

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**



**КАФЕДРА  
«АВИАТОПЛИВООБЕСПЕЧЕНИЯ  
И РЕМОНТА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»**

**Ю.А.Лукьянов**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТОПЛИВООБЕСПЕЧЕНИЯ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «СОТAS» ФИРМЫ «M+F»**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И  
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ СТУДЕНТОВ 5-го КУРСА ВСЕХ ФОРМ  
ОБУЧЕНИЯ**

Рекомендуется УМО для  
межвузовского использования  
в качестве учебного пособия  
для студентов специальности 160900  
(специализации 160901/8)

**МОСКВА - 2010**

УДК  
ББК  
К

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Московского государственного технического университета ГА

Рецензенты: д.т.н., профессор, Е.А. Коняев.  
к.т.н., доцент, Н.Е. Сыроедов.

### АННОТАЦИЯ

Учебное пособие содержит сведения, охватывающие вопросы построения автоматизированных систем обеспечения топливом и маслами аэропортов и воздушных судов. Вся жизнедеятельность топливозаправочных компаний, включая приём, перекачку, хранение, выдачу и оперативно-коммерческий учёт ГСМ, осуществляется автоматизированной рассредоточенной системой управления.

Система строится на базе аппаратно-программных модулей со стандартными интерфейсами и позволяет значительно уменьшить потери нефтепродуктов и минимизировать затраты по эксплуатации. В учебном пособии приведены описания устройств, принципов работы, варианты применения и эксплуатации, отражены основные характеристики системы «СОТАS», интеллектуальной системы управления с программным обеспечением обработки данных в основных технологических операциях авиатопливообеспечения аэропортов ГА.

Учебное пособие подготовлено в соответствии с рабочей программой по дисциплине **«Автоматизация процессов топливообеспечения»** для студентов дневного и заочного обучения по специальности 160901(08). Оно может быть использовано при подготовке студентов всех форм обучения и специалистов по эксплуатации систем автоматизированного управления потоком топлива на курсах повышения квалификации при кафедре «Авиатопливообеспечения и ремонта летательных аппаратов» МГТУ ГА.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры и методического совета.

К

ББК

ЛУКЪЯНОВ Юрий Анатольевич

«Автоматизация процессов топливообеспечения.

Интеллектуальная система «СОТАS» фирмы «M+F»

Учебное пособие по проведению лабораторных и практических занятий  
студентов 5-го курса всех форм обучения

<b>Содержание</b>	<b>Лист</b>
Введение .....	4
1 Технология фирмы «М+F».....	6
1.1 Общее описание системы COTAS.....	6
2 Технологическое оборудование ТО аэропорта.....	8
2.1 Прием топлива на склад ГСМ аэропорта.....	8
2.1.1 Прием из ж/д цистерн.....	9
2.1.2 Приемная насосной станции.....	13
2.1.3 Модуль воздухоотделителя.....	14
2.1.4 Двухступенчатый агрегат фильтрации.....	15
2.1.5 Информационно-вычислительный комплекс приема топлива-CMS.....	17
2.2 Резервуарный парк.....	18
2.3 Система ЦЗС.....	21
2.3.1 Насосно-фильтрационная станция.....	22
2.3.2 Фидерные (магистральные) линии системы ЦЗС.....	25
2.4 Налив в автоцистерны.....	27
2.4.1 Пункт налива.....	28
2.4.2 Ввод присадок.....	30
2.5 Система MFX-100 для измерения расхода.....	30
2.5.1 Структура.....	30
2.5.2 Работа в самостоятельном режиме.....	31
2.5.3 Работа в составе автоматической системы.....	31
2.5.4 Технические данные (дисплей, клавиатура, корпус, устройство считывания).....	33
2.5.5 Описание клавиатуры.....	34
2.5.6 Описание монитора.....	37
2.6 Налив речных танкеров.....	38
2.7 Налив ж/д цистерн.....	39
2.8 Заправка ВС .....	41
2.8.1 Локальная вычислительная система средств заправки ВС...41	41
2.8.2 MFX-4 Terminal.....	45
2.8.3 Принципиальные схемы гальванической развязки (выходы реле, цифровые выходы, цифровые вход/выход, цифровые входы).....	49
2.8.4 Аналоговые вход/выход.....	52
2.8.5 Импульсные входы.....	54
2.8.6 Передача данных бортовой ЛВС (связь/интерфейсы, оборудование).....	58
2.9 MFX_4 EDI (Ethernet Data Interface – интерфейс передачи данных через Ethernet (описание прибора, поток данных исходных документов, световые диоды).....	60
Варианты сотрудничества.....	62
Литература.....	63

## Введение

Для различных областей применения, фирма «M+F» предлагает готовые информационно-технологические решения комплексной обработки продукта по схеме: транспортное средство (например, нефтепровод) – склад хранения (резервуары) – транспортное средство (например, автоцистерны или ж/д цистерны). Система автоматизации терминалов (у фирмы «M+F» она называется «COTAS») предполагает непрерывное управление движением продукта с выдачей сигнала на шину системы высшего уровня или, например, через систему передачи данных SAP-R3 или ей подобную.

При перевалке и хранении нефтепродуктов происходят значительные потери продукции. Рядом с экономическими убытками возникает еще проблема корректного расчета налога на добычу и ввоз нефти и нефтепродуктов.

Для минимизации этих потерь необходимо сделать установки надежными в эксплуатации. В этих целях точность измерения перевалочных установок (в нефтепроводах, на судах, ж/д. цистернах и автоцистернах) должна быть в значительной степени улучшена.

Сверх того техника установок должна быть проверена на наличие пробелов в безопасности.

Ниже перечислены меры по обеспечению минимизации потерь.

- Расчеты производить всегда на основе базисного объема, для этого необходим учет физических величин (температуры, давления, плотности) для их переоценки на нормальный объем.
- Точный учет количества (лучше, чем 0,15%).
- Точный учет температуры (лучше, чем 0,1°C).
- Точный учет плотности (лучше, чем 0,5 кг/м<sup>3</sup>).
- Сплошной учет количества продуктов.
- Контроль путем перманентной инвентаризации между поступлением, наличием и отходом продуктов.
- Непрерывный контроль за правом доступа посредством системы идентификации, что приводит к контролируемым перевалочным работам.
- Учет всех объемов нефтепродуктов посредством онлайн - системы автоматизации.

Показательный пример резервуарного парка старого исполнения:

размер-	60.000 м <sup>3</sup> (дизель, бензин),
перевалка в день-	2.000 м <sup>3</sup> /день,
неточность установки-	1%,
потеря в день-	20 м <sup>3</sup> ,
расчетная стоимость м <sup>3</sup> -	500 евро/ м <sup>3</sup> ,
потеря в день-	10.000 евро,
потеря в месяц-	300.000 евро,
потеря в год-	3.600.000 евро.

С принятием вышеприведенных мер получается следующий расчет:

размер-	60.000 м <sup>3</sup> (дизель, бензин),
перевалка в день-	2.000 м <sup>3</sup> /день,
неточность установки-	0,15%,
потеря в день-	3 м <sup>3</sup> ,
расчетная стоимость м <sup>3</sup> -	500 евро/ м <sup>3</sup> ,
потеря в день-	1.500 евро,
потеря в месяц-	45.000 евро,
потеря в год-	540.000 евро,
Разница – экономия	3.060.000 евро.

В зависимости от требований проектов «М+F» осуществляет поставки международным покупателям системы в большом многообразии форм. Много проектов поставляется «под ключ», причем покупатель получает товар из одних рук и ответственность за качество комплектной системы четко установлена, что является очень важным критерием в сегодняшней высоко комплексной компьютеризованной окружающей среде.

## 1 Технология фирмы «М+F»

Технологические процессы работы с авиационным топливом, разработанные специалистами фирмы Mess-und Fördertechnik Gwinner GmbH & Co («М+F»), строятся на системном подходе к решению проблем авиатопливообеспечения в аэропортах Гражданской Авиации.

