

ОАО «Промприбор»

42 1398
(код продукции)

Утверждаю
ОАО «Промприбор»
Директор
ХП «Измерительная техника»
_____ А.А. Рагулина
«_____» _____ 2011

**Комплекс измерительный
массы жидкости
типа "Дельта - МЖ"**

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

137.00.00.00 РЭ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения принципа действия и устройства Комплекса измерительного массы жидкости «Дельта-МЖ» (далее, КИМЖ) и содержит описание принципа действия, технические характеристики, правила монтажа, а также сведения по установке, эксплуатации, техническому обслуживанию транспортированию и хранению.

Монтаж, техническое обслуживание и эксплуатация КИМЖ должны осуществляться специально подготовленным персоналом, изучившим настоящее руководство.

Эксплуатация КИМЖ должна соответствовать инструкции по технике безопасности для работы на данном объекте.

При изучении устройства КИМЖ, а также в процессе эксплуатации следует руководствоваться эксплуатационной документацией на его составные части.

В процессе производства изготовитель оставляет за собой право вносить изменения и усовершенствования в конструкцию КИМЖ, не влияющие на их метрологические характеристики. Эти изменения должны отражаться в дополнениях к настоящему руководству по эксплуатации.

Данное руководство распространяется на все модификации КИМЖ.

ВНИМАНИЕ: К работе с КИМЖ допускаются лица, изучившие настоящее руководство, имеющие допуск на работы с взрывозащищенным оборудованием, квалификационную группу по электробезопасности не ниже III до 1000В, а также прошедшие инструктаж по безопасности труда.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение и условное обозначение КИМЖ

1.1.1 Назначение КИМЖ.

КИМЖ предназначен для измерения гидростатическим взвешиванием массы жидкости, хранимой в резервуарах любого типа, путем расчета этой массы в компьютере, используя:

- унифицированный цифровой сигнал придонного избыточного давления жидкости и избыточного давления над поверхностью жидкости в резервуаре, получаемый с помощью преобразователя давления прецизионного типа «Дельта» (далее, ПДП) произведённых по ТУ4381-244-05806720-2007.

- унифицированный цифровой сигнал уровня налива, получаемый с помощью измерителя уровня типа «Струна» или подобного ему по параметрам (далее, ИУН) (кроме случаев по п. 1.9);

- градуировочные таблицы конкретного резервуара по ГОСТ 8.346-2000, связывающие высоту налива (h) с заполненным объемом (V), предварительно введенные в исходные параметры алгоритма и корректируемые в соответствии с вновь получаемыми результатами при плановых поверках резервуаров.

КИМЖ может использоваться на объектах различных отраслей промышленности: химической, нефтехимической, энергетической, горнодобывающей, пищевой и фармацевтической, а также на других объектах, включая транспортные, где по условиям эксплуатации, возможно его применение.

КИМЖ предназначен для автоматизации коммерческого учета жидкостей по массе, например, нефтепродуктов или сжиженных газов в резервуарах баз и АЗС, спиртов, масел производственного и пищевого назначения, химических реагентов и т.п.

1.1.2 Условное обозначение КИМЖ.

Структура условного обозначения КИМЖ:

Комплекс измерения массы жидкости «Дельта-МЖ»	XX-	XX ТУ 4213-278-05806720-2011
		Климатическое исполнение: У (от минус 40 до плюс 40)°С; УХЛ (от минус 60 до плюс 50)°С
		Количество ПД11 включенных в состав КИМЖ

Примеры записи обозначения КИМЖ при его заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

Комплекс измерительный массы жидкости «Дельта-МЖ» включающий 9 ПД11 «Дельта» в климатическом исполнении УХЛ:

Комплекс измерительный массы жидкости «Дельта-МЖ»-09-УХЛ ТУ4213-278-05806720-2011.

1.2 Технические данные

1.2.1 КИМЖ должен обеспечивать выполнение следующих функций:

- измерение давлений в придонной и верхней частях резервуара;
- первичную обработку замера давления с преобразованием в единицы давления;
- первичную обработку замера уровня налива с преобразованием в единицы уровня налива;
- передачу данных на компьютер;
- приём управляющих команд от компьютера;
- учет данных градуировочной таблицы конкретного резервуара по ГОСТ 8.346-2000;
- расчет массы налива жидкости в резервуаре.

1.2.2 КИМЖ, в зависимости от характеристик используемых ИДИ и ИУН применяется во взрывоопасной зоне класса 1,2 взрывоопасных сред категории II температурного класса Тб и пожароопасных зонах классов П-1 - П-Ш при их установке на стационарные резервуары в условиях умеренного климата (У) при температуре эксплуатации от минус 40°С до плюс 40°С и условиях холодного климата (УХЛ) при температуре эксплуатации от минус 60 °С до плюс 50°С категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69.

1.2.3 По устойчивости к механическим воздействиям ЦДЛ и ИУН соответствуют ГОСТ Р 52931-2008.

