

«Альбатрос ТанкМенеджер-3»: измерительная управляющая система объемно-массового учета нефти и нефтепродуктов по ГОСТ 8.587-2019



Измерительная система АТМ-3 предназначена для объемно-массового учета в парках резервуаров, коммерческого и технологического учета жидких продуктов в соответствии с ГОСТ 8.587-2019, ее особенности позволяют собрать любую конфигурацию системы в зависимости от задач проекта. В статье рассмотрены функциональность, варианты исполнения, сферы применения АТМ-3.

АО «Альбатрос», г. Москва

Более 10 лет назад с опорой на корпоративные стандарты и требования известных нефтяных компаний были разработаны измерительные системы «Альбатрос ТанкСупервайзер» (АТС) и «Альбатрос ТанкМенеджер» (АТМ). В процессе их разработки, производства, поставки заказчику и эксплуатации стало понятно, что построенные по этим требованиям системы не всегда оптимальны, а иногда и избыточны для наших условий эксплуатации, технологий переработки, хранения и учета. Как с точки зрения стоимости, так и в плане технического содержания решений. В результате полученного опыта была разработана система «Альбатрос ТанкРезерв» (АТР), упрощающая построение систем и снижающая расходы заказчика на их приобретение, монтаж и эксплуатацию. При параллельном существовании всех трех систем обнаружилось, что достаточно высокий процент заказчиков хотел видеть набор оборудования, заимствованный из разных систем. Условно говоря, АТР с дополнительным оборудованием из АТС или АТС с дополнительным оборудованием из АТМ. Это вызывало неразрешимые трудности, связанные с требованиями и конфигурацией описания типа средств измерений (ОТ СИ). Так было принято решение о создании системы-конструктора, объединяющей все решения, с модернизированными приборами, под едиными сертификатами ТР ТС и ОТ СИ, позволяющими заказчику «собрать» любую конфигурацию по его стандартам или желанию.

Система измерительная управляющая «Альбатрос ТанкМенеджер-3»

(далее – АТМ-3) предназначена для объемно-массового учета в парках резервуаров, реализации коммерческого и технологического учета жидких продуктов с функциями контроля технологических процессов; измерения параметров нефти, нефтепродуктов и других жидких продуктов в мерах вместимости высотой от 1,5 до 25,0 м косвенным методом статических измерений (с возможностью ручного ввода

значения плотности) и косвенным методом, основанным на гидростатическом принципе. При измерении массы нефти и нефтепродуктов система удовлетворяет требованиям ГОСТ 8.587-2019 в рабочей области диапазона измерений.

Функциональность. В зависимости от исполнения система АТМ-3 в автоматическом режиме определяет уровни взлива продукта контактным

Таблица 1. Технические и метрологические характеристики АТМ-3

Параметр	Значение
Диапазон измерения уровня, мм	0...25 000
Диапазон измерения межфазного уровня, мм	0...25 000
Диапазон измерений температуры, °С	-45...+125
Диапазон измерения плотности, кг/м ³	420...1070
Диапазон измерений избыточного давления паров, кПа	-1...10
Диапазон измерений гидростатического давления, кПа	0...150
Диапазон измерений объема продукта, м ³	10...20 000
Диапазон измерений массы продукта, т	10...20 000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня, мм	±1, ±2, ±3, ±4, ±6 (в зависимости от типа ПП*)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения межфазного уровня, мм	±1, ±2, ±3 (в зависимости от типа ПП*)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±0,2; ±0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности, кг/м ³	±1,0; ±4,0
Пределы допускаемой основной погрешности измерений избыточного давления паров, %	±0,1
Пределы допускаемой основной погрешности измерений гидростатического давления, %	±0,1
Пределы допускаемой основной погрешности измерений объема (с учетом погрешности градуировочной таб. 0,1), %	±0,1
Погрешность СОИ	±0,15
Пределы допускаемой погрешности измерений массы нефтепродукта при массе продукта от 200 т и более, %	±0,05
Пределы допускаемой погрешности измерений массы нефтепродукта при массе продукта до 200 т, %	±0,65

*ПП – первичный преобразователь.

