

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Информационные системы и технологии»**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной программы

\_\_\_\_\_/ М.Х. Мальсагов  
от «20» мая 2024г.

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. декана физико-математического  
факультета

\_\_\_\_\_/ Б.С. Кульбужев  
от «23» мая 2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.06 Программирование промышленных логических контроллеров**

**Направление подготовки**  
**09.03.02 «Информационные системы и технологии»**

**Направленность (профиль подготовки)**  
**Перспективные информационные технологии**

**Квалификация выпускника**

**Бакалавр**

**Форма обучения**

**Очная**

**Магас, 2024г.**

Рабочая программа дисциплины «Программирование промышленных логических контроллеров» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.02. «Информационные системы и технологии», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «19» сентября 2017 г. № 926.

Программу составила: ст.препод. кафедры «Информационные системы и технологии»  
Даурбекова А.М.

Программа одобрена на заседании кафедры «Информационные системы и технологии»  
Протокол № 9 от «20» мая 2024 года

Программа одобрена Учебно-методической комиссией физико-математического факультета  
Протокол № 9 от «22» мая 2024 года

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины:

– подготовка обучающихся к участию в разработке автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами с использованием современных информационных технологий.

### Задачи освоения дисциплины:

– изучение вопросов проектирования алгоритмического, аппаратного и программного обеспечения при управлении в технических системах;  
– получение практических навыков применения алгоритмического, аппаратного и программного обеспечения при управлении в технических системах.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к модулю профессиональных дисциплин, формируемого участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими элементами образовательной программы:

Наименование дисциплины (модуля), практики	Требуемые знания, умения, навыки
Алгоритмизация и программирование	Знания: – о способах представления данных в различных системах счисления; – о типовых алгоритмах преобразования данных, применяемых в вычислительной технике; – о типах данных, способах их описания и преобразования в различных языках программирования Умения: – применять стандартные конструкции языков программирования для реализации алгоритмов управления техническими объектами Навыки: – владение средствами алгоритмизации и программирования для решения прикладных задач, включая процедуры ввода-вывода данных

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы	Степень реализации компетенции при изучении дисциплины (модуля)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)		
		Знания	Умения	Владения (навыки)
профессиональные компетенции				

ОПК-2. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Компетенция реализуется полностью	ОПК-2.1. Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.	ОПК-2.2. Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.	ОПК-2.3. Иметь навыки: применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.
--	-----------------------------------	--	---	---

#### **профессиональные компетенции**

ПК-1. Способен проводить исследования на всех этапах жизненного цикла программных средств.	Компетенция реализуется полностью	<b>ПК-1.1.</b> <b>Знать:</b> Отечественный и международный опыт в области исследований информационных систем и технологий, научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок, методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области исследований информационных систем и технологий, методы и средства планирования и организации исследований и разработок на всех этапах жизненного цикла программного средства, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации по проводимым исследованиям, методы разработки техниче-	<b>ПК-1.2.</b> <b>Уметь:</b> Формулировать цели и задачи проводимых исследований и разработок, применять актуальную нормативную документацию в области исследований информационных систем и технологий, анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок, Применять методы анализа научно-технической информации на всех этапах жизненного цикла программного средства, применять методы проведения экспериментов на всех этапах жизненного цикла программного средства, применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок на	<b>ПК-1.3.</b> <b>Иметь навыки:</b> навыками сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в области исследований информационных систем и технологий, сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в области информационных систем и технологий, подготовки предложений для составления планов и методических программ исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов, разработки проектов календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских работ, проведения экспериментов в соответствии с установленными полномочиями, проведения наблюдений и измерений, составление их описаний и форму-
--	-----------------------------------	---	---	---

		<p>ской документации, нормативную базу для составления информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию, актуальную нормативную документацию в области исследований информационных систем и технологий, методы внедрения результатов исследований и разработок.</p>	<p>всех этапах жизненного цикла программного средства, применять методы анализа результатов исследований и разработок на всех этапах жизненного цикла программного средства, оформлять проекты календарных планов и программ проведения отдельных элементов научно-исследовательских работ, оформлять элементы технической документации на основе внедрения результатов научно-исследовательских работ, оформлять результаты научно-исследовательских работ.</p>	<p>лировка выводов, внедрения результатов исследований и разработок в соответствии с установленными полномочиями, составления отчетов (разделов отчетов) по теме или по результатам проведенных, экспериментов, подготовки информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию, проведения работ по формированию элементов технической документации на основе внедрения результатов научно-исследовательских работ, проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования, проведения анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, разработки элементов планов и методических программ проведения исследований и разработок, внедрения результатов исследований и разработок в соответствии с установленными полномочиями, проверки правильности результатов, полученных сотрудниками, работающими под его руководством, контроля правильности результатов, полученных работниками, находящимися в подчинении.</p>
--	--	--	--	---

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

	Всего	Семестр	Семестр
		7	8
Общая трудоемкость дисциплины всего (в з.е.), в том числе:	<b>288</b>	<b>108</b>	<b>180</b>
Аудиторные занятия всего (в акад. часах), в том числе:	<b>146</b>	<b>50</b>	<b>96</b>
Лекции	<b>50</b>	<b>18</b>	<b>32</b>
Практические занятия, семинары	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
Лабораторные работы	<b>32</b>		<b>32</b>
Курсовая работа*			*
Самостоятельная работа всего (в акад. часах), в том числе:	<b>115</b>	<b>58</b>	<b>57</b>
Вид итоговой аттестации:			
Экзамен/зачет*	<b>27</b>	*	<b>27</b>

#### 5. Структура и содержание дисциплины

Раздел, тема программы учебной дисциплины	Трудоемкость (час)				
	Всего	В том числе по видам учебных занятий			
		Лекции	Семинары, практические занятия	Лабораторные работы	Прверочные тесты
Модуль 1. Программирование в программно-технических комплексах АСУ ТП					
Тема 1. Архитектура промышленного контроллера (ПЛК). Организация ввода и вывода аналоговых и дискретных сигналов в ПЛК.	4	4	–		
Тема 2. Инструменты программирования ПЛК	10	2	8		
Тема 3. Языки программирования ПЛК	12	4	8		
Модуль 2. Алгоритмизация программно-технических комплексов АСУ ТП					
Тема 4. Человеко-машинный интерфейс ПЛК	10	2	8		
Тема 5. Реализация управляющих алгоритмов в ПЛК	12	4	8		
Тема 6. Работа ПЛК в многоуровневых системах автоматизации и управления. Технико-экономические аспекты выбора	2	2	–		
Всего по семестру 7	50	18	32		
Модуль 3. SCADA системы в АСУ ТП					
Тема 7. Основные требования к диспетчерским системам управления.	2	2	–	–	

Функциональные возможности и структура SCADA систем.					
Тема 8. Windows-технологии в SCADA-системах	6	2	4	–	
Тема 9. Организация распределённых систем	14	4	4	6	
<b>Модуль 4. Создание проекта по контролю и управлению технологическим процессом</b>					
Тема 10. Создание в SCADA системе регуляторов и расчет параметров их настройки.	26	8	8	10	
Тема 11. Мнемосхема «АРМ диспетчера»	26	8	8	10	
Тема 12. Определение границ для технологических переменных с целью формирования отчета тревог и архивирования событий.	22	8	8	6	
<b>Всего по семестру 8</b>	<b>96</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	
<b>Итого аудиторных часов</b>	<b>146</b>	<b>50</b>	<b>32</b>	<b>64</b>	
Самостоятельная работа студента, в том числе: - в аудитории под контролем преподавателя - курсовое проектирование (выполнение курсовой работы) - внеаудиторная работа	<b>115</b>	Формы текущего и рубежного контроля подготовленности обучающегося:			
Экзамен/зачет*	<b>27</b>				
Всего часов на освоение учебного материала	<b>288</b>				

### Содержание учебного материала

Модуль 1. Программирование в программно-технических комплексах АСУ ТП

Тема 1. Архитектура промышленного контроллера (ПЛК). Организация ввода и вывода аналоговых и дискретных сигналов в ПЛК.

Определение ПЛК, отличие ПЛК от микроконтроллеров и персональных компьютеров. Классификация ПЛК. Набор основных компонентов ПЛК и связи между ними. Процессорный модуль ПЛК, его задачи. Характеристики ПЛК. Устройства ввода-вывода сигналов в ПЛК. Особенности ввода и вывода аналоговых и дискретных сигналов в ПЛК.

Тема 2. Инструменты программирования ПЛК

Развитие программных средств автоматизации. Графическое программирование, Графический интерфейс. Открытость программного обеспечения. Связь с физическими устройствами. Базы данных. Операционные системы реального времени. OPC-сервер.

Тема 3. Языки программирования ПЛК

Системы программирования МЭК 61131-3. Язык релейно-контактных схем, LD. Список инструкций, IL. Структурированный текст, ST. Диаграммы функциональных блоков, FBD. Последовательные функциональные схемы, SFC

Модуль 2. Алгоритмизация программно-технических комплексов АСУ ТП

Тема 4. Человеко-машинный интерфейс ПЛК

Пользовательский интерфейс, SCADA-пакеты. Функции и свойства SCADA.

Тема 5. Реализация управляющих алгоритмов в ПЛК

Особенности реализации управляющих алгоритмов в ПЛК. Дистанционное управление. Программное логическое управление. Технологические защиты и блокировки. Замкнутый контур управления. ПИД-регулятор в дискретной форме. Реализация алгоритмов регулирования на

ПЛК. Выбор настроек и параметров алгоритмов автоматического регулирования. Алгоритмы автоматической настройки регуляторов на объекте. Особенности реальных регуляторов.

Тема 6. Работа ПЛК в многоуровневых системах автоматизации и управления. Техно-экономические аспекты выбора

Структура типовой современной многоуровневой системы автоматизации. Интерфейсы ПЛК в системах диспетчерского уровня. Обмен данными с ПЛК. Контроль работы ПЛК. ПЛК в SCADA-системе. Техно-экономические аспекты выбора. Параметры, определяющие выбор структуры автоматизированной системы. Критерии оценки промышленных контроллеров. Выбор конфигурации ПЛК

### Модуль 3. SCADA системы в АСУ ТП

Тема 7. Основные требования к диспетчерским системам управления. Функциональные возможности и структура SCADA систем.

Определение и общая структура SCADA. Области применения SCADA-систем. Функциональная структура SCADA. Особенности процесса управления в современных диспетчерских системах. Основные требования к диспетчерским системам управления. Удаленные терминалы (RTU). Каналы связи (CS). Диспетчерские пункты управления (MTU).

Функциональная структура SCADA. Функциональные уровни: уровень контроллеров, оперативный уровень, административный уровень

### Тема 8. Windows-технологии в SCADA-системах

Операционная система Windows NT, приоритеты нитей, инверсия приоритетов, характеристики API-интерфейса Win32, управление прерываниями, управление памятью.

Технология COM. Методы межпроцессной коммуникации. ActiveX-объекты. OPC-серверы

### Тема 9. Организация распределённых систем

Разновидности архитектур систем автоматизации и управления. Требования к архитектуре. Простейшая система. Распределенные системы автоматизации. Многоуровневая архитектура. Структура типовой современной многоуровневой системы автоматизации. Уровни иерархии современной АСУ. Линии передачи данных. Сетевой обмен. Используемые сетевые операционные системы. Режимы сетевого обмена: файловый обмен, обмен «точка-точка», обмен «один ко многим», групповое управление, посылка данных в глобальный регистратор, групповые рассылки

### Модуль 4. Создание проекта по контролю и управлению ТП

Тема 10. Создание в SCADA системе регуляторов и расчет параметров их настройки.

Вычисления в SCADA. Редактор формул, элементы дерева объектов «Расчет» и «Событие». Функциональные и пользовательские блоки. Обработка данных в трендах.

### Тема 11. Мнемосхема «АРМ диспетчера»

Понятие «Мнемосхема» промышленного комплекса. Требования, предъявляемые к мнемосхеме. Основные этапы создания мнемосхемы промышленного комплекса. Анализ исходных. Создание статических элементов. Создание базы данных параметров технологического процесса. Написание скриптов обработки событий. Анимирование мнемосхемы. Отладка и размещение мнемосхемы.

Тема 12. Определение границ для технологических переменных с целью формирования отчета тревог и архивирования событий.

Особенности формирования отчета тревог. Создание журнала событий.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### Основная литература

1. Денисенко В.В. Энциклопедия АСУ ТП: [сайт]. URL: <https://www.bookasutp.ru/>
2. Иванов Ю.И., Цирулик Д.В., Югай В.Я. Программно-аппаратная реализация типовых функций в системах управления [Текст] : учеб. пособие по курсовому и дипломному проектированию / ТТИ ЮФУ, ФАВТ, Каф. САУ. - Таганрог



- : Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. - 196 с. : ил. - Библиогр.: с. 196 (15 назв.)  
[http://ntb.tgn.sfedu.ru/UML/UML\\_4394.pdf](http://ntb.tgn.sfedu.ru/UML/UML_4394.pdf)
3. Пьявченко Т.А., Финаев В.И. Автоматизированные информационно-управляющие системы [Текст] : [учеб. пособие] / ТРТУ, ФАВТ, Каф. САУ. - Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2006. - 267 с. : ил.  
[http://ntb.tgn.sfedu.ru/UML/UML\\_3991.pdf](http://ntb.tgn.sfedu.ru/UML/UML_3991.pdf)

#### **Дополнительная литература**

4. Иванов Ю.И., Югай В.Я. Интерфейсы средств автоматизации [Текст] : учеб. пособие / ТРТУ, ФАВТ, Каф. САУ. - Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2005. - 252 с. : ил. - Библиогр.: с. 251 (3 назв.). - ISBN 5-8327-0205-0  
[http://ntb.tgn.sfedu.ru/UML/UML\\_3716.pdf](http://ntb.tgn.sfedu.ru/UML/UML_3716.pdf)
5. Иванов Ю.И., Югай В.Я. Микропроцессорная техника в системах управления [Текст] : учеб. пособие. Ч.2 / ТТИ ЮФУ, ФАВТ, Каф. САУ. - Таганрог : Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. - 219 с.:ил.-Библиогр.:с. 191(8 назв.)  
[http://ntb.tgn.sfedu.ru/UML/UML\\_4468\\_2.pdf](http://ntb.tgn.sfedu.ru/UML/UML_4468_2.pdf)

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекции читаются в аудитории, приспособленной для работы с проектором. Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе с доступом в Интернет, из расчета: один компьютер на одного обучающегося. Минимальные требования к компьютерам — ОЗУ 1ГБ, рекомендуемые — ОЗУ 2ГБ и более. Операционная система — семейства MS Windows или семейства GNU/Linux.

Самостоятельная работа выполняется в компьютерных классах и читальном зале университета.

**Электронная информационно-образовательная среда** университета обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программам практик;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося и оценок за эти работы.

В случае реализации программы магистратуры с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий электронная информационно-образовательная среда дополнительно обеспечивает:

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;
- проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет».

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости) в соответствии с требованиями ФГОС ВО и ПООП.

## Информационно-библиотечное обеспечение образовательной программы

Информационно-библиотечное обслуживание студентов и профессорско-преподавательского состава осуществляется Научной библиотекой (НБ) ИнГГУ и играет ключевую роль в учебно-методическом обеспечении образовательных программ.

В Научной библиотеке созданы и действуют в настоящее время: отделы обслуживания читателей, отделы хранения фондов, отдел справочно-библиографической, информационной и методической работы, отдел комплектования, учёта и научной обработки литературы, отдел автоматизации и IT службы, 4 читальных зала, электронный читальный зал, а также электронная библиотека. В читальных залах НБ 454 посадочных места.

Электронный читальный зал НБ предоставляет доступ к следующим ЭБС:

IPR-books <http://www.iprbookshop.ru>

Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина

Национальная библиотека (НЭБ)

АИБС МегаПро

Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/> E-library.ru (научные статьи)

Русская виртуальная библиотека <http://rvb.ru> (классика русской литературы)

Ресурсный объем библиотечной деятельности, динамика пополнения и обновления фондов, их состав по качественным и временным параметрам позволяют Университету обеспечить образовательный процесс на качественном уровне.

В настоящее время фонд Научной библиотеки университета состоит из учебной, учебно-методической, научной, научно-популярной, общественно-политической и художественной литературы. Комплектование библиотечного фонда осуществляется в соответствии с заявками заведующих кафедрами и начальника научно-исследовательского сектора.

Фонд библиотеки насчитывает 235908 единиц хранения, в том числе:

### Общие сведения по фонду Научной библиотеки

Наименование подраздел.	Общий фонд	Основной фонд	Подсобный фонд
отдел хранения (сектор краеведения, сектор редких книг, сектор периодики),	134584	111848	13421 т.ч (сектор периодики 9315)
отдел обслуживания (в т.ч.: центр. абонемент, ч/з. 2/27, ч/з 2/23), абонемент мед. литературы, читальный зал корп. 3Д., б-ка мед колледжа	101324	80645	20679
<b>ИТОГО</b>	<b>235908</b>		

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a>
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a>
Кабинет русского языка и литературы	<a href="http://ruslit.ioso.ru">http://ruslit.ioso.ru</a>
Национальный корпус русского языка	<a href="http://ruscorpora.ru">http://ruscorpora.ru</a>

Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
Электронно-библиотечная система ИнГГУ	<a href="https://lib.inggu.ru/">https://lib.inggu.ru/</a>
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ

Информационно-библиотечное обеспечение учебного процесса включает в себя:

- доступ к электронно-библиотечным системам и электронным документам;
- хранение выпускных работ и ведения электронного портфолио обучающихся;
- WV-reader (IPRbooks) для мобильных устройств для незрячих и слабовидящих.

