

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

Институт Машиностроения,  
материаловедения

Кафедра Технология и системы управления в  
машиностроении

Направление (специальность) 15.03.04 Автоматизация  
технологических процессов и  
производств

код, наименование

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Разработка системы мониторинга расхода воды на тепличном  
комплексе

наименование темы выпускной квалификационной работы

Студент Сапрыкин Антон Сергеевич

фамилия, имя, отчество

курс 4 группа БАТПП41

Руководитель

Доцент, к.т.н., доцент

Е.М.Самойлова

должность, ученая степень, уч. звание

Инициалы Фамилия

подпись, дата

Допущен к защите

Протокол № 9 от « 27 » « мая » 2020 года

Дата защиты «     » июня 2020 г

Зав. кафедрой Технология и системы управления в  
машиностроении

полное наименование кафедры

зав. каф. ТСУ, к.т.н. доцент

Захарченко

должность, ученая степень, уч. звание

М.Ю.

подпись, дата Инициалы Фамилия

Текстовая часть выполнена в MS Word 2010  
Графическая часть выполнена в КОМПАС 3Д V16.1

Саратов 2020 г

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»

Институт \_\_\_\_\_ Машиностроения,  
материаловедения \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ Технология и системы управления в  
машиностроении \_\_\_\_\_

Направление (специальность) \_\_\_\_\_ 15.03.04 Автоматизация  
технологических процессов и производств

\_\_\_\_\_ код, наименование

**ЗАДАНИЕ**  
**на выпускную квалификационную работу**

Студенту \_\_\_\_\_ Сапрыкину Антону Сергеевичу \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ фамилия, имя, отчество

Тема ВКР: \_\_\_\_\_ Разработка системы мониторинга расхода воды на тепличном  
комплексе \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ утверждена на заседании кафедры, протокол № 6 от « 31 » \_\_\_\_\_ января \_\_\_\_\_  
2020 г.

Дата защиты « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

Оценка защиты \_\_\_\_\_

Секретарь ГЭК \_\_\_\_\_

ФИО, подпись

Саратов 2020 г

## Целевая установка и исходные данные

Разработать систему мониторинга расхода воды на тепличном комплексе. Создание системы позволяющей отобразить текущие расходы, добычу и состояние накопительных емкостей для воды в реальном времени, а также анализировать показания прошлых периодов.

---

---

---

---

---

---

---

---

№	перечень чертежей, подлежащих разработке	формат, кол-во
1	Алгоритм мониторинга	A1, 1
2	Схема мониторинга	A1, 1
3	Мнемосхема рабочего экрана	A1, 1
4	Мнемосхема мониторинга тепличных комплексов	A1, 1
5	Мнемосхема мониторинга рассадного комплекса	A1, 1
6		

**Руководитель**

ДОЦЕНТ, К.Т.Н., ДОЦЕНТ

Е.М.Самойлова

должность, ученая степень, уч. звание  
Фамилия

подпись, дата

Инициалы

## **Содержание расчетно-пояснительной записки**

Введение

Описание объекта автоматизации – ООО «Юг-Агро»

Схема мониторинга воды на тепличном комплексе

Нижний уровень автоматизации

Средний уровень автоматизации

Верхний уровень автоматизации

Разработка алгоритма автоматизации

Разработка интерфейса для мониторинга расхода воды

Безопасность персонала при работе в операторской

Экологическая экспертиза

Экономическое обоснование

Заключение

Список используемой литературы и источники

## **Основная рекомендуемая литература**

1. Самойлова Е.М., Мусатов В.Ю. Цифровая трансформация проектирования и управления автоматизированных и автоматических производств/ Учебное пособие. Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 160 с.
2. Самойлова Е.М., Грошев Д.В. Создание АРМ вентиляции цеха пищевого производства на базе SCADA системы/ Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование// Сб. ст. V Междунар. науч.-практ. Конф., г. Курск, 2018. С. 184-186.
3. Павлов Ю.А., Основы автоматизации производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Павлов Ю.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2017.— 280 с.
4. Схиртладзе А.Г., Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс]: учебник / Схиртладзе А.Г., Федотов А.В., Хомченко В.Г.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 459 с.

Руководитель

доцент, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Е.М.

Самойлова

должность, ученая степень, уч. звание

подпись, дата

Инициалы Фамилия

**Задание принял к исполнению:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ А.С.

Сапрыкин

подпись, дата

Инициалы Фамилия

**УТВЕРЖДАЮ:**

Руководитель ВКР

Доцент, к.т.н., доцент Самойлова

Е.М

(уч. звание, фамилия подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК  
работы над ВКР**

№	разделы, темы, их содержание	по плану		фактически		Отметка о выполнении
		дата	%	дата	%	
1	Введение	24.04	2	24.04	2	
2	Описание объекта автоматизации - ООО «Юг-Агро»	27.04	2	27.04	2	
3	Разработка схемы мониторинга расхода воды	30.04	2	30.04	2	
4	Разработка нижнего уровня автоматизации	03.05	18	03.05	18	
5	Разработка среднего уровня автоматизации	06.05	15	06.05	15	
6	Разработка верхнего уровня автоматизации	09.05	3	09.05	3	

7	Разработка алгоритма автоматизации	12.05	5	12.05	5	
8	Разработка интерфейса мониторинга расхода воды	15.05	5	15.05	5	
9	Безопасность персонала при работе в операторской	17.05	29	17.05	29	
10	Экологическая экспертиза	20.05	7	20.05	7	
11	Экономическое обоснование	22.05	10	22.05	10	
12	Заключение	3.06	2	3.06	2	

Студент \_\_\_\_\_  
подпись, дата

\_\_\_\_\_ А.С. Сапрыкин \_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»**

**ОТЗЫВ**

руководителя о выпускной квалификационной работе

Разработка системы мониторинга расхода воды на тепличном комплексе  
наименование темы выпускной квалификационной работы

Студента \_\_\_\_\_ БАТПП - 41 \_\_\_\_\_ учебной группы \_\_\_\_\_ ИММ \_\_\_\_\_  
(институт)

\_\_\_\_\_ Сапрыкина Антона Сергеевича \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

прошедшего(-ей) обучение по направлению (специальности)  
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств



(код и наименование)

Выпускная квалификационная работа на тему: «Разработка системы мониторинга расхода воды на тепличном комплексе», выполненная Сапрыкиным Антоном Сергеевичем, полностью соответствует заданию на выпускную квалификационную работу и является актуальной в современном производстве.

Содержание выпускной квалификационной работы отвечает основной цели - проверке знаний и степени подготовленности бакалавра по направлению 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств".

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы Сапрыкиным А. С. была разработана система мониторинга расхода воды на тепличном комплексе, проведён анализ текущего состояния оборудования, обоснован выбор базовых элементов автоматизации и выбраны места для их установки. В ходе выполнения работы был разработан алгоритм эффективного управления технологическим процессом, рассмотрены основные этапы реализации проекта

Графическая часть работы, выполненная в современной САПР КОМПАС 3D, содержит алгоритм работы автоматизированной системы, структуру системы мониторинга в соответствии со структурой и размещением объекта, основной и вспомогательные рабочие экраны SCADA системы.

В данной выпускной квалификационной работе представлено экономическое обоснование разработки, проведена экологическая экспертиза и оценка безопасности работы в операторской.

Проверка ВКР в системе «Руконтекст» показала - 69% оригинальности.

Предполагаемая оценка проекта «отлично».

Доцент, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Самойлова

(должность, ученая степень, звание)

подпись

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020

г

## Содержани

Реферат.....	8
Аннотация.....	10
Annotation.....	11
Патентный поиск.....	12
Введение.....	14
1 Описание объекта автоматизации – ООО «Юг-Агро».....	15
1.1 Состояние оборудования на данный момент.....	15
1.2 Описание процесса снабжения водой.....	15
1.3 Краткое описание принципа реализации.....	15
1.4 Выбор мест для установки датчиков:.....	16
2 Схема мониторинга расхода воды на тепличном комплексе	17
2.1 Описание схемы мониторинга автоматизации.....	18
3 Нижний уровень автоматизации.....	19
3.1 Счетчик импульсов ОВЕН СИ8.....	19
3.2 Счетчик воды с герконовым датчиком ВМХ-80.....	22
3.3 Уровнемер ОВЕН ПД100-ДГ0,06-137-0,5.10.....	24
4 Средний уровень автоматизации.....	29
4.1 Преобразователь интерфейса Ethernet — RS-232/RS-485 ОВЕН ЕКОН134.....	29
4.2 Модуль аналогового ввода с универсальными входами (с интерфейсом RS-485) МВ110.....	34
4.3 TP-Link TL-WA5210G.....	35
4.4 Описание процесса сбора данных.....	36
5 Верхний уровень.....	37
6 Разработка алгоритма автоматизации.....	39

6.1	Вербальное описание алгоритма мониторинга.....	40
7	Разработка интерфейса для мониторинга расхода воды	42
8	Безопасность работы персонала в операторской.....	45
8.1	Неблагоприятные параметры микроклимата.....	46
8.2	Недостаточное освещение рабочей зоны.....	48
8.3	Производственный шум.....	51
8.4	Электромагнитное излучение.....	52
8.5	Электрический ток.....	54
8.6	Меры по снижению и устранению опасных и вредных факторов.....	56
8.6.1	Обеспечение установленных норм микроклиматических параметров.....	56
8.6.2	Обеспечение установленных норм освещенности	57
8.6.3	Мероприятия по снижению уровня шума.....	59
8.6.4	Мероприятия по устранению или снижению повышенного уровня электромагнитных излучений.	59
8.6.5	Мероприятия по снижению опасности поражения электрическим напряжением.....	60
8.7	Расчет искусственного освещения.....	60
9	Экологическая экспертиза.....	63
9.1	Расход воды.....	63
9.2	Твёрдые отходы.....	65
10	Экономическое обоснование.....	67
11	Заключение.....	73
12	Список использованных источников и литературы.....	74

## **Реферат**

Пояснительная записка содержит 75 страниц, 22 рисунков, 13 таблиц и список использованной литературы из 16 наименований.

Ключевые слова: автоматизация системы, тепличный комплекс, экономия, мониторинг, расход воды.

Цель работы – Разработать систему мониторинга расхода воды на тепличном комплексе. Создание системы позволяющей отобразить текущие расходы, добычу и состояние накопительных емкостей для воды в реальном времени, а также анализировать показания прошлых периодов.

Объект – тепличный комплекс.

В ходе работы проведен анализ текущего состояния предприятия, разработана новая система мониторинга, представлены схема и алгоритм мониторинга, разработаны экраны для мониторинга в SCADA системе.

## **Аннотация**

В работе изучен процесс снабжения водой, проведен анализ текущего состояния мониторинга расхода воды, предложен новый вариант мониторинга, с установкой счетчиков и датчиков. Что позволит контролировать расходы воды.

Предложено программное обеспечение и техническое оборудование, а также места его установки.

Разработка данной системы мониторинга позволит контролировать расходы воды на всех этапах снабжения водой, производства, а также снизить расходы.

Цель работы – Разработать систему мониторинга расхода воды на тепличном комплексе. Создание системы позволяющей отобразить текущие расходы, добычу и состояние накопительных емкостей для воды в реальном времени, а также анализировать показания прошлых периодов.

Объект – тепличный комплекс.

В ходе работы проведен анализ текущего состояния предприятия, разработана новая система мониторинга, представлены схема и алгоритм мониторинга, разработаны экраны для мониторинга в SCADA системе.

## **Annotation**

The analysis of the current state of water flow monitoring is carried out, a new monitoring option is proposed, with an installed meter and sensors. That will allow to control water consumption. Software and technical equipment are proposed. The development of this monitoring system will allow controlling costs at all stages of production.

Purpose of work - To develop a system for monitoring water flow in the greenhouse complex. Creating a system that allows you to display current costs, production and the state of storage tanks for water in real time, as well as analyze past readings. The object is a greenhouse complex. During the work, an analysis of the current state of the enterprise was carried out, a new monitoring system was developed, a monitoring scheme and algorithm were presented, screens for monitoring in the SCADA system were developed.

## Патентный поиск

В ходе патентного поиска были найдены схожие разработки, для тепличных комплексов, которые предлагает компания «Каскад групп». Данная компания занимается разработкой продукции для рынка автоматизации, IT-решений и внедрением систем промышленной автоматизации. В данной сфере компания имеет огромный опыт на протяжении 30 лет, и большого количества внедренных проектов.

Одним из таких проектов является автоматизированная система диспетчерского управления технологическим оборудованием теплиц.

Предлагаемый проект позволяет полностью контролировать состояние всего оборудования из единого операторского пункта и вести запись состояния оборудования для выявления потенциальных неисправностей. Проект является трехуровневой системой:

- нижний уровень – различные датчики и управляющее оборудование.
- средний уровень – набор технологических контроллеров, реализующих совместно с нижним уровнем локальную автоматику управления и мониторинга за тепличным комплексом.
- верхний уровень – представляет собой совмещенный сервер/АРМ диспетчера, реализующий сбор и отображение информации, с нижнего и среднего уровней, на основе программного обеспечения SCADA – системы.

Главными отличиями между представленной выпускной квалификационной работы и проектом, который внедряет «Каскад групп»:

- «Каскад групп» использует другое программное обеспечение SCADA – системы, на основе программы «Каскад», которая была разработана непосредственно самой компанией, а выпускной работе, используется программа Trace mode V6

- Внедряемый проект компании имеет более широкий спектр автоматизации, чем в выпускной квалификационной работе, помимо мониторинга расхода воды, они используют автоматическое управление форточной системой, контроль микроклимата, контроль качества воды.