1.2.4 Основные параметры КИМЖ должны соответствовать значениям, указанным в таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Значение	
	У	УХЛ
1. Климатическое исполнение	У	УХЛ
2 Рабочий диапазон температуры окружающей среды, °С	от минус 40 до плюс 40	от минус 60 до плюс 50
3 Пределы допускаемой относительной погрешности КИМЖ при измерении массы от верхнего предела измерения, не хуже %	при массе продукта: до 120 тонн-±0,35 120 тонн и выше - ± 0,35	
4 Пределы допускаемой приведённой погрешности используемых ЦДЛ при измерении давления от верхнего предела измерения, %	±0,1	
5 Относительная влажность при t = 30 °С, %	до 95	
6 Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	
7 Напряжение питания, В	220!;°%	
8 Потребляемая мощность от сети, В-А, не более	Суммарная мощность составных частей	
9 Среднее время восстановления (ремонта), ч, не более	6	
10 Установленный срок сохраняемости, лет	2,5	
11 Полный средний срок службы, лет, не менее	8	

12 Номинальное выходное напряжение постоянного тока, В	Определяется выходным напряжением на каждую составляющую часть комплекса
13 Диапазон измерения массы, тонн	От 0 до 50 000

1.2.5 Предельные значения цифрового выходного сигнала в линии связи от 0 до 5 В постоянного напряжения.

1.2.6 Предельные напряжения в линии питания - от 36 В до 75 В.

1.2.7 Составные части КИМЖ предназначены для работы при сопротивлении нагрузки в информационном канале: от 0,050 до 0,120 кОм.

1.3 Состав изделия

Комплект поставки КИМЖ должен соответствовать таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Кол-во	Примечание
Преобразователь давления прецизионный типа "Дельта" 137.01.00.00	1 шт. на резервуар	Исполнение по требованию заказчика
Шкаф управления ПДП 137.01.10.00.	1 шт.	Поставляется по согласованию с заказчиком
ИУН, в комплекте	1 шт. на резервуар	Поставляется по согласованию с заказчиком
Шкаф управления ИУН	1 шт.	Поставляется по согласованию с заказчиком
Проставка монтажная	1 шт. на резервуар	Поставляется по согласованию с заказчиком
Компьютер с установленным программным обеспечением расчета массы налива жидкости	1 шт.	По требованию заказчика на парк резервуаров
КИМЖ Руководство по эксплуатации. 137.00.00.00 РЭ	1 экз.	
КИМЖ Паспорт 137.00.00.00ПС	1 экз.	
Эксплуатационная документация на составные части.	1 комп.	Поставляется по согласованию с заказчиком
Комплект монтажных частей	1 комп.	Поставляется по требованию заказчика
Эксплуатационная документация на монтажные детали.	1 экз.	

1.4 Маркировка и пломбирование

1.4.1 Маркировка составных частей КИМЖ осуществляется в соответствии с их нормативной документацией.

1.4.2 Маркировка взрывозащиты выполняется в виде рельефных знаков. Размеры и место маркировки устанавливаются чертежами, шрифты и знаки маркировки соответствуют ГОСТ 26.020-80.

1.4.3 На транспортной таре маркировка выполняется в соответствии с чертежами предприятия – изготовителя и по ГОСТ 14192-96 способом, обеспечивающим ясное и четкое изображение при транспортных перевозках и на протяжении всего срока хранения.

1.4.4 Пломбирование составных частей, а именно ПДП, ИУН, КИМЖ, осуществляется в соответствии с их нормативной документацией.

1.5 Упаковка

1.5.1 Упаковка КИМЖ отвечает общим требованиям ГОСТ 52931-2008, а для отправляемых в район Крайнего Севера - ГОСТ 15846-2002, а также соответствующей эксплуатационной документации его составных частей, а именно: ПДП, ИУН и компьютера.

1.5.2 Эксплуатационную и сопроводительную документацию помещают в пакет из пленки ГОСТ 10354-82.

1.5.3 Допускается для обшивки боковых и торцевых щитов применение древесноволокнистых плит толщиной не менее 3,2 мм.

1.5.4 Упакованные КИМЖ закрепляют в транспортных средствах, а при использовании открытых транспортных средств защищают от атмосферных осадков и брызг воды.

1.6 Монтаж КИМЖ

1.6.1 Монтаж КИМЖ заключается в установке (рисунок А.1) в непосредственной близости от резервуара (9) шкафа ПДП (1), проводимой в соответствии с его эксплуатационной документацией. Далее, кроме случаев по п. 1.9, по соответствующим нормативным документам, монтируется ИУН (8). Его установка производится через проставку монтажную (7), имеющую возможность, одновременно обеспечивать ПДП каналом измерения давления в газовой (надповерхностной) области резервуара. Затем, в соответствии с Приложением В, осуществляются необходимые электрические подключения.

1.6.2 Монтаж КИМЖ проводится в соответствии с проектом, предварительно разработанным и утвержденным в установленном порядке специализированной организацией.

1.6.3 К монтажу допускаются составляющие КИМЖ, имеющие такой допуск в соответствии с эксплуатационной документацией.

1.6.4 Подсоединение каждого элемента КИМЖ к силовым электрическим цепям системы рекомендуется производить кабелем марки КВВГ 2х1,5 ГОСТ 1508-78 (марка, сечение кабеля определяются при заказе в соответствии с проектом монтажа) или другим равноценным, а к сигнальным цепям кабелем – FTP 2х2х26AWG Cat5E по ISO 11801 или МКЭШ 0,35х2.