Они отвечают самым высоким требованиям стандартов ИКАО, ИАТА, Европейским и Российским нормам. Концептуально технология разработана по принципу модульного построения системного оборудования.

Целью разработки технологии «М+F» является:

- обеспечение высокого уровня безопасности полетов Гражданских Воздушных Судов (ВС) в сфере деятельности организаций топливообеспечения аэропортов;
- обеспечение бесперебойного снабжения авиационным топливом аэропорта в расчетных объемах поставок;
- обеспечение нормированных сроков и объемов заправок ВС;
- обеспечение чистоты авиатоплива на всех этапах технологических операций в аэропорту;
- ведение технологических и коммерческих учетных операций по учету авиационного топлива в автоматическом режиме;
- полная автоматизация производственных процессов;
- соблюдение правил промышленной безопасности и экологии.

Платформой разработки технологии являются Российские и Международные нормы, правила и стандарты.

Для ее реализации применяются последние достижения в области науки и техники: химии и нефтехимии, материаловедения, электротехники и электроники, программирования и математического моделирования.

Для работы с топливом, технология «M+F» требует наличия высокотехнологичного оборудования, продвинутых технических средств и высоко подготовленного персонала.

## **1.1 Общее описание системы «COTAS»**

«M+F» поставляет как отдельные структурные модули так и полномасштабные комплексы используя для этого собственную продукцию, а также комплектующие элементы других высокотехнологичных производителей.

Технология налива нефтепродуктов включает в себя следующие системы:

- измерение и управление процессом приема нефтепродуктов;
- утилизация паров нефтепродуктов;
- измерение объема и массы нефтепродуктов в резервуарном парке для инвентаризации товарных запасов;
- технологические линии налива, измерения массы и объема, связи с другими автоматизированными системами учета отпускаемых нефтепродуктов;
- управление доступом и системы идентификации для автоматизации процесса отпуска нефтепродуктов;
- специальные технологии налива танкеров и барж;
- системы дозирования, ввода и смешивания присадок;
- насосы, системы управления насосами для подачи нефтепродуктов;
- учет и управление процессами приема, инвентаризации при хранении и выдачи нефтепродуктов.

Задача обеспечения безопасности полетов и своевременного ведения учетно-расчетных операций с клиентурой (поставщиками топлива и авиакомпаниями) являются преобладающими. Для этой цели служит автоматизированная система управления производственными процессами топливозаправочного комплекса «COTAS».

Система «COTAS» является многофункциональной системой управления и ведения учетных операций. В процессе производства производятся высокоточные измерения параметров потока топливной системы аэропорта с помощью полевых измерительных устройств и первичная обработка данных с помощью измерительно-вычислительного комплекса на базе компьютера потока MFX-100 третьего поколения (моноблочного исполнения) и унифицированного измерительного вычислителя MFX-4 для построения рассредоточенных систем.

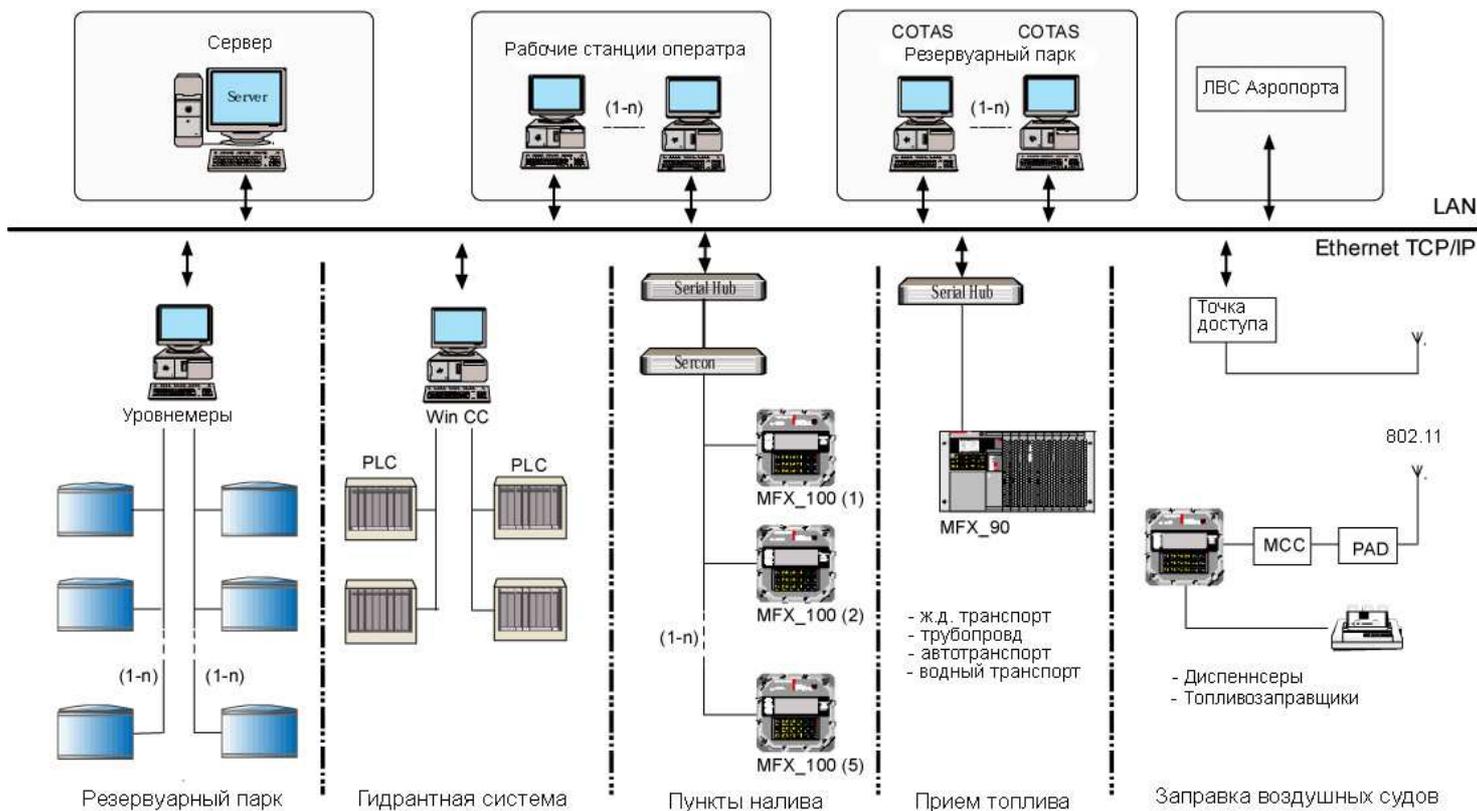


Рис.1 Система управления производственными процессами топливозаправочного комплекса «COTAS»

Вторичная обработка данных, их индикация и выработка управляющих команд производится высоко интегрированной системой COTAS, включая регистрацию и обработку результатов заправочных операций воздушных судов.

Передача данных первичной обработки производится по промышленным вычислительным сетям на серверы и рабочие станции для глубокой обработки информации пользователями административного уровня.

Интеллектуальная система управления производственными процессами «COTAS» строится на основе информационных потоков предприятия и его инфраструктурных подразделений.

Информационные потоки системы управления производством формируются на основании мультипроцессорной обработки данных и их визуализации, поступающих от полевых измерителей (датчиков) всей технологической цепи: при приёме топлива, из резервуарного парка, от системы ЦЗС, пунктов налива и средств заправки воздушных судов.

## 2 Технологическое оборудование ТО аэропорта

Технологическое оборудование, производимое фирмой «M+F», имеет встроенные датчики и микропроцессоры позволяющие получать информацию о протекании процессов приема топлива, перекачек,

фильтрации, хранения и учета технологических запасов, выдачи топлива на заправку и о процессе заправки воздушных судов.

Внутрисистемные связи и решения производятся с помощью типового ряда вычислительного комплекса нового поколения МФХ-4.

