режим работы 7/24/365.

4) Performance, производительность:

- допустимое количество одновременно работающих пользователей: 1;
- время реакции на возникновение аварийной ситуации – 10 мс.

5) Supportability, поддерживаемость:

- снижение затрат на обслуживание системы вентиляции;
- дистанционное администрирование;
- время устранения критических проблем: в течение рабочего дня.

б) Проектные ограничения:

- архитектура «клиент-сервер» СУОЖ;
- использование программируемых контроллеров управления.

Новая АСУ вентиляцией должна отвечать вышеперечисленным требованиям.

1.6 Обзор и анализ аналогов автоматизированной системы управления вентиляцией

Рассмотрим известные аналоги АСУ вентиляцией авторемонтного предприятия.

1.6.1 Автоматизированная система управления приточной вентиляцией компании «Овен»

АСУ приточной вентиляции представляет собой программно-аппаратный комплекс, предназначенный для управления температурой в производственное помещение [11].

Основной принцип управления – регулирование температуры воды подаваемой в калорифер приточной вентиляции и регулирования частоты вращения вентилятором по закону ПИД-регулирования. АСУ поддерживает температуру в производственном помещении согласно задаваемому расписанию, отображает температуру в отдельных частях цеха, температуру окружающей среды, температуру подаваемого воздуха, частоту вращения вентилятором, потребляемую мощность частотным преобразователем. Возможно управление частотой вентилятором в ручном режиме.

1.6.2 АСУ вентиляцией компании «Датасолюшин»

Вентиляционная система состоит из десяти контуров REGIN и одной холодильной машины YORK. В каждом контуре установлен контроллер CORIDO, который по заданной температуре регулирует состояние приточного воздуха [10].

Холодильной машиной YORK управляет контроллер ISN ScrewPack Center.

Как показывает практика внедрения этого проекта, прямой экономический эффект выражается следующими цифрами:

- снижение затрат на потребление электроэнергии 20-25%;
- снижение времени реакции на нештатные ситуации на 90%;
- снижение ущерба от нештатных ситуаций на 50%;
- снижение износа оборудования на 15%;
- повышения уровня комфорта в здании.

Функции АСУ:

- непрерывный мониторинг состояния системы вентиляции;
- контроль и управление системой вентиляции;
- непрерывное отображение данных;
- оповещение об авариях, нештатных ситуациях;
- архивирование данных;
- предоставление данных по сети Интернет.

Важной особенностью АСУ системы вентиляции является возможность ее интеграции с системой пожаробнаружения и пожаротушения. В случае возникновения пожара система самостоятельно выходит на аварийные режимы работы. Приводы перекрывают воздуховоды, способствуя тем самым замедлению распространения дыма, затрудняя доступ воздуха к очагу возгорания.

1.6.3 АСУ ТП в сетях электроснабжения, вентиляции, отопления, водоснабжения компании «Оптима»

В комплекс АСУ технологическими процессами (АСУ ТП) в сетях электроснабжения, вентиляции, отопления, водоснабжения входят системы автоматики непосредственного управления и контроля отдельных исполнительных механизмов (системы низовой автоматики) [12].

Суть и особенности:

- построение систем с перспективными отказоустойчивыми структурами, цифровой идеологией и возможностями масштабирования;
- эффективное использование механизмов с регулируемыми приводами, использование устройств «мягкого» пуска;
- формирование алгоритмов управления, диагностики и защиты электромеханических устройств, препятствующих возникновению причин их повреждения;
- мониторинг состояния кабельных сетей;
- использование современных высоконадежных датчиков.

Используемые технологии:

- единый комплекс телекоммуникаций на основе систем связи цифровых стандартов с формированием единой для всех систем опорной магистральной информационной сети передачи данных на основе ВОЛС;
- интегрированный цифровой комплекс (цифровые технологии) систем безопасности (АПС, ОС, СКД, теленаблюдение) с выводом информации в Ситуационный центр;

– формирование Ситуационного центра и Диспетчерского центра с современными системами отображения информации;

– обеспечение гарантированного электропитания систем от резервированных источников бесперебойного питания (ИБП) с централизованным их мониторингом.

Технический эффект:

– расширение функциональных возможностей систем в 1.2-2 раза за счет интеграции;

– технологическая и личная безопасность, а также удобство персонала с обеспечением международных требований;

– существенное облегчение работы обслуживающего персонала за счет автоматизации;

– перспективная техническая основа для привлечения молодых кадров.

При проектировании системы используются решения и комплектующие зарубежных вендоров: Schneider Electric, GE Security, MGE, Advantech, Siemens, ABB, Emerson Process Management, PSI AG, собственные решения.

Для проведения сравнительного анализа аналогов все важные характеристики АСУ собраны в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Сравнительный анализ аналогов АСУ вентиляцией

Характеристика / балл	АСУ вентиляцией компании «Овен»	АСУ вентиляцией компании «Датасолошин»	АСУ вентиляцией компании «Оптима»
автоматизация управления вентиляцией компрессорной станции	+	-	-
уменьшение затрат на обслуживание	-	-	-

дистанционный контроль	+	+	-
------------------------	---	---	---

Продолжение таблицы 1.2

уменьшение времени реакции на возникновение аварийной ситуации	+	+	+
Итого (+)	3	2	1

Как следует из таблицы 1.2, характеристики АСУ управления вентиляцией компании «Овен» наиболее полно соответствуют требованиям, предъявляемым к АСУ вентиляции авторемонтного предприятия.

Поэтому принято решение о внедрении данной АСУ на авторемонтном предприятии путем адаптации ее программно-технического обеспечения к специфике его организационной и производственной структуры.

Выводы по главе 1

1) Ключевой стадией проектирования АСУ вентиляцией является построение ее концептуальной модели, отражающей функциональные особенности разрабатываемой АСУ в контексте задач по обеспечению эффективности бизнес-процесса управления вентиляцией авторемонтного предприятия.

2) Сравнение современных методологий МБП подтвердило целесообразность использования для концептуального проектирования бизнес-процесса управления вентиляцией методологий, основанных на нотации BPMN.

3) Для повышения эффективности бизнес-процесса управления вентиляцией необходимо обеспечить внедрение в данный бизнес-процесс АСУ и СОУЖ.

4) Модель бизнес-процесса управления вентиляцией «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ» представляет собой его концептуальную модель и является основой для логического и физического моделирования АСУ.

5) АСУ управления вентиляцией компании «Овен» наиболее соответствуют требованиям, предъявляемым к АСУ вентиляции авторемонтного предприятия.

Поэтому принято решение о внедрении данной АСУ на авторемонтном предприятии путем адаптации ее программно-технического обеспечения к специфике его организационной и производственной структуры.

Глава 2 ЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ АВТОРЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Для разработки логической модели АСУ используем нотацию языка визуального моделирования UML. UML (Unified Modeling Language) - это язык и метод визуализации программного обеспечения с помощью набора диаграмм, построенных на основе объектно-ориентированной нотации [16].