либо бесконтактным способом, под-товарной воды, снимает профиль температуры по высоте РВС (в 4, 8 или 16 точках), имеет диапазон измерения избыточного давления паров от –10 до 10 кПа, диапазон измерений гидростатического давления от 0 до 150 кПа. Контролируемая среда: нефть, нефтепродукты, газовый конденсат, сжиженный газ и другие жидкие продукты с плотностью от 420 до 1070 кг/м³.

Принцип действия: косвенный метод статических измерений (с возможностью ручного ввода значения плотности) и косвенный метод, основанный на гидростатическом принципе. Интегрирование в АСУ ТП: HART, RS-485 (протокол Modbus RTU), Ethernet (протокол Modbus TCP/IP), HTTP, FTP, USB FLASH, USB (эмуляция последовательного порта с наложением протокола Modbus RTU).

Особенности. Может поставляться для группы резервуаров и по принципу «один резервуар – одна система»; поддерживается связь с полевыми приборами по HART-протоколу (за исключением датчиков предельного уровня); можно приобрести любой прибор из состава системы отдельно. Вид взрывозащиты – искробезопасная электрическая цепь уровня «ia».

Применение: как на горизонтальных стальных резервуарах, в том числе находящихся под давлением, так и на вертикальных резервуарах с понтоном и без него. Гарантийный срок на серийную продукцию 3 года. Срок службы прибора 14 лет. Технические и метрологические характеристики АТМ-3 перечислены в табл. 1, исполнения системы указаны в табл. 2, состав и функциональное назначение приборов – в табл. 3.

Объем продукта является целевой функцией измеренного уровня и данных актуальной градуировочной таб-

лицы из паспорта на резервуар. Масса продукта вычисляется как произведение вычисленного объема на интегральную плотность, приведенных к одной и той же температуре, с вычетом массы балласта.

Для реализации коммерческого учета нефтепродуктов комплект системы позволяет сконфигурировать три основных варианта технологической схемы контроля:

- ▶ типовое проектное решение, включающее уровнемер (радиоволновый или магнитострикционный), многоточечный температурный преобразователь и преобразователи гидростатического давления «Альбатрос р20/р20 DELTA»;

- ▶ измеритель количества жидкости «Альбатрос М12», состоящий из измерителя уровня / средней температуры «Альбатрос М11-02/04/10/12» и датчика интегральной плотности «Альбатрос Q1»;

- ▶ измеритель уровня, температуры и количества жидкости «Альбатрос М11-06»/«Альбатрос М11-18».

Первый вариант сопряжен с выводом аппарата «из технологии» и требует до четырех точек подключения к процессу, в том числе в «нижнем поясе» РВС. Другие два варианта возможны без проведения огневых и сварочных работ и требуют лишь одну точку подключения к процессу. Контроллеры А17, А18 и пульт оператора стационарный Post4 предназначены для приема и обработки измеряемых параметров, проведения вычислительных операций, а также вывода результатов измерений и вычислений на панель индикации.

Разработанное математическое и программное обеспечение системы реализует:

- ▶ визуализацию измеренных параметров и аварийных оповещений;

- ▶ вычисление объема и плотности продукта с учетом градиента температуры по высоте резервуара;

- ▶ вычисление текущей массы продукта в резервуаре, а также отображение динамики ее изменения;

- ▶ формирование отчетов по товарным операциям.

АТМ-3 исполнения Post4 разработана на базе промышленного компьютера, готовых средств промышленной коммуникации и имеет законченное исполнение в виде типового шкафа с панелью индикации и дополнительными автоматизированными рабочими местами (АРМ) операторов при необходимости. Применение открытых решений дает возможность по размеру и функционально масштабировать АТМ-3 Post4 в соответствии с требованиями и стандартами конкретного предприятия. На базе АТМ-3 Post4 могут быть реализованы:

- ▶ автоматические системы измерения объема и массы (АСИ) в составе автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП);

- ▶ автономная АСИ с АРМ операторов;

- ▶ АСУ ТП резервуарного парка.