Имеющиеся в вузе адаптивные технологии для внедрения инклюзивного образования обеспечивают возможность внедрения методов инклюзивного образования для обучения людей с нарушениями зрения в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ:

- 1.1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
- 1.2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
- 1.3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
- 1.4. Программный комплекс ММИС “Деканат”
- 1.5. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
- 1.6. Программный комплекс ММИС "ПЛАНЫ"
- 1.7. Программный комплекс ММИС "ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЕДОМОСТИ"
- 1.8. Программный комплекс ММИС ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ "ПРИЕМНАЯ КОМИССИЯ-ОНЛАЙН"
- 1.9. Программный комплекс ММИС "ПРИЕМНАЯ КОМИССИЯ"
- 1.10. Программный комплекс ММИС "ВЕДОМОСТИ ОНЛАЙН"
- 1.11. Программный комплекс ММИС «РПД ОНЛАЙН»
- 1.12. Универсальный статистический пакет STADIA
- 1.13. 1С Зарплата и Кадры
- 1.14. 1С Кадры: расчет заработной платы
- 1.15. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
- 1.16. Справочно-правовая система “Гарант”
- 1.17. 1С Бухгалтерия

2. С 2004 года функционирует INTERNET-центр свободного доступа при читальном зале библиотеки.

Компьютерные классы Университета оснащены системами программирования (MS Visual Basic, Visual Basic for Application), прикладными пакетами (MS Office, Word, Excel, Power Point, Outlook Express), переводчиками (Promt). Также компьютерные классы Университета оснащены адаптивной средой тестирования (ACT), на основе которой разработаны тесты для студентов по дисциплинам общепрофессионального и специального блоков дисциплин учебных планов.

В деятельности по обеспечению соответствия параметров среды обучения и работы предусмотренным нормам, ИнГГУ руководствуется законодательством РФ в области защиты труда и ["Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ](#), Внутренним регламентом ИнГГУ и мерами, изложенными в Инструкциях по безопасности и здоровью труда, утвержденных в ИнГГУ (<http://inggu.ru/>).

Университет улучшает образовательную среду для студентов посредством обновления, расширения и укрепления материально-технической базы, которая должна соответствовать развитию образовательного процесса. Задача постоянного улучшения образовательной среды соответствует приоритетам развития Университета, установленным [Программой развития ФГБОУ ВО "Ингушский государственный университет" на 2023-2032 годы](#).

ИнГГУ обеспечивает необходимые условия для получения практического опыта, обеспечивая проведения учебных, производственных и педагогических практик в соответствии с [Положением о практической подготовке обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего и среднего профессионального образования](#) на базах Университета и на основе соответствующих договоров, приказов ректора ИнГГУ.

## **8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

На лекциях преподаватель знакомит слушателей с основными понятиями и положениями по текущей теме. На лекциях слушатель получает только основной объем информации по теме. Только посещение лекций является недостаточным для подготовки к лабораторным занятиям и экзамену. Требуется также самостоятельная работа по изучению основной и дополнительной литературы и закрепление полученных на лабораторных занятиях навыков.

Практические задания по темам выполняются на лабораторных занятиях в компьютерном классе. Если лабораторные занятия пропущены (по уважительной или неуважительной причине), то соответствующие задания необходимо выполнить самостоятельно и представить результаты преподавателю на очередном занятии, консультации или через образовательный портал.

Самостоятельная работа студентов – способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний, умений и навыков без непосредственного участия в этом процессе преподавателя.

Качество получаемых студентом знаний напрямую зависит от качества и количества необходимого доступного материала, а также от желания (мотивации) студента их получить. При обучении осуществляется целенаправленный процесс взаимодействия студента и преподавателя для формирования знаний, умений и навыков.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Шкала и критерии оценки промежуточной аттестации в форме зачета**

Оценка (баллы)	Уровень сформированности компетенций	Общие требования к результатам аттестации в форме зачета	Планируемые результаты обучения
«Зачтено»	Высокий уро-	Теоретическое содержа-	<b>Знать:</b> - систематизированные, глу-

(61-100)	вень	ние курса освоено полностью без пробелов или в целом, или большей частью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы или в основном сформированы, все или большинство предусмотренных рабочей программой учебных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки	<p>бокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- точное использование научной терминологии систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> </ul> <p>полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;</p>
	Базовый уровень	Теоретическое содержание курса освоено в целом без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, предусмотренные рабочей учебной программой учебные задания выполнены с отдельными неточностями, качество выполнения большинства	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li> <li>- использование научной терминологии, лингвистически и логически правиль-</li> </ul>

		заданий оценено числом баллов, близким к максимуму.	ное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы; <b>Владеть:</b> - владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине; - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.
	Минимальный уровень	Теоретическое содержание курса освоено большей частью, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с основным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных рабочей учебной программой учебных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки.	<b>Знать:</b> - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; <b>Уметь:</b> - умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и Направлениях по дисциплине и давать им оценку; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; <b>Владеть:</b> - владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи; - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный

			уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.
«Не за- чтено» (менее 61)	компетен- ции, закреп- ленные за дисципли- ной, <b>не сформиро- ваны</b>	Теоретическое содержа- ние курса освоено ча- стично, необходимые навыки работы не сфор- мированы или сформиро- ваны отдельные из них, большинство предусмот- ренных рабочей учебной программой заданий не выполнено либо выпол- нено с грубыми ошибка- ми, качество их выпол- нения оценено числом баллов, близким к минимуму.	Планируемые результаты обу- чения не достигнуты

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### Вопросы для собеседования

Вопросы для собеседования в 6 семестре.

1. Компьютеры и управление производством. Методы программирования. Стиль программирования
2. Аналоговые сигналы, управление по замкнутому циклу и интеллектуальные модули. Распределенные системы. Человеко-машинный интерфейс
3. Управление производственными процессами с помощью обычных компьютеров. Типы стратегий управления. Подсистемы текущего контроля. Подсистемы последовательного действия
4. Языки высокого уровня. Прикладные программы. Требования к компьютерам промышленного назначения.
5. Программируемый контроллер. Входные/выходные соединения. Входные платы. Выходные соединения. Обозначение входов и выходов. Удаленные входы и выходы.
6. Преимущества управления с помощью ПЛК. Методы программирования. Прогон программы. Обозначение входов/выходов и двоично-кодированные адреса.
7. Стойки, платы и сигналы. Allen Bradley PLC-5. Siemens SIMATIC S55. CEGE-LEC GEM-80. ABB Master. Mitsubishi F2. 8. Внутреннее битовое запоминающее устройство. Многоступенчатые схемы. Логические символы. Список операторов. Битовое запоминающее устройство
9. Таймеры. Счетчики. Цифровые применения. Представление чисел. Перемещение данных. Сравнение данных. Арифметические операции.
10. Комбинаторная и событийно-управляемая логика. Комбинаторная логика. Событийно-управляемая логика.
11. Микро-ПЛК. IEC 1131-3: к общему стандарту. Средства программирования. Инструментальные средства программирования. Стиль программирования. Программотехника.
12. Проектирование сверху вниз. Структура программы в различных ПЛК. Действия по обслуживанию и реализация хороших программ. Сокращение времени прогона программы. Аналоговые сигналы, управление по замкнутому циклу и интеллектуальные модули.

**Критерии оценки:**

- 13-14 баллов выставляется студенту, если демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены;
- 11-12 баллов выставляется студенту, если демонстрирует значительное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены;
- 8-10 баллов выставляется студенту, если демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены;
- 0-7 баллов выставляется студенту, если демонстрирует непонимание проблемы.

Вопросы для собеседования в 7 семестре.

1. Понятие «SCADA-система». Функции и технологии SCADA-систем
2. Технические, стоимостные, эксплуатационные характеристики SCADA-систем
3. Место SCADA-системы в САУ промышленным комплексом
4. Понятие «Мнемосхема» промышленного комплекса». Требования, предъявляемые к мнемосхеме
5. Основные этапы создания мнемосхемы промышленного комплекса. Анализ исходных данных.
6. Создание статических элементов мнемосхемы
7. Создание базы данных параметров технологического процесса
8. Постановка задачи по созданию мнемосхемы промышленного комплекса

#### **Критерии оценки:**

- 11-12 баллов выставляется студенту, если демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены;
- 9-10 баллов выставляется студенту, если демонстрирует значительное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены;
- 7-8 баллов выставляется студенту, если демонстрирует частичное понимание проблемы.

Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены;

- 0-6 баллов выставляется студенту, если демонстрирует непонимание проблемы.

### **Х.3. Контрольное тестирование**

1. Первыми программируемыми логическими контроллерами принято считать:
  - а) контроллеры на жесткой логике, использовавшиеся для автоматизации сборочных линий в автомобильной промышленности
  - б) контроллеры, программируемые посредством изменения схемы соединений реле
  - в) контроллеры, программируемые на машинно-ориентированном языке
  - г) контроллеры, поддерживающие языки технологического программирования
2. Выберите область задач, где наиболее широко применяются ПЛК
  - а) обработка оцифрованных сигналов
  - б) управление технологическими процессами
  - в) управление роботами
  - г) в системах охраны
3. В чем заключается главное отличие ПЛК от микроконтроллера
  - а) ПЛК поддерживают большее количество интерфейсов по сравнению с микроконтроллерами
  - б) ПЛК могут выполнять только логические команды и не поддерживают операции над числами с плавающей точкой



в) ПЛК являются самостоятельным устройством, а не отдельной микросхемой  
г) все ПЛК обладают гораздо большим количеством каналов ввода-вывода данных, чем микроконтроллеры

4. В чем заключается главное отличие ПЛК от компьютера

- а) ПЛК не позволяют подключать периферийные устройства (мышь, клавиатуру и т.д.)
- б) ПЛК не поддерживают установку операционных систем
- в) ПЛК ориентированы на работу с машинами через каналы сбора данных с датчиков и вывода сигналов управления на исполнительные механизмы
- г) ПЛК ориентированы на принятие решение и управление оператором

5. В чем заключается главное отличие ПЛК от встраиваемых систем

- а) ПЛК изготавливаются как самостоятельные изделия, отдельные от управляемого при его помощи оборудования
- б) ПЛК поддерживают многократное программирование
- в) встраиваемые системы не могут осуществлять управление технологическим процессом
- г) ПЛК имеют гораздо меньшие габариты по сравнению с встраиваемыми системами

6. К какой группе относится ПЛК, имеющий 80 каналов ввода-вывода дан-

- ных? а) нано-ПЛК  
б) микро-ПЛК  
в) средние  
г) большие

7. К какому типу относится ПЛК, приведенный на рисунке?



- а) моноблочные
- б) модульные
- в) распределенные
- г) встраиваемые

8. Какой из ПЛК, приведенных на рисунках, является распределенным (с удаленными модулями ввода-вывода)?



- а)
- б)



inSAT.ru



в)



г)

9. Что содержит стандарт МЭК 61131-3?

- а) описание областей применения ПЛК, где они наиболее эффективны
- б) принципы построения архитектуры ПЛК
- в) описание языков программирования для ПЛК
- г) требования к оборудованию и условиям эксплуатации ПЛК

10. Укажите стандартные языки программирования ПЛК согласно стандарту

- о ПЛК. а) Си, Паскаль
- б) Си, Паскаль, Фортран
- в) FBD, Си, SFC
- г) LD, ST, FBD, IL, SFC

11. Что из перечисленного не относится к процессорному модулю ПЛК? а)

- интерфейсы
- б) запоминающие устройства
- в) часы реального времени
- г) сторожевой таймер

12. В чем заключается основная функция сторожевого таймера?

- а) подсчитывает время работы ПЛК в текущем сеансе после запуска
- б) используется программистом в качестве дополнительного аппаратного таймера
- в) используется для отслеживания состояния одного из каналов ввода данных
- г) вырабатывает сигнала сброса для перезапуска «зависшего» процессора

13. В чем заключается основная функция часов реального времени ПЛК?

- а) выдают сигнал тактирования для аппаратных таймеров ПЛК
- б) позволяют осуществить привязку данных или событий к астрономическому времени за счет автономного питания
- в) осуществляют подсчет времени работы программы, запущенной на ПЛК
- г) используются для отображения на лицевой панели ПЛК значения текущего астрономического времени

14. Какая из перечисленных функций не выполняется процессорным модулем?

- а) сбор данных из модулей ввода в память и отсылка данных из памяти в модули вывода
- б) выполнение начальной загрузки и исполнение операционной системы

- в) индикация состояния каналов ввода-вывода данных
- г) выполнение обмена данными с устройством для программирования контроллера

15. Циклический алгоритм, включающий ввод данных и размещение их в ОЗУ, обработку данных и вывод, называется...

- а) цикл опроса
- б) пользовательский цикл
- в) программный цикл
- г) рабочий цикл

16. Что из перечисленного не оказывает влияния на длительность выполнения циклического алгоритма ПЛК, включающего ввод данных и размещение их в ОЗУ, обработку данных и вывод

- а) быстродействие модулей ввода-вывода
- б) время реакции контроллера
- в) производительность процессора
- г) пропускная способность промышленной сети

17. Интервал времени от момента появления воздействия на систему (со стороны модулей ввода или оператора) до момента выработки соответствующей реакции – это

- а) длительность контроллерного цикла
- б) интервал опроса модулей
- в) время реакции
- г) время установки выходов

18. Как называется повторный запуск ПЛК, который выполняется настолько быстро после пропадания питания, что работоспособность восстанавливается так, будто питания не пропадало

- а) холодный рестарт
- б) теплый рестарт
- в) горячий рестарт
- г) быстрый рестарт

19. Как называется сигнал, используемый для представления непрерывно изменяющихся физических величин?

- а) аналоговый
- б) дискретный
- в) постоянный
- г) стандартный

20. Как в системах автоматизации принято называть двоичные сигналы, поступающие от концевых выключателей, датчиков заполнения емкостей, датчиков охранной сигнализации и т.д.?

- а) аналоговые
- б) дискретные
- в) периодические
- г) стандартные

21. Какую теорему необходимо использовать при выборе частоты дискретизации аналогового сигнала?

- а) теорема Ляпунова
- б) критерий Найквиста

- в) теорема Котельникова
- г) теорема Коши

22. Выберите тип дискретного входа, соответствующий сигналу от механической кнопки, геркона, концевого выключателя, контактов реле.

- а) постоянное напряжение (0 – 24 В)
- б) переменное напряжение (110 В, 220 В)
- в) мокрый контакт
- г) сухой контакт

23. Передача энергии или информационного сигнала между электрическими цепями, не имеющими непосредственного электрического контакта между ними – это ... развязка гальваническая

24. Какой из перечисленных интерфейсов не получил распространения в промышленной автоматизации?

- а) RS-485
- б) CAN
- в) Ethernet
- г) SPI

25. Набор правил, которые управляют обменом информацией и определяют синтаксис и семантику сообщений, операции управления, синхронизацию и состояния при коммуникации, – это ... обмена.

Протокол

26. Какой из перечисленных языков стандарта МЭК 61131 не относится к языкам визуального (графического) программирования?

- а) FBD
- б) ST
- в) CFC
- г) LD

27. Выберите аббревиатуру, обозначающую язык последовательных функциональных схем:

- а) LD
- б) ST
- в) FBD
- г) SFC

28. Напишите название языка стандарта МЭК 61131, особенностью которого является использование ассемблероподобных команд

IL

29. Основные компоненты языка FBD:

- а) операторы, модификаторы, операнды, регистр;
- б) контакты, витки, катушки, соединительные линии;
- в) функциональные блоки и соединительные линии;
- г) шаги, начальные шаги, переходы, ориентированные связи;

30. В чем заключается основная особенность операционных систем реального времени?

- а) разделяют процессорное время между выполнением нескольких программ
- б) обеспечивают детерминированное время выполнения задач и время реакции на аппаратные прерывания
- в) ориентированы на организацию быстрого доступа к общим ресурсам сети
- г) управляют ресурсами компьютера и организуют взаимодействие с пользователем

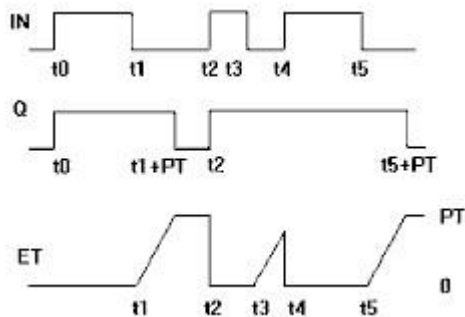
31. Назовите стандарт, обеспечивающий возможность совместной работы средств автоматизации, функционирующих на разных аппаратных платформах, в разных промышленных сетях и производимых разными фирмами

OPC

32. Напишите англоязычный термин, обозначающий «диспетчерское управление и сбор данных»

SCADA

33. Какой из перечисленных функциональных блоков устанавливает свой выход Q в соответствии с приведенной ниже временной диаграммой?

