

**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  
«20» мая 2024г.

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. декана физико-математического  
факультета

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.В.05 Программирование промышленных логических контроллеров**

**Направление подготовки**

**09.03.02 Информационные системы и технологии**

**Направленность (профиль подготовки)**

**Технологии искусственного интеллекта и анализа данных**

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная, очно-заочная

Магас, 2024г

**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)
а) общепрофессиональные 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.
в) профессиональные компетенции				
ПК-8 Способен разрабатывать компоненты программных и аппаратных средств робототехники	Компетенция реализуется полностью	ИД-1 ПК-8 Имеет представление о базовых технических решениях аппаратных средств робототехники и методы их применения в ходе разработки. ИД-2 ПК-8 Применяет базовые технические решения аппаратных средств робототехники в ходе разработки; ИД-3 ПК-8 Использует базовые программно-технические решения программного обеспечения робототехники и методы их применения в ходе разработки; ИД-4 ПК-8 Применяет базовые программно-технические решения программного обеспечения средств робототехники в ходе разработки; ИД-5 ПК-8 Использует методы решения задач управления средствами робототехники в ходе разработки;		

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Шкала и критерии оценки промежуточной аттестации в форме экзамен

Оценка (баллы)	Уровень сформиро- ванности компетенций	Общие требования к ре- зультатам аттестации в форме зачета	Планируемые результаты обу- чения
«Зачтено» (61-100)	Высокий уро- вень	Теоретическое содержа- ние курса освоено полно- стью без пробелов или в целом, или большей ча- стью, необходимые прак- тические навыки работы с освоенным материалом сформированы или в ос- новном сформированы, все или большинство предусмотренных рабо- чей программой учебных заданий выполнены, от- дельные из выполненных заданий содержат ошиб- ки	<b>Знать:</b> - систематизированные, глу- бокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопро- сам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии си- стематически грамотное и логически правильное из- ложение ответа на вопросы; <b>Уметь:</b> - ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им кри- тическую оценку, используя научные достижения других дисциплин; - творческая самостоятель- ная работа на практических/ семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, вы- сокий уровень культуры ис- полнения заданий; <b>Владеть:</b> - безупречное владение ин- струментарием учебной дис- циплины, умение его эффек- тивно использовать в поста- новке научных и практиче- ских задач; - выраженная способность самостоятельно и творче- ски решать сложные про- блемы и нестандартные си- туации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дис- циплине;

Базовый уровень	<p>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 заданий оценено числом баллов, близким к максимуму.</p>	<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 правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;</li> <li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.</li> </ul>
Минимальный уровень	<p>Теоретическое содержание курса освоено большей частью, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных рабочей учебной программой учебных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и Направлениях по дисциплине и давать им оценку;</li> <li>- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать</li> </ul>

«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.	выводы без существенных ошибок; <b>Владеть:</b> - владение инструментарием учебной дисциплины, уме- ние его использовать в реше- нии типовых задач; - умение под руководством преподавателя решать стан- дартные задачи; - работа под руководством преподавателя на практиче- ских занятиях, допустимый уровень культуры исполне- ния заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей про- грамме компетенций. 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. CEGELEC 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.

Вопросы для собеседования.

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 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 данных? 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:

- a) LD
- b) ST
- c) FBD
- d) SFC

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

IL

29. Основные компоненты языка FBD:

- a) операторы, модификаторы, операнды, регистр;
- b) контакты, витки, катушки, соединительные линии;
- c) функциональные блоки и соединительные линии;
- d) шаги, начальные шаги, переходы, ориентированные связи;

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

- a) разделяют процессорное время между выполнением нескольких программ
- b) 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

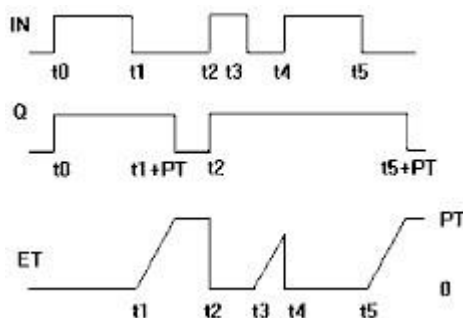
31. Назовите стандарт, обеспечивающий возможность совместной работы средств автоматизации, функционирующих на разных аппаратных платформах, в разных промышленных сетях и производимых разными фирмами

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?



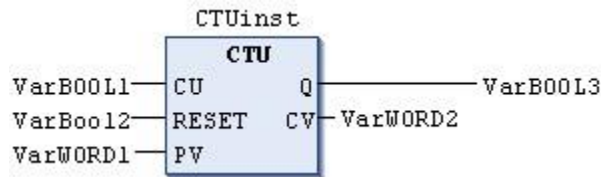
- a) TON
- б) TOF
- в) R\_TRIG

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.

NL_S_16DI X							
Общее	Имя	Тип доступа	Триггер	Сдвиг READ	Длина	Обработка ошибок	Сдвиг WRITE
Канал Modbus Slave	0 Channel 0	Read Input Registers (Код функции 04)	Цикл., t#1000ms	16#0000	1	Сохранить посл. значение	
Modbus Slave Init	1 Channel 1	Read Input Registers (Код функции 04)	Цикл., t#100ms	16#0216	1	Сохранить посл. значение	
ModbusGenericSerialSlave Соотнесение входов/выходов	2 Channel 2	Write Single Register (Код функции 06)	Передний фронт				16#0216
ModbusGenericSerialSlave IEC Objects							
Состояние							
Информация							

- 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>.

#### 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.

### **X.5. Курсовой проект**

Курсовой проект выполняется в интегрированной среде разработки программного обеспечения 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 масло-экстракционном заводе**

#### **1. Постановка задачи**

На базе SCADA-системы моделировать процессы весового дозирования подсолнечного масла на маслоэкстракционном заводе. Разработать алгоритмы логики-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.

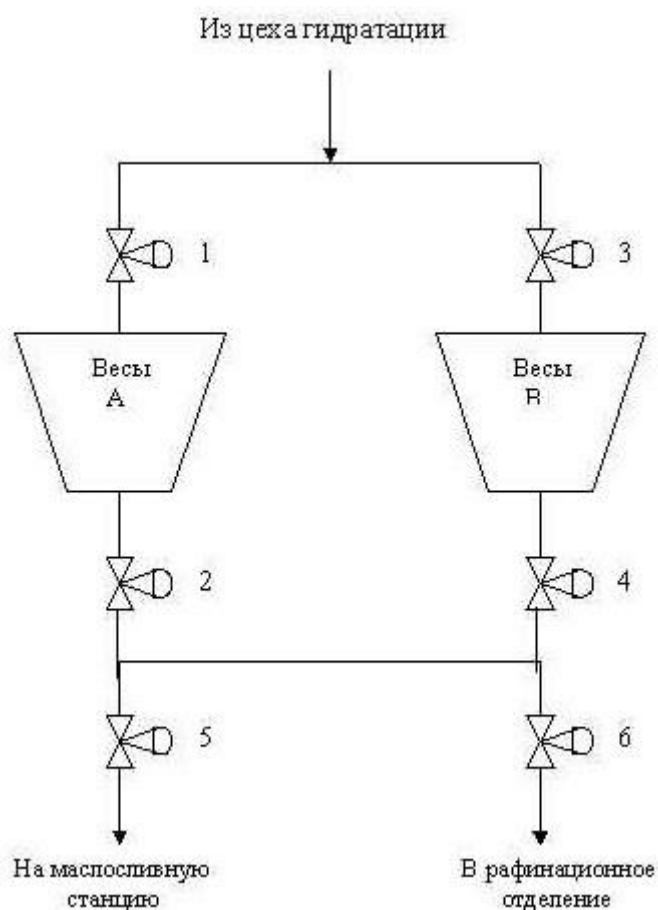


Рис. 1. Схема движения потоков масла

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 кла-

панов 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.