ВНИМАНИЕ: ПРИ МОНТАЖЕ СИГНАЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ ПДП В СООТВЕТСТВИИ С ЕГО НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ, ЧТО КОЛИЧЕСТВО ОДНОВРЕМЕННО ПОДКЛЮЧАЕМЫХ ПДП К ОДНОМУ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЮ RS232-RS485 (USB) – ДО 32 ШТУК. СОЕДИНЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ (СМ. ПРИЛОЖЕНИЕ В).

1.6.5 Длина сигнальной линии от ПДП или ИУН до шкафа управления не должна превышать 1200 метров.

1.7 Устройство и работа

1.7.1 Функциональная схема КИМЖ представлена в Приложении Г. Она включает в себя как основные составные части, а именно: ПДП, ИУН, компьютер с программой АРМ, так и вспомогательные - шкафы управления и линии связи.

1.7.2 Схема работы КИМЖ гидростатическим методом с использованием ПДП и ИУН представлена на рисунке Г.1.

ВНИМАНИЕ: ПРИ РАБОТЕ КИМЖ, НА ПДП ВЕНТИЛИ ОТСЕЧКИ (4,5) ДОЛЖНЫ БЫТЬ ОТКРЫТЫ, А ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВЕНТИЛИ СБРОСА ДАВЛЕНИЯ (15,16) – ЗАКРЫТЫ.

а) Чувствительный элемент (6) блока (10) через трубопроводы снятия давления в газовой (верхний уровень) и придонной (нижний уровень) областях резервуара (2) и соответствующие отсекающие краны регламентных работ (4,5) воспринимает эти давления и вырабатывает аналоговый сигнал пропорциональный их разнице.

б) Полученный аналоговый сигнал попадает в АЦП (7), где преобразуется в цифровой, а далее в контроллер (9), статистической обработки и окончательного формирования данных единичного измерения давления.

в) Одновременно с обработкой полученных сигналов, контроллер (9), по показаниям электронного термометра расположенного на плате АЦП (7), анализирует рабочую температуру термостата, в котором расположены и преобразователь (6), и АЦП (7). В зависимости от результатов, контроллер (9) управляет и согласовывает работу термостата (8) и АЦП (7).

г) С контроллера (9) цифровые данные единичных измерений давления через преобразователь RS485 попадают в линию связи. Линия связи длиной до 1200 м приходит в шкаф управления (13), откуда, через преобразователь RS485-USB данные заводятся на вычислительный комплекс АРМ (14), где используются для дальнейшего определения массы налива резервуара (2).

д) Одновременно с приходом данных от преобразователя (10), вычислительный комплекс АРМ (14) получает от уровнемера (1) через шкаф управления уровнемером (12) цифровые данные об уровне налива резервуара (2).

е) Вычислительный комплекс АРМ (14), получив данные преобразователя (10) и уровнемера (1), а, также используя предварительно составленные градуировочные таблицы контролируемого резервуара (2), по специальной программе вычисляет массу налива этого резервуара, которая в дальнейшем и используется в системе учета по массе.

1.8 Методика использования КИМЖ

ВНИМАНИЕ: ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОМПЛЕКСОВ ИЗМЕРЕНИЯ МАССЫ ЖИДКОСТИ ТИПА "ДЕЛЬТА-МЖ" ДОПУСКАЕТСЯ ТОЛЬКО НА РЕЗЕРВУАРАХ ОТГРАДУИРОВАННЫХ ПО ГОСТ 8.346-2000.

1.8.1 Запуск КИМЖ начинается с включения ПДП, смонтированного на резервуаре (рисунок А.1).

ПДП выдерживают во включенном состоянии не менее одного часа. Это необходимо для выхода на штатный режим системы термостабилизации. Одновременно с преобразователем ПДП, включается ИУН (кроме случаев по п.1.9) и все остальные составляющие КИМЖ.

1.8.2 Проводится ежедневный осмотр составных частей КИМЖ в соответствии с их эксплуатационной документацией.

1.8.3 По завершении прогрева КИМЖ готов к снятию данных и их интерпретации.

1.8.4 Компьютер получает от ИУН высоту налива (h) в м и от ПДП величину разностного давления (P) в Па.

По градуировочной таблице резервуара и полученным от ИУН данным, компьютер определяет объем налива (V).

1.8.5 Компьютер рассчитывает плотность жидкости (ρ) по формуле:

$$\rho = P/gh, \quad (1)$$

где g = 9,8 (ускорение свободного падения).

1.8.6 Компьютер рассчитывает массу налива (М) определяя, произведение плотности (ρ) на объем (V) по формуле:

$$M = \rho \times V \quad (2)$$

1.9 Работа КИМЖ без использования ИУН

1.9.1 Для вертикальных резервуаров измерение массы налива, как правило, может проходить без использования измерителя уровня. Это возможно если из градуировочной таблицы конкретного резервуара следует, незначительность δK_z - погрешности, возникающей от замены определяемого по градуировочной таблице текущего значения площади зеркала жидкости на среднее по всей высоте резервуара.

1.9.2 Решения по использованию ИУН принимается для каждого конкретного вертикального резервуара на основании расчета значения δK_z . Пример расчета и вынесения такого решения дан в Приложении Д.

2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КИМЖ

2.1 Проверка технического состояния и обслуживание

2.1.1 Перед установкой на объект и через каждые 6 месяцев работы необходимо осуществлять проверку технического состояния КИМЖ, которая заключается в проверке его составных частей, а именно: ПДП, ИУН и компьютера по их эксплуатационной документации.