## **Введение**

В настоящее время ведется активная автоматизация производства и тепличные комплексы тому не исключение. Главными составляющими повышения урожайности на теплицах являются: правильно выбранная технология поддержания микроклимата и своевременный полив растений. Оба эти критерия требуют постоянного наличия чистой воды и питательного раствора. Поэтому целью работы является: создание системы мониторинга расхода воды на тепличном комплексе, позволяющей отобразить текущие расходы, добычу и состояние накопительных емкостей для воды в реальном времени, а также для сравнения расходов в разные периоды. Это позволит снизить такие риски как: неконтролируемый расход и утечки воды. Что поможет снизить расходы воды, что немало важно для состояния природы и снизить себестоимость продукции, за счет эффективного использования ресурсов.

## **1 Описание объекта автоматизации - ООО «Юг-Агро»**

### **1.1 Состояние оборудования на данный момент**

Система мониторинга отсутствует. Контроль производится путем записи диспетчером показаний приборов учета на скважинах и осмотических установках. На емкостях установлены примитивные уровнемеры из веревки и 2х пластиковых бутылок.

### **1.2 Описание процесса снабжения водой**

Забор воды осуществляется со скважин с артезианской водой при помощи насосов. Из-за большого содержания в ней карбонатных солей, вода является не пригодной для полива растений. Поэтому вода сначала проходит через осмотические установки. Затем попадает в резервуары с очищенной водой. Откуда уже и берется вода для создания питательного раствора и идет на полив растений. В целях экономии воды, устанавливается дренажная и лотковая система. Избытки воды после полива растений, при помощи

лотков собирается в ёмкостях с грязным дренажем. Для обеззараживания, вода проходит ультрафиолетовую очистку и попадает в емкость с чистым дренажем, откуда снова берется для полива в процентном соотношении с чистой водой 30 к 70.

### **1.3 Краткое описание принципа реализации**

- Установка датчиков: установка уровнемеров на емкости, расходомеров на скважины и осмотические установки.

- Создание сети передачи данных: установка преобразователей сигналов, ethernet и wifi модулей, прокладка кабельных линий.

- Создание сервера сбора и визуализации информации: Развертывание сервера сбора и визуализации информации.

### **Создание системы по контролю расхода воды комбината включает в себя следующие этапы:**

Создание системы мониторинга и учета артезианской воды и осмотической воды. К системе учета должны быть подключены счетчики Счетчик воды с герконовым датчиком ВМХ-80, которые будут установлены на артезианских скважинах, осмотических установках и после емкостей. Также необходимо установить уровнемеры ОВЕН ПД100-ДГ0,06-137-0,5.10. для определения количества воды в емкостях с очищенной водой и емкостях с грязным дренажем.

#### **1.4 Выбор мест для установки датчиков:**

Данная система логически разделяется на 3 уровня, называемые верхним, средним и нижним. Аппаратура нижнего уровня устанавливается непосредственно на контролируемых объектах, традиционно называемых контролируруемыми пунктами (КП). Нижний уровень отвечает за сбор информации на объекте и выполняет ее первичную обработку. На среднем уровне реализуется сетевое взаимодействие между автономными устройствами, индикации событий, управление автоматикой, зонами и выходами устройств. Аппаратуру верхнего уровня устанавливают на пункте управления (ПУ) и соединяют с контроллерами нижнего уровня каналами связи. Верхний уровень занимается сбором информации с нижнего уровня, ее обработкой и отображением на ПЭВМ диспетчера и на щите.

**Перед установкой приборов учета необходимо привести в надлежащее техническое состояние все технологические системы.**

## 2 Схема мониторинга расхода воды на тепличном комплексе

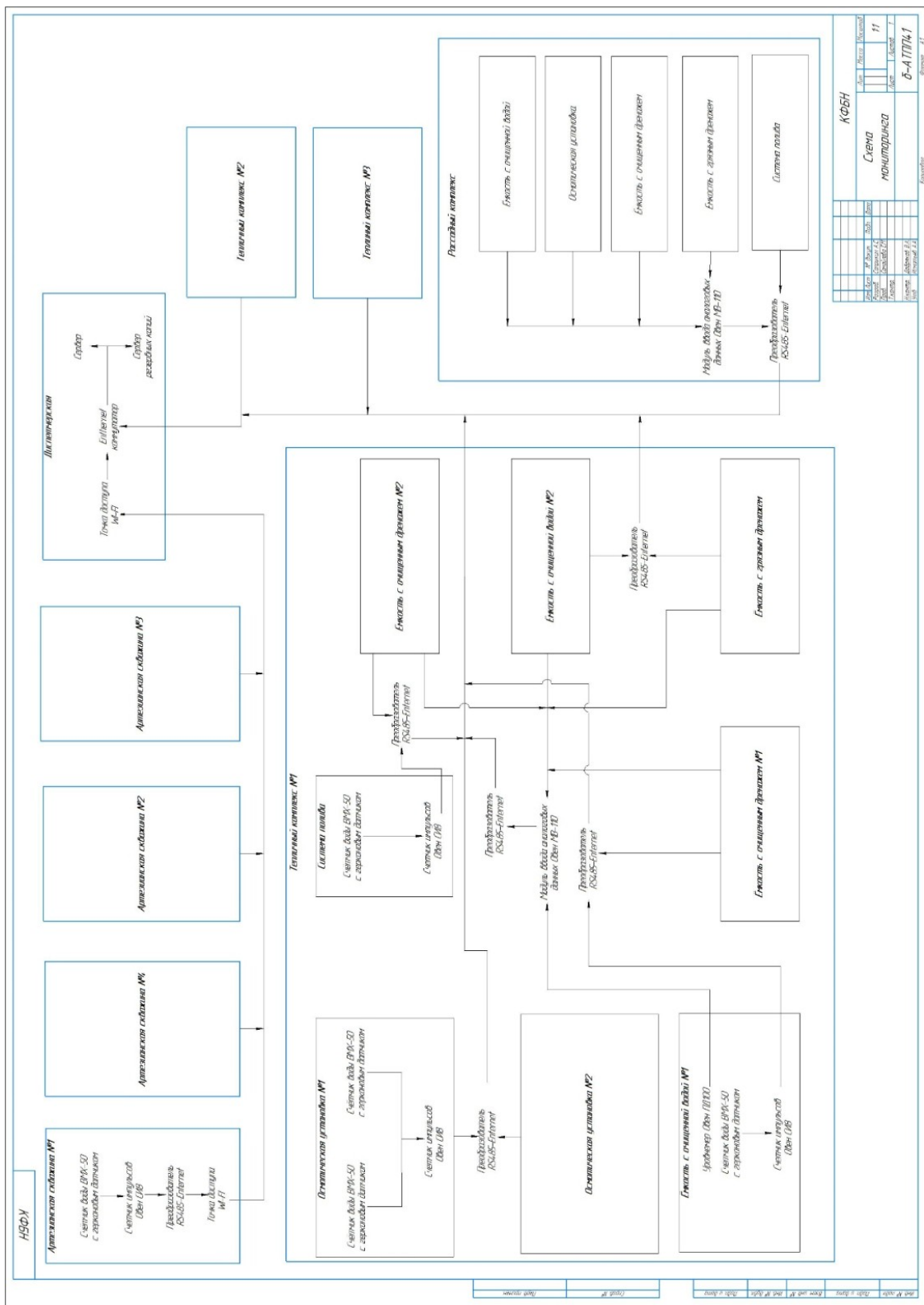


Рис.1 – Схема мониторинга воды на тепличном комплексе

## **2.1 Описание схемы мониторинга автоматизации**

Вокруг тепличного комбината расположено 4 артезианских скважины из которых берётся необходимая вода. Для учёта забранного количества воды из скважины устанавливаются счётчики воды, с герконовыми датчиками ВМХ-80. Сигнал со счётчика при помощи сети RS-485 поступает на счётчик импульсов ОВЕН СИ-8. Информация о подсчитанных импульсах поступает на преобразователь данных RS-485 – Ethernet. Так как скважины расположены на большом расстоянии друг от друга и от офиса, то информацию проще передавать при помощи сети WI-FI. Протокол Ethernet преобразуется в сигнал WI-FI и поступает в диспетчерскую на точку доступа WI-FI , преобразуется в протокол Ethernet. Дальше информация поступает на сервер и сервер резервных копий через Ethernet коммутатор.

На территории комбината располагается 3 тепличных комплекса и один рассадный. Система автоматизации для всех комплексов аналогична. В каждом комплексе установлены 2 осмотических установки. На которые будут установлены счётчики воды ВМХ-80 с герконовыми датчиками. Информация с счётчиков будет поступать на счётчик импульсов ОВЕН СИ8 по сети RS-485. При помощи преобразователя RS-485 – Ethernet сигнал преобразуется и по протоколу Ethernet передается в диспетчерскую на Ethernet коммутатор и поступает на сервер и сервер резервных копий.

Информация об уровне воды в ёмкостях будет собираться при помощи уровнемера ОВЕН ПД-100. Дальше

информация будет поступать на модуль ввода аналоговых данных ОВЕН МВ-110. Затем, через преобразователь RS-485 – Ethernet данные поступают на коммутатор, и уходит на сервера. Количество выкаченной воды из ёмкости будет контролироваться при помощи счётчика воды с герконовым датчиком ВМХ-80.

Для мониторинга количества израсходованной воды на систему полива так же устанавливается счётчик воды ВМХ-80.

### **3 Нижний уровень автоматизации**

На нижнем уровне будут установлены основные системы контроля, датчики, расходомеры и уровнемеры.

Таким образом, на этом уровне будет установлено следующее оборудование: счетчик импульсов ОВЕН СИ8 и счетчик воды с герконовым датчиком, на артезианской скважине, для учета количества выкачиваемой воды, а так-же уровнемеры на емкостях с водой.

### 3.1 Счетчик импульсов ОВЕН СИ8



Рис.2 Счетчик импульсов ОВЕН СИ8 в настенном исполнении.

#### Функциональные возможности

- Прямой, обратный или реверсивный счет импульсов, поступающих от подключенных к прибору датчиков.
- Определение направления вращательного движения узлов и механизмов.
- Подсчет текущего или суммарного расхода.
- Реальные единицы измерения продукции.
- Подсчет времени наработки оборудования.
- Измерение длительности процессов.
- Три внешних входных устройства для организации счета.
- Управление нагрузкой с помощью двух выходных устройств.
- Сохранение результатов счета при отключении питания.
- Встроенный модуль интерфейса RS-485 по желанию заказчика.



Микропроцессорный счетчик импульсов СИ8. Используется для подсчета количества продукции на транспортере, длины наматываемого кабеля или сортировки продукции, отсчета партий продукции, суммарного количества изделий и т.п. Встроенный в СИ8 таймер позволяет использовать прибор в качестве счетчика наработки, расходомера или для определения скорости вращения вала.

#### Технические требования

- Устройство, сопряженное с компьютером, поддерживающее на выходе RS-485
- Прибор любой модификации, поддерживающий RS-485 и сетевой протокол, описанный в данном документе.

Таблица 1. Технические характеристики ОВЕН СИ8

Питание	
Напряжение питания	90...264 В перем. тока или 20...34 В пост. тока
Входы	
Подключаемые датчики	<ul style="list-style-type: none"> <li>- коммутационные устройства (контакты кнопок, выключателей, герконов, реле и т.п.);</li> <li>- n-p-n-типа с открытым коллекторным выходом;</li> <li>- датчики с выходным напряжением высокого уровня от 2,4 до 30 В и низкого уровня от 0 до 0,8 В</li> </ul>
Количество входов управления	3
Расходомер	
Время измерения среднего	0,1...99,9 с

расхода	
Счетчик времени	
Дискретность отсчета времени	1 мин или 0,01 с
Интерфейсы связи	
Интерфейсы	RS-485 (протокол OVEN)
Корпус	
Настенный	130×105×65
Условия эксплуатации	
Температура окружающего воздуха	+1...+50 °С
Атмосферное давление	86...106,7 кПа
Относительная влажность воздуха (при 35 °С)	не более 80 %

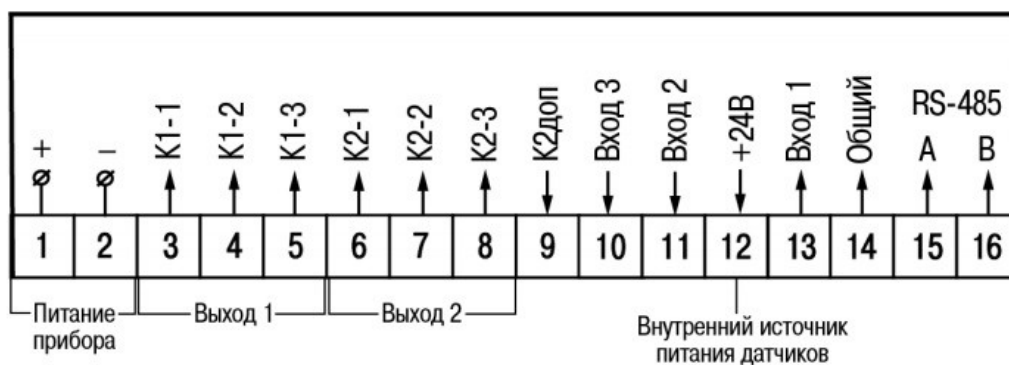


Рис.3 Схема подключения прибора СИ8 с релейным выходом.

### 3.2 Счетчик воды с герконовым датчиком ВМХ-80



Рис.4 Счётчик воды ВМХ-80.

Счетчики холодной воды турбинные с диаметрами условного прохода 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200 мм предназначенные для измерения объема питьевой воды, протекающей в системе холодного водоснабжения при давлении до 1,6 МПа (16 бар) и диапазоне температур от +5 до +50 °С. Счётчики ВМХ устойчивы к воздействию окружающей среды - температуре и влажности.

Таблица 2. Счётчик ВМХ-80.