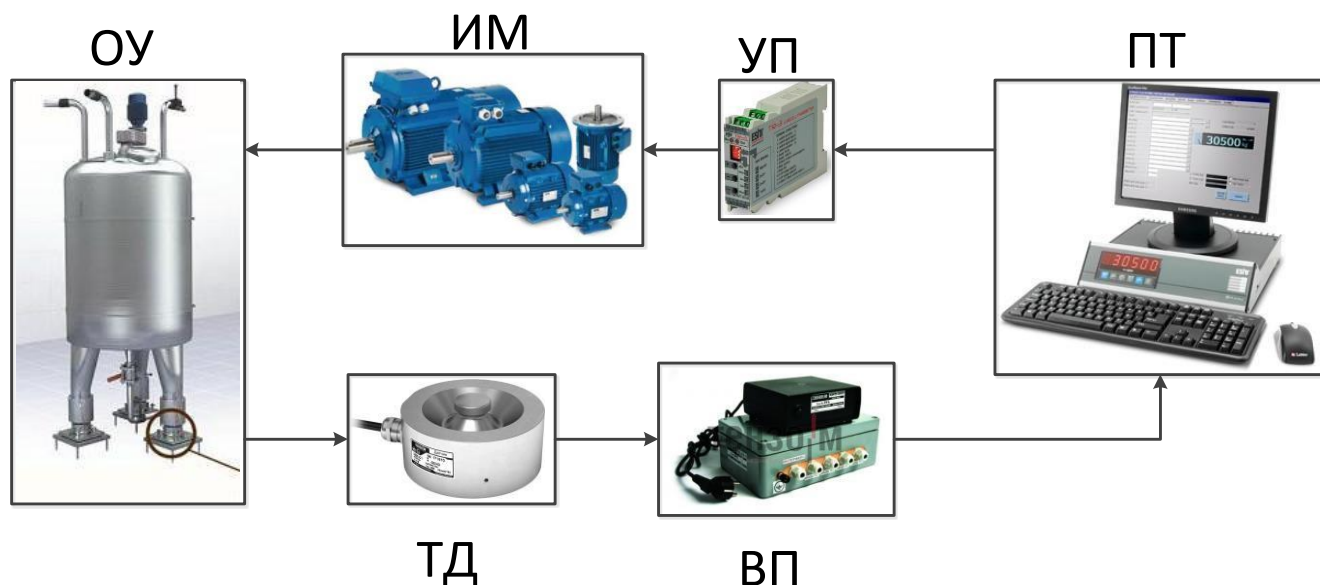


Рис. 2. Структура системы управления процессами весового дозирования

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 помощи 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 ме-

ханическая 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 производятся 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 бли-



зости 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 весо-измерительных 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 C2	Датчики сжатия серии М	
Силопередающие	Проушины со сферическим подшипником (C2/Ш)	• Простейшие (ПУ)	• Простейшие (ПУ)  • Регулируемые (Р) с возможностью

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

	<b>ТВ-014</b>	<b>ТВ-003/05Н</b>	<b>ТВ-011</b>	<b>ТВИ-003/05Д</b>	<b>ТВИ-024</b>
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*	ПВ

\* – 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 герметичности 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/°C	≤ ±0,0028	≤ ±0,0014
Изменение РКП от температуры	% от РКП/°C	≤ ±0,0022	≤ ±0,0011
Наибольшее напряжение питания постоянного тока	В	12	
Сопротивление входное	Ом	1100 ±20	
		1000 ±2	
Сопротивление выходное	Ом	≥ 5	
		-10... +40	
Сопротивление изоляции	ГОм	-30... +50	
Диапазон термокомпенсации	°C		
Рабочий диапазон температур	°C		
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
- Четырехпроводная схема подключения
- Экран не соединен с корпусом
- Длина кабеля 3м

#### **Опции:**

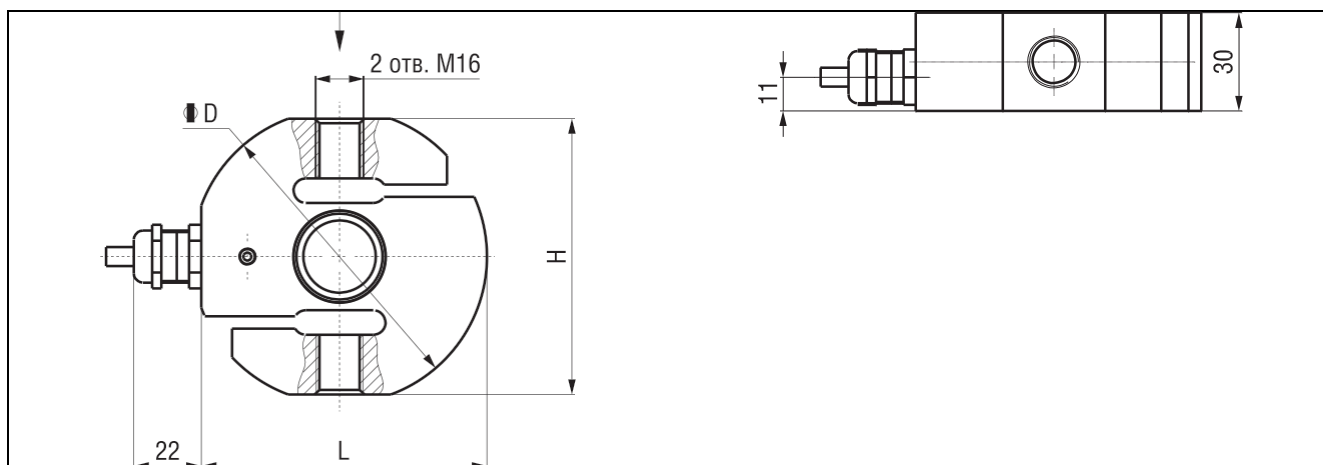
- Рабочий диапазон температур: -50... +50°C
- Исполнение согласно МОЗМ Р60: 1000 поверочных интервалов
- Длина кабеля от 2 до 100м
- Шестипроводная схема подключения
- Выходное сопротивление от 100 до 1000Ом
- Напряжение питания от 2 до 36В
- Взрывозащищенное исполнение в соответствии с требованиями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



Рис. 3. Внешний вид датчиков серии C2H

Табл. 4. Массо-габаритные параметры датчиков серии C2H

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		
АА					



#### 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 ±0,010	2 ±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	
Сопrotивление входное	Ом	$750 \pm 15$	
		$700 \pm 1$	
Сопrotивление выходное	Ом	$\geq 5$	
Сопrotивление изоляции	ГОм	$-10... +40$	
		$-30... +50$	
Диапазон термокомпенсации	°C		
Рабочий диапазон температур	°C		
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:  $-50... +50^{\circ}\text{C}$
- 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 C2H