На практике для логического проектирования информационной системы достаточно создать разработать диаграммы, отражающие ее основные аспекты: диаграмму вариантов использования, диаграмму классов и диаграмму последовательности.

2.1. Диаграмма вариантов использования автоматизированной системы управления вентиляцией

Диаграммы вариантов использования моделируют функциональность системы с использованием актеров и прецедентов.

Варианты использования - это набор действий, служб и функций, которые должна выполнять система. В рассматриваемом контексте – это АСУ управления вентиляцией авторемонтного предприятия. «Актеры» - это люди, организации и внешние системы, которые работают под определенными ролями внутри системы.

Диаграммы вариантов использования помогают выявлять любые внутренние или внешние факторы, которые могут влиять на систему.

Для этого опишем в технологии RUP функции, которые должна реализовать АСУ вентиляцией для каждого из нижеперечисленных актеров [8]:

Оператор: управление вентиляцией в ручном режиме.

Подсистема автоматического управления вентиляцией (ПАУВ):
управление вентиляцией в автоматическом режиме.

СУОЖ: управление операционным журналом.

Опишем прецеденты в табличной форме (таблицы 2.1-2.4).

Таблица 2.1 – Прецеденты

Прецеденты	Краткое описание
1. Управление в ручном режиме	Ручное управление вентиляцией и внесение записи в операционный журнал
2. Управление вентиляцией в автоматическом режиме	Автоматическое управление вентиляцией и внесение записи в операционный журнал
3. Управление операционным журналом	Формирование записи о событии в электронном операционном журнале (ЭОЖ)

Таблица 2.2 - Описание прецедента: Управление в ручном режиме

Прецедент: управление вентиляцией в ручном режиме
ID: 1
Краткое описание: ручное управление вентиляцией и внесение записи в ЭОЖ
Главный актер: Оператор
Второстепенные актеры: нет
Предусловие: прецедент начинается по инициативе Оператора
Основной поток: оператор переводит АСУ в режим ручного управления, регулирует температуру воздуха и записывает данные в ЭОЖ
Постусловие: Оператор визуально фиксирует изменение температуры воздуха и изменение в ЭОЖ
Альтернативные потоки: нет

Таблица 2.3 - Описание прецедента: управление вентиляцией в автоматическом режиме

Прецедент: принять решение вручную
ID: 2
Краткое описание: управление вентиляцией в автоматическом режиме
Главный актер: ПАУВ
Второстепенные актеры: нет
Предусловие: прецедент начинается по инициативе ПАУВ
Основной поток: ПАУВ обеспечивает регулировку температуры воздуха и запись данных в ЭОЖ
Постусловие: поддержка заданной температуры воздуха
Альтернативные потоки: нет

Таблица 2.4 - Описание прецедента: управление операционным журналом

Прецедент: управление операционным журналом
ID: 3
Краткое описание: формирование записи о событии в ЭОЖ
Главный актер: СУОЖ
Второстепенные актеры: ПАУВ, Оператор
Предусловие: прецедент начинается по инициативе ПАУВ или Оператора
Основной поток: ПАУВ или Оператор формируют запись о событии, которая вносится в ЭОЖ под управлением СУОЖ.
Постусловие: в ЭОЖ появляется новая запись
Альтернативные потоки: нет

На основании представленных таблиц строится диаграмма вариантов использования АСУ вентиляцией авторемонтного предприятия (рисунок 2.1).

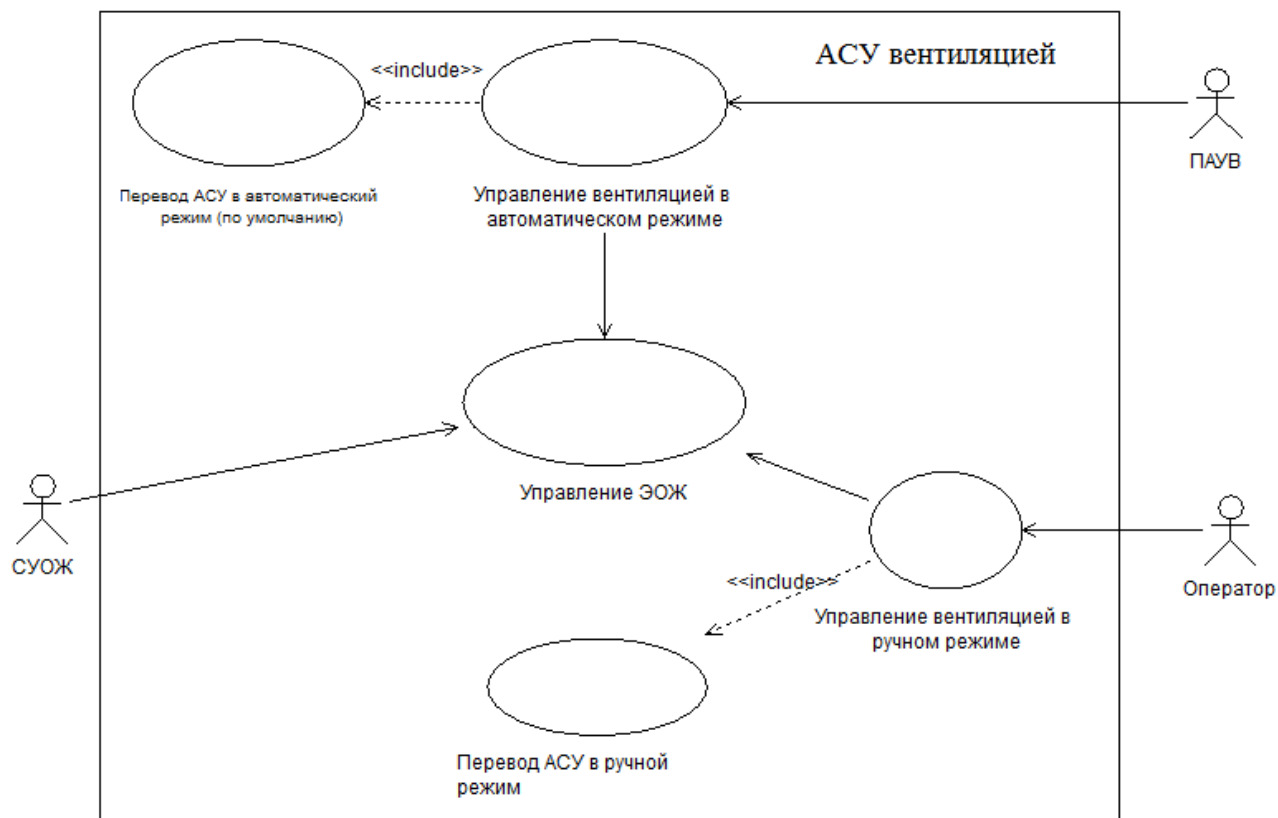


Рисунок 2.1 – Диаграмма вариантов использования АСУ вентиляцией авторемонтного предприятия

Данная диаграмма отражает функциональный аспект АСУ вентиляцией.