ВНИМАНИЕ: ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕГЛАМЕНТНЫХ РАБОТ НА РЕЗЕРВУАРАХ (РЕМОНТ, ПРОДУВКА, ОПРЕССОВКА, ИСПЫТАНИЯ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ, ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИЯХ НА УТЕЧКИ) НЕОБХОДИМО ЗАКРЫТЬ КРАНЫ, ОТСЕКАЮЩИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПДП ОТ ПОЛОСТИ РЕЗЕРВУАРА И ОТКРЫТЬ КРАНЫ, СБРАСЫВАЮЩИЕ ДАВЛЕНИЕ В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ ПДП.

2.2 Меры безопасности

ВНИМАНИЕ: К РАБОТЕ С КИМЖ ДОПУСКАЮТСЯ ЛИЦА, ИМЕЮЩИЕ ДОПУСК I ПО "ПТЭ И ПТБ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ" ДЛЯ УСТАНОВОК ДО 1000В И ИЗУЧИВШИЕ НАСТОЯЩЕЕ РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Эксплуатация КИМЖ производится с соблюдением требований действующих "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ); "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", главы Э3.2 "Электроустановки во взрывоопасных зонах" ПТЭ и ПТБ и "Инструкции по монтажу электрооборудования, силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон" ВСН 332-74/ММСС СССР.

2.3 Обеспечение взрывозащищенности

Взрывозащищенность КИМЖ обеспечивается штатными мероприятиями взрывозащиты его составных частей, устанавливаемых на резервуаре, а именно: ПДП и ИУН.

2.4 Основные неисправности и способы их устранения

Основные неисправности и способы их устранения указаны в таблице 3.

Таблица 3.

Характер неисправности	Вероятные причины неисправности	Способ устранения неисправности
- отсутствует связь с компьютером (в контрольном окне программы нет новых данных)	<ul style="list-style-type: none"> - неисправен блок питания - неисправна гальваническая развязка RS232-RS485 у компьютера - обрыв кабеля связи - обрыв кабеля питания 	<ul style="list-style-type: none"> - проверить исправность блока питания - при отсутствии мигания контрольных индикаторов - заменить развязку - прозвонить кабель - при обрыве - заменить неисправный участок кабеля - прозвонить кабель - при обрыве - заменить неисправный участок кабеля

3. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, КОНСЕРВАЦИЯ, ХРАНЕНИЕ, УТИЛИЗАЦИЯ

3.1 Транспортирование

Общие требования к транспортированию должны соответствовать требованиям ГОСТ 52931-2008.

При отправке КИМЖ в районы Крайнего Севера требования к транспортированию должны соответствовать требованиям ГОСТ 15846-2002.

3.2 Консервация

Консервация производится в соответствии с требованиями ГОСТ 9014-78. По классификации указанного стандарта КИМЖ относится к группе Ш-1, вариант временной защиты ВЗ-1, вид внутренней упаковки ВУ-5.

3.3 Хранение

Условия хранения КИМЖ в части воздействия климатических факторов должны соответствовать ГОСТ 15150-69.

Допускается хранение КИМЖ в транспортной таре до 6 мес.

При хранении сроком более 6 месяцев КИМЖ должны быть освобождены от транспортной тары.

3.4 Утилизация

Утилизация КИМЖ проводится, после того как гидравлическая система ПДП и ИУН освобождена от нефтепродуктов продувкой сжатым азотом и пропарена или промыта горячей водой. Собранные при сливе остатки нефтепродуктов и воды, использованные для промывки, должны быть собраны в специальную емкость с герметичной крышкой и отправлены на утилизацию.

После проведенных операций по удалению остатков нефтепродуктов утилизация КИМЖ проводится в соответствии с положением, утвержденным в установленном порядке.

Приложение А

- 1 Шкаф ПДП
- 2 Отводной патрубок
- 3 Патрубок придонного давления
- 4 Влагосборник
- 5 Крепёж патрубка газового пространства
- 6 Патрубок давления газового пространства
- 7 Проставка монтажная
- 8 Измеритель уровня
- 9 Контролируемый резервуар