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

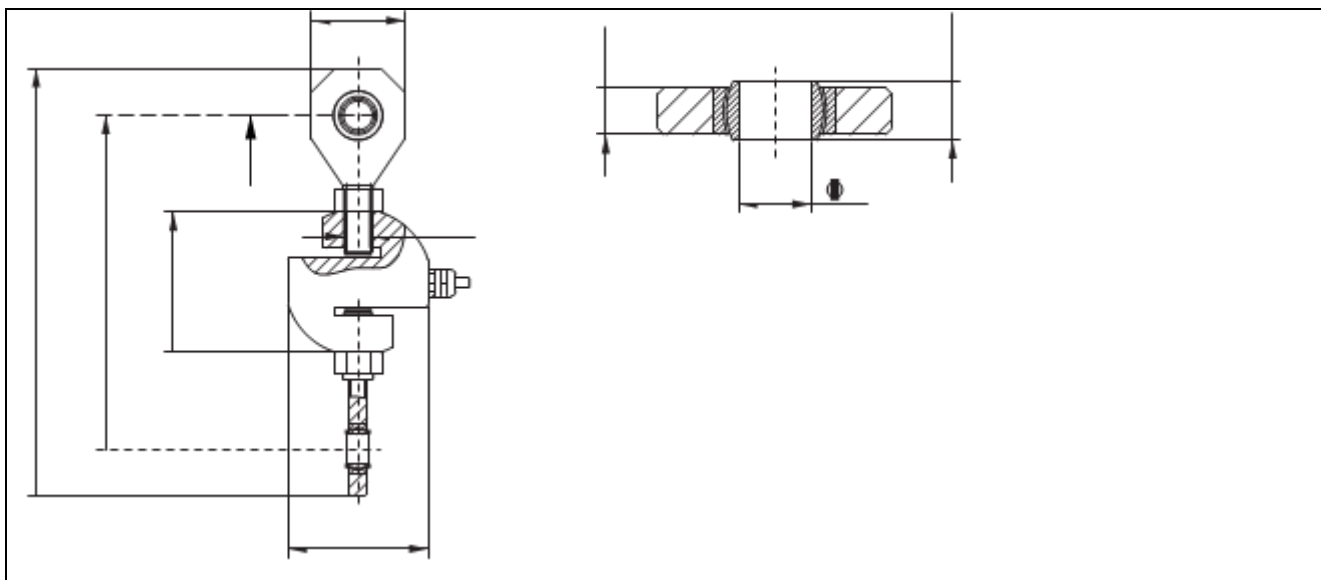
**Описание:** Узел встройки со сферическим подшипником. Предотвращает появление боковых сил и повышает точность измерений. Материал – оцинкованная сталь



Рис. 5. Внешний вид узла встройки С2/ШЗ

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

[illegible]



\* – 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 силопередающие 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)**

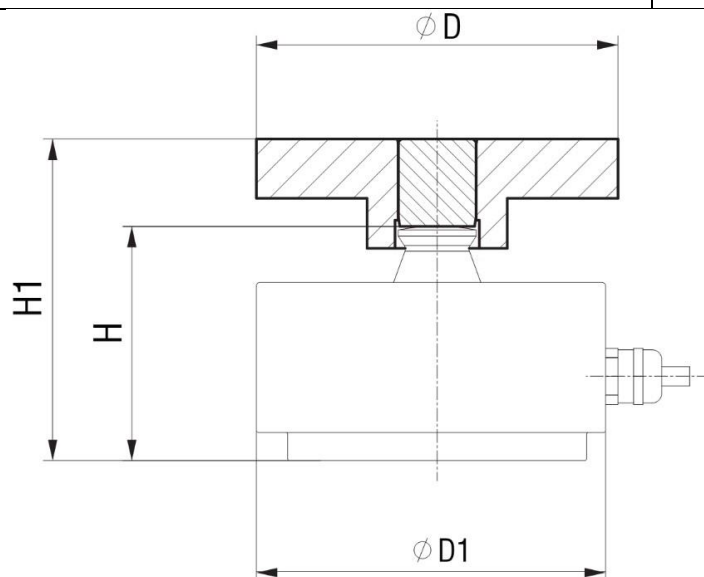
Силопередающее устройство простейшее для установки емкости на датчики. Сочетание фланца из мягкой стали и закаленного вкладыша позволяет провести качественную установку с минимальными затратами. Применяется при наличии основания и опоры, находящихся в горизонтальной плоскости. Материал – конструкционная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



Рис. 6. Внешний вид простейшей опоры

Табл. 8. Габаритные размеры простейших опор.

Тип дат- чика	материал	D, мм	D1, мм	H, мм	H1, мм
M50	конструкционная сталь	116	98	50	78
M65	конструкционная сталь		116	65	93
M70К	конструкционная сталь			75	103
M100	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.

Р: Диаметр резьбы втулки М48. Материал – конструкционная сталь.

Р1, РК: Диаметр резьбы втулки от М20 до М48. Материал – нержавеющая и конструкционная сталь. Комплектуется защитным кожухом.

Р2: Диаметр резьбы втулки – М56х3. Материал – конструкционная сталь.

РК1: 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	Н, мм	D,	D1,	M,
-------------	-------------	----------	-------	----	-----	----

				мм	мм	мм
M50/P	M50	конструкционная сталь	170... 190	135	98	M48
M65/P	M65				116	
M70K/P	M70K					

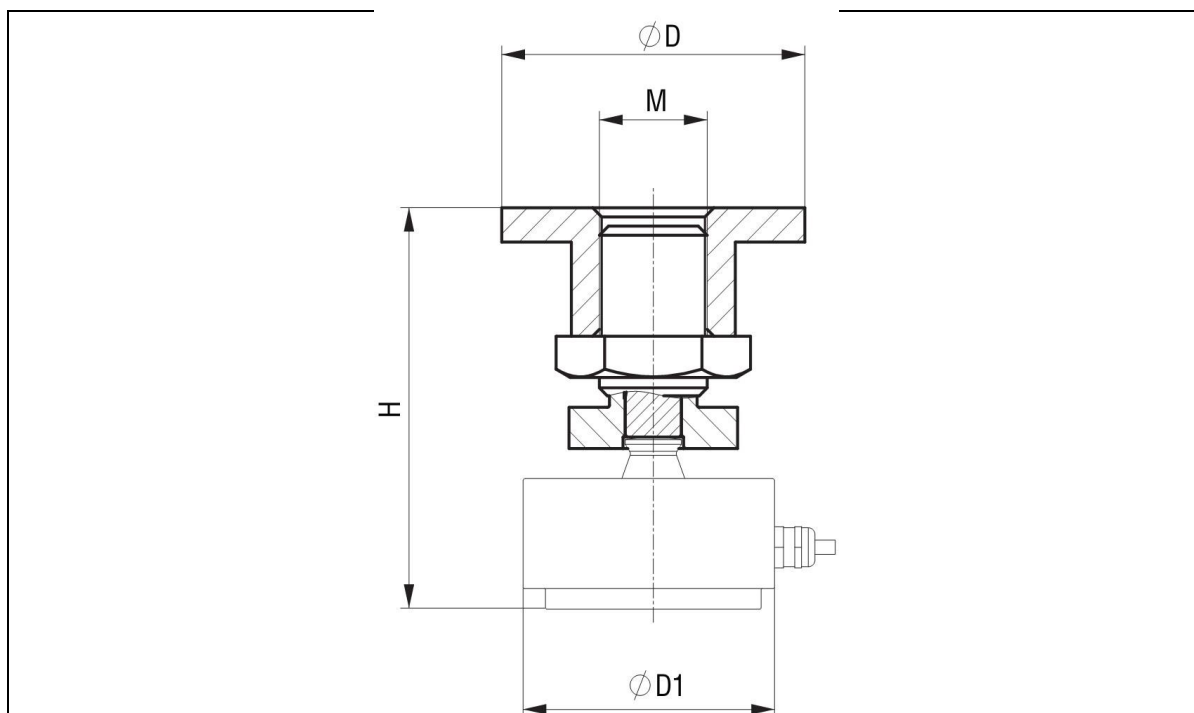
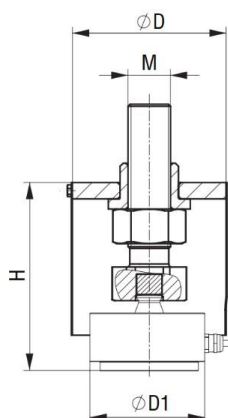