Реализация АТМ-3 Post4 на основе стандартных средств вычислительной техники и промышленных коммуникаций, за счет введения дополнительного программного обеспечения (ПО), дополнительных коммуникационных шлюзов или серверов информационной безопасности (ИБ), позволяет настроить систему на особенности промышленного применения или прозрачно интегрировать ее в автоматизированную систему управления предприятием (АСУП). В АТМ-3 Post4 реализован обмен данными с системами верхнего уровня по промышленным протоколам Modbus RTU, Mod-

Таблица 2. Исполнения системы АТМ-3

Исполнение	Тип ВП	Количество ПП / тип полевой шины	Состав ПП	Количество ИКМ
Исполнение 0	Без вторичного прибора	1 / HART-протокол	M11, M12, R3, R4, p20 тип 403025, p20 тип 403026, p20 DELTA тип 403022, p20 DELTA тип 403023	1
Исполнение с А17	А17	До 24 / с HART-протоколом		6
Исполнение с А18	А18	До 4 / с HART-протоколом с суммарным током потребления не более 20 мА		1
Исполнение с пультом оператора Post4 (с концентраторами Альбатрос Hub2)	Post4		S7, S8, S8W, M11, M12, R3, R4, p20 тип 403025, p20 тип 403026, p20 DELTA тип 403022, p20 DELTA тип 403023, HUB2	16

Таблица 3. Состав и функциональное назначение приборов системы АТМ-3

Наименование прибора	Функциональное назначение
Измеритель уровня, температуры и количества жидкости Альбатрос М11	М11-01, М11-10 – измеряемые параметры: уровень, температура в 4/8/16 точках; М11-04, М11-12 – измеряемые параметры: уровень, уровень раздела сред, температура в 4/8/16 точках; М11-06 – измеряемые параметры: уровень, температура в 4/8/16 точках, избыточное давление газовой подушки, гидростатическое давление; М11-18 – измеряемые параметры: уровень, уровень раздела сред, температура в 4/8/16 точках, избыточное давление газовой подушки, гидростатическое давление
Измеритель количества жидкости Альбатрос М12 (М11+Q1)	М11-02, М11-10 – измеряемые параметры: уровень, температура в 4/8/16 точках; М11-04, М11-12 – измеряемые параметры: уровень, уровень раздела сред, температура в 4/8/16 точках; Q1 – интегральная плотность продукта
Уровнемер радиоволновый Альбатрос R3	Измерение уровня жидких и сыпучих продуктов в резервуарах с вариантами антенн: • R3-00, 01 – рупорная антенна; • R3-10 – параболическая антенна; • R3-20 – диэлектрическая антенна; • R3-30 – волновод; • R3-40, 41 – конусная антенна
Уровнемер радиоволновый Альбатрос R4	Измерение уровня жидких и сыпучих продуктов в резервуарах с вариантами чувствительных элементов: • R4-0, 1 – трос; • R4-2 – стержень
Преобразователь давления Альбатрос р20	Диапазон измерений избыточного давления паров: -10...10 кПа
Преобразователь давления Альбатрос р20 DELTA	Измерение перепада давлений газообразных продуктов, жидких продуктов и паров в диапазонах: 0...10; 0...160 кПа
Датчик предельного уровня Альбатрос S7	• Контроль предельного уровня жидкости (одна точка); • вертикальная установка или боковая врезка
Датчик предельного уровня Альбатрос S8	• Контроль предельного уровня жидкости (две точки), в том числе на аппаратах под давлением; • вертикальная установка, до 4 м
Датчик предельного уровня Альбатрос S8M	• Контроль предельного уровня жидкости (две точки); • вертикальная установка, до 16 м
Контроллер А17	• Искробезопасное питание «полевого» оборудования; • расчет и индикация измеряемых параметров, ведение архива данных; • управление внешними устройствами; • формирование стандартных токовых сигналов; обмен информацией по последовательному интерфейсу с ЭВМ верхнего уровня; • ПИД-регулирование по любым параметрам, измеряемым подключенными к прибору датчиками. Количество подключенных датчиков – до 24
Контроллер А18	• Искробезопасное питание «полевого» оборудования; • расчет и индикация измеряемых параметров; расчет плотности, объема и массы с использованием градуировочной таблицы; • управление внешними устройствами. Количество подключаемых датчиков – до 4
Концентратор Альбатрос Hub2	• Взрывобезопасное питание и опрос датчиков и сигнализаторов, установленных на резервуаре; • расчет и индикация измеряемых параметров; • обмен информацией с пультом системы по интерфейсу RS-485 (Modbus RTU). Устанавливается рядом с резервуаром
Пульт оператора Альбатрос Post4	• Обеспечение электропитания системы • опрос «полевого оборудования»; • окончательный расчет, индикация и архивирование измеренных параметров; • формирование управляющих дискретных сигналов типа «сухой контакт» для управления внешними устройствами автоматики; • обмен информацией с системами верхнего уровня по Ethernet (протоколы Remoting, OLE DB Microsoft Corporation). Количество обслуживаемых системой резервуаров – до 16