На рабочих станциях подсистем решаются локальные задачи управления. Информация, полученная в результате мультипроцессорной обработки данных, по каналам связи поступает в локальные вычислительные сети верхнего, административного уровня обработки данных и принятия решений.

Обмен данными осуществляется при помощи кабельных оптоволоконных сетей типа Ethernet по протоколам передачи данных высшего уровня ТСР/Р.

Для полномасштабного функционирования системы управления и ведения учетных операций системой «СОТАS» требуется исследование и формирование информационных потоков предприятия.

Компоненты для формирования информационных потоков предприятий топливозаправочных комплексов имеются в подразделениях топливозаправочного комплекса аэропорта и являются основой создания интеллектуальных технологий управления предприятием.

## 2.1 Прием топлива на склад ГСМ аэропорта

Прием топлива на склад ГСМ аэропорта выполняется в приемные резервуары с помощью приемной насосной станции, с выполнением последующих процедур по подготовке топлива к выдаче на заправку воздушных судов без промежуточных внутри складских перекачек.



Рис. 2 Прием НП из баржи

Для приведения складского хозяйства на соответствие Международных и Российских норм и стандартов необходимо провести реконструкцию зоны приема топлива, для чего обычно необходимо провести следующие проектные и строительные-монтажные работы:

- расширить фронт слива;
- предусмотреть строительство нового приемного коллектора;
- для обеспечения исполнения стандартных процедур входного контроля качества, предусмотреть закрытую систему отбора проб для каждого сливного устройства;
- предусмотреть в районе сливной эстакады установку двух горизонтальных резервуаров (подземного горизонтального резервуара для аварийного слива и надземного горизонтального возвратного резервуара для возврата топлива в производственный процесс после аварийного слива- дренаживания и получения паспорта качества).

### 2.1.1 Прием из ж/д цистерн

Реконструкция сливной ж/д. эстакады производится в соответствии с нормативными требованиями к подъездным железнодорожным путям, оборудованные установками для нижнего слива нефти и нефтепродуктов по ГОСТ 18194-79 (УСН). Для аварийного слива топлива, в зависимости от фронта слива, дополнительно предусматриваются установки верхнего слива (УСВ).



Рис. 3 Узел учёта при сливе НП из ж/д цистерн

Для полного учета поступившего топлива, сливной коллектор проектируется под полную раскачку остатков по технологии приема “сухой коллектор”.

Технология сухого коллектора предусматривает измерение количества поступившего топлива в точке “перехода собственности” для чего слив топлива производится в пустой коллектор и его раскачку по окончании сливных операций.

Точкой перехода собственности является клапан модуля воздухоотделителя.

Управление процессом раскачки коллектора полностью автоматизировано и производится по сигналам интеллектуального датчика давления и расхода.

Результаты мультипроцессорной обработки данных контроллером MFХ-4 поступают на рабочую станцию оператора сливной железнодорожной эстакады для проведения учетных коммерческих операций поступившего топлива.

Диаметр сливного приемного коллектора определяется по гидравлическому расчету на основании исходных данных и изготавливается из труб с внутренним эпоксидным покрытием или нержавеющей стали. Для проведения аварийно-восстановительных работ и проведения вспомогательных операций с топливом, прокладывается дренажная система. На площадке сливной эстакады устанавливается аварийный (дренажный) и возвратный резервуары с двойными стенками.

Дренажный резервуар устанавливается на случай аварийного слива железнодорожных цистерн, сбора проливов и проб для визуального контроля качества. Возвратный резервуар предназначен для подготовки топлива к возврату в технологический процесс после его паспортизации.

Устанавливается стандартная дыхательная арматура. Производится расчет противопожарных мероприятий и в полном объеме выполняется соответствующий раздел проекта.

Сливная ж/д. эстакада комплектуется стандартными противопожарными средствами.

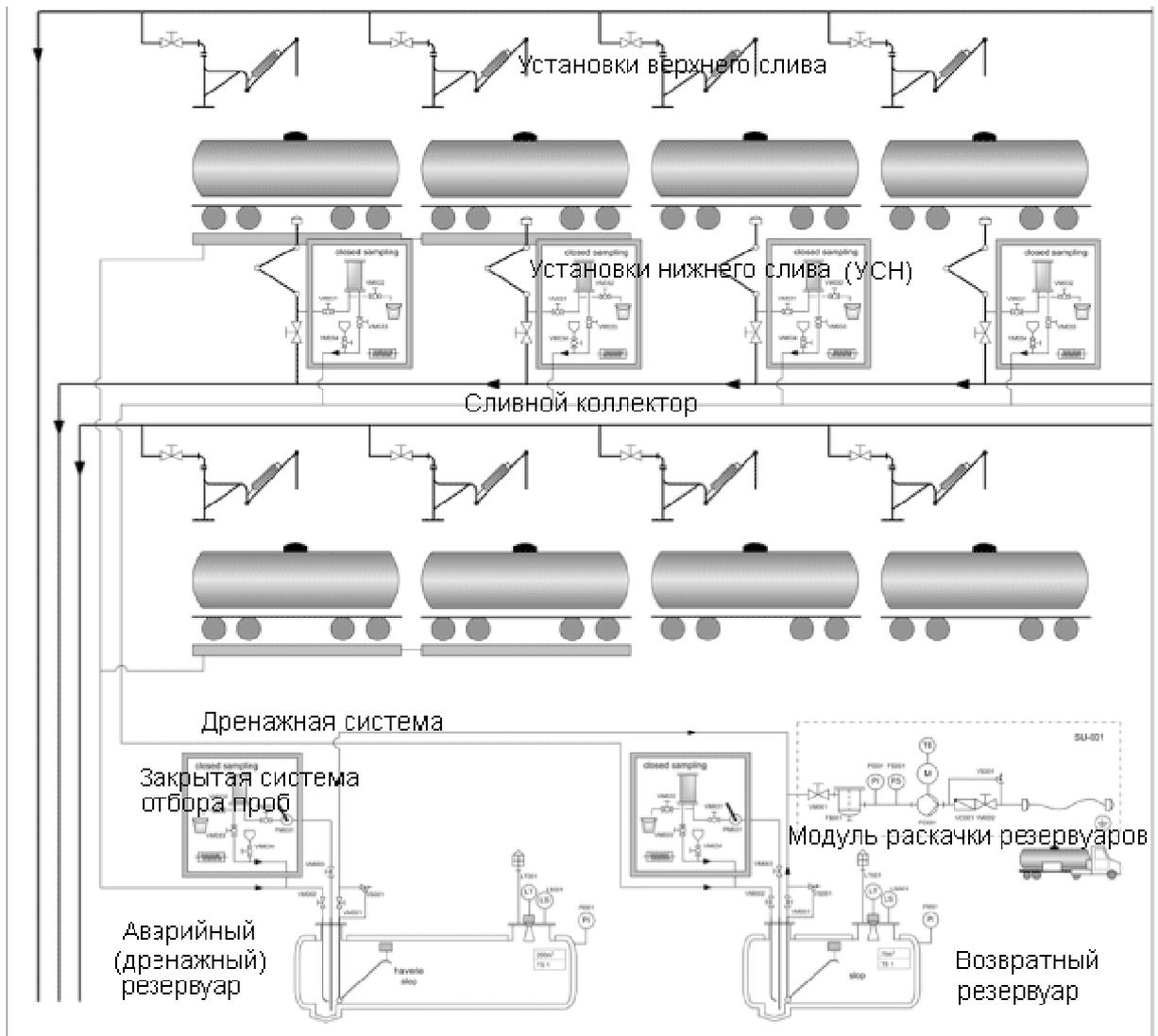


Рис. 4 Принципиальная схема сливной ж/д. эстакады

Топливо, поступающее в аварийный (дренажный) и возвратный резервуар измеряется радарными или сенсорными уровнемерами и учитывается рабочей станцией в сумме принятого топлива в общем балансе топливозаправочного комплекса.