Диаметр условного прохода, мм	80
Расход воды, м <sup>3</sup> /ч	
-наименьший Q min	0,6
-переходный Qt	1,0
-номинальный Qn	120
-наибольший Qmax	240
-порог чувствительности	0,25

Дистанционный выходной сигнал («герконный» съём сигнала), м <sup>3</sup> /имп	0,1
Ёмкость индикаторного устройства, м <sup>3</sup>	999999
Наименьшая цена деления, м <sup>3</sup>	0,0005
Положение шкалы индикаторного устройства	Вверх или в сторону
Масса, кг (не более)	15
Присоединение к трубопроводу	фланцевое по ГОСТ 12815
Трубопровод	горизонтальный, вертикальный или наклонный
Гидравлическое сопротивление S, м/(м <sup>3</sup> /ч) <sup>2</sup>	1,1 × 10 <sup>-4</sup>
Примечания:	
<p>1. Под наибольшим расходом Q<sub>max</sub> понимается расход, при котором потеря давления на счетчике не превышает 0,1 МПа (1 бар), а длительность работы не более 1-го часа в сутки. Потеря давления (метры водяного столба) на счетчике при текущем значении расхода (м<sup>3</sup>/ч) определяется по формуле: <math>h=S \cdot Q^2</math>.</p> <p>2. Под номинальным (эксплуатационным) расходом Q<sub>n</sub> понимается расход, при котором счетчик может работать непрерывно (круглосуточно).</p> <p>3. Под наименьшим расходом Q<sub>min</sub> понимается расход, при котором счетчик имеет относительную погрешность +5% и ниже которого относительная погрешность не нормируется.</p> <p>4. Под переходным расходом Q<sub>t</sub> понимается расход, при котором счетчик имеет погрешность +2%, а ниже которого +5%.</p> <p>5. Под порогом чувствительности понимается расход, при</p>	

котором турбинка приходит в непрерывное вращение.

На осмотической установке необходимо контролировать качество процесса очистки воды от солей. Отслеживать качество воды можно по объему инфильтрата в результате очистки, обычно это 40% от объема воды прошедшей через установку. Поэтому необходимо установить по два счетчика импульсов ОВЕН СИ8 и два герконовых счетчика воды на каждой осмотической установке. Что позволит контролировать количество очищенной воды и количество инфильтрата, кроме того, сумма этих показаний будет говорить о количестве поступившей воды, что позволит следить за утечками, до осмотических установок.

После установки счетчиков необходимо выполнить их проверку и опломбировку.

Установка уровнемеров на емкостях: с очищенной водой, с грязным дренажем и чистым дренажем. Монтаж счетчика воды в самой теплице для контроля расхода при поливе и утечек в процессе ее снабжения водой.

### 3.3 Уровнемер ОВЕН ПД100-ДГО,06-137-0,5.10

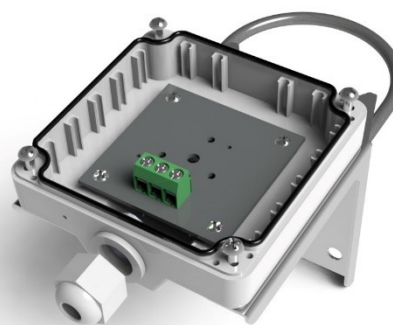


Рис.5 Уровнемер ОВЕН ПД100-ДГ0.

Рис.6 Преобразователь гидростатического давления.

Исполнениям преобразователей ОВЕН ПД100 соответствует следующее условное обозначение:

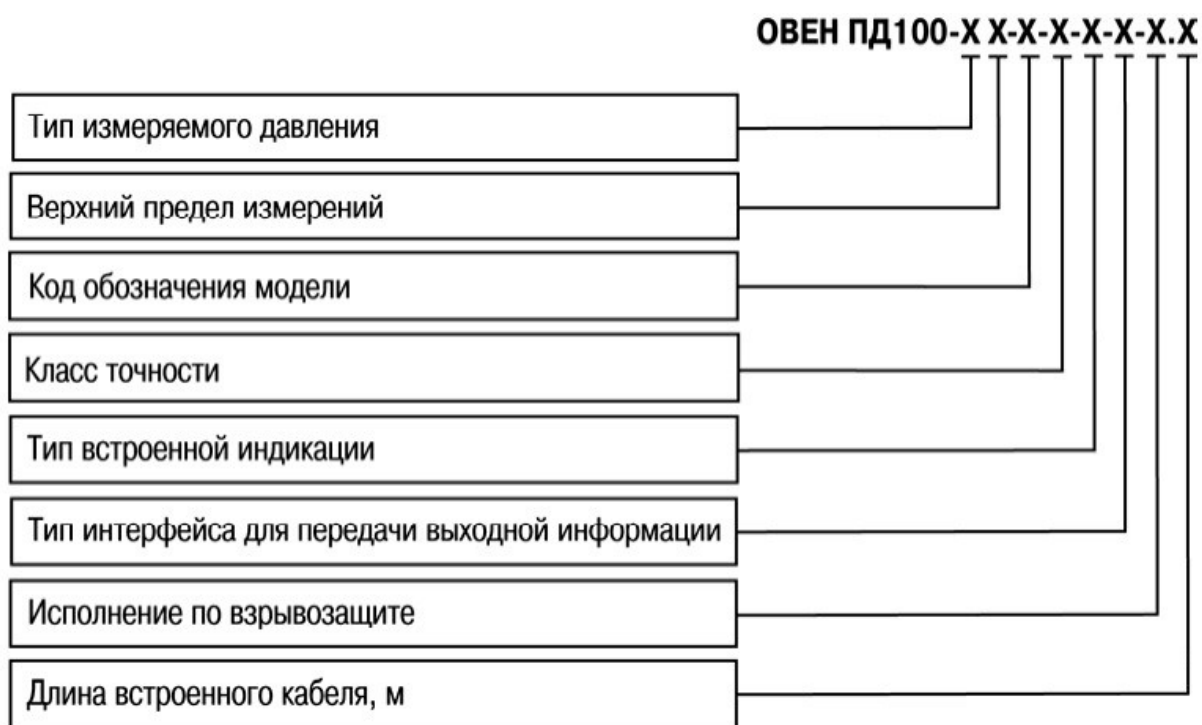


Рис.7 Условные обозначения исполнений преобразователей ОВЕН ПД100

- Тип измеряемого давления:

ДА - абсолютное; ДИ - избыточное; ДГ - гидростатическое; ДД - дифференциальное; ДИВ - избыточное-вакуумметрическое; ДВ - вакуумметрическое (разрежение).

- Верхний предел измерений (ВПИ) давления среды зависит от типа давления. Диапазоны верхних пределов для однопредельных преобразователей приведены в таблице 3.

Таблица 3. Диапазоны верхних пределов измерения давления для  
однопределных преобразователей

Тип измеряемого давления	Верхний предел измерений
ДА	От 1 кПа до 10 МПа
ДИ	От 100 Па до 100 МПа
ДД	От 100 Па до 10 МПа
ДГ	От 1 кПа до 2,5 МПа
ДВ	От минус 100 Па до минус 100 кПа
ДИВ	От минус 100 Па до минус 100 кПа (разрежение); от 100 Па до 250 кПа (избыточное).

Нижний предел измерений преобразователей равен либо нулю, либо нижнему предельному значению.

- Код обозначения модели – числовой код, см. п. 2.1.3.
- Класс точности (предел основной допускаемой погрешности): 0,25 ( $\pm 0,25$  %); 0,5 ( $\pm 0,5$  %); 1,0 ( $\pm 1,0$  %); 1,5 ( $\pm 1,5$  %).
- Тип встроенной индикации: – без индикации (не указывается); 1 – светодиодная индикация; 2 – жидкокристаллическая индикация; 3 – индикация с уставками.
- Тип интерфейса для передачи выходной информации: – сигнал постоянного тока 4–20 мА (не указывается); Н – сигнал постоянного тока 4–20 мА и

цифровой сигнал стандарта HART; R – цифровой сигнал стандарта RS-485.

- Исполнение по взрывозащите: – общепромышленное исполнение (не указывается); Exi – искробезопасное; Exd – взрывонепроницаемое.
- Длина встроенного кабеля – для соответствующего исполнения указывается длина встроенного кабеля в метрах.

Датчики ОВЕН ПД100-ДГ модели 137 представляют собой преобразователи гидростатического давления с измерительной мембраной из нержавеющей стали и встроенным гидрометрическим кабелем.

Данная модель характеризуется возможностью работы внутри жидкости. Для связи сенсора с атмосферой в кабеле присутствует капилляр. Съёмный защитный колпачок предохраняет измерительную мембрану (открытый сенсор) от механических повреждений.

Преобразователи данной модели могут применяться в системах измерения и поддержания уровня жидкости на основных и вторичных производствах в промышленности и ЖКХ: водозаборных скважинах и резервуарах, канализационных станциях и емкостях, прудах-отстойниках, водонапорных башнях и т.д.

Для более удобного монтажа преобразователя на объекте в качестве аксессуара предлагается клеммная коробка КК-01.



## **Основные характеристики преобразователя гидростатического давления**

- ИЗМЕРЕНИЕ гидростатического давления нейтральных к нержавеющей стали AISI 316L (AISI 304S) сред (вода, конденсат, различные жидкости, стоки и т.п.)
- ПРЕОБРАЗОВАНИЕ давления в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА
- ВЕРХНИЙ ПРЕДЕЛ измеряемого давления (ВПИ) – ряд значений от 1,0 до 100 м. вод. ст.
- ПЕРЕГРУЗОЧНАЯ СПОСОБНОСТЬ 200% от ВПИ
- ОСНОВНАЯ ПРИВЕДЕННАЯ ПОГРЕШНОСТЬ – 0,5; 1,0 % ВПИ
- СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ корпуса датчика давления – IP68
- ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ удовлетворяют требованиям к оборудованию класса А по ГОСТ Р 51522

Таблица 4. Технические характеристики ОВЕН ПД100.

Наименование	Значение
--------------	----------

Выходной сигнал постоянного тока	4...20 мА, 2-х проводная схема
Основная приведенная погрешность	0,5; 1,0 % ВПИ
Диапазон рабочих температур измеряемой среды	0...+40 °С
Напряжение питания	12...36 В постоянного тока
Сопротивление нагрузки	0...1,0 кОм (в зависимости от напряжения питания)
Потребляемая мощность	не более 0,8 Вт
Устойчивость к механическим воздействиям	группа исполнения V3 по ГОСТ Р 52931
Степень защиты корпуса	IP65
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха	-40...+80 °С
Атмосферное давление рабочее	66...106,7 кПа
Среднее время наработки на отказ	не менее 500 000 ч
Вес без упаковки и кабеля	не более 0,3 кг
Тип электрического соединителя	кабель гидрометрический
Предельное давление перегрузки	не менее 200 % от ВПИ
Штуцер (без защитного колпачка)	M24x1,5 "открытый сенсор"

Межповерочный интервал	2 года
Средний срок службы	12 лет

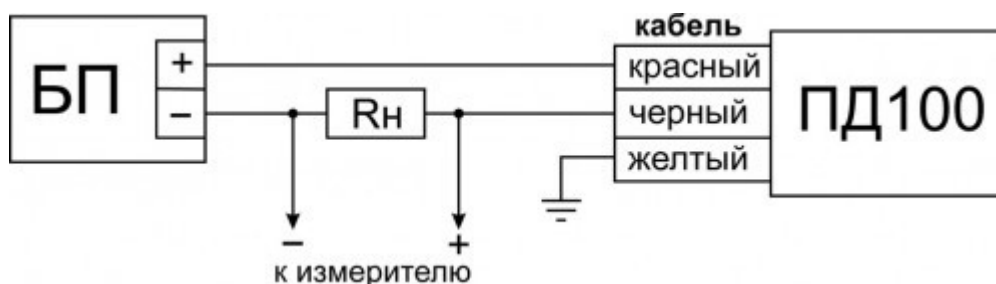


Рис.8 Схема подключения ОВЕН ПД100.

На выходе с емкостей так же необходимо установить счётчики воды. Которые позволят контролировать утечки воды на участке после ёмкостей.

#### **4 Средний уровень автоматизации**

На среднем уровне в данном проекте я реализую сетевое взаимодействие между автономными датчиками и счетчиками. Аппаратное объединение осуществляется при помощи системного интерфейса RS-485 и линий связи, сети WI-FI и по протоколу Ethernet.

RS-485 — стандарт передачи данных по двухпроводному полудуплексному многоточечному последовательному каналу связи. Передача данных осуществляется с помощью дифференциальных сигналов. Разница напряжений между проводниками одной полярности означает логическую единицу, разница другой полярности — ноль.

Сигнал с датчиков собирается и передается при помощи сети RS-485, на преобразователь RS-485-Ethernet. В качестве

преобразователя будем использовать преобразователь интерфейса Ethernet — RS-232/RS-485 ОВЕН ЕКОН134. А сигналы с датчиков установленных на большом расстоянии от тепличных комплексов, а именно на артезианских скважинах, будет собираться при помощи созданных точек доступа WI-FI. Точки доступа будут созданы при помощи TP-Link TL-WA5210G.

#### **4.1 Преобразователь интерфейса Ethernet — RS-232/RS-485 ОВЕН ЕКОН134**



Рис.9 Преобразователь сигналов ЕКОН134.

Преобразователь ЕКОН134 предназначен для подключения устройств с последовательным интерфейсом (RS-232, RS-485) к сети Ethernet. Он может применяться в системах диспетчеризации, автоматизированных системах учета энерго- и теплоэнергоресурсов как коммерческих, так и технологических.

#### **Функциональные возможности преобразователя ОВЕН ЕКОН134**

- Работа в одном из двух режимов передачи данных Ethernet — RS-232/RS-485: «ЗАПРОС-ОТВЕТ», «БЕЗ ЗАПРОСА»
- Одновременное обращение нескольких устройств из сети Ethernet к одному порту (RS-232, RS-485)
- Связь двух устройств с последовательными интерфейсами (RS-232, RS-485) по сети Ethernet
- Индикация обмена через последовательные порты

В режиме **«ЗАПРОС-ОТВЕТ»** осуществляется прием запроса по сети Ethernet, передача его на указанный порт запрашиваемого устройства, получение и передача ответа в сеть Ethernet устройству, отправившему запрос.