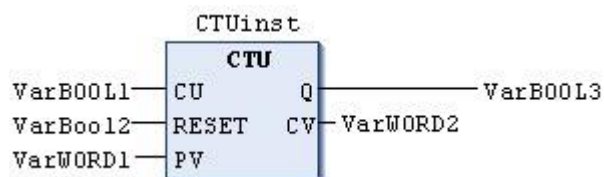


- а) TON
- б) TOF
- в) R\_TRIG
- г) F\_TRIG

34. Какой из перечисленных функциональных блоков устанавливает на своем выходе Q логическую единицу и удерживает ее в течение одного цикла ПЛК, когда на его входе CLK появляется отрицательный фронт?

- а) TON
- б) TOF
- в) R\_TRIG
- г) F\_TRIG

35. Выберите неверное утверждение



- а) на выходе Q устанавливается единица, как только значение CV становится равно или больше значения PV
- б) значение CV декрементируется каждый раз, когда на входе CU появляется новый импульс

- в) при RESET = 1 выход CV устанавливается в ноль
- г) положительный фронт на входе CU увеличивает значение CV на единицу

36. POU, который выдает одно или несколько значений во время выполнения и всегда вызывается через экземпляр, который является его копией

- а) программа
- б) функция
- в) функциональный блок
- г) интерфейс

37. Какой из элементов дерева устройств позволяет установить связь с ПЛК? а) Application

- б) Task Configuration
- в) Device
- г) Library Manager

38. Какой из приведенных ниже модулей фирмы RealLab выполняет функцию вывода управляющих сигналов посредством переключения контактов реле?

- а) NLCon-CE
- б) NLS-3024
- в) NL-8R
- г) NL-16DI

39. Один из входов модуля NL-16DI настроен для работы в режиме счетчика импульсов. Укажите название колонки, содержимое которой позволяет определить номер указанного входа.

ML\_S\_16DI x

Общее

Канал Modbus Slave

Modbus Slave Init

ModbusGenericSerialSlave  
Соотнесение входов/выходов

ModbusGenericSerialSlave IEC  
Objects

Состояние

Информация

	Имя	Тип доступа	Триггер	Сдвиг READ	Длина	Обработка ошибок	Сдвиг WRITE
0	Channel 0	Read Input Registers (Код функции 04)	Цикл., t#1000ms	16#0000	1	Сохранить посл. значение	
1	Channel 1	Read Input Registers (Код функции 04)	Цикл., t#100ms	16#0216	1	Сохранить посл. значение	
2	Channel 2	Write Single Register (Код функции 06)	Передний фронт				16#0216

- а) Имя
- б) Тип доступа
- в) Триггер
- г) Сдвиг Read

40. Какое из свойств элемента визуализации «Кнопка» позволяет установить реакцию на нажатие кнопки?

- а) Конфигурация ввода
- б) Переменная состояния
- в) Позиция
- г) Переменная цвета

**Спецификация теста.** В тестах используются вопросы с выбором одного правильного ответа и вопросы с вводом текстового ответа. Всего 40 вопросов.

**Инструкция по выполнению.** Время экзаменационного тестирования – 50 мин. Тест выполняется с использованием системы электронного обучения ИКТИБ <http://lms.sfedu.ru>.

**Критерии оценки:**

- 34-40 баллов выставляется обучающемуся, если выполнено 85–100% правильных ответов;
- 28-33 балла выставляется обучающемуся, если выполнено 71–84% правильных ответов;
- 24-27 баллов выставляется обучающемуся, если выполнено 60–70% правильных ответов;
- 0-23 балла выставляется обучающемуся, если выполнено 54% и меньше правильных ответов.

**Х.4. Лабораторные работы №№ 1–12**

**(выполнение, подготовка отчёта, защита отчёта)**

Модуль 1. Программирование в программно-технических комплексах АСУ ТП

Лабораторная работа №1. Знакомство со средой Codesys 3.5. Создание нового проекта. Знакомство с МЭК-языками программирования в среде Codesys 3.5.

Краткое описание: студентам необходимо научиться первоначальным настройкам среды программирования Codesys 3.5, освоить основные приемы программирования на языках FBD, ST стандарта МЭК 61131-3 на примере решения задачи управления освещением в комнате с использованием типовых функциональных блоков: таймеров, счетчиков, детекторов фронта. Запуск программы осуществить в режиме эмуляции.

Лабораторная работа №2. Создание структуры приложения.

Краткое описание: студентам необходимо научиться работать со сложными проектами и использовать ROU для их структурирования на примере задачи моделирования работы конвейеров

Лабораторная работа №3. Визуализация в среде Codesys 3.5.

Краткое описание: студентам необходимо научиться создавать простые пользовательские интерфейсы в среде Codesys 3.5 с использованием типовых элементов визуализации: текст, текстовый ввод, кнопка и др.

Лабораторная работа №4. Настройка связи ПЛК с компьютером. Конфигурация ПЛК.

Краткое описание: студентам необходимо научиться первоначальным настройкам контроллера; выполнить конфигурацию ПЛК, настройку модулей ввода-вывода; осуществить загрузку программы в контроллер и запуск программы.

Модуль 2. Алгоритмизация программно-технических комплексов АСУ ТП

Лабораторная работа №5. Автоматизированная система управления конвейером: ручной режим.

Краткое описание: студентам необходимо написать программу и создать экран визуализации, позволяющие выполнить запуск и остановку конвейера в ручном режиме (по нажатию кнопки на экране визуализации), осуществить работу конвейера в течение заданного интервала времени, использовать элементы индикации работы конвейера.

Лабораторная работа №6. Автоматизированная система управления конвейером: автоматический режим.

Краткое описание: студентам необходимо написать программу, позволяющую выполнить запуск и остановку конвейера в автоматическом режиме (по сигналу от датчиков положения, расположенных в начале и в конце конвейерной ленты), отображать сигналы от датчиков.

Лабораторная работа №7. Автоматизированная система управления роботоманипулятором: ручной режим.

Краткое описание: студентам необходимо написать программу и создать экран визуализации, позволяющие осуществить перемещение робота-манипулятора в ручном режиме (по нажатию кнопки на экране визуализации), использовать элементы индикации работы манипулятора.

Лабораторная работа №8. АСУ роботом-манипулятором: автоматический режим.

Краткое описание. Студентам необходимо в среде Codesys 3.5 написать программу и создать экран визуализации, позволяющие осуществить перемещение робота-манипулятора в автоматическом режиме (перемещение в требуемую позицию по срабатыванию соответствующего датчика положения на конвейере). Реализовать полный цикл перемещения продукта по конвейерным линиям.

### Модуль 3. SCADA системы в АСУ ТП

Лабораторная работа №9. Создание проекта в MasterSCADA с использованием объектного подхода

Краткое описание. Студентам необходимо в среде MasterSCADA 3.10 реализовать проект с использованием объектно-ориентированного подхода для решения задачи контроля уровня и температуры жидкости в емкости.

### Модуль 4. Создание проекта по контролю и управлению технологическим процессом

Лабораторная работа №10. Создание проекта по контролю и управлению технологическим процессом в среде Codesys 3.5

Краткое описание. Студентам необходимо в среде Codesys 3.5 разработать проект, позволяющий имитировать работу системы управления технологическим процессом.

Лабораторная работа №11. Создание проекта в MasterSCADA с использованием OPCсервера

Краткое описание. Студентам необходимо в среде MasterSCADA 3.10 реализовать проект с использованием OPC сервера для получения данных от ПЛК. Разработать дерево системы и объектов проекта, установить требуемые связи.

Лабораторная работа №12. Разработка мнемосхемы «APM диспетчера».

Краткое описание. Студентам необходимо в среде MasterSCADA 3.10 разработать мнемосхему, содержащую основные устройства, задействованные в технологическом процессе и отражающую его основные параметры. Мнемосхема должна содержать элементы управления ходом технологического процесса.

### Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

1. При подготовке отчета к лабораторной работе использовать только тот материал, который отражает сущность темы лабораторной работы.
2. В отчете к лабораторной работе необходимо обосновать задачи выполнения лабораторной работы.
3. Выполнение должно быть последовательным
4. В подготовке к лабораторным работам необходимо использовать материалы современных изданий не старше 10 лет.
5. Оформление отчета по лабораторной работе (в том числе титульный лист, литература) должно быть грамотным и выполнено по ГОСТ 2.105–95.

#### Критерии оценки:

- 7 баллов выставляется студенту, если демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены;
  - 5-6 баллов выставляется студенту, если демонстрирует значительное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены;
  - 4 балла выставляется студенту, если демонстрирует частичное понимание проблемы.
- Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены;
- 0-3 балла выставляется студенту, если демонстрирует непонимание проблемы.

### Х.5. Курсовой проект

Курсовой проект выполняется в интегрированной среде разработки программного обес-



печения для ПЛК и SCADA системе для разработки графического интерфейса «АРМ диспетчера». Исходя из варианта задания необходимо разработать информационную и математическую основу проекта, а также создать соответствующие мнемосхемы. Требуется разработать проект автоматизированной системы управления заданным технологическим процессом.

Разделы пояснительной записки:

1. Введение. Постановка задачи
  2. Краткое описание технологического процесса. Характеристика объекта автоматизации с позиций задач управления
  3. Основные решения по автоматизации технологических процессов
    - 1) принятые проектные решения по техническому уровню и степени автоматизации;
    - 2) предлагаемая структура управления технологическим процессом с указанием ее иерархического построения, мест расположения пунктов контроля и управления.
  4. Выбор средств технической реализации системы управления с учетом условий эксплуатации, метрологических данных, быстродействия, надежности, экономичности и возможности построения эффективной информационно-управляющей системы для технологического объекта.
  5. Описание алгоритмов регулирования, результаты моделирования (запуска в режиме эмуляции) разработанной системы управления технологическим параметром.
  6. Описание разработки графического интерфейса оператора АСУ технологическим процессом.
  7. Заключение.
- Пояснительная записка должна содержать следующий графический материал:
- 1) функциональную схему автоматизированной системы управления технологическим процессом;
  - 2) схему привязки полевого оборудования к контроллерам и узлам верхнего уровня АСУ ТП, отражающую техническую структуру системы.

#### **Требования к оформлению:**

- Изложение текста и оформление отчета выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 – 2001, ГОСТ 2.105 – 95 и ГОСТ 6.38 – 90. Страницы текстовой части и включенные в нее иллюстрации и таблицы должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327-60.
- Текст должен быть выполнен любым печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков не менее 1.8 (шрифт Times New Roman, 14 пт.). – Текст следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: верхнее и нижнее — 20 мм, левое — 30 мм, правое — 10 мм. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту и составлять 1,25 см.
- Выравнивание текста по ширине.
- Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, применяя выделение жирным шрифтом, курсив, подчеркивание.
- Перенос слов недопустим.
- Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.
- Подчеркивать заголовки не допускается.
- Расстояние между заголовками раздела, подраздела и последующим текстом так же, как и расстояние между заголовками и предыдущим текстом, должно быть равно 15мм (2 пробела).

- Название каждой главы и параграфа в тексте работы можно писать более крупным шрифтом, жирным шрифтом, чем весь остальной текст. Каждая глава начинается с новой страницы, параграфы (подразделы) располагаются друг за другом.
- В тексте рекомендуется чаще применять красную строку, выделяя законченную мысль в самостоятельный абзац.
- Перечисления, встречающиеся в тексте реферата, должны быть оформлены в виде маркированного или нумерованного списка.
- Список литературы и ссылки на источники в тексте обязательны.

### **Критерии оценки:**

- 51-60 баллов выставляется студенту, если выполнены все требования к написанию и защите проекта. Обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы;
- 43-50 баллов выставляется студенту, если выполнены основные требования к проекту и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
- 36-42 баллов выставляется студенту, если имеются существенные отступления от требований к проекту. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
- менее 35 баллов выставляется студенту, если задачи проектирования не выполнены, обнаруживается существенное непонимание проблем. /Проект студентом не представлен.

Нулевой вариант курсового проекта

## **Автоматизация процессов весового дозирования подсолнечного масла на маслоэкстракционном заводе**

### **1. Постановка задачи**

На базе SCADA-системы моделировать процессы весового дозирования подсолнечного масла на маслоэкстракционном заводе. Разработать алгоритмы логико-программного управления весовым дозированием на основе описания технологической последовательности операций и маршрутов перемещения потоков масла, включая задачи супервизорного контроля и управления автоматизированного рабочего места диспетчера, построенного на базе персонального компьютера. Осуществить выбор технических средств автоматизации рассматриваемой весоизмерительной системы. Разработать модельную версию АСУ ТП весового дозирования. В качестве объекта управления выбрать программную модель, адекватно отражающую динамические связи вход-выход по основным каналам управления и возмущений.

### **2. Описание операций весового дозирования и учета масла**

Рассматриваемый ниже пример (рис.1) иллюстрирует работу схемы автоматизации весового дозирования и маршрутизации материальных потоков на маслоэкстракционных заводах (МЭЗах). Весовое дозирование подсолнечного масла производится в полуавтоматическом и автоматическом режимах. Слив масла как из весов А, так и из весов В должен осуществляться по двум направлениям: в маслосливную станцию и в рафинационное отделение. При работе в автоматическом и полуавтоматическом режимах должен производиться автоматический учет каждого отвеса в виде данных о весе слитого масла и времени отвеса.

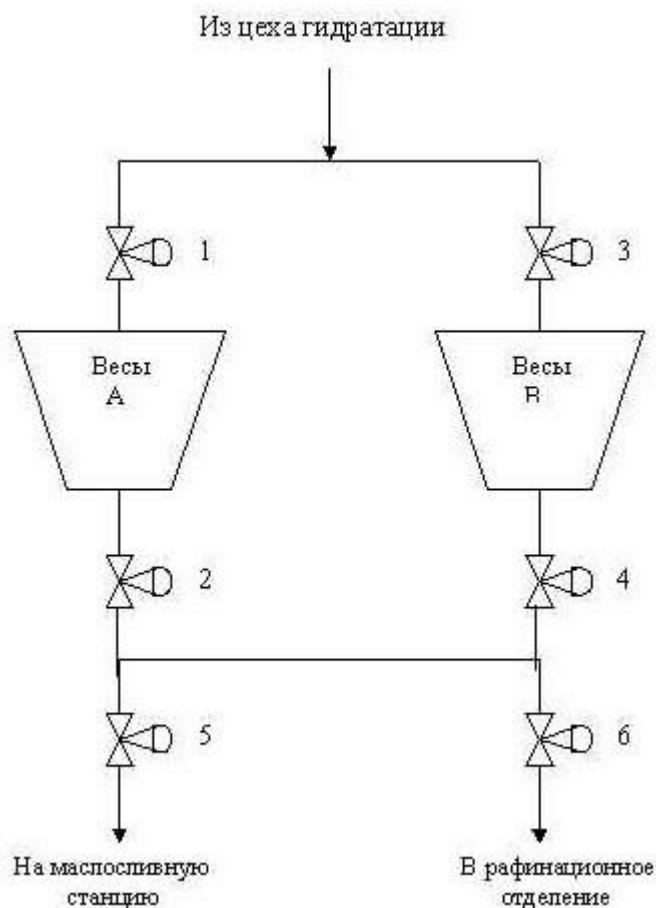


Рис. 1. Схема движения потоков масла

При полуавтоматическом режиме работы оператор задает уставку по весу, определяет направление слива и включает весы А и В. В зависимости от того, какие весы были включены раньше, открывается клапан 1, либо клапан 3 (рис.1). Одновременное открытое состояние клапанов 1 и 3 запрещено. При включении весов А (В) клапан 1 (3) открывается, а клапан 2 (4) должен быть закрыт. Начинается процесс наполнение бункера весов. Клапан 5, либо клапан 6 открыт (в зависимости от задания по направлению слива). Одновременное открытое состояние клапанов 5 и 6 запрещено. В случае наличия сигнала об открытом состоянии клапанов 5 и 6 должна сработать аварийная световая и звуковая сигнализация с остановом весов (подаются сигналы на закрытие клапанов 1...6 и отключается насос). При достижении заданного веса клапан 1 (3) – закрывается. Производится взвешивание содержимого весов. По истечении процесса взвешивания открывается клапан 2(4), происходит слив до установленного значения и запись результата в один из двух журналов (маслосливной станции или рафинационного отделения) в зависимости от состояния клапанов 5 и 6. Весы А (В) отключаются. Переключение клапанов 5 и 6 в момент работы весов или слива запрещено, так же, как и одновременно открытое состояние клапанов 1 и 2, 2 и 4, 3 и 4. В ручном режиме управление клапанами осуществляется оператором с помощью электронных ключей.

### 3. Основные решения по автоматизации технологических процессов

Общая структура системы управления процессами весового дозирования подсолнечного масла приведена на рис. 2.