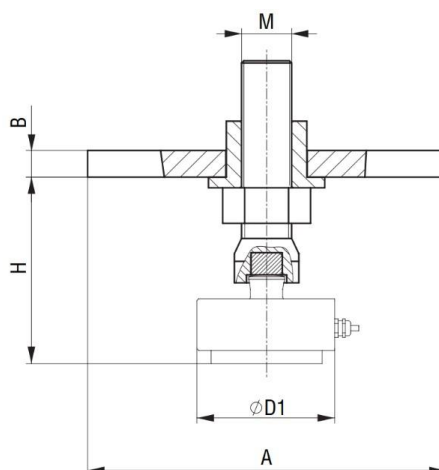
Табл. 9. Габаритные размеры регулируемых опор.

Обозначение	Тип датчика	Материал	М, мм		D, мм	D1, мм	Н, мм
M50/P1	M50	конструкционная сталь	M20, M24, M30, M36, M42, M48		150	98	190...220
M65/P1	M65					116	
M70K/P1	M70K						
M50/PK	M50	нержавеющая сталь	M20, M24, M30, M36, M42, M48			98	
M65/PK	M65					116	
M70K/PK	M70K						
Обозначение	Тип датчика	Материал	A, мм	B, мм	H, мм	D1, мм	M, мм
M50/P2	M50	конструкционная сталь	200	не менее 15	210...260	98	M56x3
M65/P2	M65, M70K-			116			

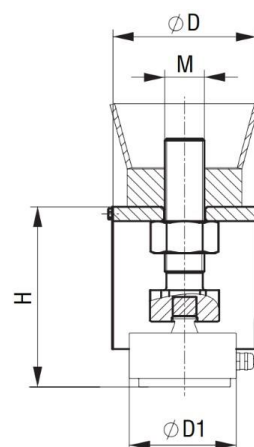
	10т					
M70K/P2	M70K от 15т		400	не менее 25		
M100/P2	M100					156
Обозначение	Тип датчика	Материал	M, мм	D, мм	D1, мм	H, мм
M50/PK1	M50	нержавеющая сталь	M20, M24, M27, M30, M42, M48*	150	98	180...220
M65/PK1	M65				116	
M70K/PK1	M70K					
* – возможность изготовления с резьбой под заказ						



M50/P1, M50/PK...



M50/P2, M65/P2...

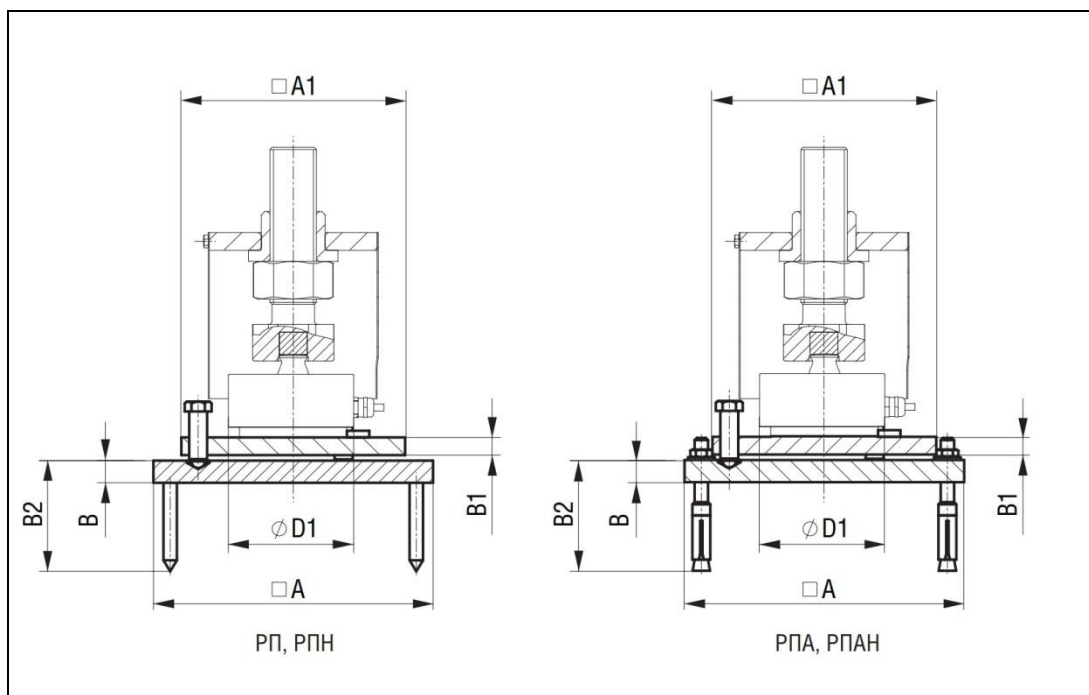


M50/PK1, M65/PK1...

#### 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/P1/P2/PK1.





### 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... +400С
- 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

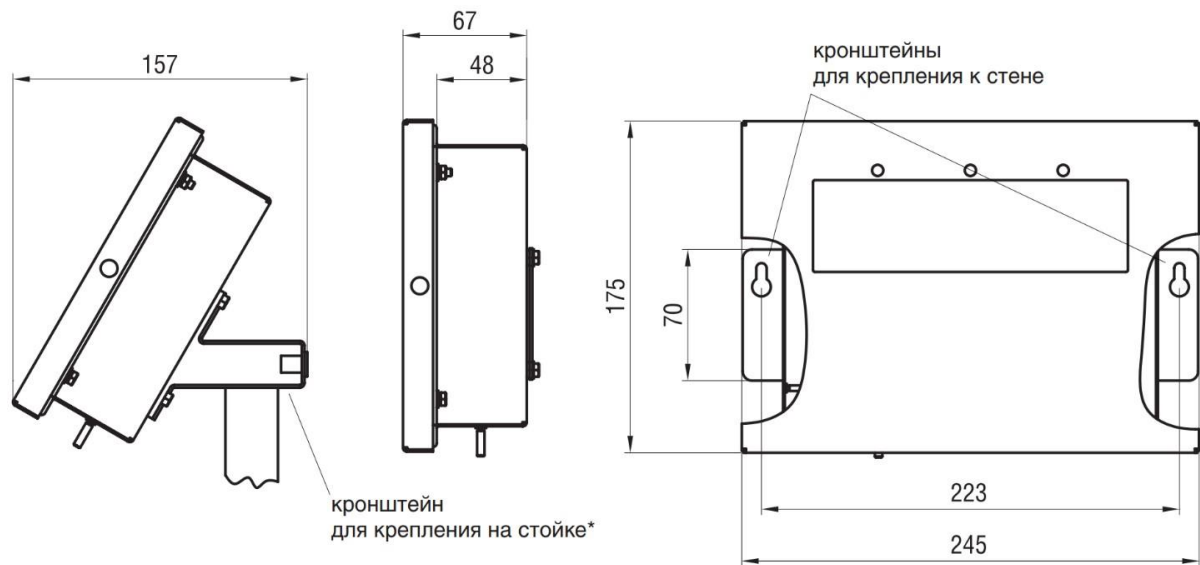


Рис. 10. Геометрические размеры весоизмерительного преобразователя ТВ-003/05Н

## 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 апериодическим 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.