Режим **«БЕЗ ЗАПРОСА»** обеспечивает прием данных от устройства на последовательный порт, передачу этих данных в сеть Ethernet указанному устройству, прием данных по сети Ethernet и передачу их на указанный последовательный порт.

### **Технические характеристики:**

Таблица 5. Технические характеристики ЕКОН134.

Наименование	Значение
Диапазон напряжений питания постоянного тока, В	От 10 до 30
Максимальная потребляемая мощность не более , ВА	5
Поддерживаемые интерфейсы	RS-232, RS-482, Ethernet 10/100 мб/с

Степень защиты корпуса	IP20
Габаритные размеры, мм	77x119,5x30
Масса прибора, кг, не более	0,5
Средний срок службы, лет, не менее	8

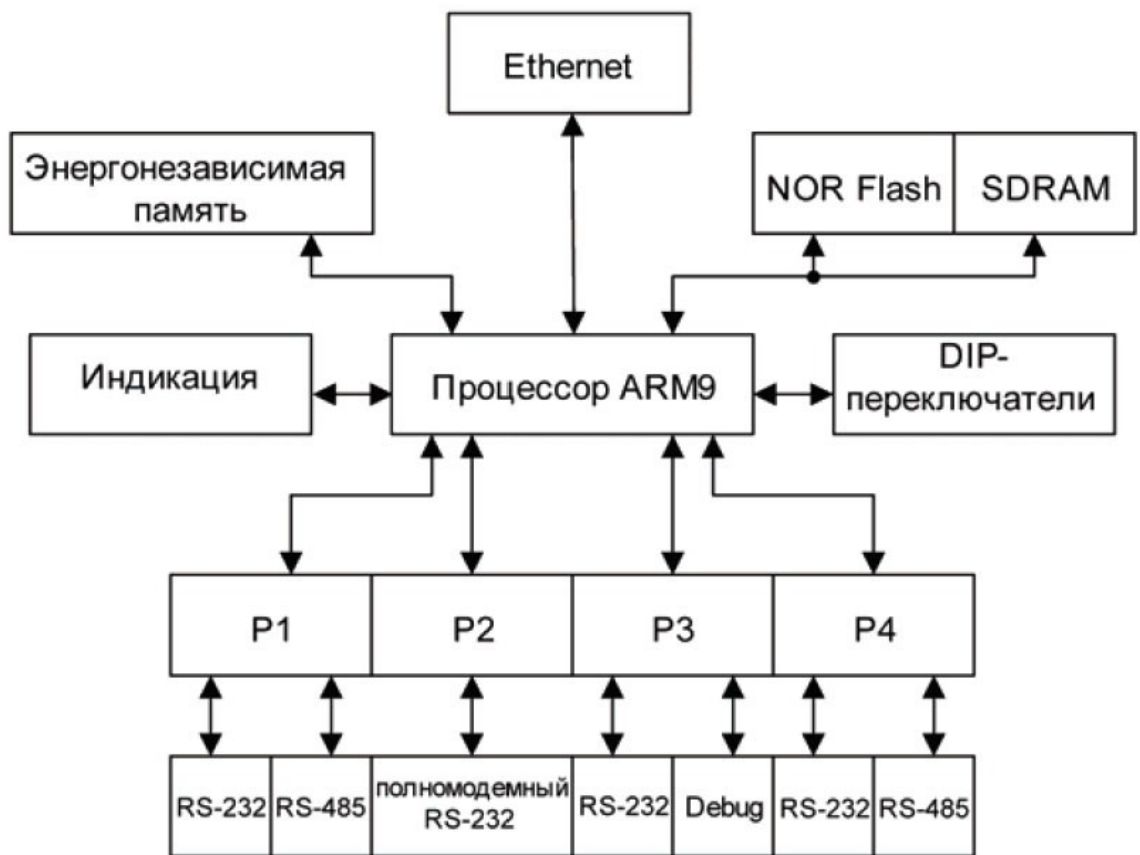


Рис.10 Функциональная схема преобразователя ЕКОН134.

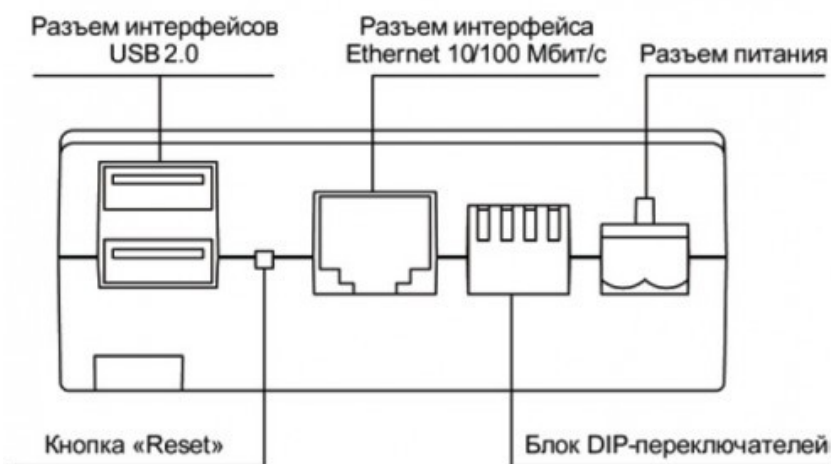


Рис.11 Схема подключения преобразователя ЕКОН134.

### На верхней панели прибора расположены

- Разъем интерфейсов USB 2.0, предназначенный для подключения к прибору устройств, оснащенных интерфейсом USB 2.0 (в данной модификации прибора этот интерфейс не поддерживается);
- Кнопка «RESET», предназначенная для перезагрузки внутреннего ПО прибора;
- Блок DIP-переключателей - четыре DIP-переключателя предназначены для конфигурирования портов P1, P3, P4 прибора и выбора параметров прибора;

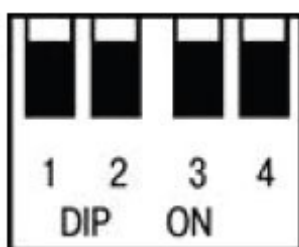


Рис.12 Блок DIP-переключателей.

- Разъем питания, предназначенный для подключения к прибору источника питания постоянного тока;

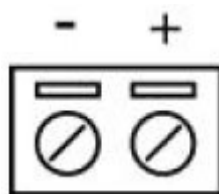


Рис.13 Разъём питания.

- Разъём Ethernet, предназначенный для подключения прибора к сети Ethernet 10/100Мбит/с.

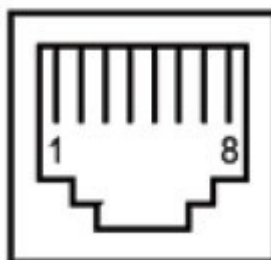


Рис.14 Разъём Ethernet.

#### **Условия эксплуатации:**

- Закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов
- Температура окружающего воздуха от -25 до +70 °С
- Верхней предел относительной влажности 95% при 35 °С без конденсации влаги
- Атмосферное давление от 85...107 кПа

Тип климатического исполнения прибора - УХЛ4 по ГОСТ15150.

По устойчивости к механическим воздействиям прибор соответствует требованиям ГОСТ Р 51841.

Для сбора данных с уровнемеров, установленных на ёмкостях, нам необходимо преобразовать аналоговый сигнал



в RS-485. Для этого будем использовать модуль ввода аналоговых данных ОВЕН МВ-110.

#### 4.2 Модуль аналогового ввода с универсальными входами (с интерфейсом RS-485) МВ110



Рис.15 Модуль аналогового ввода ОВЕН МВ110.

Модули предназначены для измерения аналоговых сигналов встроенными аналоговыми входами, преобразования измеренных величин в значение физической величины и последующей передачи этого значения по сети RS-485.

#### Технические характеристики:

Таблица 6. Технические характеристики ОВЕН МВ110.

Интерфейс	RS-485
Поддерживаемые протоколы	Modbus RTU Modbus ASCII ОВЕН DCON
Скорость обмена по RS-485	2400...115200 бит/с

#### Особенности

- Индивидуальная конфигурация для каждого входа
- Диагностика состояния подключенных аналоговых датчиков
- Автоматическое определение протокола
- Съёмные клеммники с невыпадающими винтами
- Универсальное питание (=24 В или ~230 В)
- Обновление встроенного программного обеспечения по RS-485.

Для передачи данных на большое расстояние при помощи сети WI-FI Нам потребуется Точка доступа WiFi, для её создания будем использовать TP-Link TL-WA5210G.

### 4.3 TP-Link TL-WA5210G



Рис.16 Точка доступа TP-Link TL-WA5210G.

Наружная точка доступа высокой мощности предназначена для создания беспроводных сетей на больших расстояниях.

Особенности:

- Поддержка стандарта IEEE 802.11b/g, скорость беспроводной передачи данных до 54 Мбит/с
- Всепогодный корпус с защитой от молний (до 4000 В) и статического электричества (до 15 кВ)
- Двухнаправленная 12 дБи антенна для установки беспроводного соединения на расстоянии до 2 км
- Высокая мощность для расширения зоны покрытия и повышения скорости соединения
- Поддержка Passive PoE для установки устройства в труднодоступных местах

#### **4.4 Описание процесса сбора данных**

Информация с датчиков и счётчиков собирается и передается по сети RS-485 на преобразователь сигнала в Ethernet. Далее информация передаётся по протоколу Ethernet в диспетчерскую на ПК диспетчера и на сервер резервных копий.

Данные с уровнемеров, установленных на ёмкостях, собираются в виде аналоговых данных, затем преобразуются в сеть RS-485, далее происходит преобразование в протокол Ethernet. Вся информация также поступает к диспетчеру и на сервер резервного копирования.

В случае, когда датчики расположены далеко, например те, что установлены на артезианских скважинах, информация передается при помощи сети WI-FI и поступает на ПК диспетчера и сервер резервных копий.

Таким образом, средний уровень позволяет нам:

- Осуществлять информационный обмен приборов с ЭВМ.
- Датчики с разными функциями без потери связи могут устанавливаться на большой дистанции по территории тепличного комплекса.
- Система является масштабируемой, при необходимости предусмотрена возможность добавления новых контроллеров и датчиков.

## **5 Верхний уровень**

Верхний уровень – это уровень промышленного сервера, сетевого оборудования, уровень операторских и диспетчерских станций. На этом уровне идет контроль хода производства: обеспечивается связь с нижними уровнями, откуда осуществляется сбор данных, визуализация и диспетчеризация (мониторинг) хода технологического процесса. Это уровень HMI, SCADA. На этом уровне задействован человек, т.е. оператор (диспетчер). Он осуществляет локальный контроль технологического оборудования через так называемый человеко-машинный интерфейс (HMI - Human Machine Interface). К нему относятся: мониторы, графические панели, которые устанавливаются локально на пультах управления и шкафах автоматики. Для осуществления контроля за распределенной системой машин, механизмов и агрегатов применяется SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition -

диспетчерское управление и сбор данных) система. Эта система представляет собой программное обеспечение, которое настраивается и устанавливается на диспетчерских компьютерах. Она обеспечивает сбор, архивацию, визуализацию, важнейших данных от ПЛК. При получении данных система самостоятельно сравнивает их с заданными значениями управляемых параметров (уставками) и при отклонении от задания уведомляет оператора с помощью тревог(Alarms), позволяя ему предпринять необходимые действия. При этом система записывает все происходящее, включая действия оператора, обеспечивая контроль действий оператора в случае аварии или другой нештатной ситуации. Таким образом, обеспечивается персональная ответственность управляющего оператора.

Верхний уровень системы строится на персональном компьютере с программным обеспечением. ПК устанавливается в диспетчерской, которая будет располагаться в одном из кабинетов офиса.

#### **Возможности верхнего уровня:**

- Графическое отображение уровня воды в ёмкостях и ее расхода.
- Управление включением и отключением насосов.
- Протоколирование и хранение всех событий, происходящих в системе.