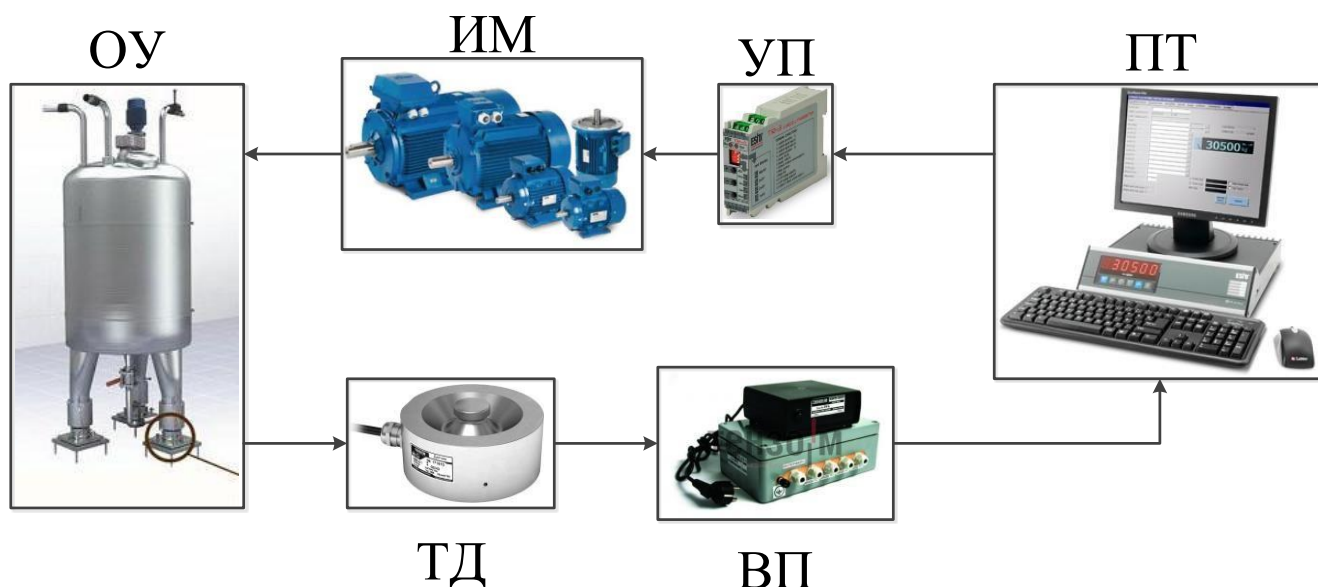


Рис. 2. Структура системы управления процессами весового дозирования

На рис.2 приняты следующие обозначения: ОУ – объект управления, ИМ – исполнительные механизмы, УП – усилительные преобразователи, ПТ - промышленный терминал (АРМ диспетчера системы), ВП - весоизмерительный преобразователь, ТД – тензодатчики.

Пользовательский интерфейс оператора при полуавтоматическом управлении должен включать:

- 1) технологическую световую сигнализацию работы насоса, клапанов, сигналы о включенном состоянии весов;
- 2) аварийную световую и звуковую сигнализацию весовых контроллеров, неисправностей клапанов 1-6, одновременно открытого состояния клапанов 1 и 2, 3 и 4, 1 и 3, 2 и 4, 5 и 6, не перехода клапанов 1 – 6 в необходимое состояние через заданное время;
- 3) окна ввода уставки по весу;
- 4) кнопки ввода направления слива масла.

При работе в ручном режиме на щит оператора по месту должны быть вынесены:

- 1) технологическая световая сигнализация работы насоса и клапанов,
- 2) сигналы о включенном состоянии весов;
- 3) аварийная световая и звуковая сигнализация неисправностей клапанов 1...6, одновременно открытого состояния клапанов 1 и 2, 3 и 4, 1 и 3, 2 и 4, 5 и 6;
- 4) ключи управления клапанами 1...6, табло весов и кнопка пуска насоса.

#### 4. Выбор средств технической реализации системы управления

Системы взвешивания резервуаров предназначены для взвешивания материалов, хранящихся в различного рода цистернах, бункерах, миксерах, резервуарах башенного типа и т.д. Использование электронного весоизмерительного комплекта, помимо измерения массы материала, дает возможность удаленного контроля над системой, установки различных дозирующих систем и т.д.

Весоизмерительный комплект состоит из:

- подобранных соответствующим образом тензометрических датчиков силы;
- узлов встройки датчиков;
- электронного весоизмерительного терминала или контроллера.

**Тензодатчики (тензометрические датчики)** – это силоизмерительные элементы в оборудовании, принцип работы которых основан на измерении деформации. Используется в крановых и бункерных весах, дозаторах и т.д. Во всех современных электронных весовых системах используются тензодатчики.

Тензодатчики востребованы, так как обеспечивают точность измерений. Современные технологии позволяют систематизировать и автоматизировать весь процесс измерений при по-

мощи оборудования с тензодатчиками. Тензодатчики устойчивы к воздействию окружающей среды. Современные весы с несколькими тензодатчиками даже при неисправности одного из датчиков сохраняют работоспособность и точность измерений.

Современные тензодатчики отличаются высокой точностью. Самые распространенные тензодатчики – принадлежат классу точности С3, что практически соответствует комбинированной погрешности 0,02 %. Возможна также эксплуатация тензодатчиков с более высокими показателями точности.

Существует различные виды современных конструкций тензодатчиков. Выбор тензодатчика зависит от назначения весовой системы, где он используется, и конструктивных характеристик места установки тензодатчика. Благодаря разнообразию типов тензодатчиков, предприятия могут выбрать оборудование, наиболее подходящее для их производственных технологий. Тензодатчики различаются по видам:

- **Одноточечные.** Позволяют создавать весоизмерительные системы на одном датчике. Они применяются в дозирующем и фасовочном оборудовании, также в конструкциях платформенных весов с небольшой нагрузкой на платформу.
- **Консольные (консольная балка сдвига)** применяются как чувствительные элементы в весах и весоизмерительных системах с общим номинальным пределом взвешивания (НПВ) 5-7 тонн.
- **S-образные (балка на растяжение-сжатие)** предназначены для подвесных бункерных весов. Время установки и запуска оборудования уменьшается за счёт комплектации датчиков шарнирными подвесами. Такие датчики работают по принципу преобразования механическая сила растяжения/сжатия в пропорциональный электрический сигнал вдоль оси симметрии датчика.
- **Цилиндрические** работают за счет преобразования при сжатии механической деформации в пропорциональный электрический сигнал. Используются при изготовлении новых или модернизации старых весов автомобильных, вагонных или многотонных бункерных. А также в контрольно-измерительном оборудовании и испытательных стендах.
- **Высокотемпературные.** Тензодатчики этого вида необходимы для измерения веса в условиях с высокой температурой, поэтому чаще всего используются в металлургии, а также для взвешивания в экстремальных промышленных условиях.
- **Датчики из нержавеющей стали,** как правило, рассчитаны на долгую эксплуатацию и применяются в агрессивных условиях, таких как пищевая или химическая промышленность.
- **Датчики на растяжение** предназначены для работы в тяжелых условиях и необходимы в качестве измерительных элементов в весоизмерительном оборудовании с высокими механическими нагрузками.

Тензодатчики изготавливаются из качественных материалов, обеспечивающих долгий срок службы оборудования. Большинство тензодатчиков производится из алюминия, нержавеющей стали и легированной стали. Водонепроницаемые тензодатчики, изготовленные из нержавеющей стали, с классом защиты IP68 так же востребованы, особенно в рыбной и пищевой промышленности.

Тензометрические датчики подбираются исходя из геометрических параметров резервуаров и массы брутто системы (масса резервуара + масса материала + внешние факторы, влияющие на систему). В основном цилиндрические цистерны устанавливаются на 3 датчика, прямоугольные – на 4 датчика. Для систем с нестандартной геометрией возможна установка до 12 датчиков. Для точности системы необходимо максимально уменьшить влияние внешних факторов: система должна опираться только на тензометрические датчики, использовать мягкие соединения для системы подачи и выгрузки материала.

**Узлы встройки датчиков.** Для обеспечения максимальной точности весоизмерительной системы необходима правильная передача нагрузки на тензометрические датчики. В системах с применением тензометрических датчиков измеряется только вертикальный вектор силы подаваемой нагрузки. Остальные векторы силы не учитываются, так как эти силы влияют на чувствительность системы. Таким образом, основное предназначение узлов встройки – исключение или уменьшение сил, влияющих на чувствительность и правильная и точная передача основного вектора силы на тензодатчик. Наряду с этим, узлы встройки предназначены для защиты датчика от перегрузок, уменьшения влияния воздействия вибрации, ударных сил, динамических

нагрузок и т.д.

**Весовые терминалы, весовые контроллеры** – это устройства для обработки, передачи и отображения результатов измерений.

Весовые терминалы различаются по своим функциональным возможностям. Простые модели выполняют основные задачи: вывод результата на дисплей, счет штук, суммирование, составление рецептов, отслеживание заданного веса. Весовые терминалы сложных моделей включают компьютер с открытой архитектурой в промышленном исполнении. Терминалы и контроллеры имеют цифровые (binary, RS232/RS422/RS485) и аналоговые (0-10В, 4-20мА) выходные сигналы для подключения к другим промышленным электронным устройствам или компьютеру и могут передавать накопленную информацию в компьютерную сеть цеха или предприятия.



В качестве технических средств автоматизации (ТСА) рассматриваемой весоизмерительной системы выбрана продукция фирмы «Тензор-М» в связи с наличием у нее полного набора и широкого выбора необходимых устройств, а также по причине территориальной близости и отсутствия издержек, связанный с импортными поставками (отечественный производитель).

## 4.1 Тензометрические датчики

### 4.1.1 Схемы установки датчиков

В зависимости от конструкций устанавливаемых или существующих в наличии весоизмерительных резервуаров и цеховых помещений в первую очередь необходимо выбрать наиболее подходящий тип тензометрических датчиков, а также определить требования к ним по наибольшему (номинальному) пределу измерения (взвешивания), температурной и коррозионной стойкости. Основные типы конструкции установки бункеров и цистерн, а также соответствующие им требования и замечания представлены в табл. 1.

Табл. 1. Схемы установки датчиков

	а) подвесной бункер	б) опоры на среднем уровне	в) опоры на полу
			

Датчики	Датчики растяжения серии С2	Датчики сжатия серии М	
Силовопередающие	Проушины со сферическим подшипником (С2/Ш)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Простейшие (ПУ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Простейшие (ПУ)</li> <li>• Регулируемые (Р) с возможностью</li> </ul>
устройства (узлы встройки)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Регулируемые (Р) с возможностью регулировки по высоте <math>\pm 10\text{мм}</math></li> </ul>	регулировки по высоте $\pm 10\text{мм}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Регулируемые опорные закладные детали (РП, РПН, РПА, РПАН)</li> </ul>
Обратить внимание		При необходимости предусмотреть аварийные упоры для предотвращения несанкционированных перемещений емкости в аварийных ситуациях	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Предусмотреть антипрокидывающее устройство от воздействия ветровых нагрузок</li> <li>• На молочных и пищевых предприятиях с полами, имеющими наклон, рекомендуется применять регулируемые опорные закладные детали и узлы встройки из нержавеющей стали</li> </ul>

Тензодатчики серии М и С2Н выполняются из нержавеющей стали и имеют степень защиты оболочкой IP68 по ГОСТ 14254. Для применения во взрывоопасных условиях возможно специальное исполнение датчиков в соответствии с требованиями ГОСТ Р51330.0-99 (МЭК 60079-0-98), ГОСТ Р51330.10-99 (МЭК 60079-11-99)

#### 4.1.2 Количество тензодатчиков

Количество тензодатчиков определяется по количеству опор. При этом необходимо иметь в виду следующие обстоятельства:

- Оптимальное количество датчиков с точки зрения метрологии – 3;
- Если емкость имеет 6 или 8 опор, возможно установить ее на 3 или 4 датчика за счет доработки конструкции (обвязка опор дополнительными связями (труба, уголок, швеллер).

Методика подбора номинальных нагрузок датчиков:

$$НПИ = \frac{2P}{N}, \quad (1)$$

где НПИ – наибольший предел измерений подбираемого датчика,  $N$  – кол-во опор,  $P$  – максимальная нагрузка на емкость (вес брутто).

Полученная величина округляется в большую сторону до ближайшего значения НПИ датчика

#### 4.1.3 Рекомендуемые весовые преобразователи

С указанными типами датчиков производитель рекомендует использовать весовые преобразователи указанные в табл. 2.

Табл. 2. Рекомендуемые производителем весовые преобразователи

	ТВ-014	ТВ-003/05Н	ТВ-011	ТВИ-003/05Д	ТВИ-024
Исполнение	Пластик, IP42	Нерж. сталь, IP65	Нерж. сталь, IP65	IP65	IP65



Связь с ПК	RS-232/485	RS-232/485/USB	RS-232/485	–	RS-232
Дозатор	–	–	+	+	+
Взрывозащитное исполнение	–	–	–	Искрозащитные цепи*	ИВ

\* – искрозащитные электрические цепи подключения тензодатчиков

#### 4.1.4 Датчики серии С2Н

Как отмечалось выше, при использовании подвесной конструкции цистерны (конструкция а) в табл. 1) используются датчики растяжения серии С2Н. Далее приведены их основные технические характеристики.

**Описание:** S-образные тензодатчики на нагрузку от 200 до 2000кг из нержавеющей стали. Степень защиты оболочкой IP68.

**Области применения:** бункерные весы, дозаторы, взвешивание емкостей и баков. **Соответствие стандартам** ГОСТ 30129, МОЗМ Р60. **Особенности:**

- Датчики изготовлены из комплектующих и материалов лучших мировых производителей
- Герметизация термо-и тензочувствительной схем производится крышкой из нержавеющей стали
- Крепление защитной крышки к упругому элементу осуществляется с помощью лазерной сварки
- Каждый датчик проходит проверку на герметичность гелиевым течеискателем
- При нормировании параметров датчика и испытаниях используются уникальные методики
- Многоступенчатая система контроля качества тензодатчиков
- Гарантийный срок 4 года
- 

Табл. 3. Технические характеристики датчиков серии С2Н

Параметры датчика	Единицы измерения	Значения параметров	
Наибольший предел измерения (НПИ)	кг	200, 500, 1000, 2000	
Класс точности по ГОСТ30129 (МОЗМ Р60)		С1	С3
Число поверочных интервалов		1000	3000
Минимальный поверочный интервал		НПИ / 5000	НПИ / 10000
Рабочий коэффициент передачи (РКП)	мВ/В	2 ±0,010	2 ±0,002
Начальный коэффициент передачи (НКП)	% от РКП	< 3	< 3
Комбинированная погрешность	% от РКП	≤ ±0,040	≤ ±0,020
Ползучесть (30 мин.)	% от РКП	≤ ±0,049	≤ ±0,025
Изменение НКП от температуры	% от РКП/°С	≤ ±0,0028	≤ ±0,0014
Изменение РКП от температуры	% от РКП/°С	≤ ±0,0022	≤ ±0,0011
Наибольшее напряжение питания постоянного тока	В	12	
Сопротивление входное	Ом	1100 ±20	
Сопротивление выходное	Ом	1000 ±2	
Сопротивление изоляции	ГОм	≥ 5	
Диапазон термокомпенсации	°С	-10... +40	
Рабочий диапазон температур	°С	-30... +50	
Диапазон температур хранения	°С	-40... +50	
Степень защиты по ГОСТ 14254		IP68	



Допустимая перегрузка в течение не более 1 часа	% от НПИ	25
Разрушающая нагрузка	% от НПИ	300
Материал датчика		Нержавеющая сталь

**Стандартная комплектация:**

- Исполнение согласно МОЗМ Р60: 3000 поверочных интервалов
- Четырехпроводная схема подключения
- Экран не соединен с корпусом
- Длина кабеля 3м

**Опции:**

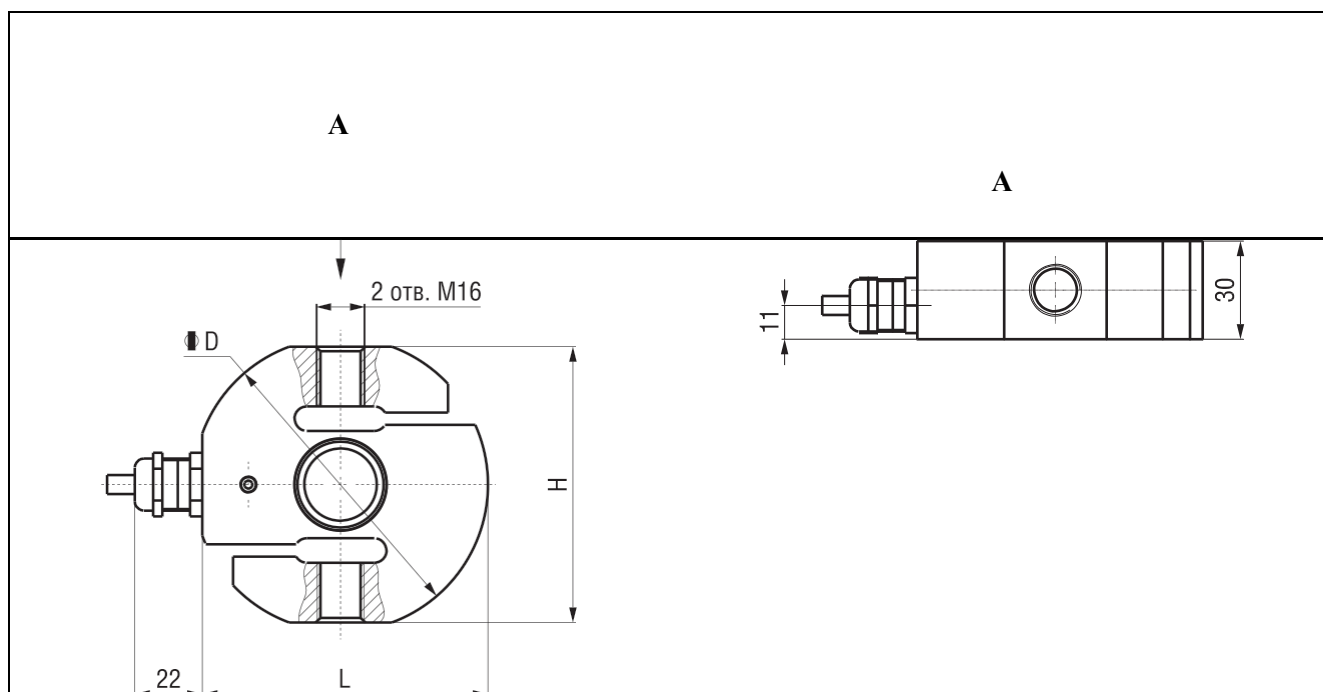
- Рабочий диапазон температур: -50... +50°C
- Исполнение согласно МОЗМ Р60: 1000 поверочных интервалов
- Длина кабеля от 2 до 100м
- Шестипроводная схема подключения
- Выходное сопротивление от 100 до 1000Ом
- Напряжение питания от 2 до 36В
- Взрывозащищенное исполнение в соответствии с требованиями ГОСТ Р51330.0-99 (МЭК 60079-0-98), ГОСТ Р51330.10-99 (МЭК 60079-11-99)



Рис. 3. Внешний вид датчиков серии С2Н

Табл. 4. Массо-габаритные параметры датчиков серии С2Н

НПИ, кг	L, мм	H, мм	D, мм	Масса датчика, кг	Длина кабеля, м
200	77	74	78	0,9	3
500					
1000	94	90	96	1,4	
2000	96	94	98		



#### 4.1.5 Датчики серии М

При установке цистерн с помощью опор на среднем уровне или на полу (конструкции а) или б) в табл. 1) используются датчики сжатия серии М. Далее приведены их основные технические характеристики.