2.2 Диаграмма классов автоматизированной системы управления вентиляцией

Диаграмма классов моделирует отношения между классами, объектами, атрибутами и операциями.

Классы представляют собой абстракцию объектов с общими характеристиками. Связи между ними представляют собой отношения между классами.

Помимо диаграмм классов рекомендуется использовать диаграммы объектов, которые описывают статическую структуру системы в определенное время.

Они могут использоваться для проверки диаграмм классов для точности.

Рассмотрим диаграмму классов АСУ вентиляцией (рисунок 2.2).

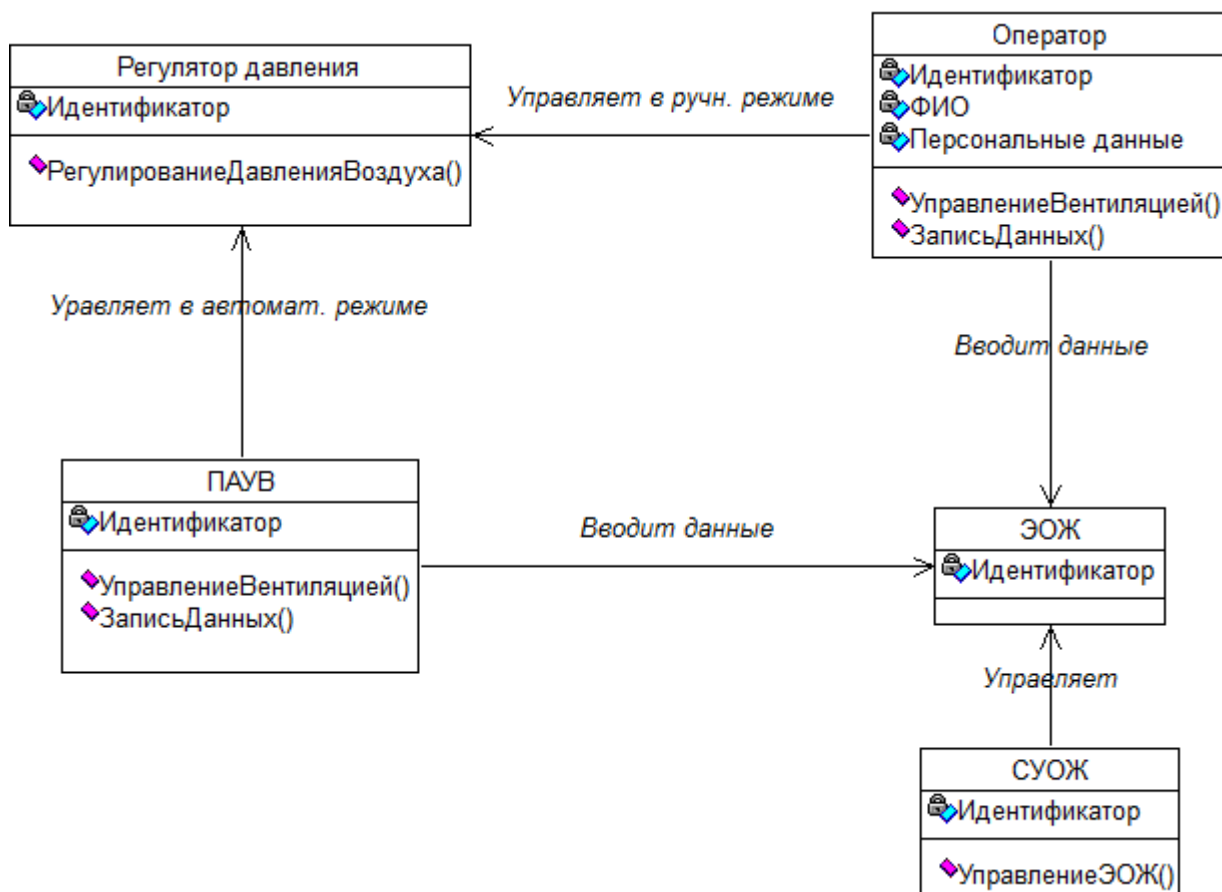


Рисунок 2.2 - Диаграмма классов АСУ вентиляцией

Составим спецификацию представленной диаграммы классов:

«Регулятор давления» - класс объектов - регуляторов давления воздуха;

«Оператор» - класс объектов - физических лиц, обеспечивающих управление вентиляцией вручную.

«ПАУВ» - класс объектов - информационных систем, обеспечивающих автоматическое управление вентиляцией.

«СУОЖ» – класс объектов – систем управления базами данных (СУБД), обеспечивающих управление ЭОЖ.

«ЭОЖ» – класс объектов – электронных документов, выполняющих функции электронного оперативного журнала.

Связи между классами – именованные ассоциации.

Диаграмма классов отражает статистический аспект АСУ вентиляции.

2.3 Диаграмма последовательности автоматизированной системы управления вентиляцией

Диаграммы последовательности называются диаграммами событий.

Диаграмма последовательности является хорошим способом визуализации и проверки различных сценариев выполнения вариантов использования. Они могут помочь предсказать, как система будет себя вести и обнаружить задачи, которые класс, возможно, должен иметь в процессе моделирования новой системы.

Рассмотрим основные сценарии функционирования АСУ вентиляцией.

На рисунке 2.3 представлена диаграмма последовательности сценария автоматического управления вентиляцией.