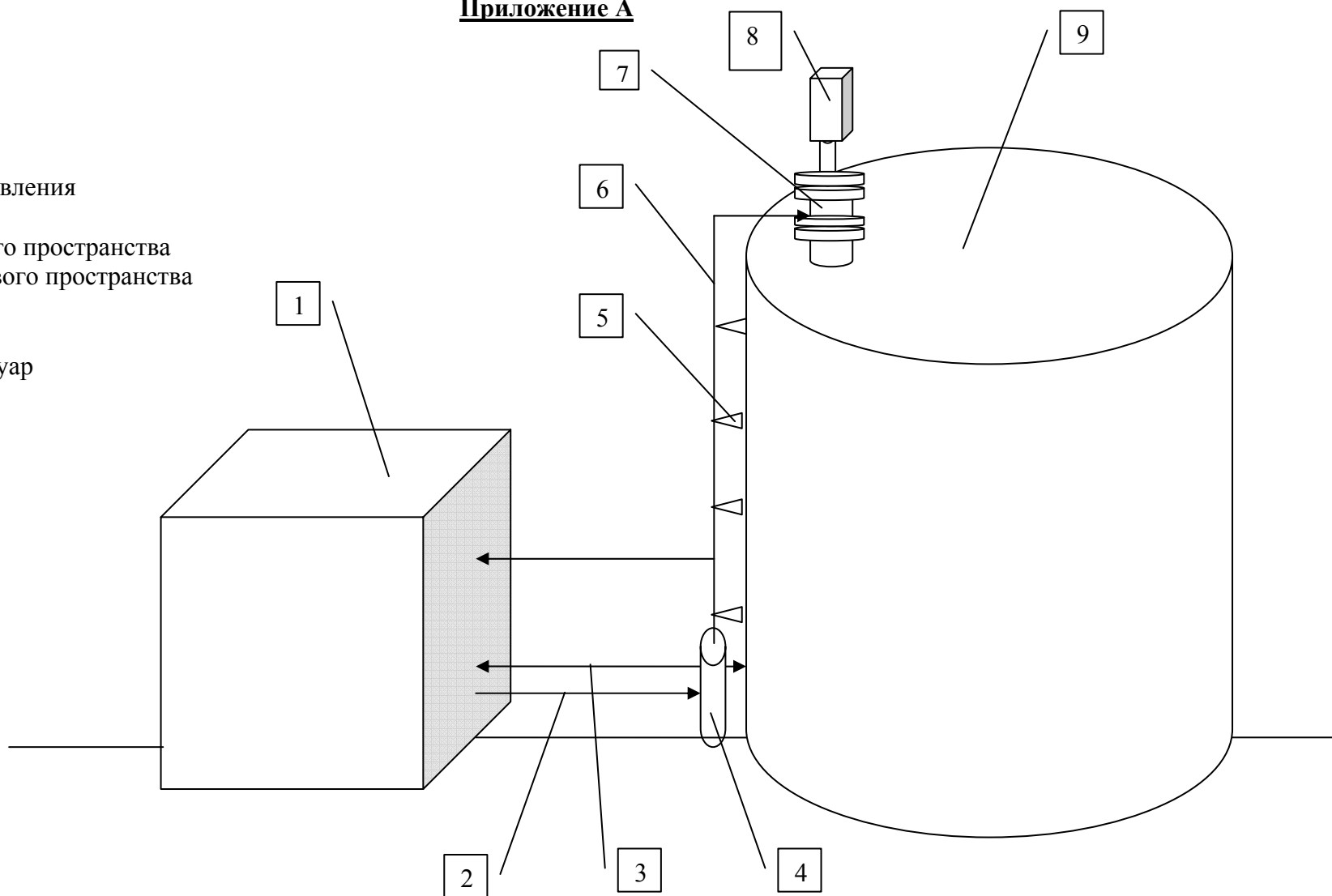
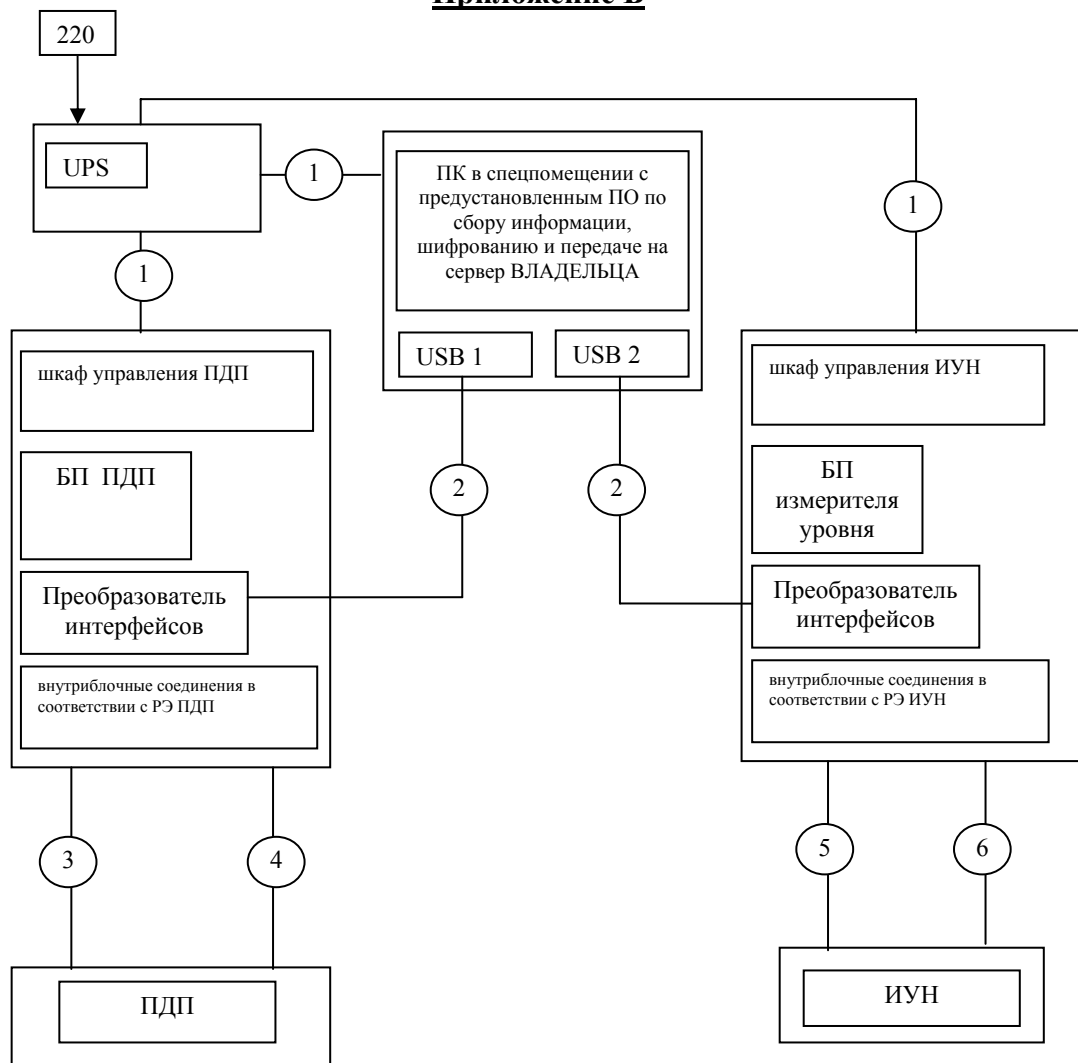