При выборе программного обеспечения для реализации проекта, выбор сделал в сторону Trace Mode V.6, по следующим причинам:

- Отечественное программное обеспечение с развитой технической поддержкой
- Наличие помощи на русском языке, что существенно упрощает работу в Trace Mode
- Наличие бесплатной базовой версии
- Богатые возможности позволяющие решать огромный спектр задач

## 6 Разработка алгоритма автоматизации.

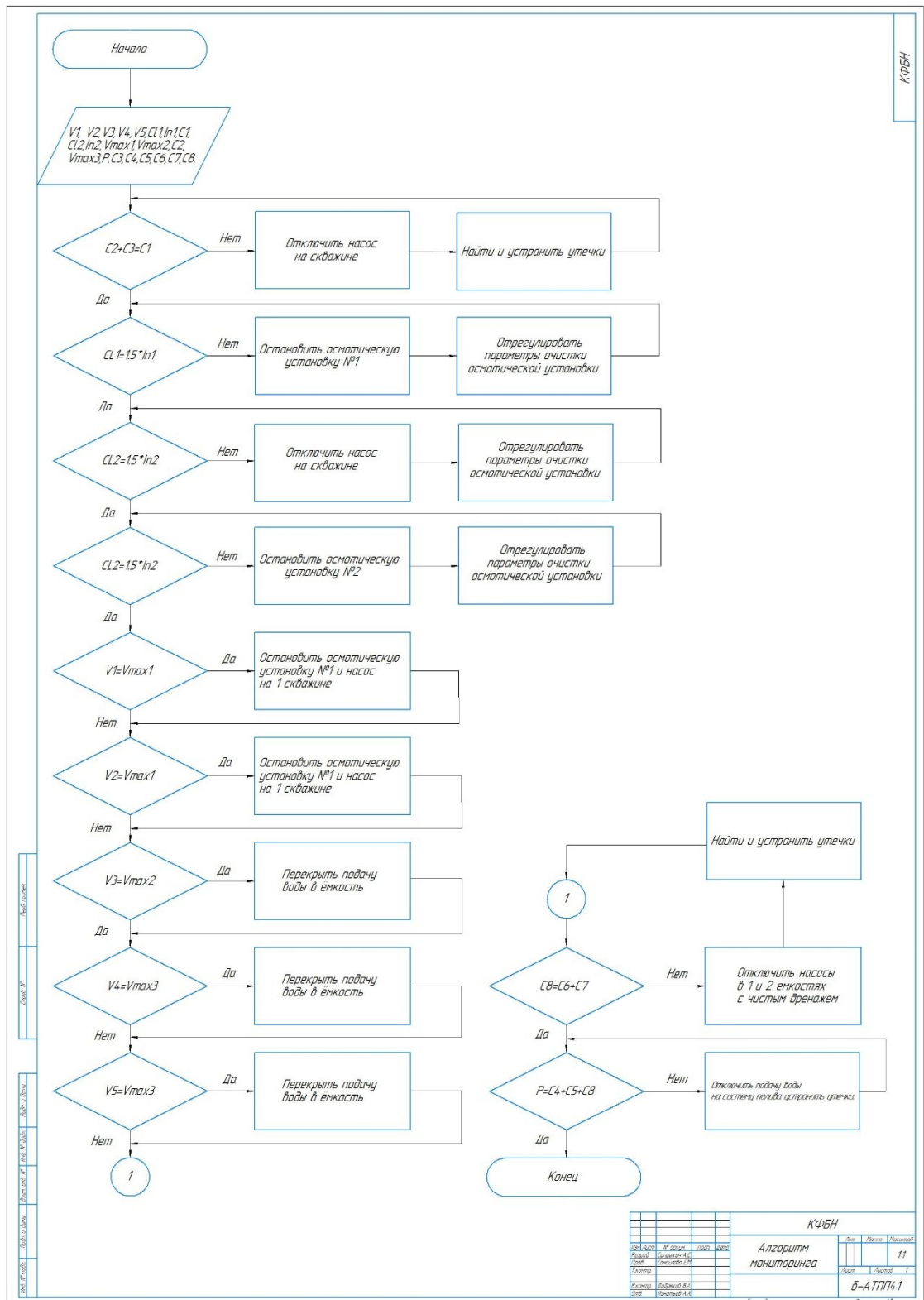


Рис. 17 – Алгоритм мониторинга

## **6.1 Вербальное описание алгоритма мониторинга**

После начала алгоритма на вход поступают уставки: V1- объём ёмкости с очищенной водой №1 после осмотической установки, V2- объём ёмкости с очищенной водой №2 после осмотической установки, V3- объём ёмкости с грязным дренажем, V4- объём воды в ёмкости с очищенным дренажем №1, V5- объём воды в ёмкости с очищенным дренажем №2, C1- объём очищенной воды на осмотической установке №1, In1- объём полученного инфильтрата на осмотической установке №1, C12- объём очищенной воды на осмотической установке №2, In2- объём полученного инфильтрата на осмотической установке №2, Vmax1- максимально допустимый объём воды в ёмкостях с очищенной водой №1, Vmax2- максимально допустимый объём воды в ёмкости с грязным дренажем, Vmax3- максимально допустимый объём воды в ёмкостях с очищенным дренажем, P- объём израсходованной воды при поливе теплицы, C1- показания счетчика установленного на выходе с артезианской скважины, C2- показания счётчика на входе на осмотическую установку №1, C3- показания счётчика на входе на осмотическую установку №2, C4- показания счетчика установленного на выходе с ёмкости с очищенной водой №1, C5- показания счетчика установленного на выходе с ёмкости с очищенной водой №2, C6- показания счетчика установленного на выходе с ёмкости с очищенным дренажем №1, C7- показания счетчика установленного на выходе с ёмкости с очищенным дренажем №2, C8- показания счетчика установленного на входе в систему полива.



Дальше проверяются условия:  $C2+C3=C1$  сумма воды поступившей на осмотические установки должна соответствовать объёму выкаченной воды из артезианской скважины, в случае не соответствия необходимо отключить насосы на скважине, найти и устранить утечки воды. Затем проверить выполнение условия еще раз.

Количество полученного в результате очистки инфильтрата строго регламентировано, поэтому проверяется условие:  $CL1 = 1.5*In1$  и  $CL2 = 1.5*In2$  - равно ли количество очищенной воды произведению объёма инфильтрата на 1,5. Если условие не выполняется, значит, вода не пригодна для полива, необходимо остановить осмотическую установку, затем отрегулировать ее параметры очистки. Проверить выполнение условия еще раз.

Проверяется условие  $C8=C6+C7$ , показание счетчика №8 должно соответствовать сумме показаний счетчиков №6 и №7. В случае если это условие не выполняется, необходимо отключить насосы в емкостях с чистым дренажем, затем найти места утечки воды и устранить их.

Проверяется условие  $P=C4+C5+C8$ , чтобы количество воды используемой при поливе на теплице соответствовало количеству воды, взятому из ёмкостей с очищенной водой и емкостей чистым дренажем, если условие не выполняется, насосы в ёмкостях отключаются, затем необходимо найти и устранить утечки.

$V1=Vmax1$ ,  $V2=Vmax1$ ,  $V3=Vmax2$ ,  $V4=Vmax3$ ,  $V5=Vmax3$   
- Проверяется чтобы ёмкости не переполнялись и не достигали минимального порога, в случае если объём воды

достиг максимального или опустился ниже допустимого, подача воды в ёмкости прекращается, до тех пор пока объём снова не достигнет пределов нормы.

## **7 Разработка интерфейса для мониторинга расхода воды**

В первую очередь на основе алгоритма и схемы мониторинга разработал рабочий экран. С рабочего экрана есть переход на остальные экраны мониторинга, а так-же самые важные элементы для быстрого управления

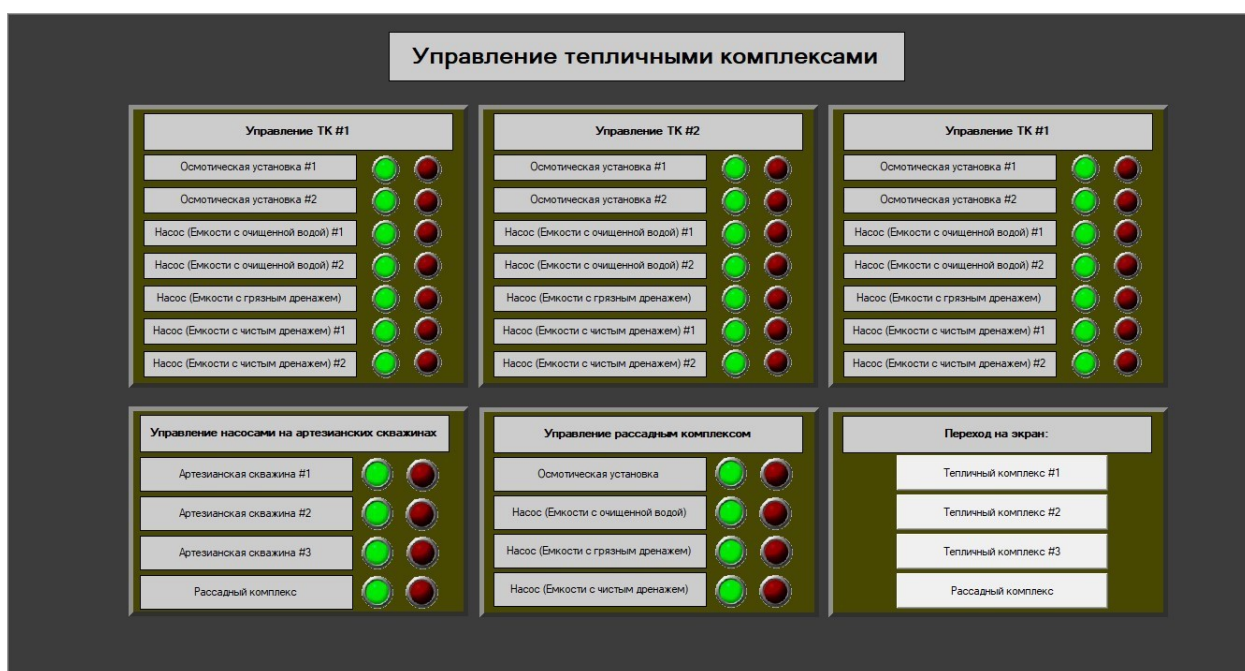


Рис.18 - Мнемосхема главного экрана

Дальше разработал более подробный экраны мониторинга для тепличных комплексов №1,2,3, на которых будут отображаться текущие показания счетчиков и уровнемеров. Так как структура трех тепличных комплексов схожа, то для удобства мониторинга и управления, экраны были созданы схожими между собой:

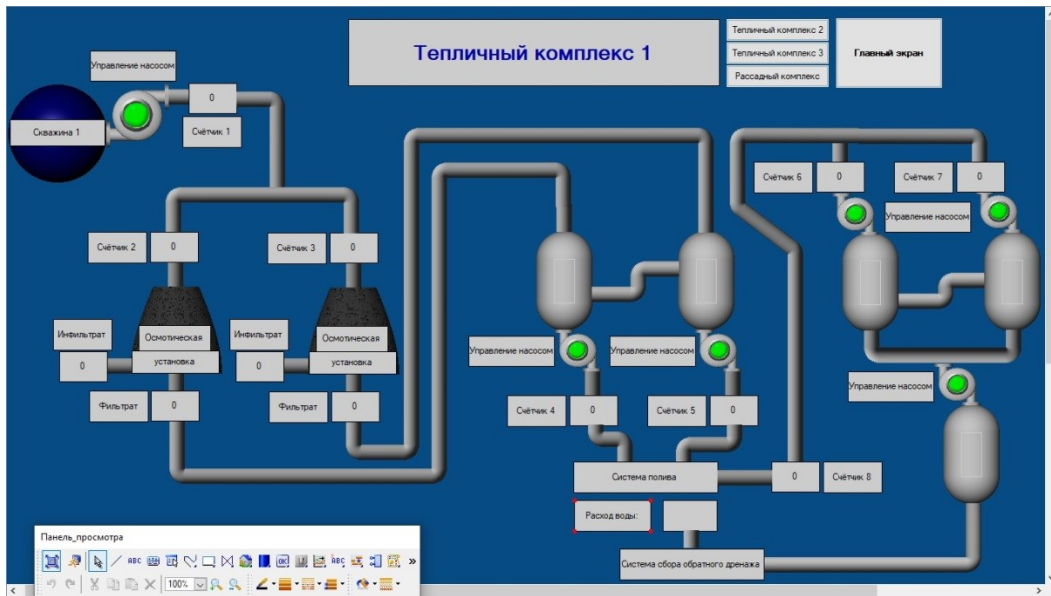


Рис.19 – Мнемосхема мониторинга тепличного комплекса №1

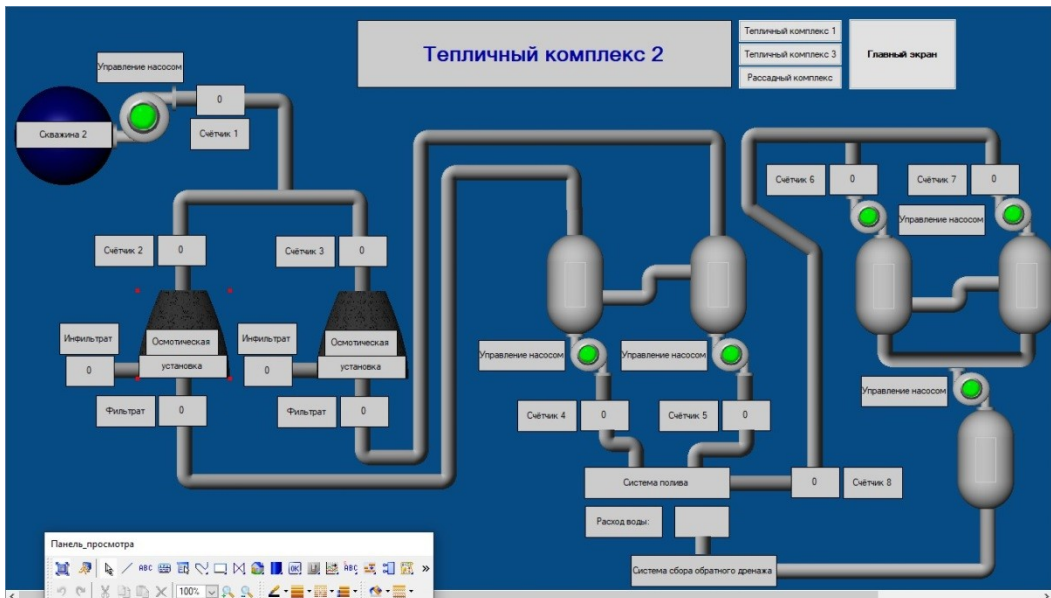


Рис.20 – Мнемосхема мониторинга тепличного комплекса №2

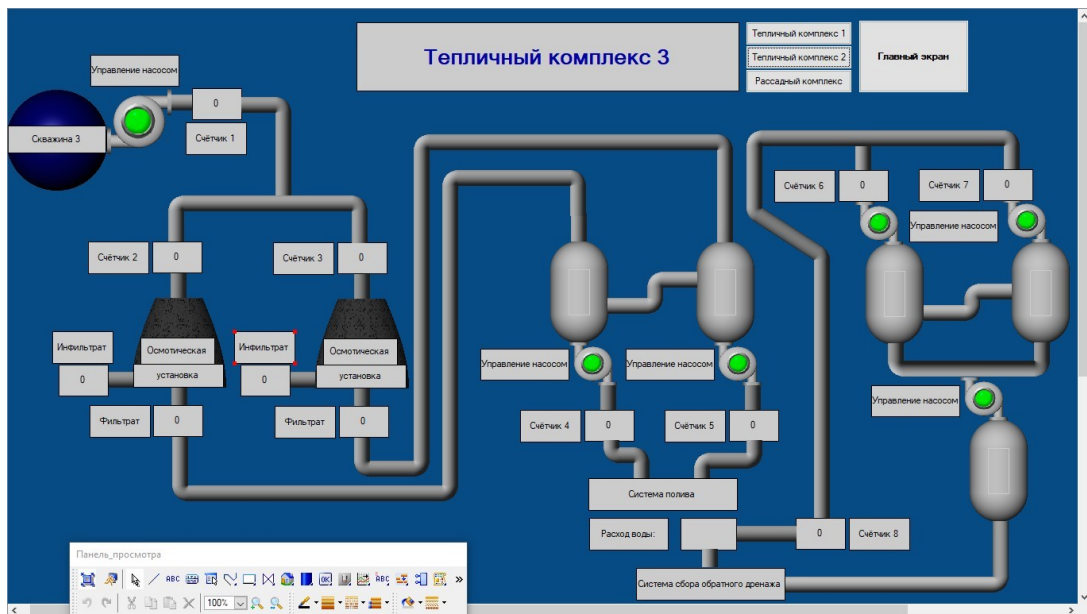


Рис.21 – Мнемосхема мониторинга тепличного комплекса №3

Также создал экран мониторинга рассадного комплекса, структура которого немного отличается, поэтому структура экрана тоже изменяется и для внешнего отличия изменил фон:



Рис.22 – Мнемосхема мониторинга рассадного комплекса

## **8 Безопасность работы персонала в операторской**

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 производственные факторы можно разделить на опасные и вредные. Опасные факторы - это те которые приводят к травме, в том числе и смертельной. Вредные - факторы которые приводят к заболеваниям или усугубляют уже имеющиеся.