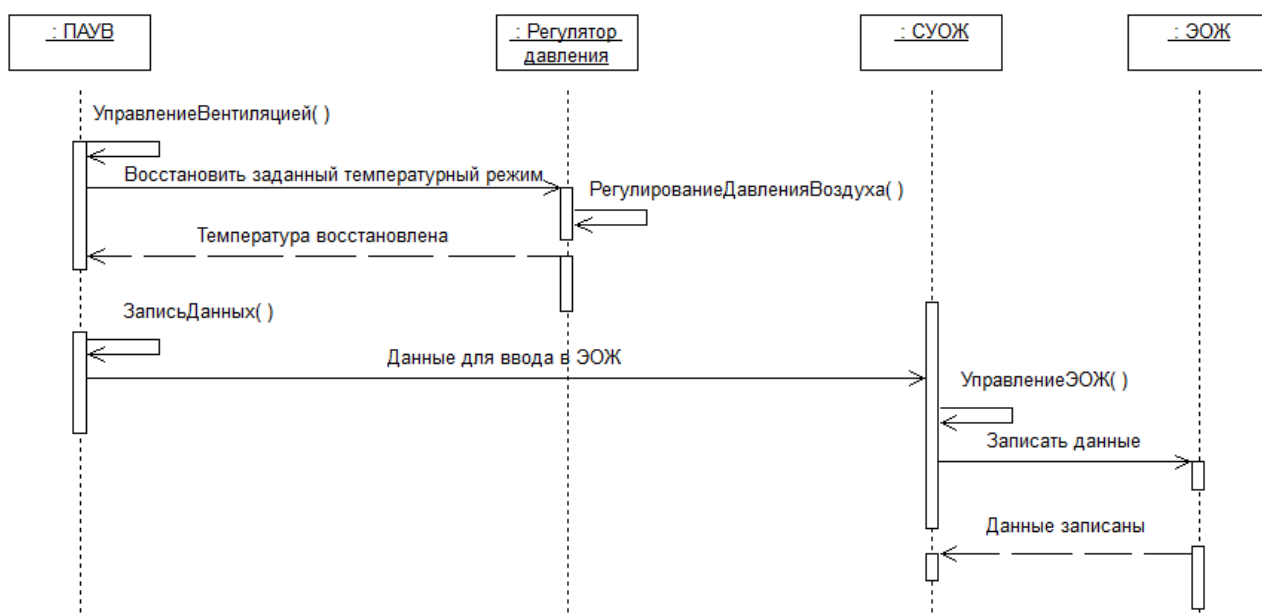


Рисунок 2.3 – Диаграмма последовательности сценария автоматического управления вентиляцией

Процесс инициализируется объектом ПАУВ при обнаружении отклонения температуры от нормы. Объект ПАУВ формирует команду управления вентиляцией и передает ее в виде сообщения объекту Регулятор давления.

Объект Регулятор давления выполняет процедуру регулирования давления воздуха в компрессорной и возвращает объекту ПАУВ сообщение о восстановлении температурного режима.

Далее объект ПАУВ подготавливает данные о событии для записи в ЭОЖ и передает их объекту СУОЖ.

Объект СУОЖ передает данные объекту ЭОЖ и формирует команду управления для записи данных в объект ЭОЖ.

Объект ЭОЖ записывает данные события и сообщает объекту СУОЖ о результате операции.

Процесс автоматического управления вентиляцией завершается.

Диаграммы последовательности описывают взаимодействия между классами системы в терминах обмена сообщениями в динамике.

Выводы по главе 2

1) На практике для логического проектирования информационной системы достаточно создать разработать диаграммы, отражающие ее основные аспекты: диаграмму вариантов использования, диаграмму классов и диаграмму последовательности.

2) Диаграмма вариантов использования является основой логической модели АСУ вентиляцией и отображает функциональный аспект последней. Для разработки диаграммы вариантов использования применяется технология RUP.

3) Диаграмма классов служит для описания статического аспекта АСУ вентиляцией в терминологии классов объектно-ориентированного программирования.

4) Диаграмма последовательности АСУ вентиляцией отображает динамический аспект системы и обеспечивает возможность представления взаимодействующих объектов и сообщений между ними в последовательном порядке на невидимой оси времени.

Глава 3 ФИЗИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ АВТОРЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

3.1 Выбор средства и среды разработки

Система автоматики АСУ вентиляции построена на базе промышленного программируемого логического контроллера ПЛК160 и панели оператора СП270-Т фирмы ОВЕН. Система в автоматическом режиме отслеживает температуру на улице и в помещении. С помощью регулирующих заслонок и частотных приводов происходит регулирование подачи и смешивания воздуха системы вентиляции.

Программируемый логический контроллер (ПЛК) представляет собой промышленный цифровой компьютер, адаптированный для управления производственными процессами, такими как сборочные линии или роботизированные устройства, или любой вид деятельности, требующий высокого контроля надежности, простоту программирования и диагностику неисправностей процесса [17].

Таким образом, для обеспечения полного управления и принятия решений используется система автоматики, построенная на базе промышленного контроллера ПЛК160 фирмы ОВЕН (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Внешний контроллера ПЛК160

Программируемые логические контроллеры ОВЕН ПЛК160 выполнены в полном соответствии со стандартом ГОСТ Р 51840-2001 (IEC 61131-2), что обеспечивает высокую аппаратную надежность.

В контроллере изначально заложены мощные вычислительные ресурсы при отсутствии операционной системы:

- высокопроизводительный процессор RISC архитектуры ARM9, с частотой 200 МГц компании Atmel;
- большой объем оперативной памяти - 8МБ;
- большой объем постоянной памяти (Flash-память), 4МБ;
- объем энергонезависимой памяти, для хранения значений переменных - до 16КБ;
- время цикла по умолчанию составляет 1мс при 50 логических операциях, при отсутствии сетевого обмена.

Имеется возможность подключения ПЛК160 к персональному компьютеру (ПК) через порт USB и канал Ethernet.

Программирование ПЛК производится с использованием следующего программного обеспечения (ПО):

- Windows XP/Vista/7: ОС, установленная на ПК и необходимая для инсталляции, запуска и выполнения ПО CoDeSys;
- CoDeSys (Controller Development System): среда программирования, работающая на ПК и применяемая при подготовке пользовательских программ ПЛК [13, 21]. Рекомендуемая версия ПО – 2.3.9.9 (рисунок 3.2);
- файл настроек целевой платформы (target-файл), соответствующий используемому контроллеру.