bus TCP, OPC DA, OPC UA, который может быть расширен и настроен под требования конкретного применения.

В зависимости от состава функций промышленный компьютер системы обработки информации (СОИ) может быть реализован в виде панельного компьютера, компьютера в индустриальном стойном исполнении, сервера или набора серверов с реализацией средств обеспечения отказоустойчивости и ИБ.

В АТМ-3 Post4 реализованы требования к ПО средств измерений по защите измерительной информации. Открытая архитектура АТМ-3 Post4 позволяет внедрить в нее технические средства и ПО защиты информации, принятые у конкретной компании, обеспечив возможность безопасно интегрировать ее в систему обеспечения информационной безопасности предприятия. Рекомендации по применению системы измерительной

управляющей АТМ-3 приведены в табл. 4.

А. В. Ван, к. т. н., заместитель коммерческого директора,
А. Г. Терехин, начальник отдела разработки и сопровождения ПО,
АО «Альбатрос», г. Москва,
тел.: +7 (499) 682-9991,
эл. почта: market@albatros.ru,
сайт: www.albatros.ru

Таблица 4. Рекомендации по применению системы измерительной управляющей АТМ-3 на технологических площадках подготовки, транспорта и хранения светлых и темных нефтепродуктов и сжиженных углеводородов

Объект контроля	Технологические схемы контроля	Состав приборного обеспечения
<p>1. РВС темные и светлые н/продукты без понтона и плавающей крышей. Контроль уровня, уровня раздела сред, температуры, объема, плотности, массы. Измерение уровня радарным или многоканальным уровнемером, в т.ч. с контролем базовой высоты емкости.</p> <p>Структурная схема комплекса технических средств для территориально-распределенных объектов с базовой топологией типа «звезда» и централизованной обработкой измерительной информации.</p>	<p style="text-align: center;">Контроль базовой высоты емкости</p>	<p>1. Система измерительная управляющая АТМ3 на базе пульта оператора Post4.</p> <p>1.1. Состав «полевого» оборудования: - радарный уровнемер R3-10; - многоточечный термометр с измерением уровня подтоварной воды M11-12; - преобразователи давления Альбатрос p20 и Альбатрос p20 Delta; - концентратор Hub2.</p> <p>1.2. Состав «полевого» оборудования: - многоканальный измеритель уровня и температуры M11-12; - преобразователи давления Альбатрос p20 и Альбатрос p20 Delta; - концентратор Hub2.</p> <p>1.3. Состав «полевого» оборудования: - измеритель количества жидкости M12; - концентратор Hub2.</p> <p>1.4. Состав «полевого» оборудования: - многоканальный измеритель уровня, температуры и количества жидкости M11-18; - концентратор Hub2.</p>