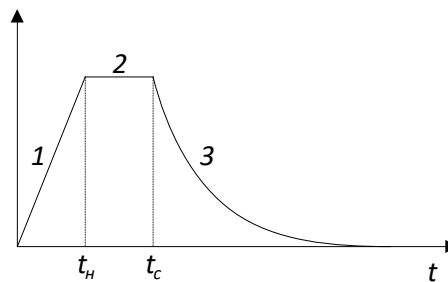


Рис.11. Переходные процессы в весовом бункере

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 отчете 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 Б 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.



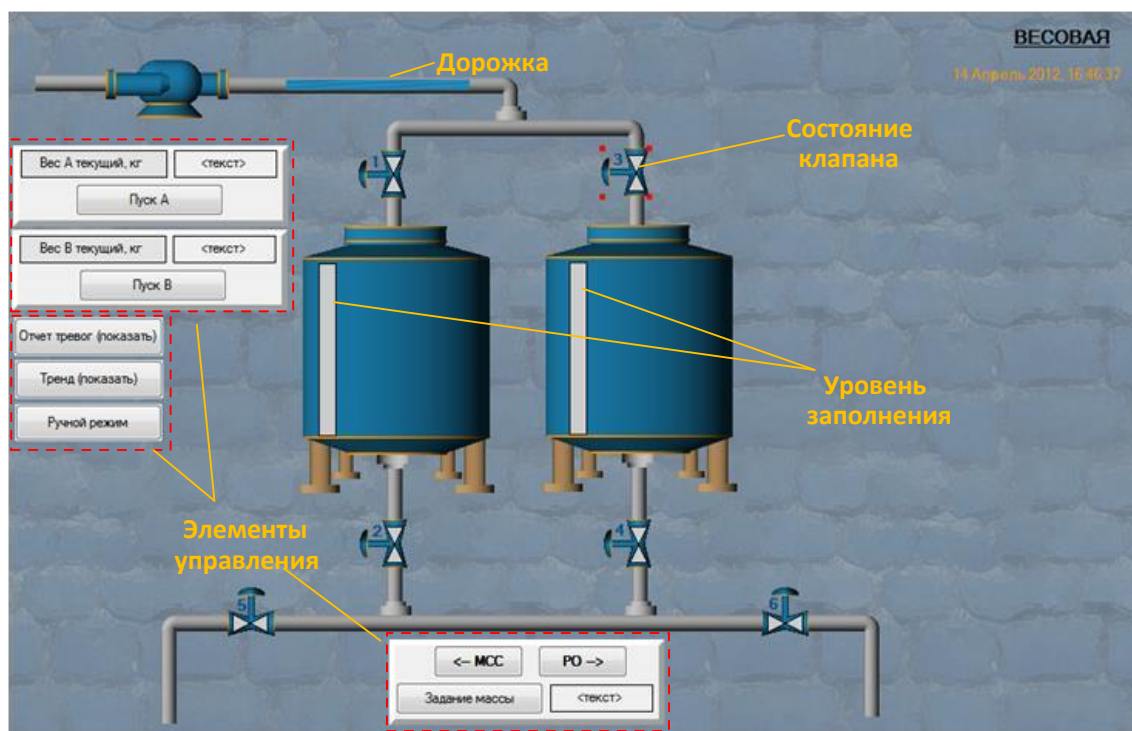


Рис. 12. Общий вид экрана АРМ оператора весовой

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 – закрытое, 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.

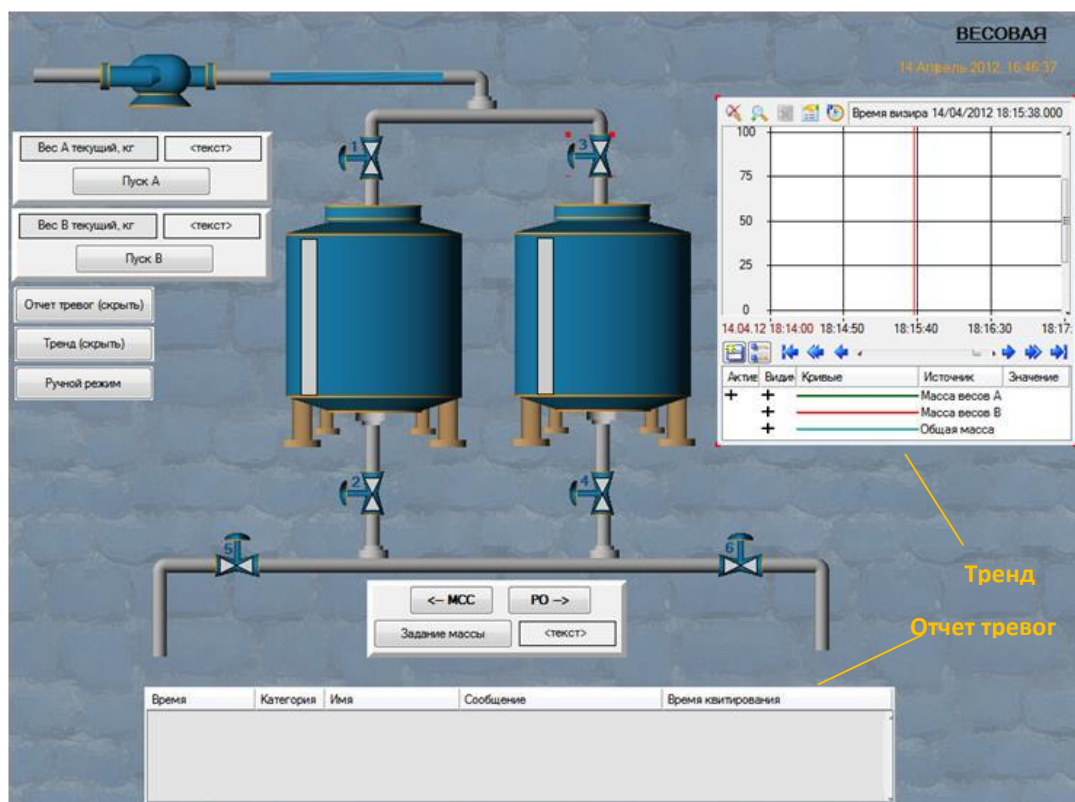


Рис. 13. Основной экран с отображаемым трендом и отчетом тревог



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
Слой_тренд	In	usint	
Слой_ОТ	In	usint	