Входной контроль качества производится с использованием закрытой системы отбора проб.

Для производства входного контроля качества выполняются следующие тесты:

- визуальный контроль качества – цвет, яркость, наличие механических примесей;
- инструментальный контроль качества – плотность, температура, наличие воды и механических примесей;
- забор проб для лабораторного анализа.

Для визуального контроля качества топлива применяются стандартные 4-х литровые емкости, выполненные из прозрачного стеклопластика, позволяющего визуально наблюдать наличие воды и

механических примесей, а также показания приборов (термометра и ареометра).

Устройства закрытой системы отбора проб и соответствующая трубная обвязка, устанавливаются в местах, обозначенных на принципиальной схеме сливной железнодорожной эстакады.

Для ведения непрерывного контроля плотности поступающего продукта, ее индикации, регистрации и сигнализации отклонений от стандартных значений, устанавливается Модуль контроля качества.

В модуле контроля качества в качестве датчика используется измеритель плотности DIMF 1,3, который устанавливается на приемном коллекторе сливной железнодорожной эстакады.

Индикация значений параметра вынесена на жидкокристаллический дисплей.

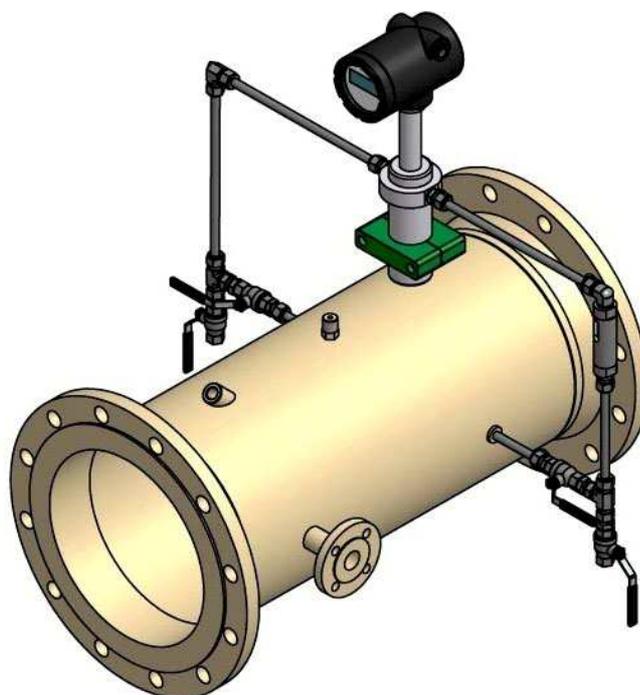


Рис. 5 Модуль контроля качества

Предупреждающие и аварийные сигналы подаются в блок управления для формирования световых и звуковых сигналов. В случае необходимости, формируется сигнал блокировки приемного коллектора.

Модуль работает совместно с системой управления воздухоотделителем или автономно. Он монтируется на раме воздухоотделителя или в любом другом месте на приемном коллекторе совместно с запорной арматурой.

Прием авиатоплива в топливную систему аэропорта ведется через сливные коллекторы с помощью приемной насосной станции. Приемная насосная станция комплектуется насосными агрегатами с интегрированными узлами управления потоком топлива и защитными

устройствами насосных агрегатов и трубопроводов от избыточного давления, вибраций и перегрузок. Всасывающая линия насосных агрегатов защищена от попадания сторонних предметов сетчатым фильтром.

Для защиты насосов от "сухого пуска", на коллекторе устанавливается датчики сухого пуска. С целью предотвращения разрушения фильтрующих элементов микрофильтров и фильтров водоотделителей, в шкафах управления насосных агрегатов МСС устанавливаются блоки "мягкого пуска". Защита напорного коллектора и трубопроводов от нерасчетных нагрузок, возникающих при перепадах температуры, производится перепускными клапанами, установленными на насосном модуле. Кроме того, каждый модуль оборудуется аварийными клапанами закрытия напорной линии с пневматическим или электрическим приводом.

### 2.1.2 Приемная насосная станция

Согласно требованиям Российской нормативной документации, насосные агрегаты оборудованы датчиками уровня вибрации, датчиками температуры подшипников насоса, датчиками температуры обмоток электродвигателей и эластичными муфтами.

Учет наработки агрегатов осуществляется датчиками наработки моточасов, которые устанавливаются в шкафу управления.

Для предотвращения возникновения "обратного потока" со стороны напорной линии, на насосных агрегатах устанавливаются обратные клапаны. Контрольно – измерительные приборы насосных агрегатов позволяют контролировать и регистрировать параметры потока.

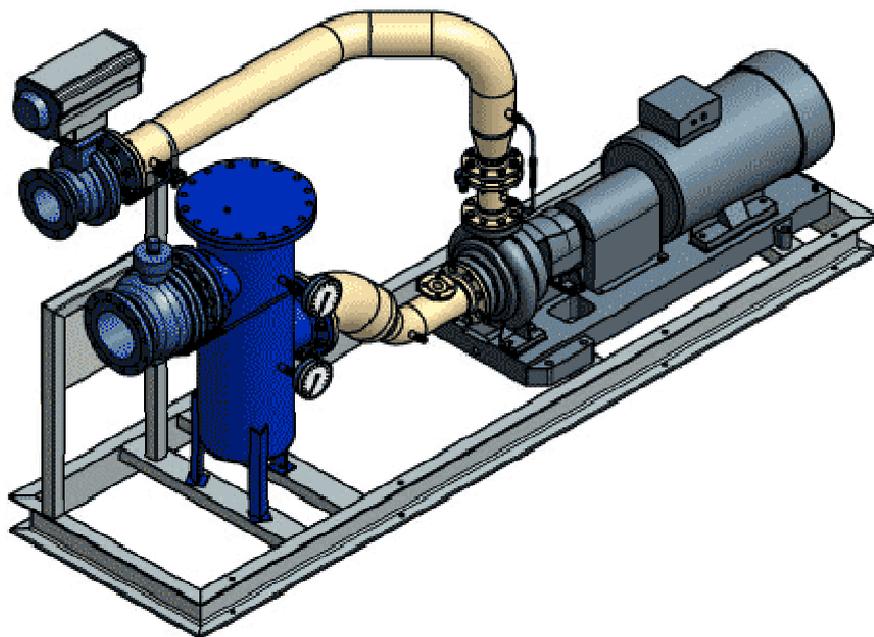


Рис. 6 Приемный насосный агрегат производства фирмы «М+F»

Производительность, мощность и другие характеристики насосного агрегата определяются по исходным данным заказчика. Комплектующие изделия и узлы агрегата подбираются только от высокотехнологических производителей. Агрегат проходит заводскую сборку на монтажной раме, проводятся заводские испытания, и комплектуется технической документацией.

### **2.1.3 Модуль воздухоотделителя**

Модуль воздухоотделителя предназначен для удаления “воздушных пробок” в коллекторе слива, образовавшихся в результате неравномерного открытия донных клапанов ж/д. цистерн. Управление автоматизацией процесса раскачки железнодорожных цистерн производится по сигналам интеллектуальных датчиков параметров потока. Образование “воздушных пробок” в коллекторе приводит к большим погрешностям измерения и разрушению лопаток счетчиков для измерения объема и массы топлива.

Управление модулем отделения воздуха от потока топлива полостью автоматизировано с использованием волнового уровнемера и сигнализаторов предельного уровня. Для исключения потерь поступившего топлива, модуль воздухоотделителя заблокирован с насосом раскачки сливного коллектора. Интеллектуальный датчик измерения параметров потока производит управление работой продуктовых насосов и насоса раскачки коллектора до полного “опустошения” коллектора слива и регистрации объема и массы поступившего топлива в “точке перехода собственности”.

Автоматизация управления работой модуля производится программируемым логическим контроллером с контролем системой визуализации, что позволяет полностью автоматизировать процесс приема топлива по количественным и качественным показателям.