Таблица 4 (продолжение)

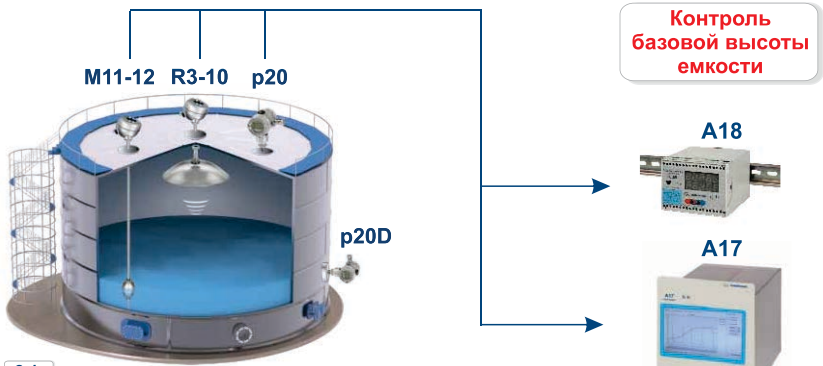
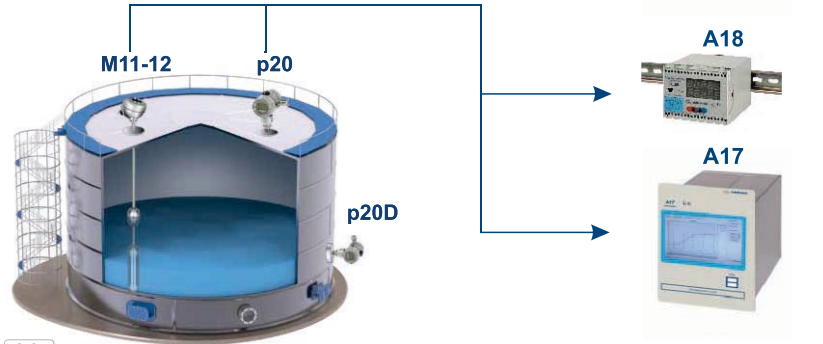