Рисунок А.1- Монтажная схема комплекса измерительного массы жидкости типа «Дельта-МЖ»

Приложение Б



1. кабели поз. 1 - ППВ3х0,75
2. кабели поз. 2 - USB-2.0
3. кабели поз. 3 - UTF5 или МКЭШ 2х0,5
4. кабели поз. 4 - ППВ3х25. кабели поз. 5 - МКЭШ 4х0,5
6. кабели поз. 6 - ППВ 3х0,75
7. поз. 3,4,5,6 - укладывать в металлорукаве или металлокоробе.
8. металлорукав или металлокороб заземлять.

Рисунок Б.1 Схема соединений составных частей КИМЖ

Приложение В

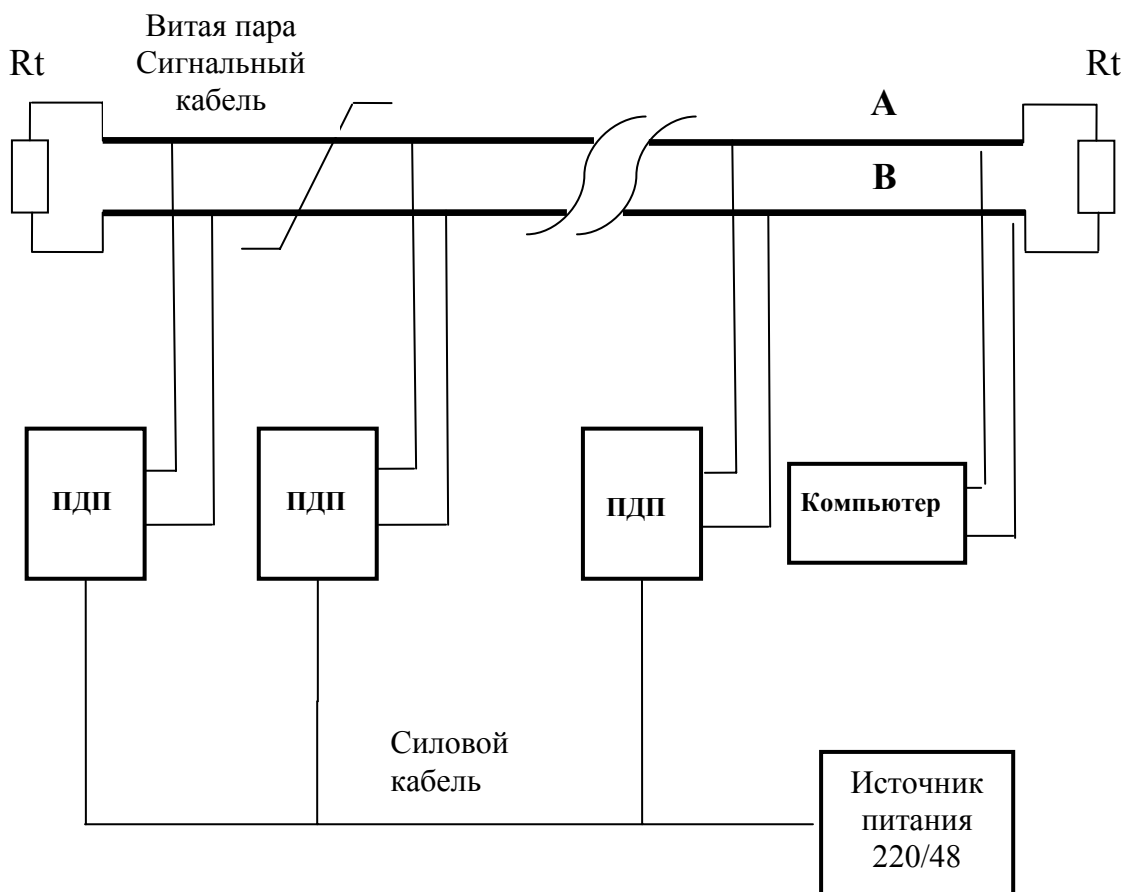


Схема последовательно-параллельного соединения ПДП в линии сигнала.