На оператора автоматизированной системы в течение рабочего дня воздействует множество различных производственных факторов, каждый из которых влияет на производительность, работоспособность и физическое состояние оператора.

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по ГОСТ 12.0.003-2015 на физические и психофизиологические. Физические факторы под собой подразумевают воздействия, которые оказывает производственное оборудование и среда. Психофизиологические факторы характеризуют изменение состояния человека в связи с влиянием тяжести и напряженности труда их можно подразделить на физические перегрузки (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда).

На оператора ЭВМ на рабочем месте влияют следующие производственные факторы:

1. неблагоприятные параметры микроклимата:
  - повышенная или пониженная температура воздуха;
  - повышенная или пониженная температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т.п.);
  - повышенная или пониженная относительная влажность воздуха;
  - повышенная скорость движения воздуха.
2. недостаточное освещение рабочей зоны;
3. отсутствие или недостаток естественного освещения;
4. прямая и отраженная блескости;
5. повышенный уровень электромагнитного излучения;
6. повышенный уровень статического электричества;
7. повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

### **8.1 Неблагоприятные параметры микроклимата**

Рассмотрим более подробно какие неблагоприятные параметры микроклимата влияют на диспетчера.

Источниками тепла в операторной являются: электрические приборы (монитор, системный блок и электрообогреватели в холодное время года), батареи, а также и сам человек.

Повышенная температура в сочетании с высокой влажностью оказывают негативное влияние на

работоспособности оператора, а именно: увеличивается время реакции, нарушается координация движений, в результате чего возрастает вероятность ошибочных действий, что несомненно отражается на производительности оператора.

Человек постоянно находится в процессе теплового взаимодействия с окружающей его рабочей средой. Температура, относительная влажность и скорость движения окружающего воздуха характеризуют процесс теплообмена. Данные параметры оказывают комплексное воздействие на процесс теплообмена на рабочем месте.

В соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 значения температуры, влажности и скорости движения воздуха устанавливаются для рабочей зоны производственных помещений в зависимости от категории тяжести выполняемой работы, величины избытков явного тепла, выделяемого в помещении, и периода года.

Санитарные нормы дают четкую градацию микроклимата производственных помещений. В соответствии с этим документом условия окружающей среды подразделяются на оптимальные и допустимые. Оптимальные условия могут обеспечить полный комфорт как теплового, так и функционального состояния организма человека.

Происходит это при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывая отклонений в состоянии здоровья. Оптимальные условия микроклимата создают среду с высоким уровнем работоспособности, что



предпочтительно на рабочем месте. Кроме того эти условия являются обязательными в местах производственных помещений, на которых идет работа операторов. Обычно эти работы связаны с нервно-эмоциональным напряжением человека (работа в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.).

В таблице 7 приведены оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений для оператора ЭВМ (категория труда Ia: легкая, энергозатраты до 139 Вт).

Таблица 7. Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.
Холодный	22-24	20-25	21-25	19-26	60-40	15-75	0,1	0,1
Теплый	23-25	21-28	22-26	20-29	60-40	15-75	0,1	0,1-0,2

Холодный период года – это период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10° С и ниже.

Теплый период года – это период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10° С.

## 8.2 Недостаточное освещение рабочей зоны

Помимо неблагоприятного микроклимата на оператора так же воздействует плохое освещение рабочей зоны, так как

работа оператора ЭВМ является работой зрительного характера, т.е. основное физическое напряжение принимают глаза, следовательно, необходимо уделить внимание освещенности рабочего места оператора.

Плохое освещение утомляет не только зрение, но и вызывает утомление всего организма. Неправильное освещение часто является причиной травм (плохо освещенные опасные зоны, блики и блики от них). Правильно организованное освещение создает благоприятные условия, снижающие утомляемость, уровень производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

При освещении производственных помещений используется естественное освещение, искусственное, которое осуществляется электрическими лампами и приборами, и комбинированное, в котором в дневное время, недостаточное по стандартам, естественное освещение дополняется искусственным.

Естественное освещение по своему спектральному составу является наиболее приемлемым. Искусственное, напротив, отличается относительной сложностью восприятия человеком зрительного органа. Несмотря на это, искусственное освещение необходимо как наиболее важный фактор для приближения ночных условий труда к дневным.

Сохранение зрения человека, состояние его центральной нервной системы и безопасность на работе во многом зависят от условий освещения. Производительность и качество продукции также зависят от освещения.

Нормы освещенности для операторов ЭВМ приведены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Помещение с ПЭВМ должно иметь естественное и искусственное освещение. Рабочие места должны располагаться таким образом, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева. Экран дисплея не должен быть ориентирован в сторону источника света. Не следует располагать дисплей непосредственно под источником освещения или вплотную с ним. Желательно, чтобы освещенность рабочего места оператора не превышала 2/3 нормальной освещенности помещения.

Источники освещения следует устанавливать таким образом, чтобы они не ослепляли, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>.

Естественное освещение должно осуществляться через светопроемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток и обеспечивать коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1.2% в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1.5% на остальной территории.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк.

Допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк.

Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна,

светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/ кв.м.

Следует ограничивать отраженную блесккость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ВДТ и ПЭВМ не должна превышать 40 кд/кв.м и яркость потолка, при применении системы отраженного освещения, не должна превышать 200 кд/кв.м.

Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ВДТ и ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 - 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

В качестве источников искусственного света следует использовать в основном люминесцентные лампы ЛБ. При установке непрямого освещения в промышленных и административных зданиях допускается использование металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт. В местных светильниках разрешено использовать лампы накаливания.

Общее освещение должно быть в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных на боковой стороне рабочего места, параллельно линии обзора пользователя в расположении ряда ВДТ и ПК. При расположении компьютеров по периметру линии светильников должны располагаться над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/кв.м, защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Коэффициент запаса (Кз) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4.

Для внутренней отделки помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения от потолка - 0,7 - 0,8; для стен 0,5 - 0,6; для пола - 0,3 - 0,5. Полимерные материалы для внутренней отделки должны быть разрешены для применения органами и учреждениями Госсанэпиднадзора России.

### **8.3 Производственный шум**

В производственных помещениях, в которых работа на ПЭВМ является основной, уровень шума должен быть не выше 50 дБА. В помещениях, где работают инженерно-технические работники, осуществляющие лабораторный, аналитический или измерительный контроль, уровень шума не должен превышать 60 дБА. В помещениях операторов ЭВМ (без дисплеев) уровень шума не должен превышать 65 дБА. На рабочих местах в помещениях для размещения

шумных агрегатов вычислительных машин уровень шума не должен превышать 75 дБА.

Таблица 8 - Согласно ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

Средне-геометрические частоты полос, Гц	Допустимые значения по осям X, Y, Z							
	Вибро-ускорения, м/с <sup>2</sup>	дБ			Вибро-скорости, м/с x 10E-2	дБ		
		1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт		1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
1.6	0.0125		32		0.13		88	
2.0	0.0112	0.02	31	36	0.089	0.18	85	91
2.5	0.01		30		0.063		82	
3.15	0.009	0.01	29		0.0445		79	
4.0	0.008	4	28	33	0.032	0.063	76	82
5.0	0.008		28		0.025		74	
6.3	0.008	0.01	28		0.02		72	
8.0	0.008	4	28	33	0.016	0.032	70	76
10.0	0.01		30		0.016		70	
12.5	0.0125	0.02	32		0.016		70	
16.0	0.016	8	34	39	0.016	0.025	70	75
20.0	0.0196		36		0.016		70	
25.0	0.025	0.05	38		0.016	0.025	70	
31.5	0.0315	6	40	45	0.016	0.025	70	75
40.0	0.04		42		0.016		70	
50.0	0.05	0.11	44		0.016	0.025	70	
63.0	0.063	2	46	51	0.016	0.025	70	75
80.0	0.08		48		0.016		70	
Корректированные и эквивалентные значения и их уровни	0.014	33	0.025	75				

Таблица 9 - Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, помещениях жилых, общественных зданий и территории жилой застройки.

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Допустимые значения			
	По виброускорению		По виброскорости	
	Мс-2	дБ	Мс-1	дБ
	Оси X, Y			
2	5,3*10	25	4,5*10	79
4	5,3*10	25	2,2*10	73

8	5,3*10	25	1,1*10	67
16	1,0*10	31	1,1*10	67
31,5	2,1*10	37	1,1*10	67
63	4,2*10	43	1,1*10	67
Корректированные значения и их уровни в дБ W	9,3*10	30	2,0*10	72

#### **8.4 Электромагнитное излучение**

Электромагнитным излучением называется излучение, способное вызывать ионизацию среды. Источниками электромагнитного излучения на рабочем месте оператора компьютера являются дисплей и периферийное оборудование, поэтому необходимо правильно организовать защиту персонала от воздействия этого фактора. Спектр излучения монитора включает в себя электромагнитное излучение широкого диапазона частот. Низкочастотные электромагнитные поля могут инициировать биологические изменения в тканях организма, вплоть до нарушения синтеза ДНК. При длительном воздействии на человека, электромагнитные поля большой интенсивности вызывают сонливость, повышенную утомляемость, головные боли, гипертонию, нарушение сна, боли в области сердца. В случае если воздействие оказывают сверхвысокие частоты, то могут быть вызваны изменения в составе крови, заболевания глаз, а именно – катаракта, у отдельных людей могут появиться нервно – психические заболевания и трофические явления – это ломкость ногтей или выпадение волос.

Воздействие статического электричества на человека может проявляться в виде слабого длительно протекающего тока или в форме кратковременного разряда через его тело.

Такой разряд вызывает у человека рефлекторное движение, что может привести к травмам. Электростатическое поле повышенной напряженности отрицательно влияет на организм человека, вызывая функциональные изменения со стороны центральной нервной, сердечно-сосудистой и других систем организма.

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 предельная допустимая напряженность электростатического поля  $E_d$  на рабочих местах не должна превышать 60 кВ/м при воздействии до 1 ч; при воздействии свыше 1 ч до 9 ч величину  $E_d$  определяют по

формуле  $E_d = \frac{60}{\sqrt{t}}$ , где  $t$  – время воздействия, ч. Указанные нормативные величины при напряженности электростатического поля свыше 20 кВ/м применяют при условии, что в остальное время рабочего дня  $E_d$  не превышает 20 кВ/м.

Контроль уровней электрического поля осуществляется по значению напряженности электрического поля. Контроль уровней магнитного поля осуществляется по значению напряженности магнитного поля или по значению магнитной индукции. Документом, нормирующим, допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений является - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Предельно допустимая напряженность составляющих электромагнитного поля на рабочих местах приведена в таблице 10.

Таблица 10 - Предельно допустимая напряженность составляющих электромагнитного поля



Наименование параметров	Допустимое значение
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более: В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц В диапазоне частот 2кГц – 400кГц	25 В/м 2.5 В/м
Плотность магнитного потока должна быть не более: В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц В диапазоне частот 2кГц – 400кГц	250 нТл 25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать	500 В

### 8.5 Электрический ток

Помимо всего, опасное и вредное воздействие на людей оказывает еще электрический ток и электрическая дуга, влияние проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Проходя через организм, электрический ток производит следующие действия:

- термическое (проявляется в нагреве тканей, вплоть до ожогов отдельных участков тела, перегрева кровеносных сосудов и крови, что вызывает в них серьезные функциональные нарушения).

- электролитическое (вызывает разложение крови и плазмы, значительные нарушения их физико-химических составов и тканей в целом).

- биологическое (выражается в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что может сопровождаться непроизвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе мышц сердца и легких).

Любое из перечисленных воздействий тока на человека приводит к электротравмам, которые можно подразделить на два вида: электротравмы и общие электротравмы.

Степень опасного и вредного воздействий на человека электрического тока, электрической дуги зависит от рода и величины напряжения и тока, частоты электрического тока, пути прохождения тока через тело человека, продолжительности воздействия на организм человека, условий внешней среды.