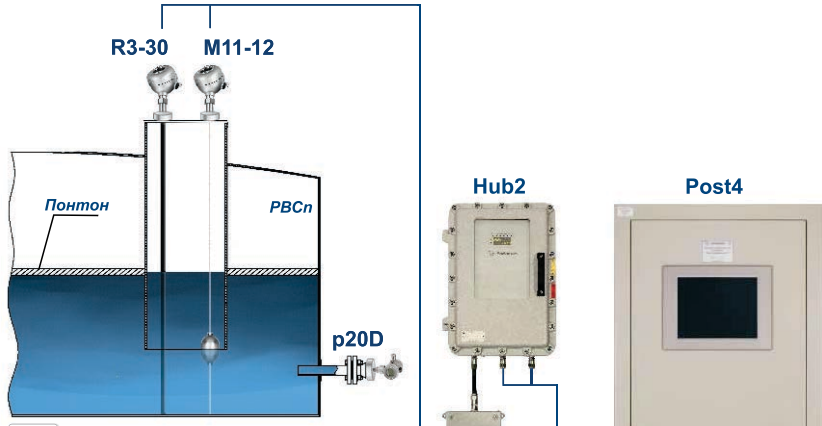
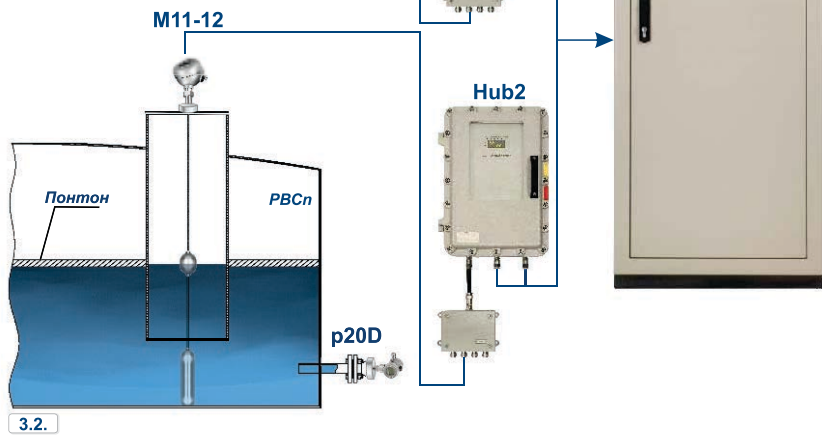
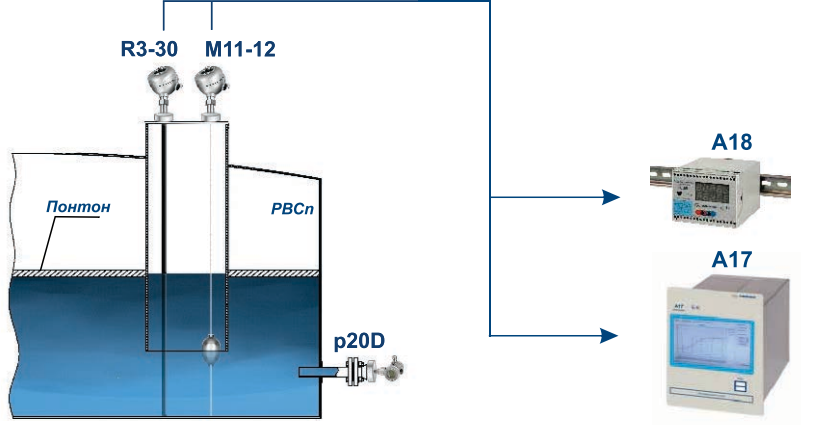
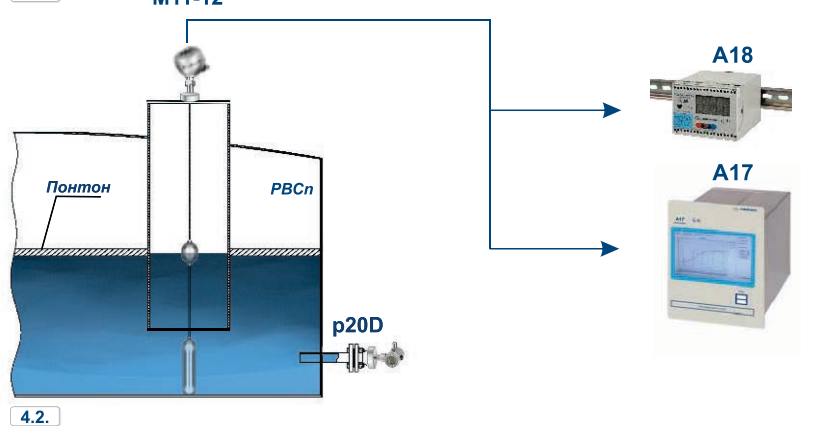
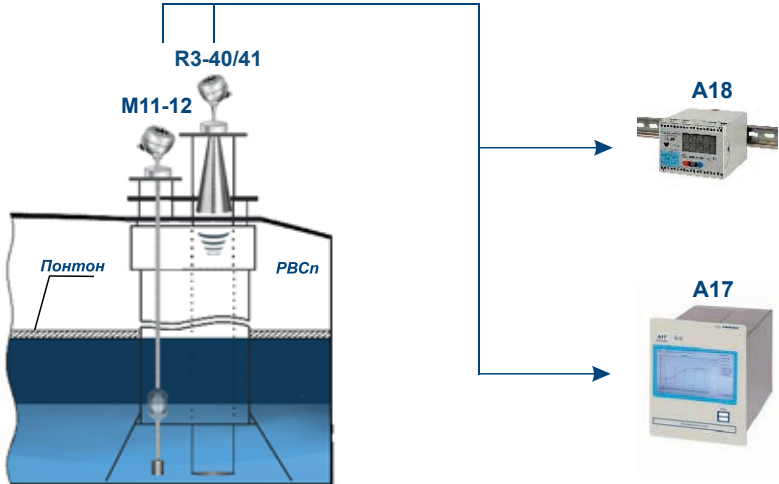
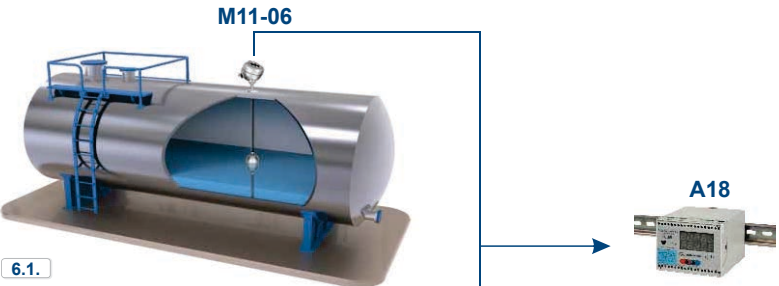
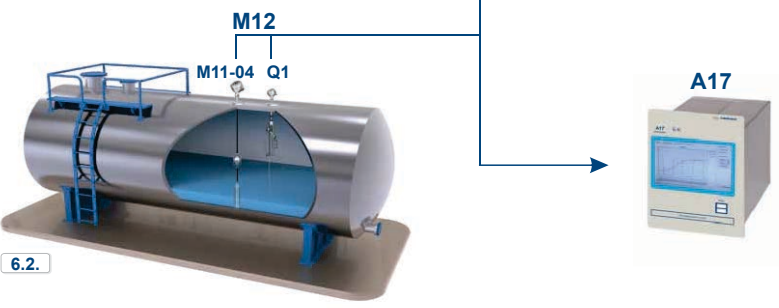
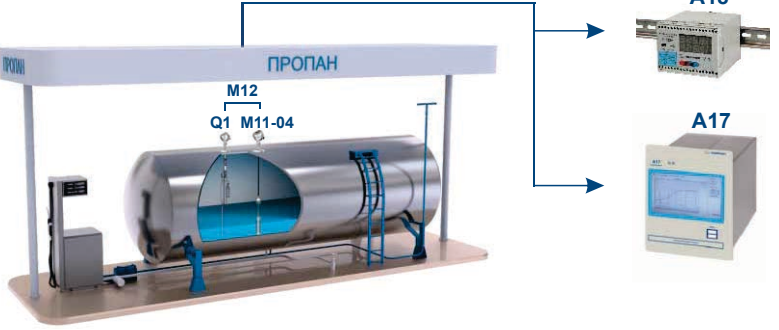
Объект контроля	Технологические схемы контроля	Состав приборного обеспечения
<p>2. РВС темные и светлые н/продукты без понтона и плавающей крышей. Контроль уровня, уровня раздела сред, температуры, объема, плотности, массы. Измерение уровня радарным или многоканальным уровнемером, в т.ч. с контролем базовой высоты емкости.</p>	<p>2.1.</p>  <p>2.2.</p> 	<p>2. Система измерительная управляющая АТМ3 на базе контроллеров А17 или А18.</p> <p>2.1. Состав оборудования: - радарный уровнемер R3-10; - многоточечный термометр с измерением уровня подтоварной воды М11-12; - преобразователи давления Альбатрос р20 и Альбатрос р20 Delta; - контроллер А17/А18.</p> <p>2.2. Состав оборудования: - многоканальный измеритель уровня и температуры М11-12; - преобразователи давления Альбатрос р20 и Альбатрос р20 Delta; - контроллер А17/А18.</p>
<p>Структурные схемы локальных измерительных управляющих комплексов.</p>	<p>2.3.</p>  <p>2.4.</p> 	<p>2.3. Состав оборудования: - измеритель количества жидкости М12; - контроллер А17/А18.</p> <p>2.4. Состав оборудования: - многоканальный измеритель уровня, температуры и количества жидкости М11-18; - контроллер А17/А18.</p>