**Описание:** Тензодатчики сжатия мембранного типа из нержавеющей стали. Диапазон нагрузок от 500 до 5000кг. Степень защиты оболочкой IP68 **Область применения:** Взвешивание емкостей и баков

**Соответствие стандартам:** ГОСТ 30129, МОЗМ Р60

**Особенности:**

- Датчики изготовлены из комплектующих и материалов лучших мировых производителей
- Герметизация датчика производится крышкой из нержавеющей стали, прикрепленной к упругому элементу с помощью лазерной сварки
- Каждый датчик проходит проверку на герметичность гелиевым течеискателем
- Тензодатчики проходят испытания на эталонных силозадающих машинах производства «Тензо-М». Машины прошли первичную поверку и включены в Госреестр
- Потребителю тензодатчики поставляются, подобранными по группам для совместного использования в весах
- Гарантийный срок 4 года

Табл. 5. Технические характеристики датчиков серии М

Параметры датчика	Единицы измерения	Значения параметров	
Наибольший предел измерения (НПИ)	т	0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0	
Класс точности по ГОСТ30129 (МОЗМ Р60)		С1	С3
Число поверочных интервалов		1000	3000
Минимальный поверочный интервал		НПИ / 5000	НПИ / 10000
Рабочий коэффициент передачи (РКП)	мВ/В	$2 \pm 0,010$	$2 \pm 0,002$
Начальный коэффициент передачи (НКП)	% от РКП	< 3	< 3

Комбинированная погрешность	% от РКП	$\leq \pm 0,040$	$\leq \pm 0,020$
Ползучесть (30 мин.)	% от РКП	$\leq \pm 0,049$	$\leq \pm 0,025$
Изменение НКП от температуры	% от РКП/°C	$\leq \pm 0,0028$	$\leq \pm 0,0014$
Изменение РКП от температуры	% от РКП/°C	$\leq \pm 0,0022$	$\leq \pm 0,0011$
Наибольшее напряжение питания постоянного тока	В	12	
Сопротивление входное	Ом	$750 \pm 15$	
Сопротивление выходное	Ом	$700 \pm 1$	
Сопротивление изоляции	ГОм	$\geq 5$	
Диапазон термокомпенсации	°C	-10... +40	
Рабочий диапазон температур	°C	-30... +50	
Диапазон температур хранения	°C	-40... +50	
Степень защиты по ГОСТ 14254		IP68	
Допустимая перегрузка в течение не более 1 часа	% от НПИ	25	
Разрушающая нагрузка	% от НПИ	300	
Материал датчика		Нержавеющая сталь	

#### Стандартная комплектация:

- Исполнение согласно МОЗМ Р60: 3000 поверочных интервалов
- Длина кабеля 3м
- Четырехпроводная схема подключения
- Экран кабеля не соединен с корпусом тензодатчика

#### Опции:

- Рабочий диапазон температур: -50... +50 °C
- Исполнение согласно МОЗМ Р60: 1000 поверочных интервалов
- Длина кабеля: от 2 до 100м
- Шестипроводная схема подключения
- Выходное сопротивление от 100 до 1000Ом
- Напряжение питания от 2 до 36В
- Взрывозащищенное исполнение в соответствии с требованиями ГОСТ Р51330.0-99 (МЭК 60079-0-98), ГОСТ Р51330.10-99 (МЭК 60079-11-99)



Рис. 4. Внешний вид датчиков серии М

Табл. 6. Массо-габаритные параметры датчиков серии М.

НПИ, т	Н, мм	R, мм	Масса датчика, кг	Длина кабеля, м
0,5	39	30	1,5	3
1	42	50		
2				
3	43			
5	44			

## 4.2 Узлы встройки датчиков (силопередающие устройства)

В зависимости от используемой конструкции цистерны и соответствующей схемы установки датчиков (табл. 1) следует использовать соответствующие узлы встройки (силопередающие устройства) для монтирования датчиков во взвешивательную конструкцию.

### 4.1.1 Узлы встройки для датчиков С2Н

Для датчиков серии С2Н (пункт 2.1.4) и, соответственно, схемы установки а) (табл. 1) производителем рекомендовано использовать силопередающие устройства для датчиков растяжения-сжатия С2/ШЗ, имеющие следующие технические характеристики.

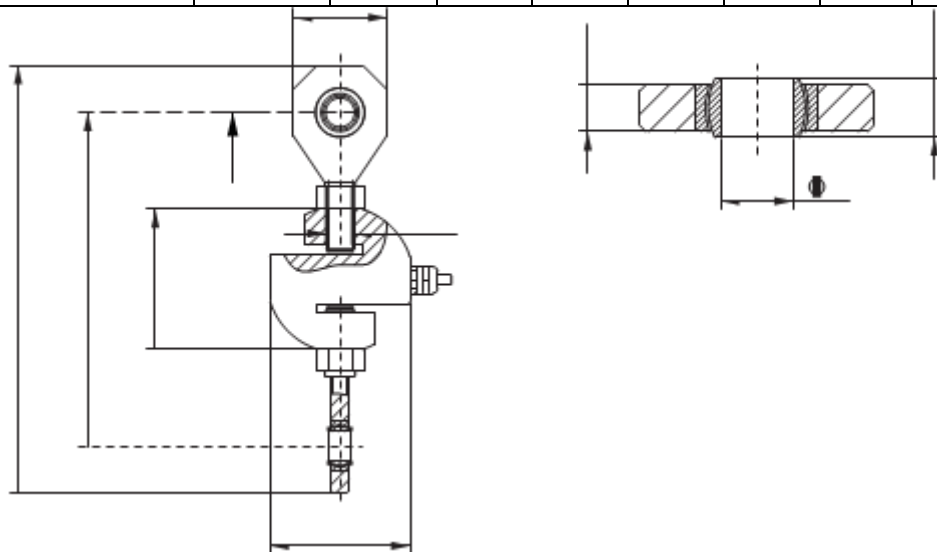
**Описание:** Узел встройки со сферическим подшипником. Предотвращает появление боковых сил и повышает точность измерений. Материал – оцинкованная сталь



Рис. 5. Внешний вид узла встройки С2/ШЗ

Табл. 7. Габаритные размеры узлов встройки С2/ШЗ.

Обозначение	Тип дат- чика	НПИ, т	Н, мм	Н1, мм	Н2, мм	Н3, мм	h, мм	d, мм	В, мм	В1, мм	М, мм
С2/ШЗ-2	С2Н	0,2; 0,5	240	74	180	77	56	20	12	16	М16
		1	256	90	196	94					
		2	260	94	200	96					
С2/ШЗ-7	С2	3; 5; 7	374	120	294	120	80	25	16	20	М24
С2/ШЗ-10		10	398	140	308	140	85	35	21	26	М30х2
С2/ШЗ-20*		20									



\* – сталь повышенной твердости

#### 4.1.2 Узлы встройки для датчиков серии М

Для датчиков серии М (пункт 2.1.5) и, соответственно, схем установки а) и б) (табл. 1) производителем рекомендовано использовать силовопередающие устройства для установки емкости на датчики. При этом возможна установка на простейшие опоры (М50/ПУ, М65/ПУ, М70К/ПУ, М100/ПУ), регулируемые опоры (М50/ Р, Р1, РК, Р2, РК1, М65/ Р, Р1, РК, Р2, РК1, М70К/ Р, Р1, РК, Р2, РК1, М100/Р2) и регулируемые закладные детали (РП, РПН, РПА, РПАН). Далее представлены технические характеристики перечисленных узлов встройки.

##### 4.1.2.1 Простейшие опоры (М50/ПУ, М65/ПУ, М70К/ПУ, М100/ПУ)

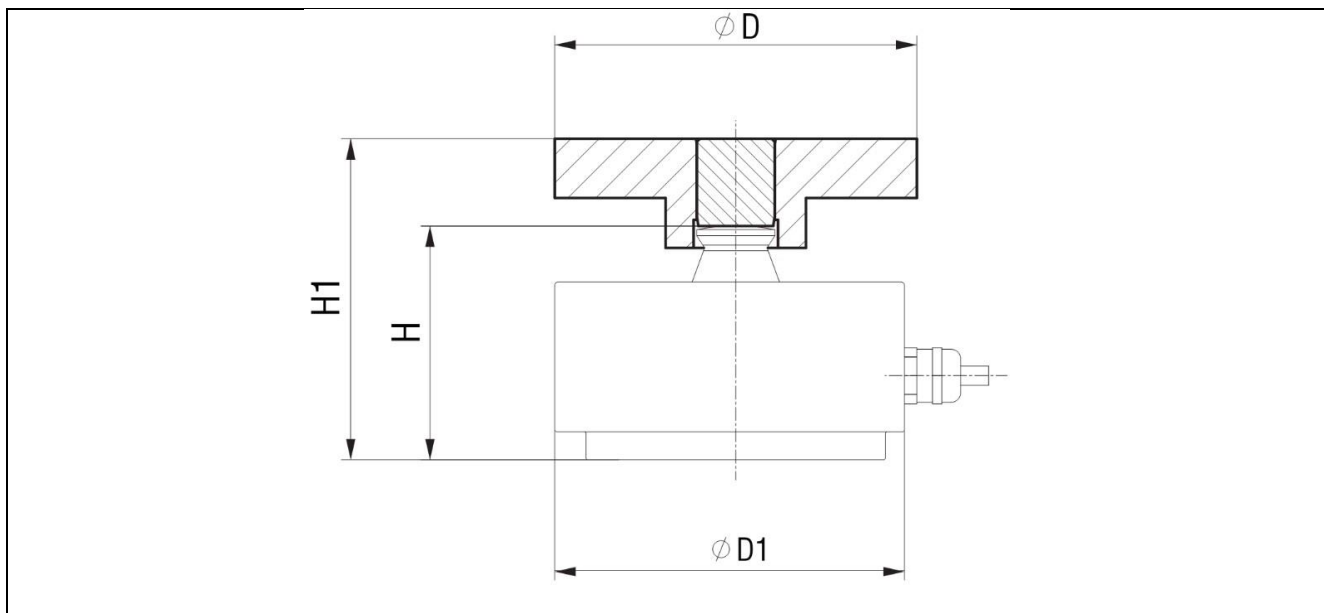
Силовопередающее устройство простейшее для установки емкости на датчики. Сочетание фланца из мягкой стали и закаленного вкладыша позволяет провести качественную установку с минимальными затратами. Применяется при наличии основания и опоры, находящихся в горизонтальной плоскости. Материал – конструкционная или нержавеющая сталь.



Рис. 6. Внешний вид простейшей опоры

Табл. 8. Габаритные размеры простейших опор.

Тип датчика	материал	D, мм	D1, мм	H, мм	H1, мм
М50	конструкционная сталь	116	98	50	78
М65	конструкционная сталь		116	65	93
М70К	конструкционная сталь			75	103
М100	конструкционная / нержавеющая сталь	156	156	100	140



#### **4.1.2.2 Регулируемые опоры (M50/ P, P1, PK, P2, PK1, M65/ P, P1, PK, P2, PK1, M70K/ P, P1, PK, P2, PK1, M100/P2)**

**Описание:** Силопередающее устройство «регулируемая опора» для установки емкости на датчики. В сочетании с регулируемой закладной деталью РП/РПН/РПА/РПАН позволяют производить установку емкости на датчики в сложных условиях – при наклонном фундаменте и опорах разной высоты.

P: Диаметр резьбы втулки M48. Материал – конструкционная сталь.

P1, PK: Диаметр резьбы втулки от M20 до M48. Материал – нержавеющая и конструкционная сталь. Комплектуется защитным кожухом.

P2: Диаметр резьбы втулки – M56x3. Материал – конструкционная сталь.

PK1: Применяется при наличии резьбового отверстия в опоре бака. Материал – нержавеющая сталь. Комплектуется защитным кожухом.



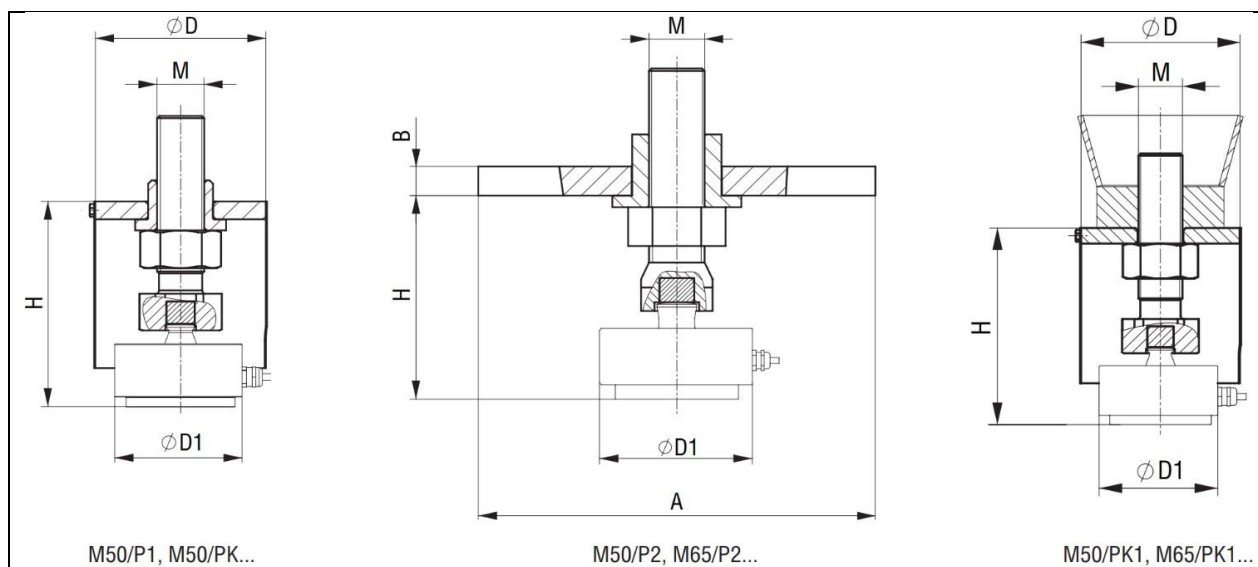
Рис. 7. Внешний вид регулируемой опоры

Табл. 8. Габаритные размеры регулируемых опор.

Обозначение	Тип датчика	Материал	H, мм	D, мм	D1, мм	M, мм
M50/P	M50	конструкционная сталь	170... 190	135	98	M48
M65/P	M65				116	
M70K/P	M70K					







#### 4.1.2.3 Регулируемая закладная деталь (РП, РПН, РПА, РПАН)

**Описание:** Регулируемая опорная закладная деталь с упорами и гвоздями (анкерами) для установки емкости на датчики. Позволяет производить установку емкости на датчики при наклонном фундаменте. Может применяться совместно с регулируемой опорой РК/Р1/Р2/РК1.



Рис. 8. Внешний вид регулируемой закладной опоры

Табл. 10. Габаритные размеры регулируемой закладной детали.

Обозначение	Тип датчика	Материал	A, мм	A1, мм	B, мм	B1, мм	B2, мм	D1, мм
-------------	-------------	----------	-------	--------	-------	--------	--------	--------

РП, РПА	M50	конструкционная сталь	250	200	20	не менее 16	100	98
	M65, M70K							116
РПН, РПАН	M50	нержавеющая сталь						98
	M65, M70K							116

РП, РПН

РПА, РПАН

### 4.3 Весоизмерительный преобразователь ТВ-003/05Н

В соответствии с рекомендациями производителя (табл. 2) для представленных выше тензометрических датчиков серии С2Н или М (пункты 2.1.4 и 2.1.5) выбран весовой преобразователь ТВ-003/05Н, имеющий достаточный набор цифровых интерфейсов передачи данных (USB и RS232/485), что обеспечивает простоту интеграции системы управления и контроля весоизмерительного оборудования. Ниже представлены технические характеристики преобразователя.