Электрическое сопротивление тела человека и приложенное к нему напряжение также влияют на исход поражения, но лишь постольку, поскольку они определяют значение тока, проходящего через тело человека.

Значение тока, протекающего через тело человека, является главным фактором, от которого зависит исход поражения: чем больше ток, тем опаснее его действие. Человек начинает ощущать протекающий через него ток промышленной частоты (50 Гц) относительно малого значения: 0,6-1,5 мА. Этот ток называется пороговым ощутимым током.

Ток 10-15 мА (при 50 Гц) вызывает сильные и весьма болезненные судороги мышц рук, которые человек преодолеть не в состоянии, т.е. он не может разжать руку, которой касается токоведущей части, не может отбросить провод от себя и оказывается как бы прикованным к токоведущей части. Такой ток называется пороговым не отпускающим.

При 25-50 мА действие тока распространяется и на мышцы грудной клетки, что приводит к затруднению и даже прекращению дыхания. При длительном воздействии этого тока - в течение нескольких минут - может наступить смерть вследствие прекращения работы легких.

При 100 мА ток оказывает непосредственное влияние также и на мышцу сердца; при длительности протекания более 0,5 с такой ток может вызвать остановку или фибрилляцию сердца, т. е. быстрые хаотические и одновременные сокращения волокон сердечной мышцы (фибрилл), при которых сердце перестает работать как насос. В результате в организме прекращается кровообращение и наступает смерть. Этот ток называется фибрилляционным.

Длительность протекания тока через тело человека влияет на исход поражения вследствие того, что со временем резко повышается ток, за счет уменьшения сопротивления тела, и накапливаются отрицательные последствия воздействия тока на организм.

Род и частота тока в значительной степени определяют исход поражения. Наиболее опасным является переменный ток с частотой 20-100 Гц.

При постоянном токе, пороговый ощутимый ток повышается до 6-7 мА, пороговый не отпускающий ток - до 50-70 мА, а фибрилляционный при длительности воздействия более 0,5 с - до 300 мА.

Нормативным документом, устанавливающим допустимый уровень напряжения, является ГОСТ 12.1.038-82.

При нормальном (неаварийном) режиме напряжение прикосновения и токи, протекающие через тело человека, не должны превышать: напряжение — не более 2,0 В; сила тока — не более 0,3 мА.

Предельно допустимое время прикосновения к источнику напряжения при аварийном режиме (для тока частотой 50 Гц) не должно превышать значений, указанных в таблице 11.

Таблица 11 - Предельно допустимое время прикосновения к источнику напряжения

Уровень напряжения, В	220	200	100	70	55	50	40	35	30	25	25	12
Предельно допустимое время воздействия, сек.	0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	> 1

## 8.6 Меры по снижению и устранению опасных и вредных факторов

### 8.6.1 Обеспечение установленных норм микроклиматических параметров

Регулировать значения физических параметров воздуха можно путём подвода или отвода тепла или влаги и замены загрязнённого воздуха чистым. То есть, для создания благоприятных условий труда необходимо оборудовать помещения комплексами технических средств, обеспечивающих постоянство заданных параметров воздуха.

Это системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Для нормализации параметров воздушной среды самым распространенным является вентиляция производственных помещений, которая заключается в удалении из помещений загрязненного и нагретого воздуха и подаче в него чистого, свежего. Дополнительно используются местные вентиляторы – для охлаждения ЭВМ и вспомогательных устройств.

Для поддержания оптимальной влажности в помещении необходимо использовать увлажнители воздуха. Их необходимо каждый день заправлять дистиллированной или кипяченной водой, так же нужно проводить влажную уборку помещения.

В холодное время года предусматривается система отопления. Для отопления помещений используются водяные, воздушные и панельно-лучевые системы центрального отопления. Поддержание температуры воздуха в рабочей зоне в нужных пределах осуществляется путем правильного использования и содержания в исправном состоянии систем отопления и вентиляции помещений.

Решения, применяемые в отопительно-вентиляционной технике, должны исходить из условий совершенствования технологии и оборудования, герметизации процессов с вредными выделениями; должны предусматривать эффективную очистку технологических и вентиляционных выбросов в атмосферу, рациональную теплоизоляцию оборудования, аппаратуры, применение непрерывных и безотходных процессов производства, использование

присадок, уменьшающих испарения с поверхности жидкостей и т.п.

### **8.6.2 Обеспечение установленных норм освещенности**

Для поддержания необходимого уровня освещенности рабочего места в темное и светлое время суток, нужно учесть возможность использования как искусственного, так и естественного освещения.

Для человека наиболее благоприятно естественное освещение, поэтому лампы дневного света более предпочтительны, чем лампы накаливания. Для общего освещения лучше использовать люминесцентные лампы. Это обусловлено такими их достоинствами:

- высокой световой отдачей;
- продолжительным сроком службы;
- малой яркостью светящейся поверхности.

Работа на компьютере связана с различением мелких деталей, поэтому помещение должно быть оборудовано люминесцентными лампами белого цвета. Освещение должно быть рационально распределено в поле зрения оператора. Все светильники в помещении с компьютерами должны иметь рассеиватели для того, чтобы не допускать появления бликов на экране.

Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ВДТ и ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ВДТ и ПЭВМ следует проводить

чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

Не допускается располагать рабочие места для работы на компьютерах в подвальных помещениях.

Прямую блесккость ограничивают уменьшением яркости источников света, правильным выбором защитного угла светильника, увеличением высоты подвеса светильников. Отраженную блесккость ослабляют правильным выбором направления светового потока на рабочую поверхность, а также изменением угла наклона рабочей поверхности.

Избавиться от бликов можно с помощью оконных штор, занавесок или жалюзи, которые позволяют ограничивать световой поток, проходящий через окна. Чтобы избежать отражений, которые могут снизить четкость восприятия, нельзя располагать рабочее место прямо под источником верхнего света. Одним из средств борьбы с бликами является использование поляризационных защитных экранов, а так же мониторов со специальным антибликовым покрытием.

### **8.6.3 Мероприятия по снижению уровня шума**

Оборудование, уровень шума которого превышает нормированный, должно находиться вне помещения с ПЭВМ. Для снижения шума необходимо использовать звукопоглощающие материалы, максимальный коэффициент звукопоглощения которых составляет 63-8000 Гц. Так же звукопоглощающими являются однотонные занавеси, выполненные из плотной ткани. Вешать необходимо на расстоянии 15-20 см от ограждения, и ширина занавеси должна в 2 раза превышать ширину окна

#### **8.6.4 Мероприятия по устранению или снижению повышенного уровня электромагнитных излучений.**

Для снижения уровня электромагнитных излучений на рабочем месте необходима организация работы согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

При защите от внешнего излучения основные усилия должны быть направлены на предупреждение переоблучения персонала путем увеличения расстояния между оператором и источником, сокращение продолжительности работы в поле излучения, экранирование источника излучения.

Распространение электромагнитного излучения наблюдается, кроме экрана, и от остальных поверхностей видеомонитора. В связи с этим расстояние между тыльной поверхностью одного видеомонитора и экраном другого должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми поверхностями не менее 1,2 м.

Для снижения уровня облучения пользователя монитор рекомендуется располагать на расстоянии вытянутой руки. Оптимальным считается расстояние до экрана 0,6 – 0,7 м. Расстояние до экрана менее 0,5 м недопустимо. В обязательном порядке необходимо применение заземленного защитного экрана на мониторе. Заземление защитного экрана практически полностью снимает статическое напряжение.

Достаточная влажность воздуха снижает уровень напряженности электростатического поля. Для уменьшения облучения и защиты от статического электричества в помещениях ВЦ надо использовать нейтрализаторы и увлажнители, пол должен иметь антистатическое покрытие.



### **8.6.5 Мероприятия по снижению опасности поражения электрическим напряжением.**

Основные рекомендации по защите от электротравматизма:

- расположение кабеля и провода в недоступных для работающего местах, удаленных от нагретых деталей и острых кромок оборудования;
- использование защитного заземления, зануления и защитного отключения;
- стремиться использовать пониженное напряжение (например, 36 В вместо 220 В).
- использование устройств бесперебойного питания.

### **8.7 Расчет искусственного освещения**

Произведем расчет искусственного освещения в помещении диспетчерской площадью 30 м<sup>2</sup>, длиной 6 м, шириной 5 м и высотой 2,4 м.

В гигиеническом отношении система общего освещения более совершенна, т.к. более равномерно распределяет световую энергию, но система комбинированного освещения экономичнее. Дальнейшие расчеты будем проводить для системы общего освещения.

Для расчета искусственного освещения наиболее распространены метод светового потока, точечный метод и метод удельной мощности.

Метод светового потока предназначен для расчета общего освещения горизонтальных поверхностей и позволяет

учесть как прямой световой поток, так и отраженный от стен и потолка.

Для искусственного освещения выберем тип лампы ЛБ 40 и подсчитаем их количество.

Количество источников света будем рассчитывать по формуле:

$$N = \frac{E_n \cdot k_z \cdot S \cdot Z}{F \cdot \eta} \quad (1),$$

где:  $E_n$  - нормированная освещенность, лк (согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 освещенность равна  $E_n = 300$  лк.);

$k_z$  - коэффициент запаса, учитывающий старение ламп и загрязнение светильников (для помещений с малым выделением пыли и применением люминесцентных лам  $k_z = 1,5$ );

$S$  - площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$Z$  - коэффициент минимальной освещенности (для люминесцентных лам  $Z = 1,1$ );

$F$  - световой поток лампы ЛБ40, равный 2680 лм.

$\eta$  - коэффициент использования светового потока.

Коэффициент  $\eta$  зависит от типа светильника, коэффициентов отражения  $R$  от стен, потолка, пола и от геометрической характеристики помещения, определенной индексом помещения:

$$i = \frac{S}{H(a+b)} \quad (2);$$

где:  $a$ ,  $b$  - длина и ширина помещения, м;

$H$  - высота помещения, м.

Рассчитаем по формуле (2):

$$i = \frac{30}{2,4(6+5)} = 1,13.$$

Значения  $R_i$  возьмем в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12 - Коэффициент отражения  $R$  от стен, потолка, пола

Поверхность	Коэффициент отражения
Чистый бетон, свежая побелка помещения	0,7
Цвет окрашиваемой поверхности: Светло-зеленый (стены) Коричневый (пол)	0,41 0,23

При  $i = 1,13$ ;  $R_{nm} = 0,7$ ;  $R_{cm} = 0,41$ ;  $R_{nl} = 0,23$  коэффициент использования светового потока  $\eta = 28$  % для светильника ЛПО 02.

Находим количество ламп по формуле (1):

$$N = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 30 \cdot 1,1}{2680 \cdot 0,28} = 20 \text{ (шт.)}$$

## **9 Экологическая экспертиза**

### **9.1 Расход воды**

На рассматриваемом производстве, 80% воды расходуется безвозвратно.

Очень важно отслеживать количество расходуемой на предприятии воды. Отслеживать ее утечки в система водоснабжения и не допускать перелива резервуаров и емкостей. В чем и поможет разработанная мною система мониторинга и автоматизированного управления системы полива.

Так же на предприятии в целях сохранения экологии применяется система сбора и возврата дренажа питательного раствора, что позволяет часть воды при поливе использовать повторно. Так же установлена система сбора дождевой воды с кровли тепличных комплексов. Вода собирается в искусственных водоемах (пруды-резервуары) для дальнейшего использования в приготовлении питательных растворов и орошения кровли в жаркий период времени.

Приготовление питательного раствора для полива растений происходит на основе органических соединений, что не наносит вред экологии окружающей среды.

Очистка воды для полива происходит при помощи обратного осмоса.

Обратный осмос —перспективное направление в развитии очистки и подготовки воды. Очистка осуществляется на молекулярном уровне, поэтому не применяются химические реагенты, что очень важно для экологии.

Обратный осмос – это процесс принудительной фильтрации жидкости, который происходит путем продавливания очищаемой жидкости через полупроницаемую мембрану под определенным давлением. Принцип работы фильтров обратного осмоса: к жидкости, содержащей различные загрязнители, прикладывают давление превышающее осмотическое, начинается процесс, во время которого молекулы жидкости будут переходить через полупроницаемую мембрану из концентрированного раствора в разбавленный (в противоположность принципу работы прямого осмоса). В результате вода и растворенные в ней вещества разделяются из-за невозможности проникновения загрязняющих веществ через очень маленькие поры мембраны обратного осмоса. Таким образом, чистая вода накапливается на одной стороне мембраны, а все примеси остаются на другой ее стороне. Человек заимствовал такой процесс обратного осмоса от природы. Все процессы, происходящие в живых системах, осуществляются благодаря работе миллиардов мембран, которые являются частью клеточных структур каждого из нас. Человек понял, как работает природная мембрана, и создал ее аналог,

избирательно проницаемую мембрану, которая используется в установках обратного осмоса.

Основными задачами установки являются приготовление качественной питьевой воды. Системы обратного осмоса значительно снижают уровень содержания твердых веществ, токсичность, наличие тяжелых металлов, солей, бактериальных спор и микроорганизмов, а также значительно улучшают вкус, запах и гидрологию (прозрачность) воды.

В фильтрах систем обратного осмоса используются сменные фильтрующие элементы (специальные тонкопленочные мембраны).

Данные фильтры служат для:

- удаления механических примесей;
- удаления  $Cl$ , растворенного  $Fe+$ ,  $Mn$ ,  $Al$ , мышьяка,  $Hg$ ,  $Pb$  и прочих тяжелых металлов;
- лучших органолептических показателей, уменьшения жесткости и кондиционирования воды.

Исходя из того, что большая часть воды используется безвозвратно, то ее использование должно быть максимально продуктивным и рациональным. Нельзя допускать утечек воды и необходимо постоянно следить за ее расходом, в чем поможет предложенная разработка по мониторингу.