Конструктивные особенности и размеры воздухоотделителя определяются расчетом по характеристикам сливной железнодорожной эстакады и приемного коллектора. Воздухоотделитель проходит заводскую сборку на монтажной раме, заводские испытания и комплектуется технической документацией.

Насосная станция должна быть оборудована двухступенчатыми модульными агрегатами фильтрации топлива.

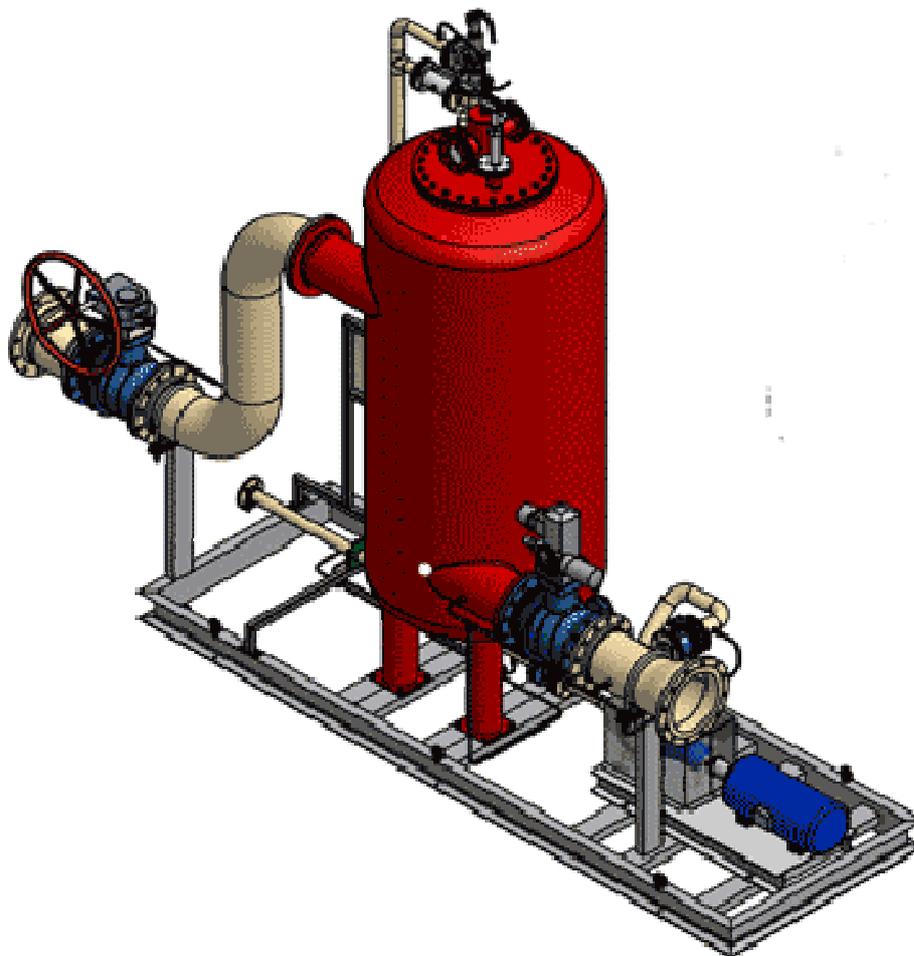


Рис. 7 Общий вид воздухоотделителя

#### 2.1.4 Двухступенчатый агрегат фильтрации

Агрегаты фильтрации предназначены для очистки поступающего топлива от воды и механических примесей. Первая ступень агрегата производит микрофильтрацию топлива по нормам API/IP 1590, 2e издание, Апрель 2002, вторая ступень производит отделение воды и окончательную фильтрацию топлива по нормам API/IP 1581, 5e издание, июль 2002.

Модули системы фильтрации оборудованы диафрагменными клапанами для защиты фильтрующих элементов от “гидравлических ударов”. Закрытая система отбора проб с присоединением на 2 точки Микрофильтра и на 3 точки Фильтра водоотделителя позволяет производить отбор проб для визуального и лабораторного контроля качества топлива.

Система визуализации WinCC позволяет оператору вести контроль состояния системы фильтрации и определять тренды по замене фильтрующих элементов.

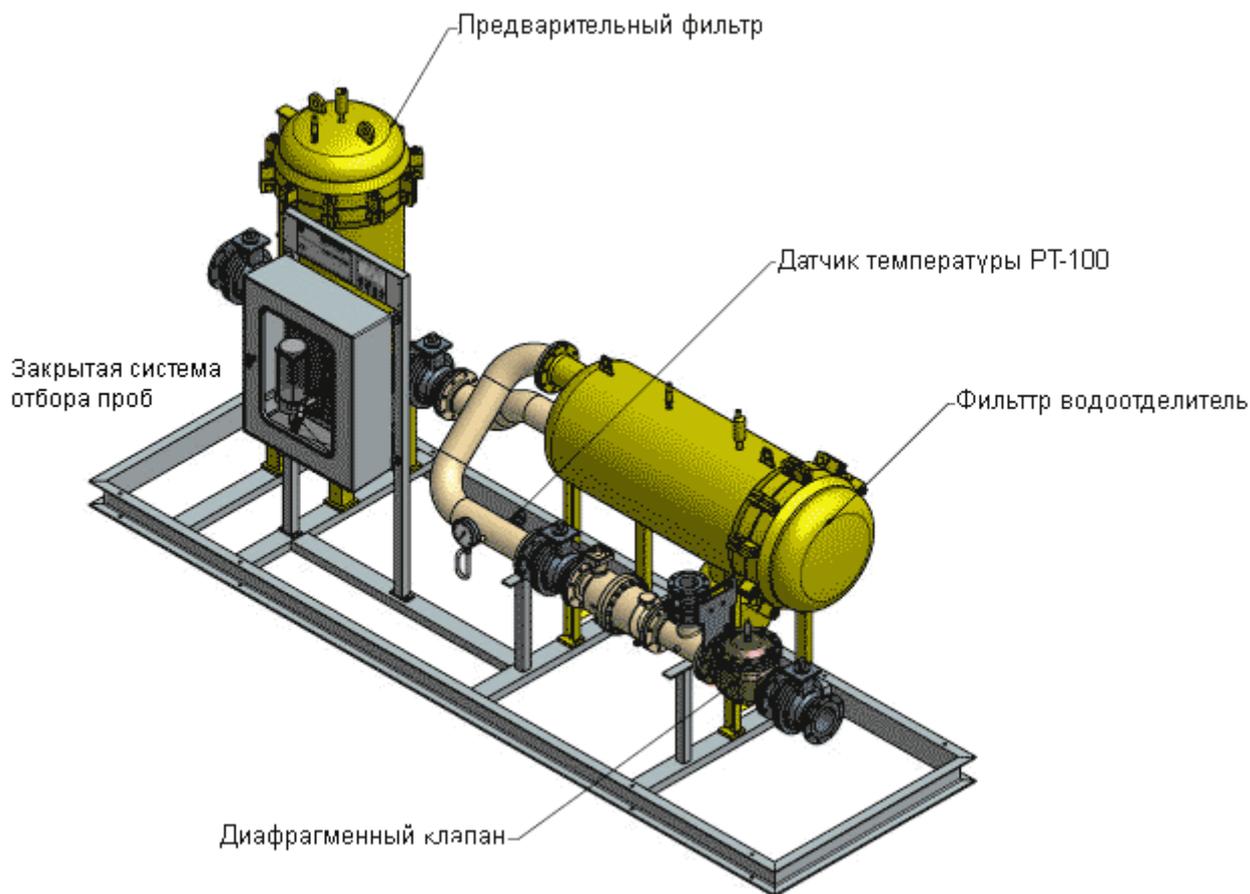


Рис. 8 Общий вид фильтрационного модуля приемной насосной станции

Фильтрационные модули оборудуются всеми необходимыми вспомогательными аксессуарами для управления и контроля процессов фильтрации топлива и проходят заводскую сборку на монтажной раме, заводские испытания и комплектуется технической документацией.