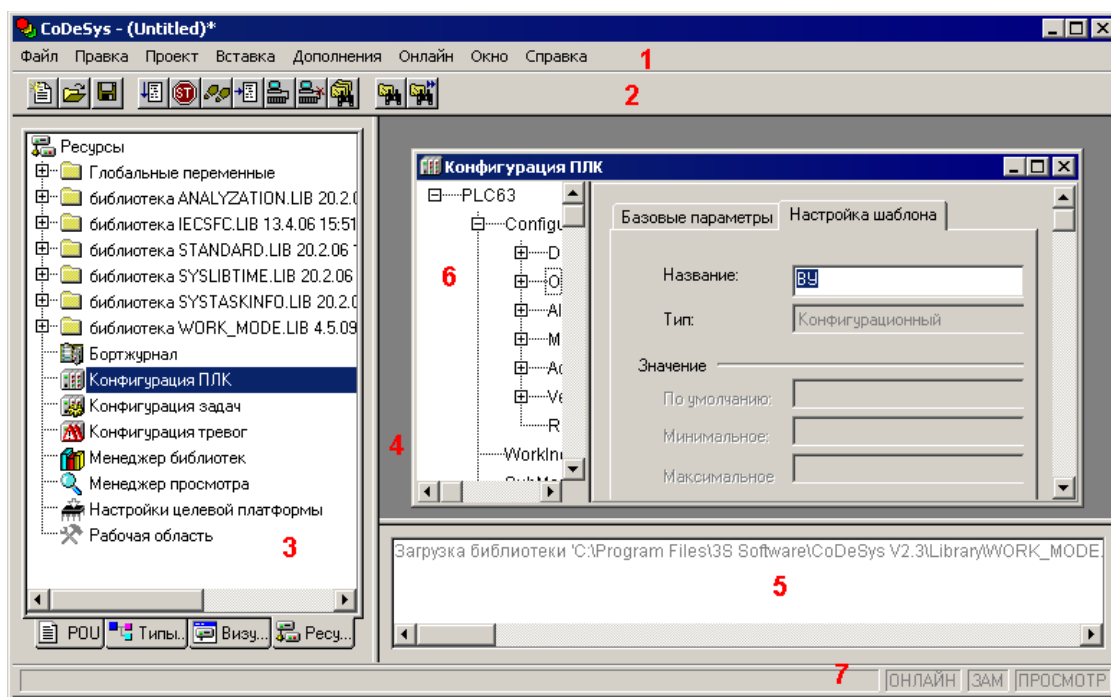


Рисунок 3.2 - Главное окно среды программирования CoDeSys

Для обеспечения связи среды CoDeSys с внешней базой данных (БД) используется инженеринговый интерфейс ENI (Engineering Interface), организованный в архитектуре «клиент-сервер».

Во внешней БД хранятся данные, используемые в процессе проектирования и реализации практических задач автоматизации.

Применение внешней БД обеспечивает целостность и обмен данными между различными пользователями и приложениями (рисунок 3.3).

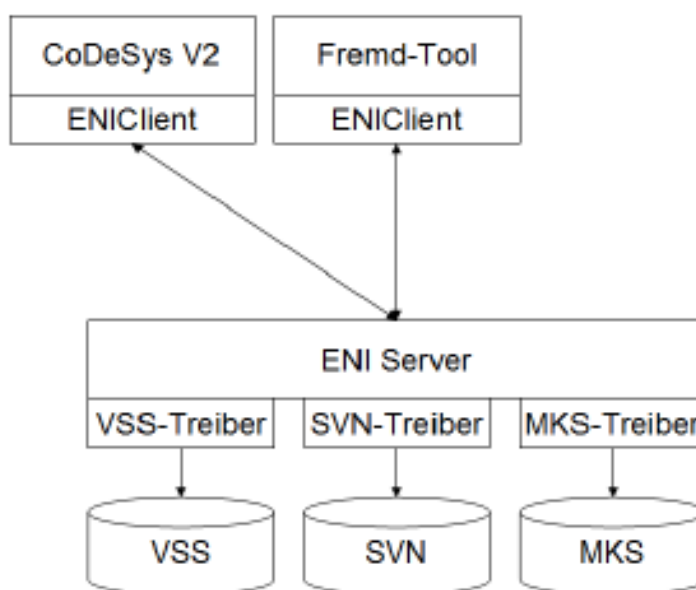


Рисунок 3.3 – Интеграция ENI с внешними БД

CoDeSys обеспечивает передачу данных другим Windows-приложениям с помощью механизма DDE.

3.2 Разработка программного обеспечения контроллера

Для разработки ПО для контроллера ПЛК160 в среде CoDeSys используется язык программирования IL (рисунок 3.4) [15].

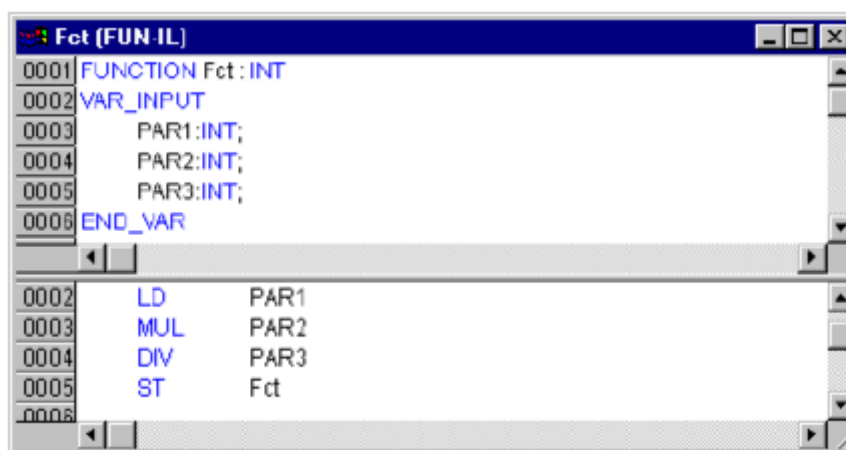


Рисунок 3.4 – Пример функции, написанной на языке IL

Instruction List (IL) является одним из 5 языков, поддерживаемых стандартом IEC 61131-3, и предназначен для программируемых логических контроллеров.

IL - это язык низкого уровня, напоминающий ассемблер. По синтаксису языка похож на язык Паскаль.

Переменные и вызов функции определяются общими элементами, поэтому различные языки могут использоваться в одной программе.

Ниже приведен фрагмент функционального блока для управления ПЛК160 на языке IL.

```
FUNCTION_BLOCK MemBuf (*язык IL*)
```

```
VAR_INPUT
```

```
in_data:POINTER TO BYTE; (*указатель на данные*)
```

```
in_size:UINT; (*размер блока данных*)
```

```
WR : BOOL; (*чтение/запись FALSE/TRUE*)
```

```
CLR:BOOL; (*очистка прочтанного буфера*)
```

```

RST : BOOL; (*сброс буферов при переполнении*)
END_VAR
VAR_OUTPUT
  out_data:POINTER TO BYTE; (*указатель на блок данных*)
  out_size:UINT; (*размер блока данных*)
  empty : BOOL := TRUE;
  full : BOOL := FALSE;
END_VAR
VAR
  buffer1:ARRAY [1..max_buf] OF BYTE; (*буфер 1*)
  buffer2:ARRAY [1..max_buf] OF BYTE; (*буфер 2*)
  ...
END_VAR
[Class.COMM_ONLY_RS]
Module1=DEBUG_USART
Module2=COM1_USART
Module3=COM2_USART
[Class.COMM_RS_MOD]
Module1=DEBUG_USART
Module2=COM1_USART
Module3=COM2_USART
Module4=Modem_module
[Class.COMM_RS_TCP]
Module1=DEBUG_USART
Module2=COM1_USART
Module3=COM2_USART
Module5=TCP_ID221
Module6=Modem_module
[Class.COMM_RS_TCP_FILE]
Module1=DEBUG_USART