**Описание:** Для использования в платформенных весах. Замена популярной модели ТВ-003/05Д П. Корпус преобразователя ТВ-003/05Н выполнен из нержавеющей стали. Степень защиты оболочкой IP65 по ГОСТ 14254, а также широкий диапазон рабочих температур (от -30 до +40°C) позволяют использовать преобразователь в сырых и неотапливаемых помещениях. Для передачи результатов взвешивания на РС предусмотрены интерфейсы USB и RS-232/RS-485.

**Интерфейсы:** USB и RS232/485. **Особенности:**

- Возможно изготовление преобразователя с модулем аналогового выхода
- Корпус из нержавеющей стали, IP65, -30... +400C
- Удобной работу с преобразователем делает клавиатура с хорошими тактильными свойствами и звуковым подтверждением нажатия.
- Клавиатура со звуковым подтверждением нажатия
- Высота символов 40 мм, регулируемая яркость подсветки



Рис.9. Внешний вид весоизмерительного преобразователя ТВ-003/05Н

Табл. 11. Технические характеристики весоизмерительного преобразователя ТВ-003/05Н.

Параметр	Значение
Нелинейность не более, %	0
Индицируемая разрешающая способность на 1 мВ/В, не хуже	60 000
Температурный коэффициент начала шкалы (нуля), ppm/°C, не хуже	2
Температурный коэффициент конца шкалы (НПВ), ppm/°C, не хуже	2
Диапазон входного аналогового сигнала, мВ/В	-3... +3
Минимальный входной сигнал на одно поверочное деление, мкВ	1
Тип первичного преобразователя	тензорезисторный
Питание первичного преобразователя	5В, знакопеременное
Тип линии связи с первичным преобразователем	Шестипроводная
Максимальная длина связи с первичным преобразователем, м	50
Минимальное входное сопротивление тензодатчика, Ом	50
Размер изображения одного символа, мм	30 x 40
Тип индикатора	светодиодный
Количество разрядов индикации веса	5
Напряжение питания, В	двойное 220/10-30
Потребляемая мощность, ВА, не более	10
Рабочий диапазон температур, °C	-30... +40
Степень защиты оболочкой	IP65
Габаритные размеры, мм	245 x 175 x 67
Масса, кг, не более	1.3

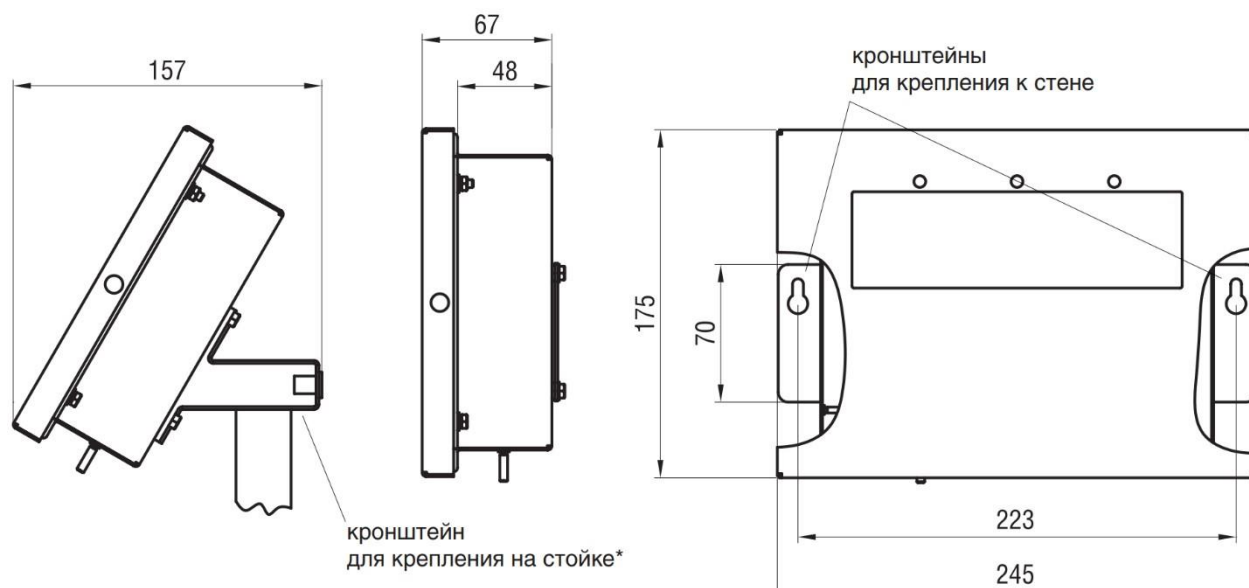


Рис. 10. Геометрические размеры весоизмерительного преобразователя ТВ-003/05Н

## 5. Модель объекта управления

Объектами управления автоматической системы являются бункерные весы А и В. При заполнении взвешиваемым продуктом весовой бункер описывается интегрирующим звеном без запаздывания, а при сливе самотеком весовой бункер моделируется аperiodическим звеном первого порядка. Графики переходных процессов, протекающих в весовом бункере при его заполнении и опорожнении, изображены на рис. 11: участок 1 – наполнение бункера, участок 2 – вес (количество) масла в бункере не меняется, участок 3 – слив (самотеком) из бункера.

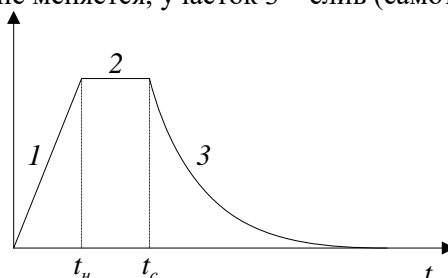


Рис.11. Переходные процессы в весовом бункере

Таким образом, изменение количества масла в бункере  $m(t)$  описывается следующим выражением:

$$m(t) = \begin{cases} Kt, & t \leq t_i \\ m_i, & t_i \leq t \leq t_c \\ m_i e^{-t/T}, & t \geq t_c \end{cases}$$

где  $t_n$  – время заполнения бункера до нужного объема  $m_n$ ,  $t_c$  – момент времени, соответствующий началу слива;  $K$  – коэффициент, определяемый параметрами насоса, а значение  $T$  зависит от конструкции бункеров. По приведенному выражению составляется программная модель объекта управления.

Управление процессами наполнения и слива осуществляется подачей команд «запуск/отключение» насоса и «открытие/закрытие» клапанов. Клапаны можно условно разделить на две группы: отвечающие за поступление масла из/в бункеры (1–4) и определяющие направление слива масла (5, 6). В процессе работы программы анализируется состояние всех 6 клапанов и в случае обнаружения одного из запрещенных состояний генерируется сообщение в отчет.

те тревог и приостанавливается работа программы. Ниже приведена таблица запрещенных состояний клапанов 1 – 6 («0» – клапан закрыт, «1» – клапан открыт, «\*» – любое состояние)

Табл. 12. Запрещенные состояния клапанов

№	1	2	3	4	5	6
состояние	*	*	*	*	0	0
	*	*	*	*	1	1
	1	1	1	1	*	*
	1	1	*	*	*	*
	1	*	1	*	*	*
	*	1	*	1	*	*
	*	*	1	1	*	*

Кроме того запрещенным является закрытое состояние входного клапана весов А или В при запуске одного из них. Нужно отметить, что поскольку объект управления не является реальным и моделирование аварийной ситуации (неверная реакция клапана на команду «открытие/закрытие») не предусмотрено, то возникновение запрещенных комбинаций возможно только в ручном режиме управления работой клапанов, в случае автоматического управления такие комбинации исключаются.

## 6. Описание проекта в SCADA системе 6.1. Экран

АРМ оператора весовой в SCADA-системе Trace Mode представляет собой один экран, включающий элементы индикации и управления процессом дозирования. Экран создается при помощи средств графического интерфейса Trace Mode; его общий вид представлен на рис. 12.

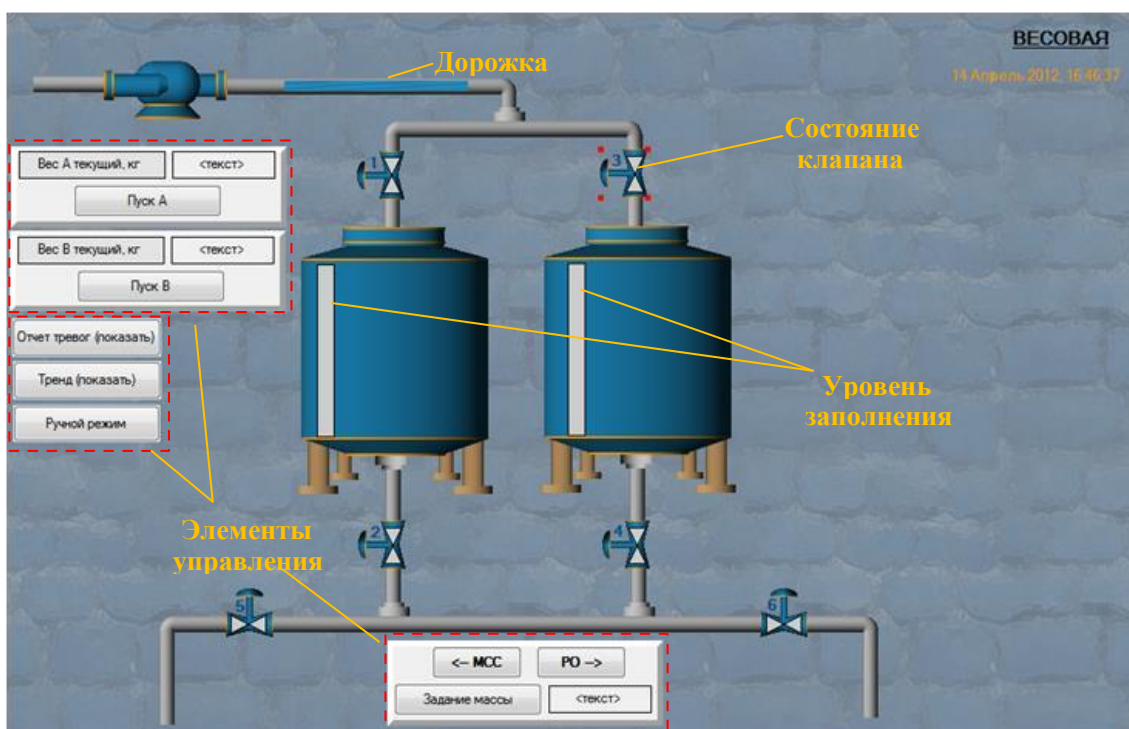


Рис. 12. Общий вид экрана АРМ оператора весовой

На экране изображены насос, бункеры А и В, клапаны 1 – 6 и соединительные каналы между ними. Для графической имитации протекания процессов используются динамические элементы: Дорожка, Уровень заполнения и Состояние клапана. Дорожка имитирует движение масла по каналу, Уровень заполнения представляется изменением уровня заливки прямоугольника, Состояние клапана идентифицируется цветом геометрической фигуры (красный – закры-

тое, зеленый – открытое).

В качестве элементов управления используются кнопки: «Пуск А» и «Пуск В» – для запуска соответствующих весов, «<–МСС» и «РО–>» – для задания направления слива, «Задание массы» – для задания уставки по массе масла. Для информирования оператора о текущем количестве масла в бункере используются элементы типа «Динамический текст».

Экран содержит четыре слоя: «Слой\_основной», «Слой\_тренд», «Слой\_ОТ» и «Слой\_ручной». При запуске программы виден только основной слой, его содержимое показано на рис. 3. Для отображения остальных элементов используются соответствующие кнопки: «Тренд (показать)», «Отчет тревог (показать)» и «Ручной режим». Слои содержат соответственно тренд заполнения бункеров, элемент «Строка ОТ» с сообщениями отчета тревог (ОТ) и элементы ручного управления. На рис. 13, 14 приведены экраны с видимыми дополнительными слоями.

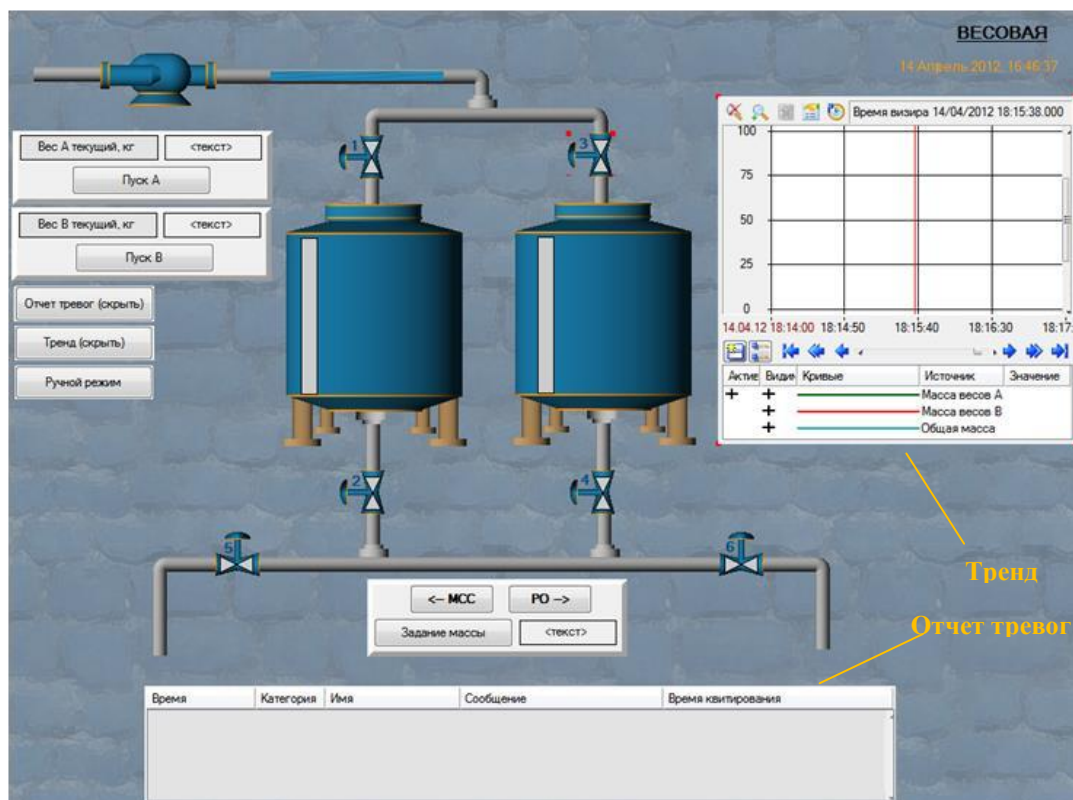


Рис. 13. Основной экран с отображаемым трендом и отчетом тревог





Рис. 14. Основной экран при работе в ручном режиме

В ручном режиме оператор может самостоятельно менять состояние клапанов с помощью панели переключателей.

Для связи с программой моделирования задаются аргументы экрана. Их атрибуты и связь с графическими элементами экрана показаны в таблице 13.

Табл. 13. Аргументы экрана

Название	Тип	Тип данных	Связь с графическим интерфейсом
Задание_объема	In/Out	real	Принимает значение при нажатии на кнопку «Задание массы»
Текущий_вес_A	In/Out	real	Значение аргумента отображается в блоке «Динамический текст», выводится на тренд. Изменяется программно
Текущий_вес_B	In/Out	real	
Текущий_вес_общий	In	real	Значение аргумента выводится на тренд. Изменяется программно
Пуск_A	In/Out	usint	Для запуска весов на наполнение. При нажатии на кнопку «Пуск А» принимает значение «1». Также изменяется программно
Пуск_B	In/Out	usint	Для запуска весов на наполнение. При нажатии на кнопку «Пуск В» принимает значение «1». Также изменяется программно
МСС_направление	In/Out	usint	Для задания направления слива. При нажатии на кнопку «<-МСС» принимает значение «1»
РО_направление	In/Out	usint	Для задания направления слива. При нажатии на кнопку «РО->» принимает значение «1»
Насос	In	usint	Для работы динамического элемента «Дорожка» (при Насос=1 видеоклип запущен). Изменяется программно.



Старт_Стоп	In/Out	usint	Для разрешения наполнения бункера. Изменяется программно и при нажатии на кнопку «Пуск А» или «Пуск В»
Разрешить_слив	In/Out	usint	Для разрешения слива. Изменяется программно
Кл_1	In	usint	Определяет состояние Клапана i (i=1..4). Изменяется программно (в автоматическом режиме) и с помощью переключателей (в ручном режиме)
Кл_2	In	usint	
Кл_3	In	usint	
Кл_4	In	usint	
Кл_5	In	usint	Определяет состояние Клапана i (i=5, 6). Изменяется программно и при нажатии на кнопки «←МСС» и «РО→»
Кл_6	In	usint	
Слой_основной	In	usint	Определяют видимость слоя («1» – слой не отображается, «0» – слой виден). Слой_основной=1 по умолчанию и не изменяется. Значения остальных аргументов изменяются при нажатии на кнопки «Тренд (показать)», «Отчет тревог (показать)» и «Ручной режим»
Слой_тренд	In	usint	
Слой_ОТ	In	usint	
Слой_ручной	In	usint	
TEXT_MES	In	real	Используются для генерации сообщений отчета тревог. Связаны с пользовательскими словарями и служебной переменной @Message
TEXT_MES_2	In	real	

В узле RTM проекта создается группа каналов «Экран», куда из группы «Шаблоны экранов» переносится созданный Экран. Для всех его аргументов выполняется процедура автоподстройки.