### 2.1.5 Информационно-вычислительный комплекс приема топлива – CMS

Измерения количества поступившего топлива производятся с помощью измерительно-вычислительного комплекса CMS производства фирмы «М+F».

На приеме устанавливается измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) общей производительностью 600 м<sup>3</sup>/час с единичной мощностью 200 м<sup>3</sup>/час. Измерительно-вычислительный комплекс предназначен для измерения и регистрации объема и массы топлива.

ИВК комплексы устанавливаются на сливной железнодорожной эстакаде для измерения поступающего топлива, в насосной станции для заправки топлива в трубопроводы системы ЦЗС, а также на пунктах налива при автоматизированном и ручном наливке аэродромных

топливозаправщиков. Измерительно-вычислительный комплекс CMS позволяет: измерять и регистрировать объем, массу и температуру топлива, производить температурную компенсацию измеренного топлива с приведением показателей топлива к температуре +15°C (или +20°C), а также выдавать управляющие и аварийные сигналы в систему управления и противоаварийной защиты.

На линии выхода устанавливаются цифровые диафрагменные клапаны для выравнивания потока от скачков уплотнения и отсекаания заданной порции прокачки. Первичная обработка информации производится вычислителями MFX-4, которые производят следующие вычислительные операции:

- объем при фактической температуре;
- объем при температуре приведенной к +15° или +20С°;
- масса при фактической температуре;
- масса при температуре приведенной к +15° или +20С°;
- регистрация данных измерений.

Пересчет объема и массы к приведенной температуре производится по нормативным коэффициентам температурной компенсации.

Передача информации между вычислителями MFX-4 и рабочей станцией (сервером) осуществляется через шину RS485.

Комплектующие изделия и узлы агрегата подбираются только от высокотехнологических производителей. Узлы учета проходят заводскую сборку на монтажной раме, проводятся комплексные заводские испытания и комплектуются технической документацией.

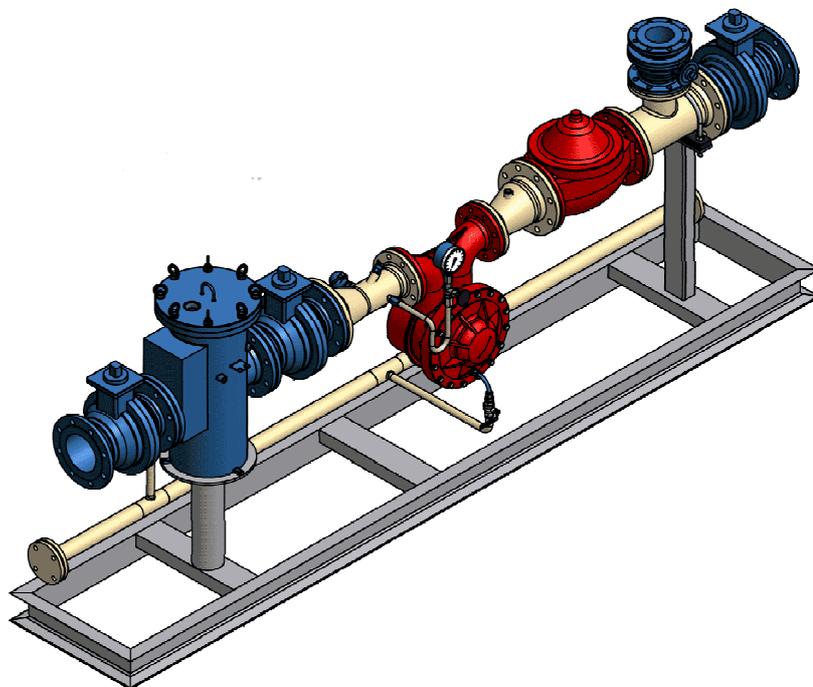


Рис. 9 Узел учета CMS для приема топлива из ж/д цистерн

## 2.2 Резервуарный парк

В резервуарном парке (см. рис. 10) используются резервуары с фиксированными каркасными крышами и коническим двойным днищем с уклоном к центру вместимостью 1000м<sup>3</sup> и 2000м<sup>3</sup>. Днище резервуара имеет систему контроля герметичности днища, обогрев приямка и горизонтальную платформу для калибровки уровнемеров. На стенках устанавливаются воротниковые фланцы ГОСТ 12821-80 для крепления люков и входных/выходных патрубков.



Рис. 10 Резервуарный парк

Для выполнения всего комплекса технологических операций и безопасной эксплуатации резервуарного парка предусматривается оснащение следующими устройствами и оборудованием:

- дыхательной арматурой;
- датчиками и приборами измерения уровня и измерения температуры;
- плавающими устройствами верхнего забора;
- системой отбора проб;
- клапанами двойного запираения для предотвращения межрезервуарного перетекания топлива по внутренней трубопроводной системе парка;
- противоаварийной системой защиты;
- устройствами обеспечения пожарной безопасности;
- устройствами молниезащиты.

Автоматизированная система управления «COTAS», обеспечивает определение объема и массы технологических запасов топлива, а также выдачу управляющих и аварийных сигналов при наполнении и раскочке резервуара.

Система «COTAS» обеспечивает работу автоматизированного распределительно-запорного узла резервуарного парка для автоматического переключения очередных резервуаров.

Готовность к выдаче топлива на заправку определяется автоматически по данным рабочей станции ввода паспорта качества на резервуар.

В качестве приборов измерения и контроля уровня применяются уровнемеры радиолокационного, поплавкового, ультразвукового и иного принципа действия.

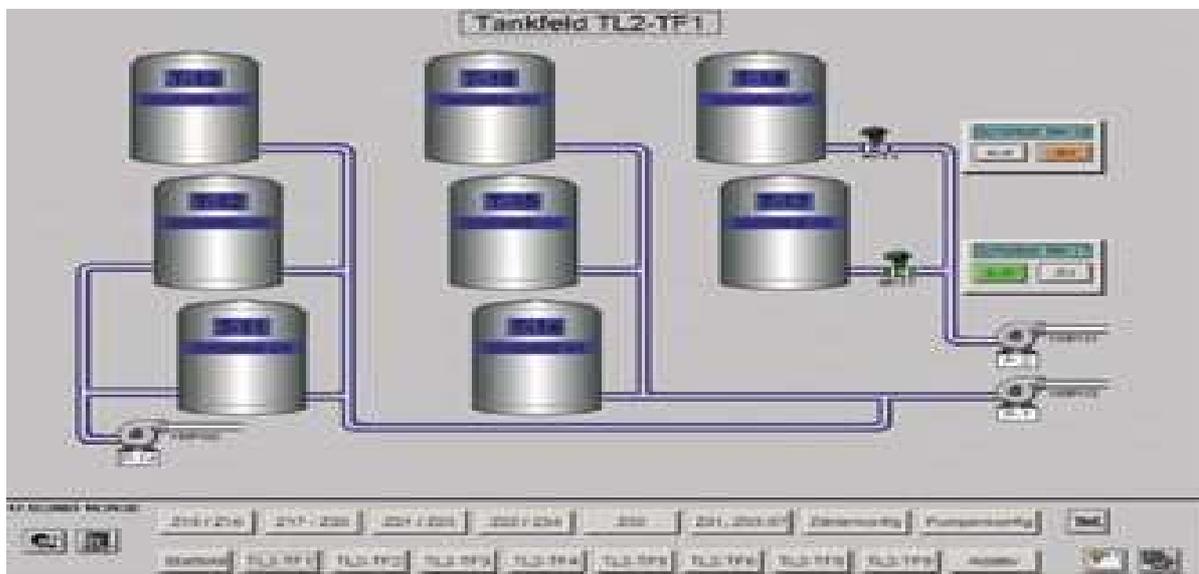


Рис. 11 Автоматизированная система резервуарного парка (пульт оператора)

В качестве системы противоаварийной защиты резервуара, применяются ультразвуковые сигнализаторы предельного уровня с двухпозиционным реле.