```

Module2=COM1_USART
Module3=COM2_USART
Module5=TCP_ID221
Module6=FILE_Archivator
Module7=Modem_module
[Module.Root]
Id=1
Name=PLC160
Class=CPU_Class
Alignment=5
ModuleAlignment=1
SubModul1=Type=Slot,Class=I_FAST_INPUTS,Default=I_SIMPLE_INPUT
SubModul2=Type=Fix,Section=ID130
SubModul3=Type=Fix,Section=ID131
SubModul4=Type=Fix,Section=ID125
SubModul5=Type=Fix,Section=ID126
SubModul6=Type=Fix,Section=ID103
SubModul7=Type=Fix,Section=ID104
SubModul8=Type=Variable,Class=Handlers
SubModul9=Type=Variable,Class=ConstantClass
Icon=Plcconf.ico
Param1=Name='MinCycleLength
ms',Section=MinCycleLength,Access=RW,Visible=True
Param2=Name='MaxCycleLength
ms',Section=MaxCycleLength,Access=RW,Visible=True
Param3=Name='back-up working
time',Section=MaxBackupTime,Access=RW,Visible=True

В качестве ЭОЖ принято решения использовать текстовые файлы формата *.CSV, предназначенные для хранения табличных данных в формате обычных текстовых файлов (таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Структура таблицы оперативного журнала

Название поля	Тип данных	Описание
PlmID	Число	Номер сообщения
EventCode	Текст	Код события
EventDate	Дата	Дата события

Чтобы открыть такой файл не требуется специальной программы для работы с таблицами, достаточно любого простейшего текстового редактора. Кроме того, для хранения таких файлов не требуется большого объема памяти, что очень критично для ПЛК.

3.3 Описание работы автоматизированной системы управления вентиляцией

Структурная схема АСУ вентиляцией авторемонтного предприятия представлена на рисунке 3.5.

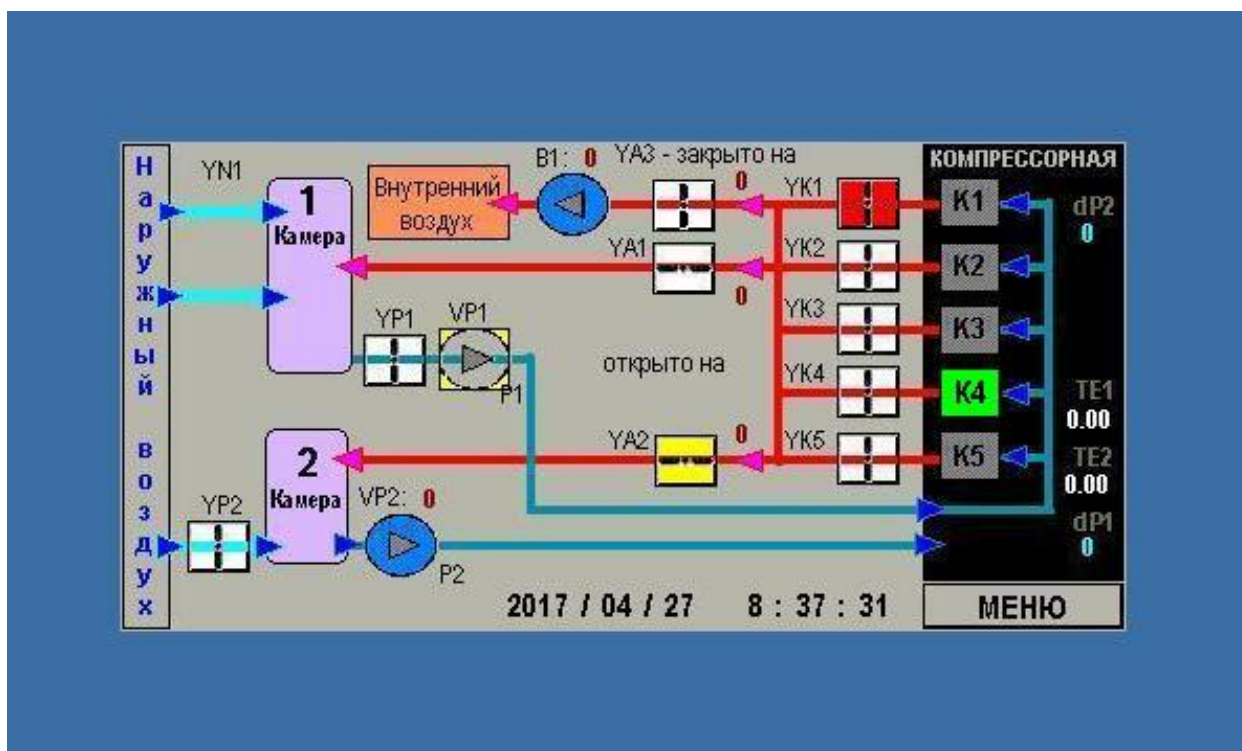


Рисунок 3.5 - Структурная схема АСУ вентиляцией авторемонтного предприятия

Обозначение устройств:

Камера 1- зона забора воздуха с улицы и смешивания, подача на ввод компрессора;

Камера 2 - зона забора воздуха с улицы и смешивания, подача в помещение компрессорной;

K1,K2,K3,K4,K5 - компрессоры сжатия воздуха;

УР1 - 2х позиционная заслонки П1;

УР2 - 2х позиционная заслонки П2;

УК1 - 2х позиционная заслонки над компрессором К1;

УК2 - 2х позиционная заслонки над компрессором К2;

УК3 - 2х позиционная заслонки над компрессором К3;

УК4 - 2х позиционная заслонки над компрессором К4;

УК5 - 2х позиционная заслонки над компрессором К5;

VP1 - приточный вентилятор П1;

VP2 - приточный вентилятор П2;

УА1 - регулируемая заслонка подмеса в Камере 1;

УА2 - регулируемая заслонка подмеса в Камере 2;

УА3 - регулируемая заслонка выбросная;

В1 - вытяжной вентилятор;

ТЕ1 - датчик температуры в компрессорной;

ТЕ2 - датчик температуры на улице;

dP1 - дифференциальный датчик давления на улице и нагнетаемого в компрессорной;

dP2 - дифференциальный датчик давления горячего воздуха до и после общей выбросной заслонки.

Контур регулирования:

– контур нагнетания – обеспечивает выравнивание давления между улицей и помещением компрессорной. Обеспечивает гарантированную подачу воздуха в помещение компрессорной и компенсирует расход выбросного контура;

– контур выбросной – обеспечивает отбор нагретого воздуха и подачу на обогрев, регулируется по давлению создаваемому охлаждаемым вентилятором компрессора и внешним давлением. Обеспечивает гарантированный отбор нагретого воздуха;

– контур подогрева – обеспечивает удержание заданной температуры в помещении компрессорной.

Используемые технические и программные средства:

СП270-Т панель оператора;

ПЛК160-220.У-М - программируемый контроллер;

МВ110-224.2А - модуль аналогового ввода;

МК110-220.4ДН.4Р - модуль дискретного ввода-вывода;

БП30Б-ДЗ-24 - блок питания 24 В;

БП30Б-ДЗ-9 - блок питания 9 В;

Hyundai N700E-300HF частотно-регулируемы привода 30кВт, 2 шт.