Примечания:

1. R_t – согласующие резисторы на концах линии от 50 до 200 ом.
2. Длина отводов от сигнальной линии не более 0,5 метра (наиболее оптимальным способом соединений является прокладка сигнальной линии без отводов, с соединениями непосредственно на клеммах ПДП с оптимизацией раскладки кабеля).
3. Силовой кабель включается параллельно.
4. Длина отводов для силового кабеля не регламентируется. При увеличении количества одновременно подключаемых ПДП сечение силового кабеля увеличивается на 0,25 мм² на каждый ПДП с округлением в сторону увеличения до ближайшего стандартного сечения.

Приложение Г

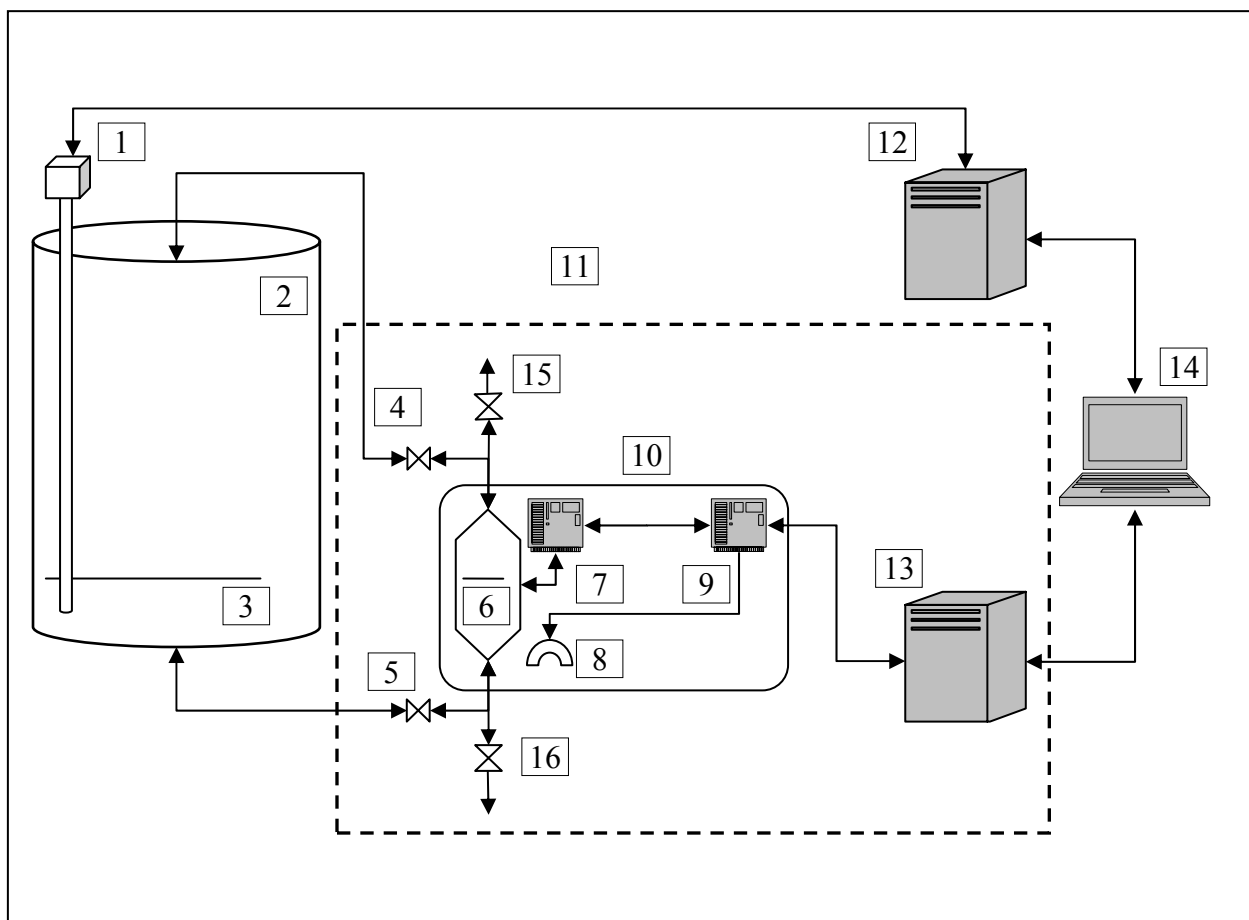


Рисунок – Г.1 Функциональная схема комплекса измерительного массы жидкости типа «Дельта-МЖ»

Таблица Г.1

№ поз.	
1	Первичный преобразователь "Струна-М" или ему аналогичный ИУН
2	Контролируемый резервуар
3	Уровень физического или назначаемого НУЛЯ
4	Отсекающий кран верхнего уровня для проведения регламентов на резервуаре
5	Отсекающий кран нижнего уровня для проведения регламентов на резервуаре
6	Первичный мостовой преобразователь «давление-напряжение»
7	Плата АЦП и термометра
8	Нагреватель термостата
9	Плата контроллеров и БП
10	Блок преобразователя ПДП
11	ПДП
12	Шкаф управления (ШУ) уровнемером
13	Шкаф управления (ШУ) ПДП
14	АРМ
15	Вентиль сброса давления при ТО
16	Вентиль сброса давления при ТО

Приложение Д

Список обозначений основных величин

- δP – относительная погрешность измерения гидростатического давления для ПДП;
- δH – относительная погрешность измерения уровня налива продукта;
- δK – относительная погрешность определения заполненного объёма по уровню налива (при использовании ИУН: $\delta K = \delta K_T$);
- δK_T – относительная погрешность градуировочной таблицы;
- δK_Z – относительная погрешность возникающей от замены определяемого по градуировочной таблице текущего значения площади зеркала жидкости на среднее по всей высоте резервуара;
- δm_2^c – относительная погрешность измерения массы продукта для КИМЖ.