Сигнализаторы выполняют функции предотвращения переполнения резервуаров, звуковой и световой сигнализации, а также сигнализации о достижении нижнего уровня «мертвых остатков» при выработке из резервуара.

Плавающие устройства верхнего забора топлива присоединяются к выходным патрубкам и предназначены для обеспечения забора топлива из верхних слоёв резервуаров при их выработке.



Рис. 12 Плавающее устройство верхнего забора

На входных и выходных патрубках резервуаров устанавливаются пробковые краны с двойным уплотнением DBB (Требование JIG Issue 8, Guidelines for Aviation Fuel Quality Control & Operating Procedures for Joint Airport Depots).

Имея специальное двухстороннее уплотнение и распорный привод, пробковые краны обеспечивают герметичность запирания линии и предотвращают перетекание топлива между резервуарами во время наполнения, отстоя и выработки.

Параллельно пробковому крану устанавливаются защитные клапаны от термического расширения продукта при суточных колебаниях температуры.

Система отбора проб из резервуара с телескопической подвеской, крепится к плавающему заборному устройству и обеспечивает забор проб с нижней, средней, верхней и донной точек резервуара независимо от уровня налива резервуара.

Через воротниковые фланцы резервуара, линия отбора проб выводится к пробоотборнику резервуара. Пробоотборник резервуара позволяет производить визуальные тесты, производить экспресс анализы топлива и брать пробы для лабораторных исследований с целью выдачи разрешения на заправку (паспорта качества).

В холодное время года в приемке отстойника резервуара возможно скопление воды, образовавшейся в результате отстоя топлива и ее примерзание. Для предотвращения примерзания воды, в отстойнике приемка устанавливается система обогрева с электрическими греющими кабелями.

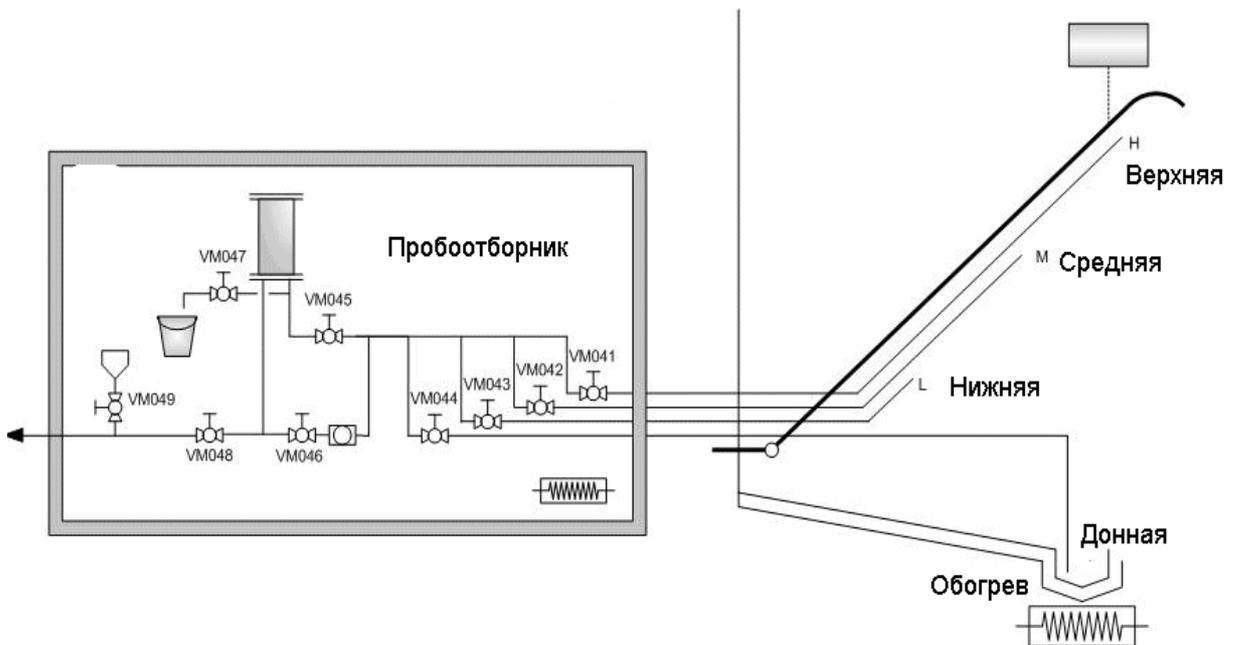


Рис. 13 Схема системы отбора проб

Для предотвращения напряжений в трубопроводах, на входных и выходных фланцах резервуара устанавливаются металлические компенсаторы.

Система пожарной безопасности и молниезащиты проектируется и монтируется специализированной организацией, имеющей аккредитацию Ростехнадзора.

### 2.3 Система ЦЗС

Система ЦЗС предназначена для заправки воздушных судов с помощью заправочных агрегатов и представляет собой сложное инженерное сооружение проектирование и строительство которого требует специальных знаний и опыта.

Важным элементом системы ЦЗС является система управления работой насосной станции. Система управления позволяет выдерживать постоянство напорных характеристик насосной станции для всех гидрантных колодцев в зоны обслуживания воздушных судов.

При проектировании системы ЦЗС составляется математическая модель системы ЦЗС, производится ее гидравлический расчет и конфигурирование под инфраструктуру аэропорта.

В состав систем ЦЗС аэропорта входят следующие элементы инфраструктуры топливозаправочного комплекса:

- 1 насосно-фильтрационная станция с системой управления;
- 2 фидерная линия;
- 3 технологические камеры;
- 4 разветвленная трубопроводная система терминала для подачи топлива к местам стоянок воздушных судов и пунктам налива;
- 5 гидрантные колодцы;
- 6 передвижные средства заправки;
- 7 пункты налива аэродромных топливозаправщиков.

### 2.3.1 Насосно-фильтрационные станции

Для оптимальной прокачки нефтепродуктов, особенно в пиковое время, в резервуарный парк и обратно, требуется очень внимательное планирования работы насосных станций, которые рассматриваются как часть автоматизированной системы.

М+F производит проектирование и комплексную поставку необходимых насосов, включая необходимые системы управления, которые адаптированы под конкретные задачи.



Рис. 14 Насосная станция

Насосно-фильтрационные станции модульной конструкции с блоками частотного регулирования числа оборотов в системе управления для обеспечения постоянства давления и расхода.

Основные требования к насосным станциям для систем ЦЗС:

- снижать величину ударной волны – гидроудара;
- обеспечивать постоянство напорных характеристик;
- минимизировать время реакции на изменение потребного расхода.