Программирование ПЛК осуществлялось с помощью ПО CoDeSys.

Для панели оператора использовано стандартное программное обеспечение Овен «Конфигуратор СП200».

Дискретный ввод:

- состояние компрессоров (включен / отключен) и вентиляторов;
- состояние 2-х позиционных заслонок;
- контроль температуры двигателей вентиляторов.

Дискретный вывод:

- управление заслонками и двигателем приточного вентилятора;
- разрешение работы частотных приводов вентиляторов.

Аналоговый ввод:

- датчик температуры помещения компрессорной;
- датчик температуры наружного воздуха;
- положение пропорциональных заслонок;
- дифференциальное давление (перепад улица / помещение);
- дифференциальное давление (перепад на вытяжном вентиляторе).

Аналоговый вывод:

- задание положения пропорциональных заслонок;
- задание частоты вращения двигателей вентиляторов (частотные преобразователи).

На рисунке 3.6 изображен главный рабочий экран операторской панели, он практически повторяет функциональную схему автоматизации.

При нажатии на изображение любого элемента схемы появляется всплывающее меню этого элемента, которое предлагает оператору определить рабочий режим, ввести параметры, изменить статус конкретного устройства.

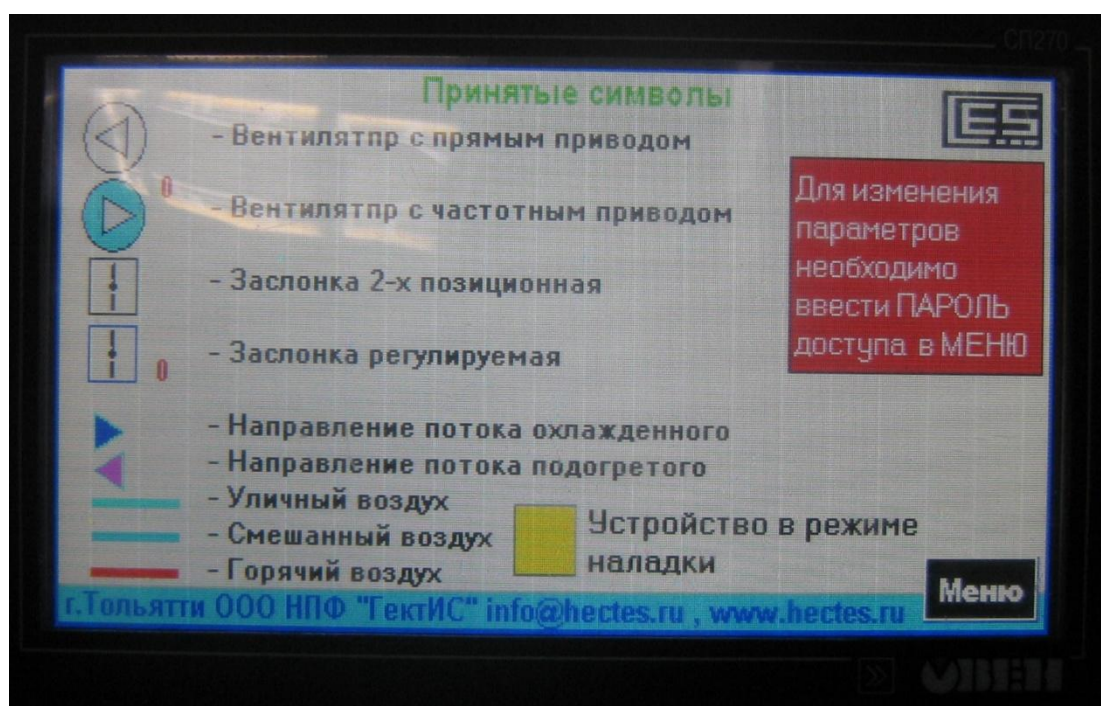


Рисунок 3.6 - Панель оператора АСУ

Режимы работы:

- пожар - внешний сигнал для приведения системы вентиляции в безопасное положение;
- автоматический. Обеспечивает полное управление и принятие решений на базе промышленного контроллера;
- ручной. Все регуляторы занимают определенные положения и фиксируется подача воздуха. Этот режим используется для быстрого

приведения системы вентиляции в стационарный режим работы, реализован аппаратно и может быть включен в случае выхода из строя контроллера;

– полуавтомат. Включен Автоматический режим, но некоторые устройства находятся в режиме ручного управления. Используется для ремонта или замены устройства, а также для получения нестандартных состояний вентиляции.

1. Общий алгоритм работы шкафа автоматики.

В исходном (без питания или при включении шкафа) состоянии четыре 4-х групповых реле режима обеспечивают жесткий разрыв приема управления от контроллера, и формируют управление на исполнительные механизмы (ИМ) напрямую в обход ПЛК.

При выборе переключателем режима «Автоматический» и подтверждения появлением соответствующего сигнала контроллера «готов к работе» реле «взводятся» в активное состояние и перебрасывая свои контакты переключают прием сигналов управления устройствами на управление от контроллера.

Система находится в автоматическом режиме пока контроллер подтверждает наличием своего сигнала «готов к работе» готовность управлять устройствами и переключатель выбора режима находится в положении «Автоматический».

При возврате переключателя в положение «Ручной» или пропадании подтверждающего сигнала от контроллера «готов к работе» - питание на 4-х групповых реле пропадает, они возвращаются в исходное освобожденное состояние, которым обеспечивается вновь жесткое перенаправление приема управления устройствами от фиксированных сигналов. Во время ремонтнообслуживания, замены неисправных элементов так же используется этот режим.

При приходе внешнего сигнала «пожар», передаваемого устройствами автоматики обнаружения пожара - замыканием внешней сухой пары - взводятся пожарные реле, тем самым осуществляется индикация на щите «пожар», соответствующими контактами пожарных реле размыкаются все цепи

управления как для автоматического, так и для ручного режимов управления, тем самым снимаются сигналы с управляемых устройств даже без снятия питания со всего шкафа - вентиляторы должны остановиться, 2-х позиционные и пропорциональные заслонки закрыться. При пропадании внешнего сигнала «пожар» при наличии питания на самом шкафу автоматики - система охлаждения должна возобновить свою работу находясь в любом из режимов.

2. Алгоритм работы контроллера.

При включении системы проточного охлаждения контроллер отслеживает состояния ИМ и параметры системы:

- состояние компрессоров (по замыканию сухих контактов);
- крайние закрытые состояния 2-х позиционных заслонок;
- температуру уличного воздуха;
- температуру воздуха в помещении компрессорной;
- величину перепада давления между уличным и давлением внутри помещения компрессорной;
- величину перепада давления на вытягивающем вентиляторе и управляет:
 - двумя 2-х позиционными заслонками на уличных воздухооборниках из одной венткамеры;
 - 2-х позиционной заслонкой приточного вентилятора П1;
 - 2-х позиционной заслонкой приточного вентилятора П2;
 - скоростью вращения вентилятора П2;
 - 2-х позиционными заслонками над каждым из компрессоров;
 - двумя пропорциональными заслонками рециркуляции;
 - пропорциональной общей выбросной заслонкой;
 - скоростью вращения вытяжного вентилятора В1.