Пример принятия решения об использовании ИУН

Для принятия решения о необходимости использования ИУН при измерении с помощью КИМЖ массы налива в конкретном резервуаре, производят следующие действия:

А. Рассчитывают допустимые границы, с точки зрения выполнения требований ГОСТ Р 8.595-2004, значений погрешности δK_Z , возникающей от замены определяемого по градуировочной таблице текущего значения площади зеркала жидкости на среднее по всей высоте резервуара.

Б. Рассчитывают значение δK_Z для конкретного резервуара.

В. Сравнивают результаты вычислений по п. А и Б. Если значение δK_Z по п.Б, конкретного резервуара укладывается в допустимые границы по п.А, ИУН не используется.

Расчет допустимых границ δK_Z .

Для определения допустимых границ решим неравенство, установленное требованием ГОСТ Р 8.595-2004 (п.5.1 Погрешности измерений массы продукта) к величине общей относительной погрешности (δm_2^c) измерения массы продукта предлагаемым нами методом:

$$\text{для массы продукта менее 120 тонн - } \delta m_2^c \leq 0,65\%$$

$$\text{для массы продукта от 120 тонн и более - } \delta m_2^c \leq 0,5\%$$

$$\text{Выбираем более жёсткое условие - } \delta m_2^c \leq 0,5\% \quad (1)$$

Для расчета δm_2^c воспользуемся МИ 2083-90 (Измерения косвенные. Косвенные определения результатов измерений и оценивание их погрешностей.) и формулой вытекающей из ГОСТ Р 8.595-2002 (п.5.8.6):

$$\delta m_2^c = \pm 1,1 \sqrt{\delta P^2 + \delta K^2 + \delta H^2}, \quad \text{где } \delta P = \pm 0,1\% \quad (2)$$

Подставив выражение (2) в (1) и преобразовав, получим:

$$(\delta K^2 + \delta H^2) \leq 0,1966 \quad (3)$$

Для случая отказа от измерения уровня налива, примем:

$$\delta H = 0; \quad \delta K = \pm 1,1 \sqrt{\delta K_T^2 + \delta K_Z^2} \quad (4)$$

Подставив выражения (4) в (3) и преобразовав, получим:

$$\delta K_z \leq \sqrt{0,1625 - \delta K_T^2} \quad (5)$$

Точность градуировочной таблицы рассматриваемого резервуара берём из самой таблицы. Допустим, $\delta K_T = \pm 0,25\%$. Тогда границы значений δK_z составят:

$$\delta K_z \leq 0,316 \% \quad (6)$$

Расчет δK_z для конкретного рассматриваемого резервуара.

Используя градуировочную таблицу конкретного резервуара, составим расчетную таблицу:

Таблица Е.1

	Уровень наполнения, см.	Вместимость, куб.м.	Площадь зеркала, кв.м.	Квадратичное отклонение S_i от среднего, кв.м.
i	H_i	V_i	S_i	δS_i
1	18	27,978	118,000	0,0006
2	19	29,158	118,000	0,0006
...
872	889	1 055,495	117,9698221	3,27462E-05
873	890	1 056,673	117,9696275	3,50117E-05

При этом:

- из градуировочной таблицы резервуара переносим в Таблицу Е.1 значения H_i и V_i

- из градуировочной таблицы резервуара узнаём объём мёртвой зоны V_M и её высоту H_M . Допустим, это: $V_M = 27,388$ куб.м.; $H_M = 175$ мм.

- для каждого Уровня наполнения H_i вычисляем текущее значение Площади зеркала S_i :

$$S_i = (V_i - V_M) / ((H_i - H_M)/100)$$

- определяем среднее значение Площади зеркала $S_{ср}$ по всем уровням наполнения. Их 873. Тогда:

$$S_{ср} = \sum_{i=1}^{873} S_i / 873, \text{ примем } S_{ср} = 117,976$$

- для каждого уровня наполнения H_i рассчитываем Квадратичное отклонение площади зеркала δS_i от среднего $S_{ср}$:

$$\delta S_i = (S_i - S_{ср})^2$$

- определим среднее квадратичное отклонение Δ значений S_i от $S_{ср}$:

$$\Delta = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{873} \delta S_i / 873\right)}, \Delta = 0,034$$

- рассчитаем искомую погрешность, возникающую от замены текущего значения площади зеркала жидкости по градуировочной таблице на среднее по всей высоте резервуара - δK_z :

$$\delta K_z = \Delta / S_{ср},$$

$$\delta K_z = 0,028\% \quad (7)$$

РЕШЕНИЕ:

Так как, для рассматриваемого резервуара погрешность, возникающая от замены текущего значения площади зеркала жидкости по градуировочной таблице на среднее по всей высоте резервуара $\delta K_z = 0,028\%$ (7), то есть неравенство (6) выполняется, определение массы налива с помощью КИМЖ на конкретном резервуаре следует проводить без использования ИУН.