Слой_ручной	In	usint	(показать)» и «Ручной режим»
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
MCC_напр	In	usint	MCC_направление: Реальное значение
PO_напр	In	usint	PO_направление: Реальное значение
MCC_напр_вывод	Out	usint	MCC_направление: Входное значение
PO_напр_вывод	Out	usint	PO_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, nom. 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;

elsif 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» ситуаций
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_В=MASS_B
; end_if;

// переключение между работой весов
if Разр_наполнение==1 && Пуск_А==1 && ((Масса_А+Масса_В)>Задание_объема ||
Масса_А>50) then
        Разр_наполнение=0;
        RESET=0;
        Насос=0;
        Ost=Задание_объема-
(Масса_А+Масса_В);      if Ost>0 then
                PUSK_А=0;
                PUSK_В=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_А=1;
                PUSK_В=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;

        elseif n==0 && MASS_B>=MASS_A then

            K=MASS_B;
            nom=1;

        end_if

f;

        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;

    elsif PO_напр==1 then

        Клап5=0;
        Клап6=1;

    e
nd_if;
else
    n=0;

// окончание цикла слива из бункера, обнуление
всех if nom==0 then
        Масса_A=0;
        MASS_A=0;

        elsif nom==1 then

            Мас-
ca_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 клапа-
нов 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;
        МСС_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.