Таким образом, контроллер должен обеспечивать плавный подбираемый уровень взаимного открытия заслонок, чем будет обеспечено плавное перераспределение общего воздушного потока после компрессоров на потоки подогретой рециркуляции или поток выброса. Изменением степени

перенаправления горячего воздуха от компрессоров обратно в это же помещение можно будет регулировать температуру воздуха в компрессорной, а следовательно и забираемого в компрессора для охлаждения.

Уровень взаимообратного открытия пропорциональных заслонок должен подбираться контроллером в зависимости от расхождения заданной уставкой (например из диапазона 18-35°C) необходимой в компрессорной температуры и температуры измеренной расположенным вблизи воздухозаборного отверстия одного из компрессоров датчиком.

3.4. Оценка эффективности автоматизированной системы управления вентиляцией

Для оценки эффективности АСУ вентиляцией воспользуемся рекомендация, предложенными в работе [6].

В качестве показателя оценки эффективности системы используем эффективность управления, под которой понимается степень полезности отдачи от реализации функций управления конкретной АСУ.

Рассматривается несколько определений эффективности управления, такие, как целевая эффективность управления, функциональная эффективность управления и экономическая эффективность управления.

В рассматриваемом случае наиболее целесообразным представляется использование понятия функциональной эффективности управления, показатель которой может быть рассчитан с помощью следующей формулы:

$$K_{\text{фз}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{yi}}{n},$$

где:

n - количество функций управления, реализуемых АСУ;

P_{yi} - вероятность выработки АСУ эффективного управляющего воздействия при реализации i -й функции управления.

В предлагаемой физической модели реализовано 2 функции управления вентиляцией:

- автоматическое принятие управление вентиляцией;
- ручное управление вентиляцией;
- полуавтоматическое управление вентиляцией.

Единственной функцией, в которой принципиальное значение имеет человеческий фактор и, следовательно, существует вероятность ошибки при принятии решения, является ручное управление вентиляцией.

Тогда получим следующее значение показателя функциональной эффективности управления:

$$K_{фэ} = 2/3 = 0.67$$

Таким образом, можно утверждать, что функциональная эффективность управления АСУ вентиляцией превышает уровень 0.5, что соответствует требованиям, предъявляемым к АСУ техническими объектами.

Выводы по главе 3

1) Процесс физического моделирования АСУ вентиляцией компрессорной станции включает в себя реализацию программного обеспечения контроллера ПЛК160 и разработку аппаратных средств системы.

2) Использование в качестве ЭОЖ текстового файла формата *.CSV позволяет упростить процесс управления БД, так как не требуется специальной программы для работы с таблицами, хранящимися в таких файлах, любого простейшего текстового редактора.

Кроме того, для хранения таких файлов не требуется большого объема памяти, что очень критично для ПЛК.

3) Функциональная эффективность управления АСУ вентиляцией превышает уровень 0.5, что соответствует требованиям, предъявляемым к АСУ техническими объектами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тема бакалаврской работы посвящена актуальной проблеме разработки автоматизированной системы управления вентиляцией на авторемонтном предприятии.

В ходе выполнения бакалаврской работы достигнуты следующие результаты:

- произведен анализ предметной области и в нотации BPMN разработана концептуальная модель «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ» бизнес-процесса управления вентиляцией авторемонтного предприятия;

- с помощью технологии FURPS+ разработаны требования к АСУ вентиляцией;

- на основе объектно-ориентированного подхода и языка UML разработана логическая модель АСУ вентиляцией;

- выбрана среда CoDeSys для разработки программного обеспечения ПЛК160;

- выполнены адаптация АСУ вентиляцией к специфике авторемонтного предприятия и подтверждена функциональная эффективность системы.

Разработанная АСУ вентиляцией может быть использована для автоматизации управления системами искусственной вентиляции производственных помещений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативно-правовые акты

1. ГОСТ 34.602-89. Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.

2. ГОСТ 34.320-96. Информационная технология. Система стандартов по базам данных. Концепции и терминология для концептуальной схемы и информационной базы.

3. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21).

4. Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)

Научная и методическая литература

5. Белов В.В. Проектирование информационных систем : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.В.Белов, В.И.Чистякова. - М. : Издательский центр «Академия», 2013. - 352 с.

6. Вдовин В.М. Предметно-ориентированные экономические информационные системы: Учебное пособие / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, А. А. Шурупов. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. — 388 с.

7. Реинжиниринг бизнес-процессов : учеб. пособие / под ред. А. О. Блинова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2015. - 343 с.

Электронные ресурсы

8. Бабич А. В. Введение в UML [Электронный ресурс] // Интернет университет информационных технологий, 2008. - Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/1007/229/info> (дата обращения 04.05.2018).

9. Грекул В.И. Проектирование информационных систем. Курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям в области информационных технологий / В.И. Грекул, Г.Н.

Денищенко, Н.Л. Коровкина. — Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Вузовское образование, 2017. - 303 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67376.html> (дата обращения 04.05.2018).

10. Компания «Датасолюшин» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://datasolution.ru/avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-ventilyatsiej/> (дата обращения 04.05.2018).

11. Компания «Овен» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.owen.ru> (дата обращения 04.05.2018).

12. Компания «Оптима» [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.optima.ru> (дата обращения 04.05.2018).

13. Среда программирования Codesys [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://prolog-plc.ru/codesys> (дата обращения 04.05.2018).

14. BPMN.Studio [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://bpmn.studio/ru> (дата обращения 04.05.2018).

15. Язык программирования ПЛ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Instruction_List (дата обращения 04.05.2018).

16. UML Diagram [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.smartdraw.com/uml-diagram> (дата обращения 04.05.2018 г.).

Литература на иностранном языке

17. Bolton W. Programmable Logic Controllers. Elsevier Newnes, 2006.

18. Haines R., Hittle D. Control Systems for Heating, Ventilating, and Air Conditioning, Springer, 2003.

19. Shen H., Wall B., Zaremba M., Chen Y., Brownie J. (2004). Integration of business modelling methods for enterprise information system analysis and user requirement gathering. Computers in Industry, vol. 54, 307-323.

20. Tangkawarow I., Waworuntu J. A Comparative of business process modelling techniques. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016.

21. User Manual for PLC Programming with CoDeSys 2.3, Smart Software Solutions GmbH, 2003.
22. White S. (2006, October 16). Introduction to BPMN. Retrieved January 10, 2011, from IBM Software Group.