## 6.2. Программа моделирования технологического процесса

Программа моделирования написана на языке **Техно ST**. В таблице 3 приводятся аргументы программы и их привязки к аргументам экрана.

Табл. 14. Аргументы программы моделирования

Название	Тип	Тип данных	Привязки к аргументам экрана
Задание_объема	In	real	Задание_объема: Реальное значение
Clear_g	Out	real	Задание_объема: Входное значение
Масса_A	Out	real	Текущий_вес_A: Входное значение
Масса_B	Out	real	Текущий_вес_B: Входное значение
Общий_вес	Out	real	Текущий_вес_общий: Реальное значение
Время	In	real	@Calc_Loop_1: Значение (Источники/приемники. Диагностика и сервис_1. Диагностика_1)
Пуск_A	In/Out	usint	Пуск_A: Реальное значение
Пуск_B	In/Out	usint	Пуск_B: Реальное значение
PUSK_A	Out	usint	Пуск_A: Входное значение
PUSK_B	Out	usint	Пуск_B: Входное значение
МСС_напр	In	usint	МСС_направление: Реальное значение
РО_напр	In	usint	РО_направление: Реальное значение
МСС_напр_вывод	Out	usint	МСС_направление: Входное значение
РО_напр_вывод	Out	usint	РО_направление: Входное значение
Разр_наполнение	In/Out	usint	Старт_Стоп: Реальное значение
Насос	Out	usint	Насос: Реальное значение
RESET	Out	usint	Старт_Стоп: Входное значение

Разр_слив	Out	usint	Разрешить_слив: Входное значение
Клап1	Out	usint	Кл_1: Входное значение
Клап2	Out	usint	Кл_2: Входное значение
Клап3	Out	usint	Кл_3: Входное значение
Клап4	Out	usint	Кл_4: Входное значение
Клап5	Out	usint	Кл_5: Входное значение
Клап6	Out	usint	Кл_6: Входное значение
MESS_NOM	Out	real	TEXT_MES: Входное значение
MESS_NOM 2	Out	real	TEXT_MES_2: Входное значение

Переменная @Calc\_Loop\_1 группы Диагностика принимает значения реального времени цикла CALC.

Для генерации сообщений с помощью переменной @Message в свойствах канала TEXT\_MES задается тип Output, во вкладке свойств «Архивация» устанавливается флаг «Отчет тревог», создается привязка к Пользовательскому словарю, а во вкладке «Дополнительно» – привязка к переменной @Message\_1. При изменении выходного значения ((9,Q)=1...8) канала TEXT\_MES генерируется словарное сообщение с соответствующим порядковым номером (1...8). Аналогичные действия выполняются для TEXT\_MES\_2, @Message\_2 и второго Пользовательского словаря.

Для работы программы потребовались глобальные переменные для промежуточных вычислений и временного хранения результатов: MASS\_A, MASS\_B, Ost, out, i, n, K, пом. Ниже приводится текст программы.

#### PROGRAM

```

VAR_INOUT Разр_наполнение : USINT := 0; END_VAR
VAR_INPUT Задание_объема : REAL; END_VAR
VAR_INPUT Время : REAL; END_VAR
VAR_INOUT Пуск_A : USINT := 0; END_VAR
VAR_INOUT Пуск_B : USINT := 0; END_VAR
VAR_OUTPUT Масса_A : REAL; END_VAR
VAR_OUTPUT Масса_B : REAL; END_VAR
VAR_OUTPUT Общий_вес : REAL; END_VAR
VAR_OUTPUT Насос : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT RESET : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT PUSK_A : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT PUSK_B : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT Разр_слив : USINT := 0; END_VAR
VAR_INPUT MCC_напр : USINT; END_VAR
VAR_INPUT PO_напр : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT Клап1 : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT Клап2 : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT Клап3 : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT Клап4 : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT Клап5 : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT Клап6 : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT out_integ : REAL; END_VAR
VAR_OUTPUT Clear_g : REAL; END_VAR
VAR_OUTPUT MESS_NOM : REAL := 0; END_VAR
VAR_OUTPUT MCC_напр_вывод : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT PO_напр_вывод : USINT; END_VAR
VAR_OUTPUT MESS_NOM_2 : REAL := 0; END_VAR

```

*// проверка наличия запрещенных состояний и генерация сообщений*

```

if Задание_объема>100 || Задание_объема==0 then
    MESS_NOM=1;
    Разр_наполнение=0;
elseif MCC_напр==0 && PO_напр==0 then

```

```

        MESS_NOM=2;
        Разр_слив=0;
    elsif Клап1==1 && Клап2==1 then
        MESS_NOM=4;
    elsif Клап1==1 && Клап3==1 then
        MESS_NOM=5;
    elsif Клап2==1 && Клап4==1 then
        MESS_NOM=6;
    elsif Клап3==1 && Клап4==1 then
        MESS_NOM=7;
    elsif Клап5==1 && Клап6==1 then
        MESS_NOM=8;
    elsif (Пуск_A==1 || Пуск_B==1) && (Клап2==1 || Клап4==1) then
        MESS_NOM_2=1;
    elsif (Пуск_A==1 && Клап1==0) || (Пуск_B==1 && Клап3==0) then
        MESS_NOM_2=2;
    elsif Разр_слив==1 && (Клап2==0 && Клап4==0) then
        MESS_NOM_2=3;
    else
        MESS_NOM=3;
        MESS_NOM_2=0;
    end_if;
    if MESS_NOM!=3 || MESS_NOM_2!=0 then
        Пуск_A=0;
        Пуск_B=0;
        if MESS_NOM==1 || MESS_NOM==2 then
            Клап1=0;
            Клап2=0;
            Клап3=0;
            Клап4=0;
        end_if;
    end_if;

    // программа выполняется лишь при отсутствии «тревожных» ситуа-
    ций if MESS_NOM==3 && MESS_NOM_2==0 then if
    Разр_наполнение==0 then
        Насос=0;
    end_if;

    // запуск весов А, моделирование наполнения бункера
    if Разр_наполнение==1 && Пуск_A==1 then
        Насос=1;
        RESET=1;
        MASS_A=MASS_A+100*(Время/1000/60); // переменная Время измеряется в
мс
        Масса_A=MASS_A;
    end_if;

    // запуск весов В, моделирование наполнения бункера
    if Разр_наполнение==1 && Пуск_B==1 then
        Насос=1;
        RESET=1;
        MASS_B=MASS_B+100*(Время/1000/60);
        Масса_B=MASS_B;
    end_if;

    // переключение между работой весов
    if Разр_наполнение==1 && Пуск_A==1 && ((Масса_A+Масса_B)>Задание_объема ||
Масса_A>50) then

```

```

        Разр_наполнение=0;
        RESET=0;
        Насос=0;
        Ost=Задание_объема-
(Масса_А+Масса_В); if Ost>0 then
            PUSK_A=0;
            PUSK_B=1;
            Клап1=0;
            Клап3=1;
            RESET=1;
            Насос=1;
        end_if;
    end_if;

// переключение между работой весов
    if Разр_наполнение==1 && Пуск_В==1 && ((Масса_А+Масса_В)>Задание_объема ||
Масса_В>50) then
        Разр_наполнение=0;
        Насос=0;
        RESET=0;
        Ost=Задание_объема-
(Масса_А+Масса_В); if Ost>0 then
            PUSK_A=1;
            PUSK_B=0;
            Клап1=1;
            Клап3=0;
            RE-
SET=1;
            Насос=1;        end_if;

    end_if;

    Общий_вес=Масса_А+Масса_В;

// завершение процесса наполнения, запуск слива
    if Общий_вес>=Задание_объема && Задание_объема!=0 then
        PUSK_A=0;
        PUSK_B=0;
        Клап1=0;
        Клап3=0;
        RESET=0;
        Разр_слив=1;
        Общий_вес=Общий_вес+Ost;
    end_if;

// моделирование процесса слива за 50 тактов работы программы
    for i=0 to 50 do integ[i]=i; end_for;
    if Разр_слив==1 then
        if n<=50 && (MCC_напр==1 || PO_напр==1) then
            out=exp(-0.12*integ[n]);
// определение, с какого бункера начинается
слив    if n==0 && MASS_A>=MASS_B then
                K=MASS_A;
                nom=0;
            elsif n==0 && MASS_B>=MASS_A then
                K=MASS_B;
                nom=1;

        end_if

```

```

;
    n=n+1
;
// пересчет масс, установка клапанов
if nom==0 then
    Масса_A=K*out;
    MASS_A=Масса_A;
    Клап1=0;
    Клап2=1;
    Клап3=0;
    Клап4=0;
elseif nom==1 then
    Масса_B=K*out;
    MASS_B=Масса_B;
    Клап1=0;
    Клап2=0;
    Клап3=0;
    Клап4=1;
end_if;
if MCC_напр==1 then
    Клап5=1;
    Клап6=0;
elseif PO_напр==1 then
    Клап5=0;
    Клап6=1;

en
d_if; else
    n=0;
// окончание цикла слива из бункера, обнуление весов
if nom==0 then
    Масса_A=0;
    MASS_A=0;
elseif nom==1 then

Масса_B=0;
MASS_B=0; end_if;
end_if;

// пересчет Общего веса после такта моделирования слива Об-
щий_вес=Масса_A+Масса_B;

// проверка условий завершения процесса дозирования, установка клапанов
if MASS_A==0 && MASS_B==0 then
    Клап1=0;
    Клап2=0;
    Клап3=0;
    Клап4=0;
    Разр_слив=0;
    Clear_g=0;

    if MCC_напр==1 then
        Клап5=0;
        MCC_напр_вывод=0;
    end_if;

    if PO_напр==1 then
        Клап6=0;

```

```
                PO_напр_вывод=0;
            end_if;
        end_if;
    end_if;

END_PROGRAM
```

Ниже приведены блок-схемы программы моделирования технологического процесса дозирования масла.

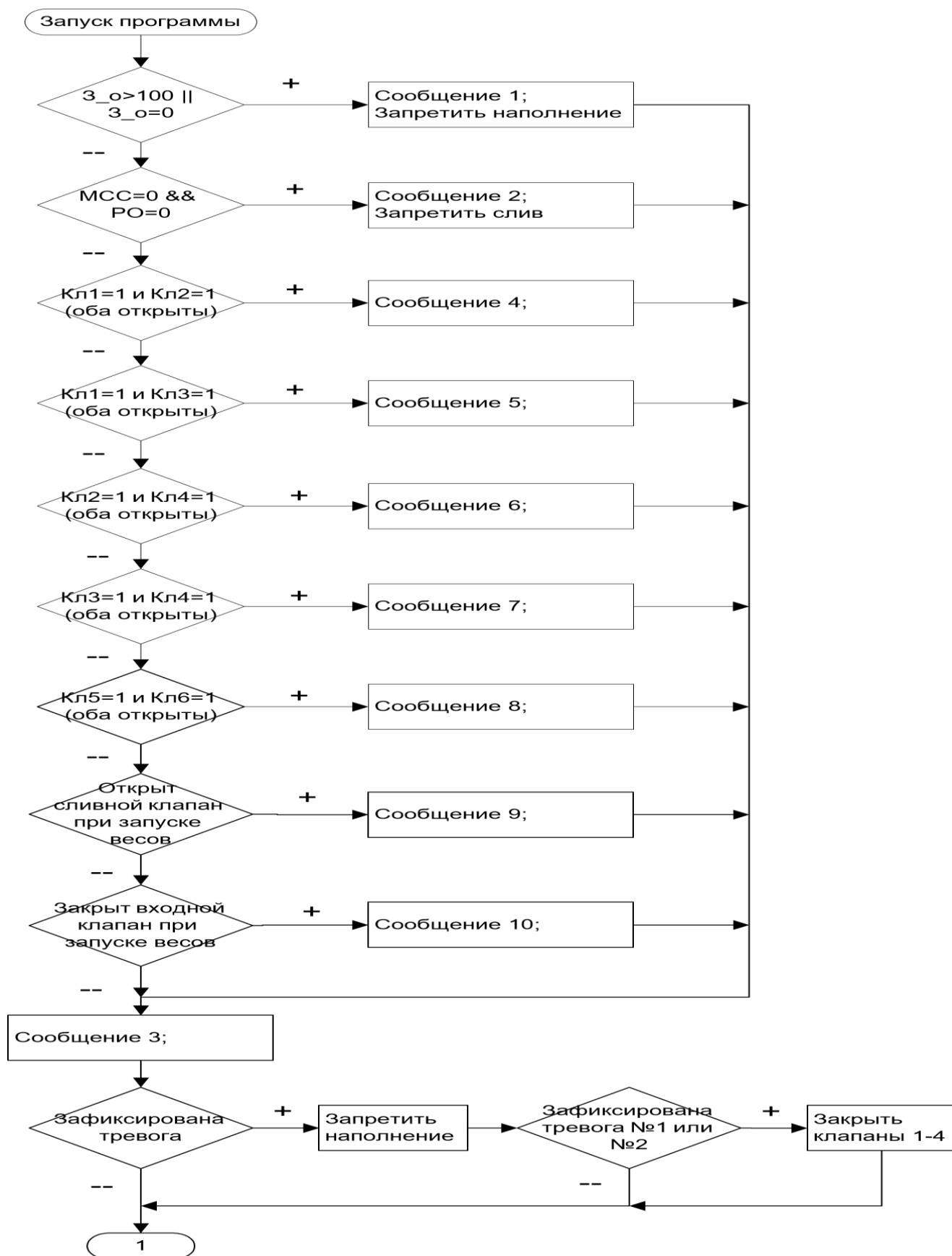
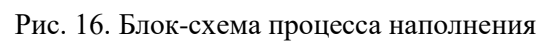


Рис. 15. Блок-схема процесса генерации сообщений





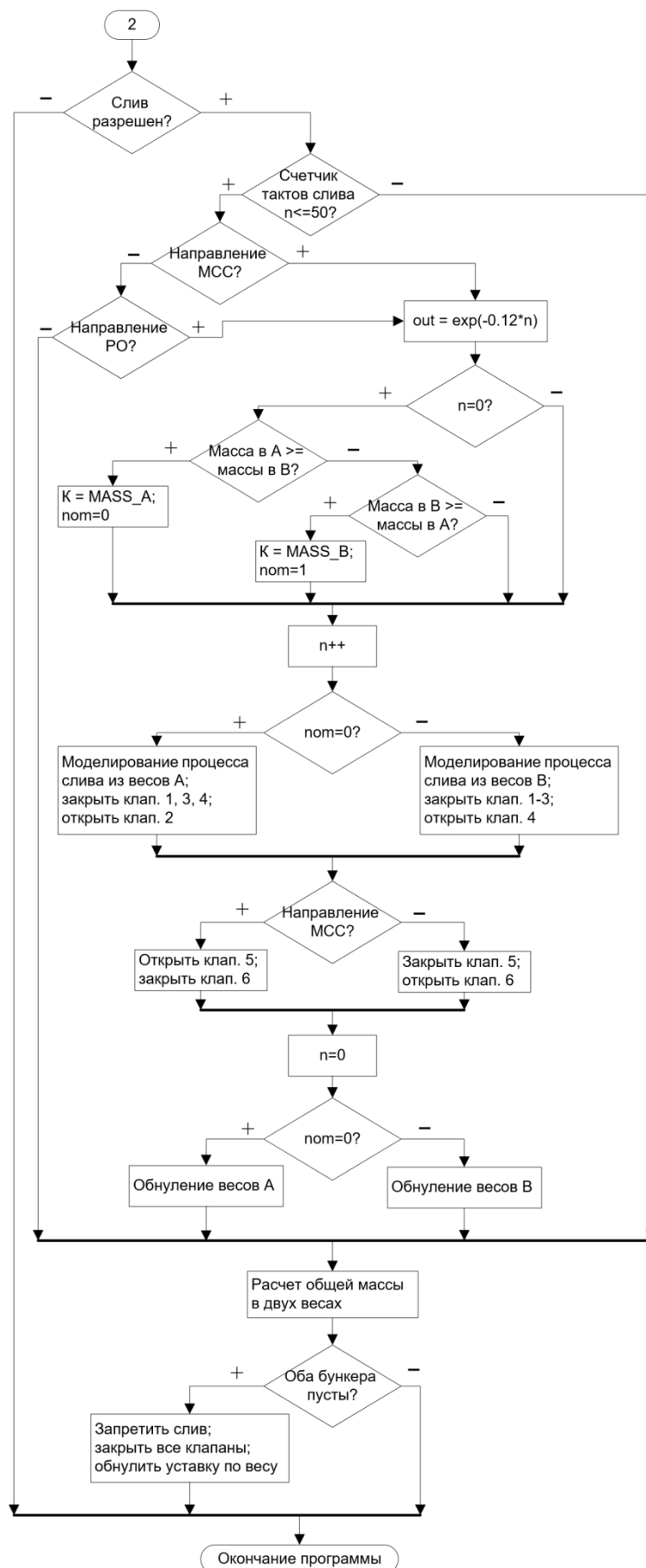


Рис. 17. Блок-схема процесса слива

### 6.3. Связь с СУБД

Данный проект предусматривает ведение автоматического учета каждого отвеса в виде данных о весе слитого масла и времени отвеса. Эти данные записываются в таблицу реляционной базы данных MS Access BD1. Для создания связи данных проекта с СУБД выполняются

следующие действия:

1. В папке проекта создается база данных MS Access с расширением \*.accdb. Задаются наименования и типы данных полей, в которых будут отображаться значения технологических параметров проекта.
2. В узле RTM\_1 проекта создается компонент Связь\_с\_СУБД «База\_данных#i».
3. Новый компонент открывается на редактирование:
  - а) В окне «Администратор источников данных ODBC» добавляется созданная в папке проекта БД, задается «Имя источника данных», например, bd1;
  - б) в строке «DSN/Строка подключения» выбирается наименование bd1;
  - в) при успешном выполнении пунктов а, б при нажатии на кнопку «Проверка» в Отчете появляется запись: *Подключение... Подключено.*  
*Отключение... Отключено.*
4. Далее с помощью Мастера запросов или непосредственно во вкладке Запрос создается запрос на языке SQL. В нашем случае для записи значений параметров в таблицу используется инструкция INSERT:

```
INSERT INTO Таблица1
(
    время,
    отвес
)
VALUES
(
    '#Битовый_меандр_1_Т#',
    '#Задание_объема_Р_Р#'
)
```

При этом значения полей таблицы БД привязываются к аргументам, которые, в свою очередь, привязаны к каналам проекта. Поле «Отвес» связано в конечном счете с реальным значением канала проекта «Задание\_объема».