## **9.2 Твёрдые отходы**

В результате работы производственных предприятий образуется мусор, который необходимо собирать, накапливать, хранить, и все это является неотъемлемой частью как производственной, так и бытовой деятельности,

поэтому отрасли, производящие отходы, соответствуют с Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» следует:

- Соблюдать действующие экологические, санитарные, эпидемиологические и технологические нормы и правила при обращении с отходами и принимать меры для обеспечения охраны окружающей среды и сохранения природных ресурсов;
- Осуществлять отдельный сбор отходов, образующихся по их типам, классам опасности и другим характеристикам, чтобы обеспечить их использование в качестве вторичного сырья, переработку или последующую утилизацию;
- Временное хранение отходов до их переработки, обезвреживания, уничтожения, использования или утилизации должно осуществляться с учетом классов опасности, физических свойств и состояния скопления отходов в местах, специально оборудованных в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями. эпидемиологические, ветеринарные, экологические и другие стандарты и правила;
- Обеспечить условия, при которых отходы не оказывают вредного влияния на окружающую среду и здоровье человека, если необходимо временное накопление производственных отходов на промышленной площадке (до тех пор, пока отходы

не будут использованы в последующем технологическом цикле или отправлены на объект для размещения).

- Отходы производства и потребления должны храниться в специально отведенных, оборудованных местах, обеспеченных средствами пожаротушения, в соответствии с экологическими и санитарными правилами.

- Каждый тип отходов должен быть сертифицирован. Паспорт отходов составляется на основании данных о составе и свойствах опасных отходов.

На рассматриваемом предприятии количество твердых отходов минимально и представляет собой хозяйственно бытовой мусор, а также отходы растениеводства, парникового хозяйства, которые будут представлены некондиционными побегами, луковицами, а также листьями и прочими растительными остатками. Так как опасных отходов на предприятии не имеется, большая часть мусора представляет собой растительные остатки, то производство можно считать экологически безопасным, не несущим вред экологии окружающей среды.



## **10 Экономическое обоснование**

Качество урожая зависит, прежде всего, от последовательных действий, применяемых в зависимости от преобладающих условий. Система мониторинга обеспечивает наиболее полную и достоверную картину. В конечном итоге, это позволяет вам выбрать правильный сценарий для необходимых операций и добиться максимального эффекта при выращивании овощей, фруктов, цветов и других растений.

Для построения такого решения и достижения желаемого результата требуются три основных компонента: набор датчиков, которые считывают определенные параметры; программно-аппаратный комплекс для сбора и обработки этой информации, а также технологии передачи данных, предназначенные для связи двух других компонентов.

Сказанного вполне достаточно для качественного мониторинга и автоматического контроля. Основным преимуществом данных, полученных в результате мониторинга, является точность и достоверность. Когда требуется автоматизация? Расходы предприятия можно снизить двумя способами: оптимизировать персонал или увеличить площадь, обслуживаемую таким же количеством сотрудников. Если на оплату труда уходит

слишком много денег, следует ввести автоматизацию, чтобы сократить эту статью затрат.

Целью разработки является перейти от ручного управления на автоматизированное, тем самым снизить число рабочих и сэкономить фонды оплаты труда, в долгосрочной перспективе, а так-же уменьшить расходы воды, исключить человеческий фактор.

Ниже приведены результаты расчетов рассматриваемой мною модернизации за период работы: круглосуточно на протяжении года. Численность рабочих - 24 человека, работающих в 4 смены.

1. Сокращение численности рабочих  $Ч_p$  чел., рассчитаем по формуле:

$$Ч_p = Ч_{рб} - Ч_{рп} \text{ (3)},$$

где  $Ч_{рб}$ - численность рабочих базовая (до внедрения проекта) - 24 чел., а  $Ч_{рп}$  - численность рабочих после внедрения проекта - 8чел.

$$Ч_p = 24 - 8 = 16 \text{ чел.};$$

2. Экономия фонда основной оплаты труда рабочих  $Э_o$ , руб., определяется по формуле:

$$Э_{оф} = Э_б - Э_п \text{ (4)},$$

где  $Э_б$  - базовый фонд оплаты труда рабочих до внедрения проекта, руб., а  $Э_п$  - фонд оплаты труда после внедрения проекта, руб..

$$Э_б = ЗП_m * Ч_{рб} * 12 \text{ (5)},$$

где  $ЗП_m$  – заработная плата рабочего в месяц, руб.; 12 – количество рабочих месяцев в году.

$$\mathcal{E}_6 = 20000 * 24 * 12 = 5760000 \text{ руб.};$$

$$\mathcal{E}_n = ЗП_m * Ч_{rp} * 12 \text{ (6)};$$

$$\mathcal{E}_n = 20000 * 8 * 12 = 1920000 \text{ руб.};$$

Посчитаем экономию фонда основной оплаты труда по формуле (4):

$$\mathcal{E}_{of} = 5760000 - 1920000 = 3840000 \text{ руб.};$$

3. Экономия дополнительного фонда оплаты труда (надбавка за вредные условия труда, коэффициент региона, оплата отпусков, командировочных и больничных)  $\mathcal{E}_{df}$ , руб., определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{df} = З_{дб} - З_{дп} \text{ (7)},$$

где  $З_{дб}$  – дополнительный фонд оплаты труда, руб., до внедрения проекта, а  $З_{дп}$  – дополнительный фонд, после внедрения, руб..

$$З_{дб} = \mathcal{E}_6 * П_d / 100 \text{ (8)},$$

где  $П_d$  – процент дополнительной заработной платы основных рабочих равен 30% от фонда основной заработной платы.

$$З_{дп} = \mathcal{E}_n * П_d / 100 \text{ (9)};$$

Рассчитаем дополнительный фонд оплаты труда до и после внедрения проекта по формулам (8) и (9):

$$З_{дб} = 5760000 * 30/100 = 1728000 \text{ руб.};$$

$$З_{дп} = 1920000 * 30/100 = 576000 \text{ руб.};$$

По формуле (7) подсчитаем экономию дополнительного фонда оплаты труда:

$$\mathcal{E}_{\text{дф}} = 1728000 - 576000 = 1152000 \text{ руб.};$$

4. Экономия отчислений на социальные нужды  $\mathcal{E}_{\text{сн}}$ , руб., определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{сн}} = \mathcal{Z}_{\text{снб}} - \mathcal{Z}_{\text{снп}} \text{ (10)},$$

где  $\mathcal{Z}_{\text{снб}}$  - отчисления на социальные нужды до введения проекта, руб., а  $\mathcal{Z}_{\text{снп}}$  отчисления после введения проекта, руб..

$$\mathcal{Z}_{\text{снб}} = (\mathcal{E}_6 + \mathcal{Z}_{\text{дб}}) \cdot \text{П}_c / 100 \text{ (11)},$$

где  $\text{П}_c$  - процент отчисления на социальные нужды (30 % от общей суммы заработной платы).

$$\mathcal{Z}_{\text{снп}} = (\mathcal{E}_п + \mathcal{Z}_{\text{дп}}) \cdot \text{П}_c / 100 \text{ (12)};$$

Рассчитаем (10), (11) и (12) формулы:

$$\mathcal{Z}_{\text{снб}} = (5760000 + 1728000) \cdot 30 / 100 = 2246400 \text{ руб.};$$

$$\mathcal{Z}_{\text{снп}} = (1920000 + 576000) \cdot 30 / 100 = 748800 \text{ руб.};$$

$$\mathcal{E}_{\text{сн}} = 2246400 - 748800 = 1497600 \text{ руб.};$$

5. Подсчитаем расходы на электроэнергию:

$$\mathcal{C}_{\text{эб}} = \mathcal{K}_{\text{вб}} \cdot \mathcal{Ц}_{\text{э}} \cdot j \cdot \mathcal{Д}_k \text{ (13)},$$

где  $\mathcal{C}_{\text{эб}}$  - расходы на электроэнергию до введения разработки, руб.,  $j$  - количество часов работы оборудования в

сутки - 20 часа;  $D_k$  - дни календарные = 365 дня;  $K_v$  - количество потребляемой электроэнергии в киловатт-часах, до проекта - 353 кВт•ч;  $C_э$  - цена за один кВт•ч - 7 руб.

$$C_{эп} = K_{вп} \cdot C_э \cdot j \cdot D_k \quad (14),$$

где  $K_{вп}$  - количество потребляемой электроэнергии в киловатт-часах, после установки нового оборудования 356 кВт•ч;

Рассчитаем расходы на электроэнергию до и после установки на производстве нового оборудования, по формулам (13) и (14):

$$C_{эб} = 353 \cdot 20 \cdot 365 \cdot 7 = 18038300 \text{ руб.};$$

$$C_{эп} = 356 \cdot 20 \cdot 365 \cdot 7 = 18191600 \text{ руб.};$$

6. Экономия на электроэнергии  $\mathcal{E}_{эл}$ , руб., определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{эл} = C_{эб} - C_{эп} \quad (15);$$

$$\mathcal{E}_{эл} = 18038300 - 18191600 = -153300 \text{ руб.};$$

7. Итоговая экономия  $\mathcal{E}_{об}$ , руб., определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{об} = \mathcal{E}_{оф} + \mathcal{E}_{дф} + \mathcal{E}_{сн} + \mathcal{E}_{эл} \quad (16);$$

$$\mathcal{E}_{об} = 3840000 + 1152000 + 1497600 + (-153300) = 6336300 \text{ руб.};$$

Таблица 13 - Спецификация закупаемого оборудования

Наименование	Количество	Цена за единицу	Итоговая стоимость
Счетчик водяной ВМХ-50	46	14000	644000
Счетчик импульсов ОВЕН СИ8	25	5800	145000
Уровнемер ПД100-ДГО,06-137-0,5.10	18	11000	198000
Преобразователь интерфейса Ethernet — RS-232/RS-485 ОВЕН ЕКОН134	20	7000	140000
Модуль ввода аналоговых сигналов ОВЕН МВ110-8А	4	5200	20800
Точка доступа WiFi TP-Link TL-WA5210G	4	3000	12000
Сервер сбора и визуализации данных	1	60000	60000
Кабельная продукция и расходные материалы	1	300000	300000

Монтаж	1	400000	400000
<b>Итоговая стоимость оборудования</b>			<b>1919800</b>

8. Экономический эффект  $\mathcal{E}_r$ , руб. определим по формуле:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E}_{об} - \mathcal{Z}_{экспл} \quad (17),$$

где  $\mathcal{Z}_{экспл}$  - затраты на закупку необходимого оборудования и его монтаж, руб..

$$\mathcal{E}_r = 6336300 - 1919800 = 4416500 \text{ руб.};$$

9. Рассчитаем расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных затрат  $E_p$  по формуле:

$$E_p = \mathcal{E}_r / \mathcal{Z}_{экспл} \quad (18);$$

$$E_p = 4416500 / 1919800 = 2,3;$$

10. Срок окупаемости капитальных затрат  $T_{ок}$ , лет, определяется по формуле:

$$T_{ок} = K_3 / \mathcal{E}_r \quad (19);$$

$$T_{ок} = 1919800 / 4416500 = 0,43 = 5,1 \text{ мес.};$$

### **Вывод:**

Для модернизации производства нормативный коэффициент экономической эффективности должен быть  $E_p$

$\geq 0,15$ . Коэффициент экономической эффективности для данной разработки составляет 2.3. Соответственно данная разработка может быть рекомендована к внедрению. Срок окупаемости составит 5.1 месяца.

## **11 Заключение**

В выпускной квалификационной работе решалась задача создания системы контроля расхода воды. Был проведён анализ текущего состояния оборудования. Были выбраны места для установки датчиков: счетчики воды, уровнемеры, развернуты серверы с целью мониторинга расходов в реальном времени и резервного копирования для анализа расходов в разные периоды времени. Создана сеть для сбора



и передачи данных. В ходе работы был разработан алгоритм эффективного управления технологическим процессом, рассмотрены основные этапы реализации проекта, а также представлены основные компоненты системы. Разработка безопасна для рабочего персонала и не несет вреда экологии окружающей среды, а так-же является экономически выгодной и может быть рекомендована для предприятия.

## 12 Список использованных источников и литературы

1. Автоматизация процессов - [http://opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/103\\_\\_\\_\\_\\_hmi\\_scada.html](http://opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/103_____hmi_scada.html).
2. Всё о бурении и водоснабжении из скважин - <https://byreniepro.ru/filtry-dlya-ochistky/obratnogo-osmosa.html> .
3. ИнСАТ оборудование для систем управления - <https://insat.ru/prices/info.php?pid=7483>.
4. Каталог продукции TP-Link - <https://www.tp-link.com/ru/>.
5. Каталог продукции ОВЕН - <https://www.owen.ru/catalog>.
6. НПО Промавтоматика приборы от А до Я - <http://npo-proma.ru/katalog/>.
7. Оборудование и техника - [https://eltechbook.ru/datchiki\\_urovnja\\_vody.html](https://eltechbook.ru/datchiki_urovnja_vody.html).
8. Павлов Ю.А., Основы автоматизации производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Павлов Ю.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2017.— 280 с.
9. Схиртладзе А.Г., Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс]: учебник / Схиртладзе А.Г., Федотов А.В., Хомченко В.Г.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 459 с.
10. Что такое Герконы и как они работают - <http://elektrik.info/main/fakty/417-что-такое-gerkony.html>.

- 11.** [www.adastra.ru](http://www.adastra.ru)
- 12.** Федеральный закон «Об экологической экспертизе (с изменениями на 24 апреля 2020 года) (редакция действующая с 1 июня 2020 года)
- 13.** Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие для высш. учеб. заведений.- 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум: ИНФРА-М, 2015. - 224 с.
- 14.** Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): Учебник для бакалавров.- 5-е изд.- М.: Юрайт, 2016.- 682 с.
- 15.** СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления
- 16.** Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 29.12.2014) "Об отходах производства и потребления" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.02.2015) (24 июня 1998 г.)