Таблица 4 (продолжение)

Объект контроля	Технологические схемы контроля	Состав приборного обеспечения
<p>3. РВСн светлые н/продукты с понтоном или плавающей крышей. Контроль уровня, уровня раздела сред, температуры, объема, плотности, массы. Измерение уровня радарным или многоканальным уровнемером</p> <p>Структурная схема комплекса технических средств для территориально-рассредоточенных объектов с базовой топологией типа «звезда» и централизованной обработкой измерительной информации</p>	 <p>3.1.</p>  <p>3.2.</p>	<p>3. Система измерительная управляющая АТМЗ на базе пульта оператора Post4.</p> <p>3.1. Состав «полевого» оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - радарный уровнемер R3-30; - многоточечный термометр с измерением уровня подтоварной воды M11-12; - преобразователь давления Альбатрос p20 Delta; - концентратор Hub2. <p>3.2. Состав «полевого» оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - многоканальный измеритель уровня и температуры M11-12; - преобразователь давления Альбатрос p20 Delta; - концентратор Hub2.
<p>4. РВСн светлые н/продукты с понтоном или плавающей крышей. Контроль уровня, уровня раздела сред, температуры, объема, плотности, массы. Измерение уровня радарным или многоканальным уровнемером</p> <p>Структурные схемы локальных измерительных управляющих комплексов.</p>	 <p>4.1.</p>  <p>4.2.</p>	<p>4. Система измерительная управляющая АТМЗ на базе контроллеров А17 или А18</p> <p>4.1. Состав оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - радарный уровнемер R3-30; - многоточечный термометр с измерением уровня подтоварной воды M11-12; - преобразователь давления Альбатрос p20 Delta; - контроллер А17/А18. <p>4.2. Состав оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - многоканальный измеритель уровня и температуры M11-12; - преобразователь давления Альбатрос p20 Delta; - контроллер А17/А18.

Объект контроля	Технологические схемы контроля	Состав приборного обеспечения
<p>5. РВСп светлые и темные н/продукты с понтоном или плавающей крышей. Контроль уровня, уровня раздела сред, температуры. Измерение уровня радарным уровнемером.</p>	 <p>5.1.</p>	<p>5. Система измерительная управляющая АТМ-3 на базе контроллеров А17 или А18.</p> <p>5.1. Состав оборудования: - радарный уровнемер R3-40/41 с измерительной трубой; - многоточечный термометр с измерением уровня подтоварной воды M11-12; - контроллер А17/А18.</p>
<p>6. РГС – АЗС, склады ГСМ. Контроль уровня, температуры, объема, плотности, массы.</p> <p>Структурные схемы локальных измерительных управляющих комплексов.</p>	 <p>6.1.</p>  <p>6.2.</p>	<p>6. Система измерительная управляющая АТМ3 на базе контроллеров А17 или А18.</p> <p>6.1. Состав оборудования: - многоканальный измеритель уровня, температуры и количества жидкости M11-06; - контроллер А17/А18.</p> <p>6.2. Состав оборудования: - измеритель количества жидкости M12; - контроллер А17/А18.</p>
<p>7. РГС – сжиженные углеводороды. Контроль уровня, температуры, объема, плотности, массы.</p>	<p>АГЗС</p>  <p>7.1.</p>	<p>7. Система измерительная управляющая АТМ3 на базе контроллеров А17 или А18.</p> <p>7.1. Система измерительная управляющая АТМ3 в составе: - измеритель количества жидкости M12; - контроллер А17/А18.</p>