Для внесения информации о времени отчета необходимо следующее:

- а) создать в группе «Источники/приемники» группу «Генераторы», а в ней – компонент «Битовый меандр».
  - б) из группы Генераторы этот компонент перетягивается в группу каналов «Экран». Так создается канал «Битовый меандр».
  - в) аргумент, с которым связывается значение поля «Время» при создании запроса, привязан к атрибуту «Время изменения» канала «Битовый меандр» группы «Экран».
- Таким образом, в поле «Время» вносятся значения временной отметки (время и дата) пересчета значения канала «Битовый меандр».

5. Далее необходимо настроить базу данных на выполнение созданного запроса. Для этого пишем следующую программу на языке ST:

```
PROGRAM
VAR_OUTPUT База_данных_3_5_In : USINT; END_VAR

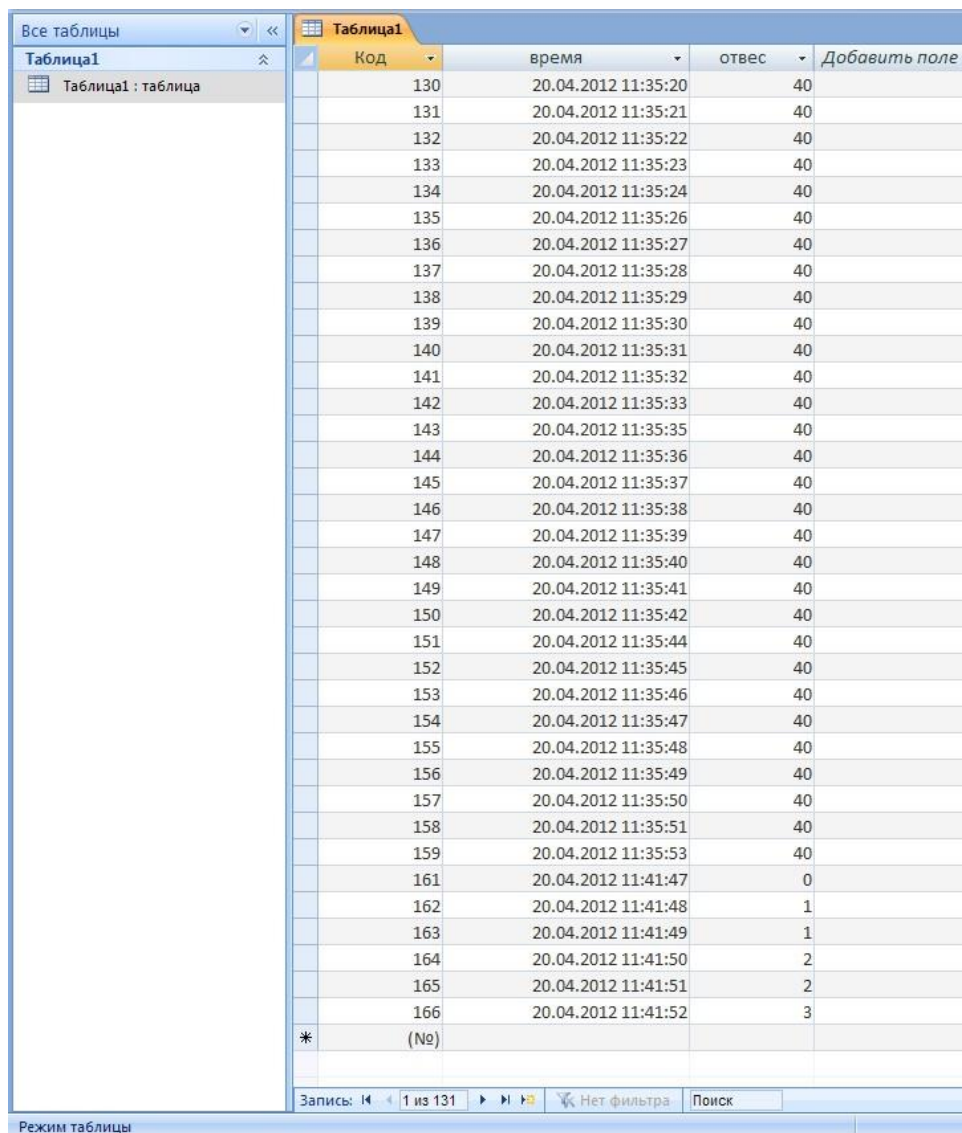
База_данных_3_5_In=1;

END_PROGRAM
```

Программа имеет единственный аргумент типа «OUT» и с типом данных «USINT». Этот аргумент привязывается к атрибуту «Входное значение» канала «База данных#i». Соответственно, этому атрибуту задается значение «1».

Теперь при запуске профайлера автоматически начинается и затем происходит на каждом цикле CALC запись данных в базу данных MS Access. Результат приведен на рис. 9.

Как видно, в базу вносятся значения отвеса на каждом такте пересчета. Это не слишком удобно, поскольку для оператора важен только момент времени изменения отвеса. Редактирование запроса непосредственно во вкладке Запрос позволит исключить повторяющиеся строки таблицы.



Код	время	отвес
130	20.04.2012 11:35:20	40
131	20.04.2012 11:35:21	40
132	20.04.2012 11:35:22	40
133	20.04.2012 11:35:23	40
134	20.04.2012 11:35:24	40
135	20.04.2012 11:35:26	40
136	20.04.2012 11:35:27	40
137	20.04.2012 11:35:28	40
138	20.04.2012 11:35:29	40
139	20.04.2012 11:35:30	40
140	20.04.2012 11:35:31	40
141	20.04.2012 11:35:32	40
142	20.04.2012 11:35:33	40
143	20.04.2012 11:35:35	40
144	20.04.2012 11:35:36	40
145	20.04.2012 11:35:37	40
146	20.04.2012 11:35:38	40
147	20.04.2012 11:35:39	40
148	20.04.2012 11:35:40	40
149	20.04.2012 11:35:41	40
150	20.04.2012 11:35:42	40
151	20.04.2012 11:35:44	40
152	20.04.2012 11:35:45	40
153	20.04.2012 11:35:46	40
154	20.04.2012 11:35:47	40
155	20.04.2012 11:35:48	40
156	20.04.2012 11:35:49	40
157	20.04.2012 11:35:50	40
158	20.04.2012 11:35:51	40
159	20.04.2012 11:35:53	40
161	20.04.2012 11:41:47	0
162	20.04.2012 11:41:48	1
163	20.04.2012 11:41:49	1
164	20.04.2012 11:41:50	2
165	20.04.2012 11:41:51	2
166	20.04.2012 11:41:52	3
*	(No)	

Рис. 18. Результат записи данных в БД MS Access

Ниже приведены результаты запуска проекта в профайлере Trace Mode: работа в полу-автоматическом (рис. 19, 20) и ручном (рис. 21) режимах.

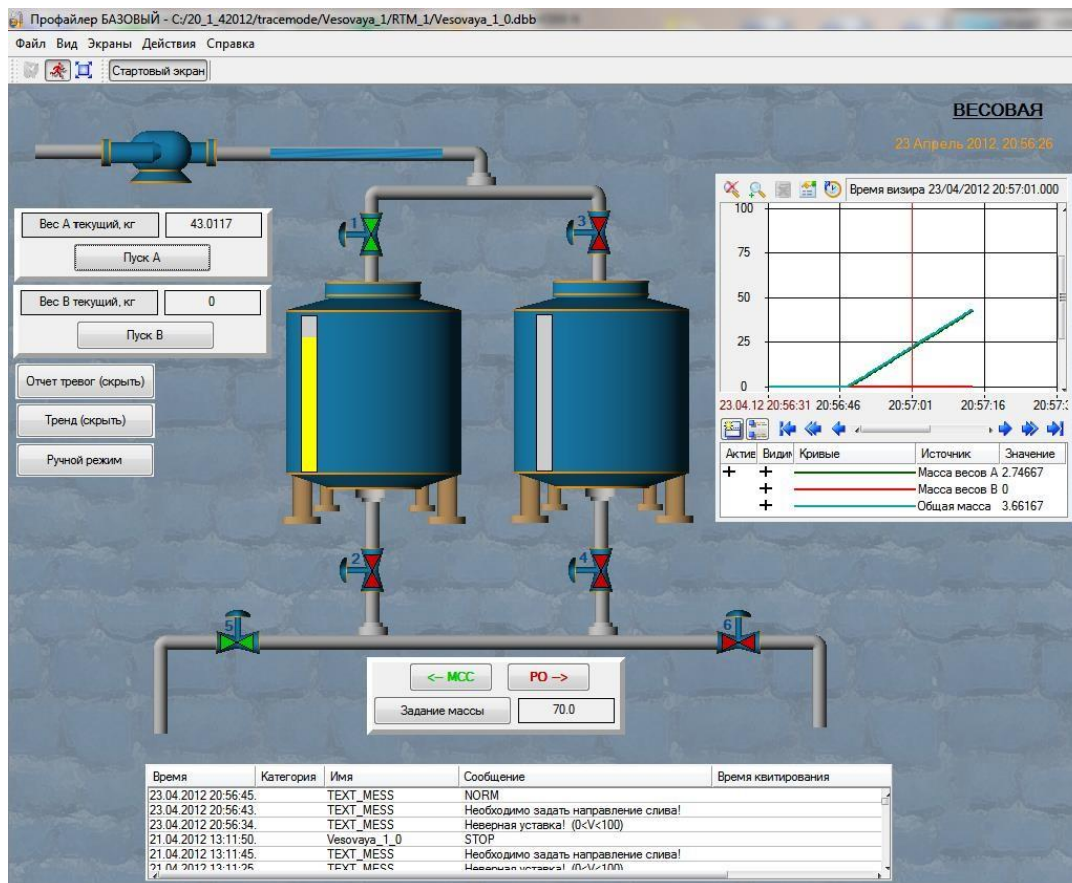


Рис. 19. Запуск профайлера; наполнение бункера в полуавтоматическом режиме

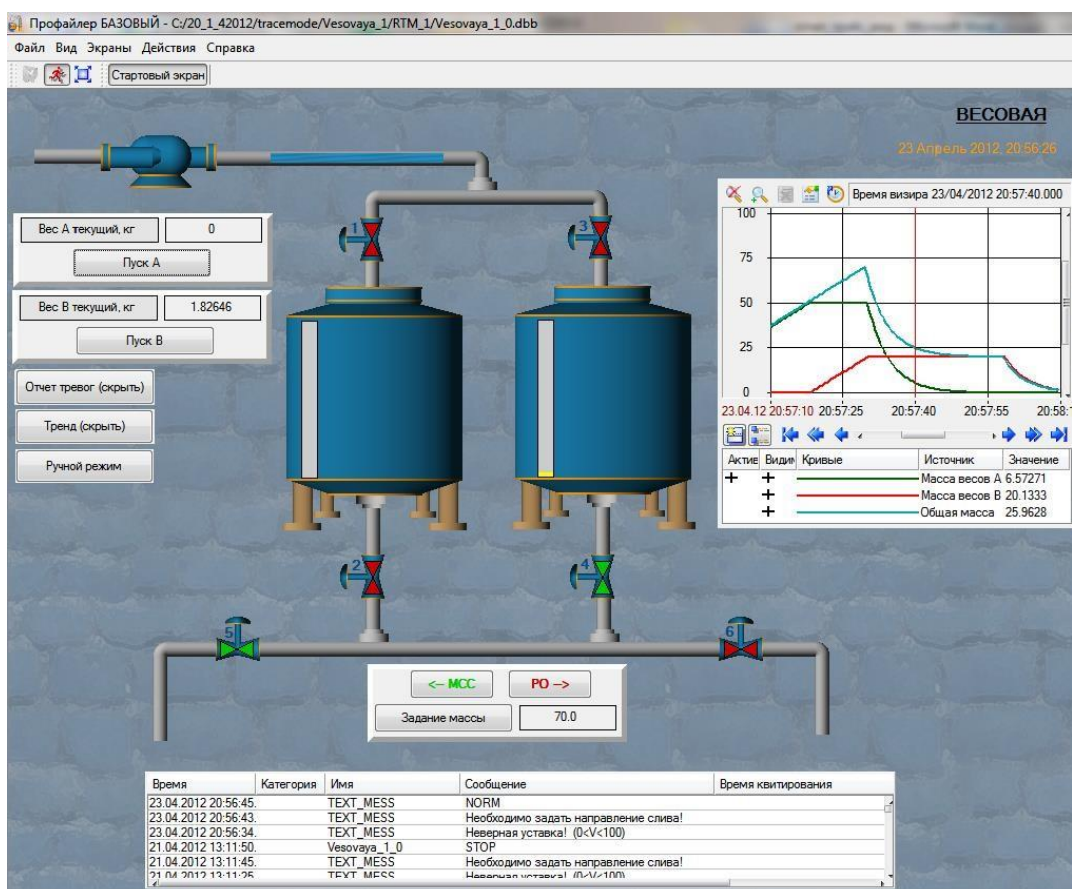


Рис. 20. Запуск профайлера; слив из бункера в полуавтоматическом режиме

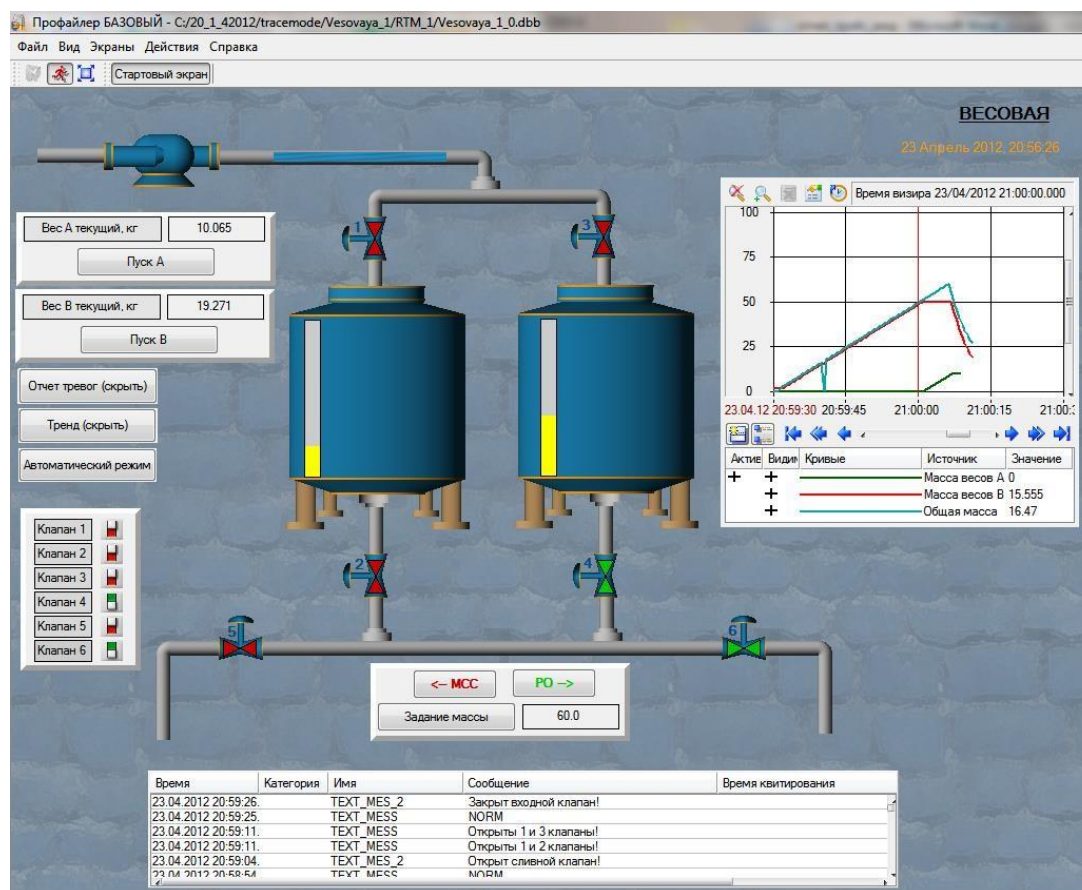


Рис. 21. Запуск профайлера; слив из бункера в ручном режиме