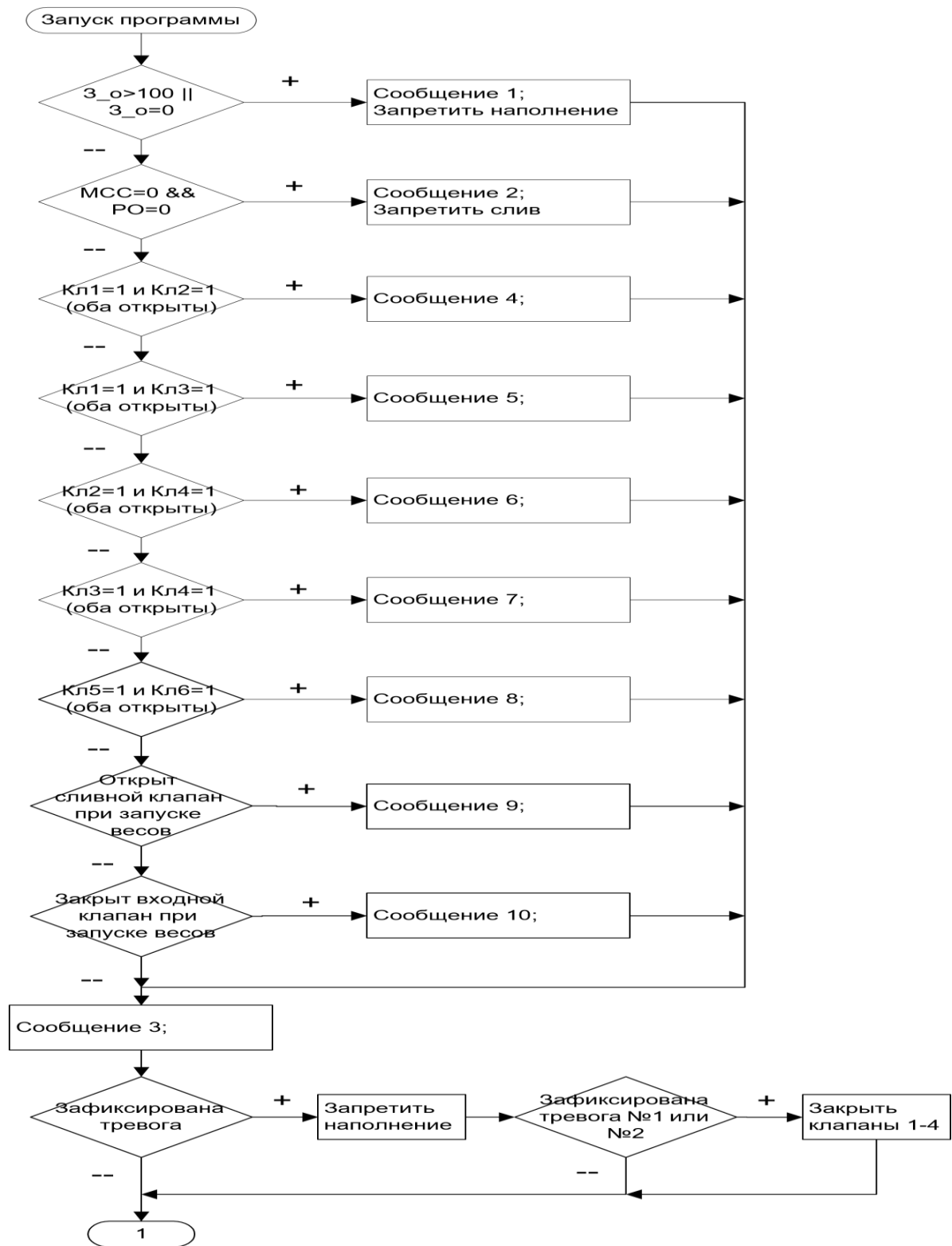


Рис. 15. Блок-схема процесса генерации сообщений

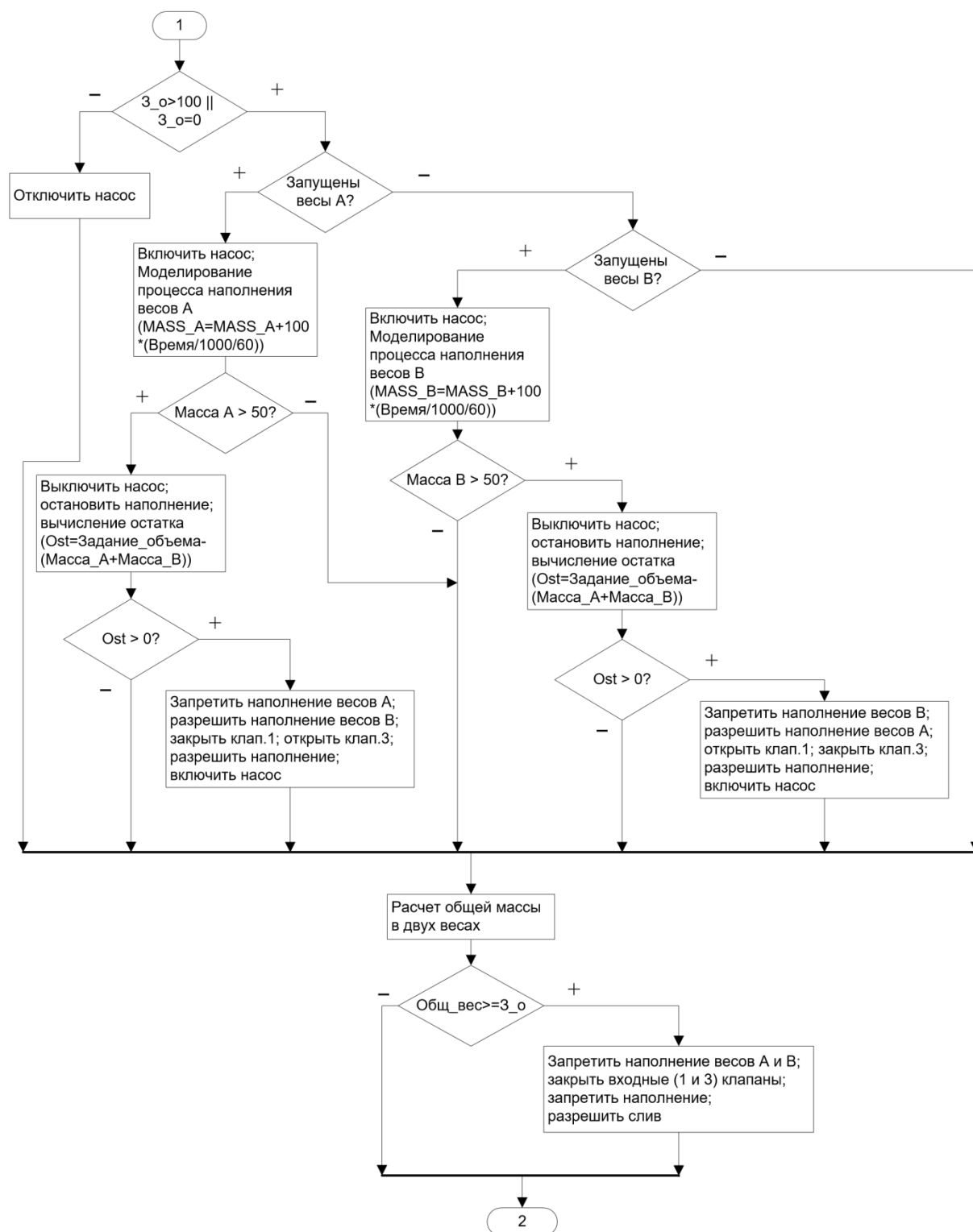


Рис. 16. Блок-схема процесса наполнения



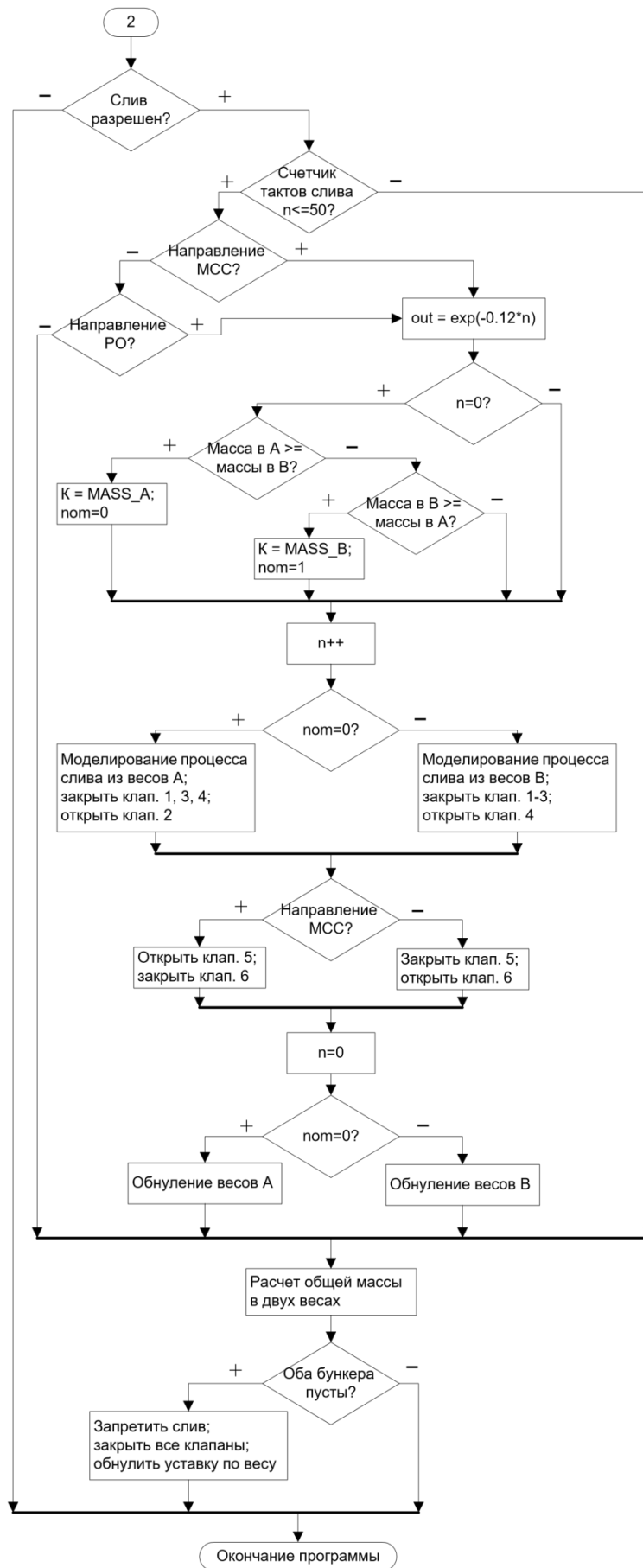


Рис. 17. Блок-схема процесса слива

### 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 \*.accbd. 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. Отключено... 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_R_R#'
)
```

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.

Все таблицы	Таблица1	Код	время	отвес	Добавить поле
Таблица1 : таблица		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	
		* (№)			
Записи: 1 из 131	Нет фильтра	Поиск			
Режим таблицы					

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.

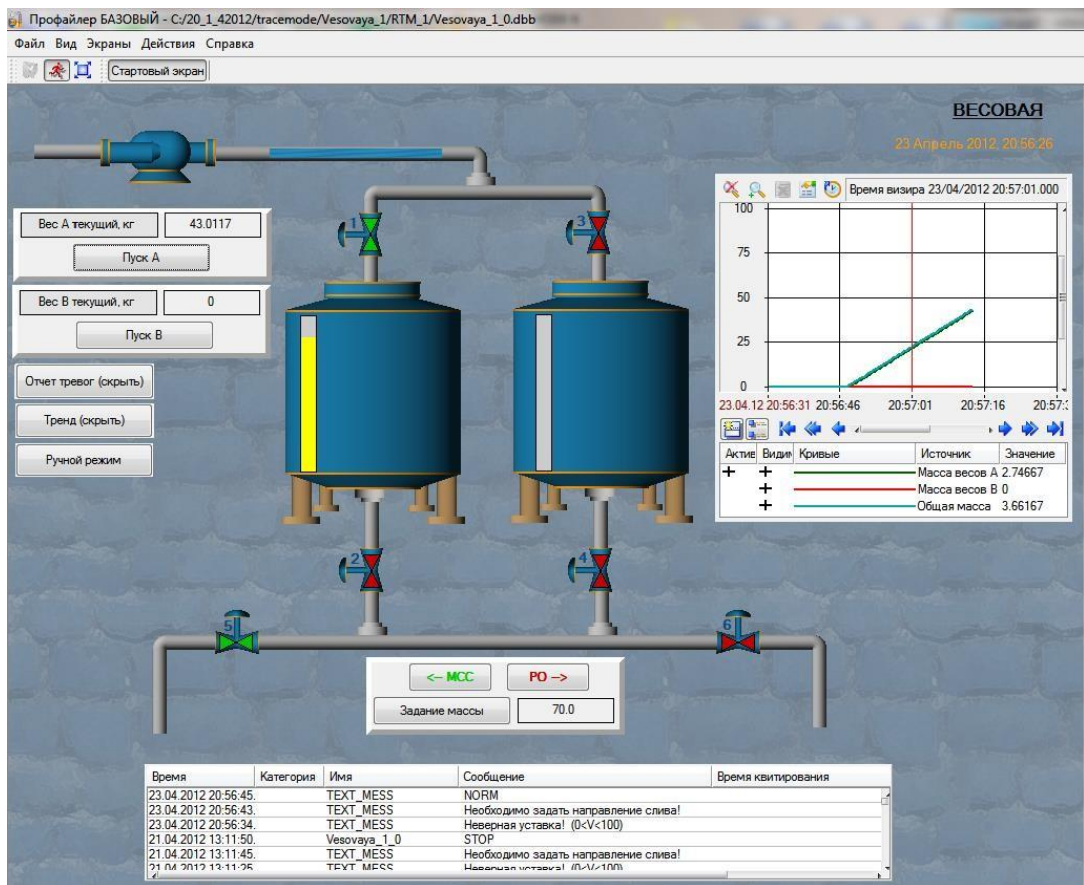


Рис. 19. Запуск профайлера; наполнение бункера в полуавтоматическом режиме

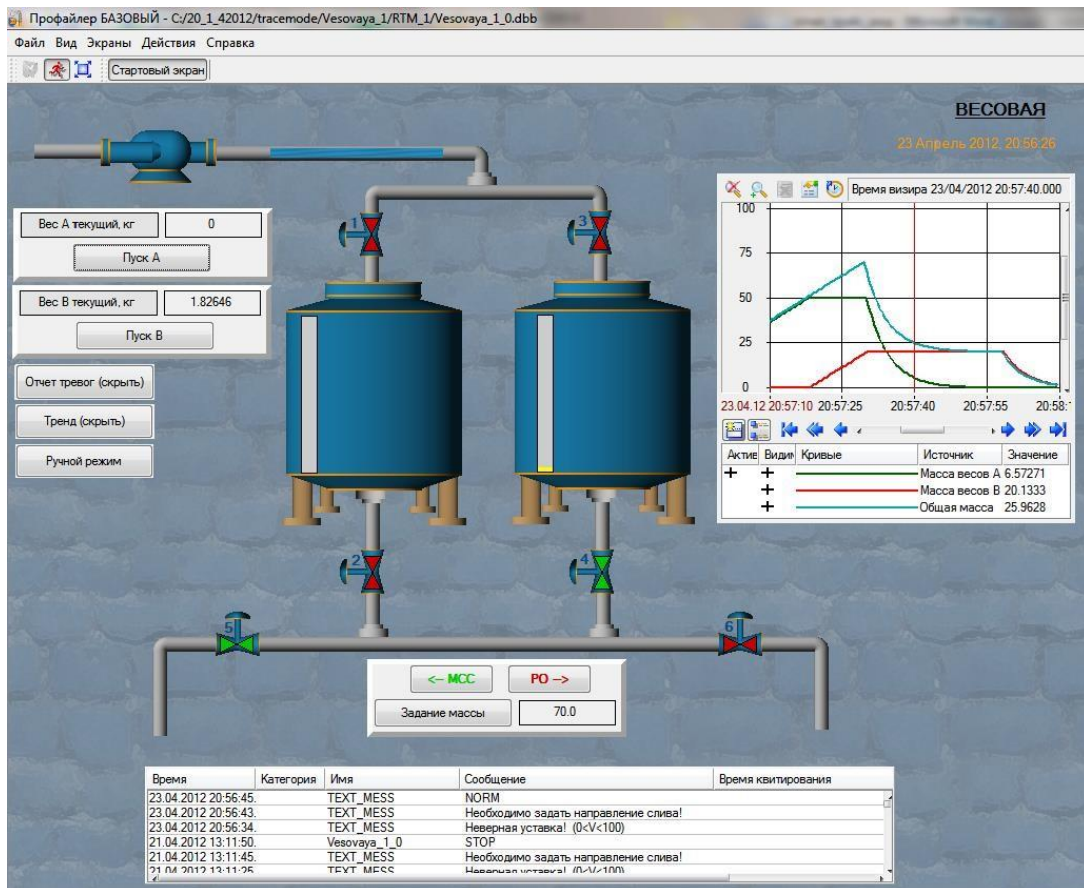


Рис. 20. Запуск профайлера; слив из бункера в полуавтоматическом режиме

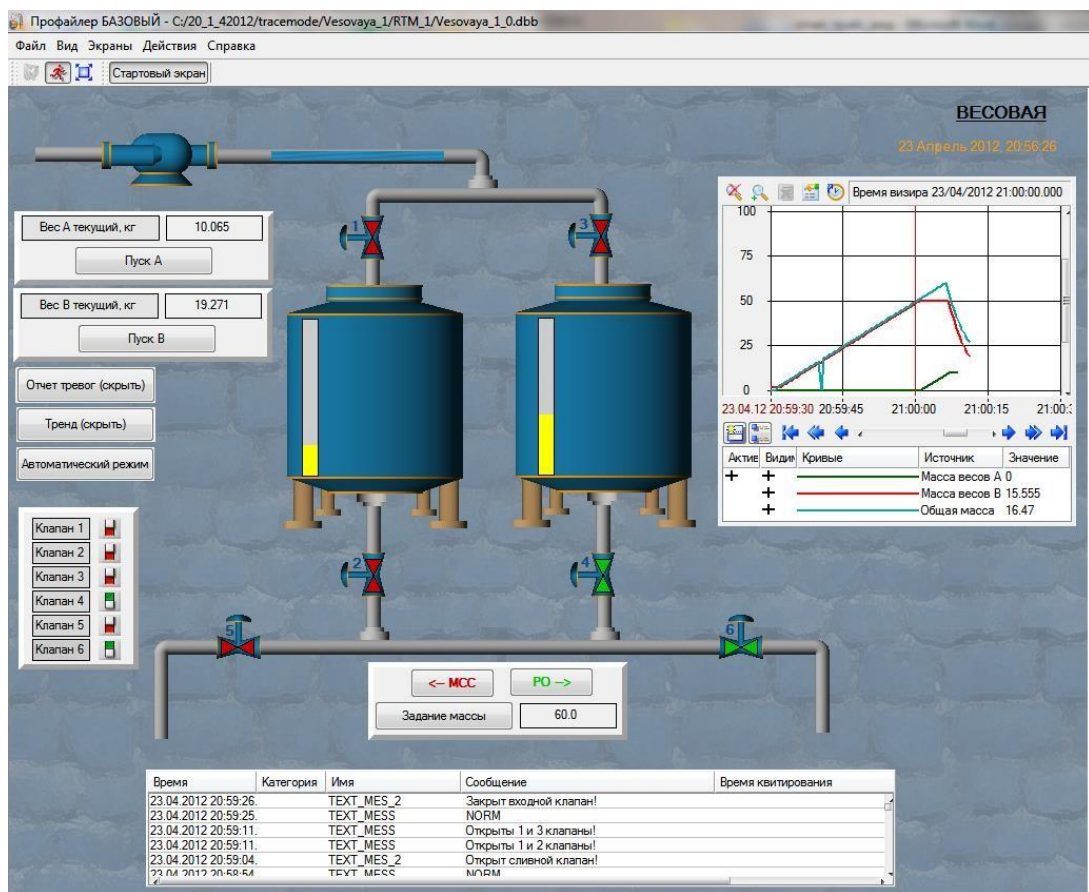


Рис. 21. Запуск профайлера; слив из бункера в ручном режиме