Рис. 15 Насосная станция в арктическом исполнении для эксплуатации в Сибири

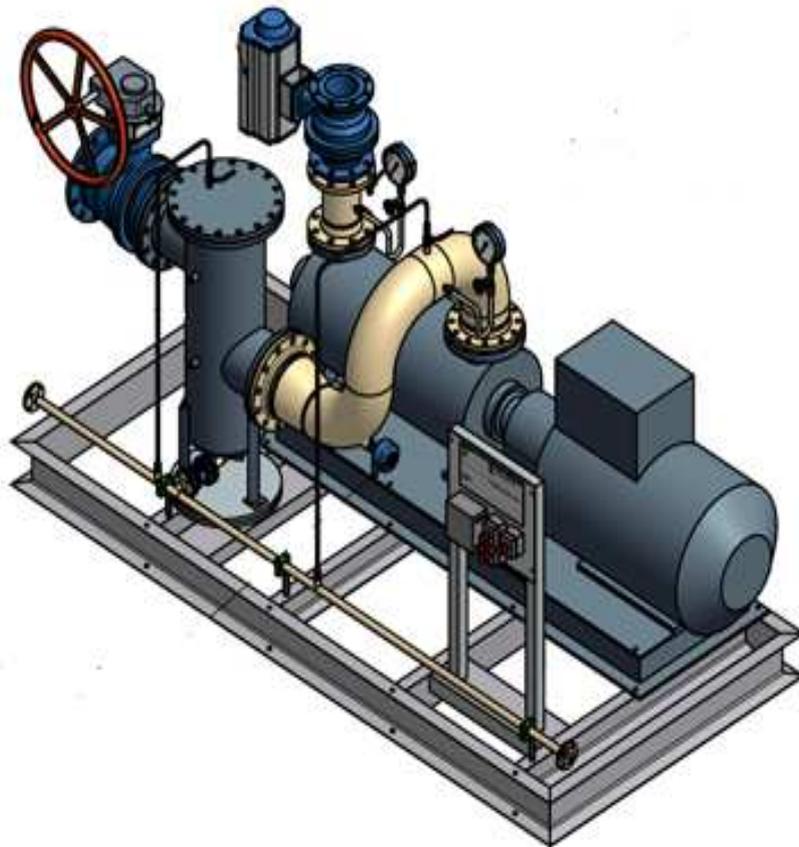


Рис. 16 Насосный агрегат системы ЦЗС производительностью 250 м<sup>3</sup>/час

Насосные агрегаты гидрантных систем функционируют совместно с фильтрационными модулями и системой управления.

Фильтрационный модуль системы ЦЗС обеспечивает:

- двухступенчатую фильтрацию топлива (первая ступень - Микрофильтр для фильтрации топлива по нормам API/IP 1590, 2е издание, вторая ступень - Фильтр Водоотделитель для фильтрации топлива и отделения воды по нормам API/IP 1581, 5е издание, июль 2002);
- измерение фактического расхода топлива в системе ЦЗС для формирования сигналов управления частотой оборотов насосных агрегатов системой управления;

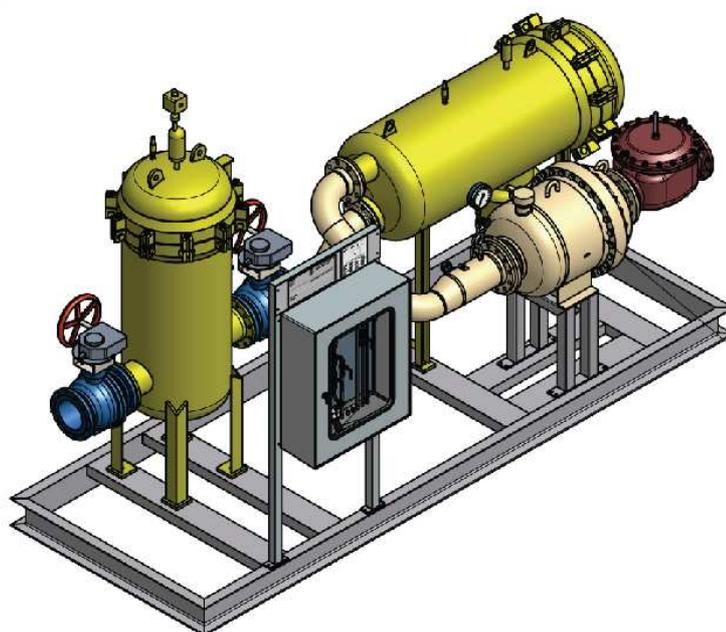


Рис. 17 Фильтрационный модуль системы ЦЗС

- регулирование расхода и давления топлива в гидрантной системе в заданных пределах;
- уменьшение скачков уплотнения в системе до номинальных значений;
- взятие проб в потоке во всех контролируемых точках фильтрационного модуля для визуального и лабораторного контроля качества.

Модули системы фильтрации оборудованы диафрагменными клапанами для защиты фильтрующих элементов от “гидравлических ударов”.

### 2.3.2 Фидерные (магистральные) линии системы ЦЗС

Фидерные (магистральные) линии системы ЦЗС строятся в многотерминальных аэропортах с выделением локальных зон обслуживания (грузовых терминалов, технических центров, почтово-грузовых комплексов и т.д.). Они оборудуются распределительными технологическими камерами с блоками автоматики системы управления, обеспечивающие автоматическое управление запорной арматурой.

Гидравлический расчет фидерной линии производится по заявленным данным аэропорта с учетом программы развития на перспективу. Надо учитывать, что при перспективном планировании объемов перевозок, по разным причинам, невозможно увеличить подачу топлива по фидерным линиям на вновь строящиеся терминалы или зоны обслуживания, поэтому необходимо тщательно подходить к прогнозным данным аэропорта.

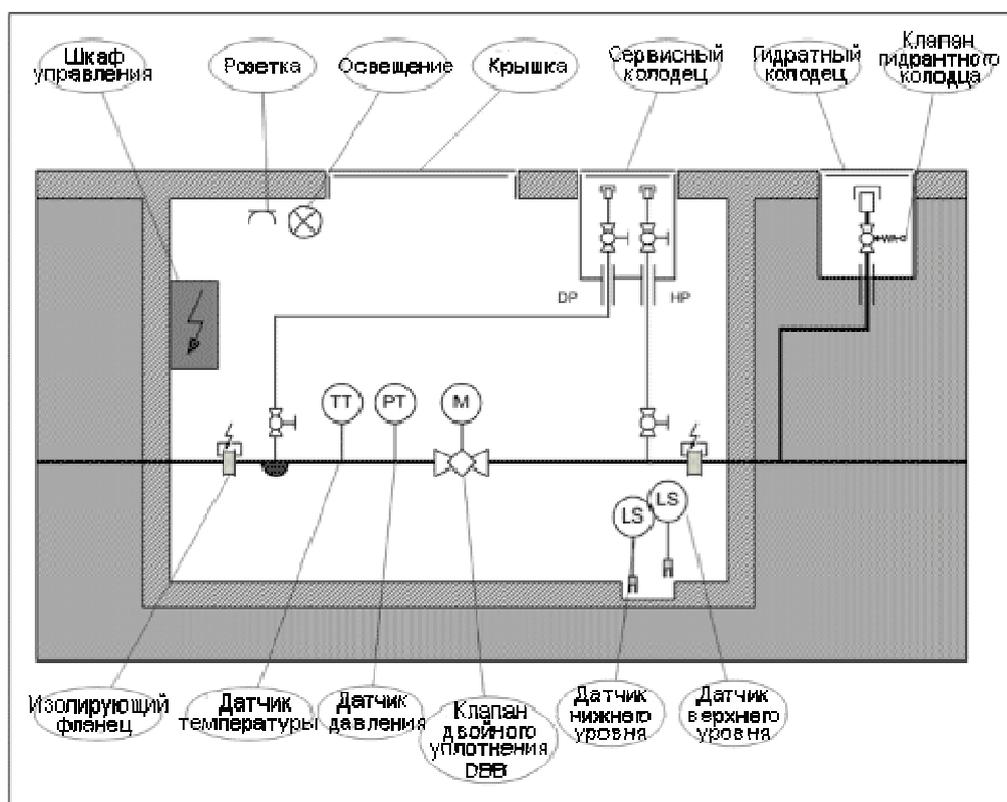


Рис. 18 Технологическая камера системы ЦЗС

В технологических камерах фидерной линии и локальных зон обслуживания воздушных судов, также устанавливаются клапаны двойного уплотнения (ДВУ) для системы мониторинга герметичности трубопроводов системы ЦЗС. Периодической проверке подвергаются трубы, фитинги, запорная арматура и сварные соединения. Клапаны двойного уплотнения с электроприводом управляются системой тестирования трубопроводов, расположенной в технологической камере.



Рис. 19 Крышка технологической камеры гидратной системы

Технология тестирования M+F основана на применении многофакторного математического аппарата для анализа величин изменения перепада давления и температуры при появлении микротрещин в трубопроводах.

Для этого в камерах устанавливаются дистанционные датчики для измерения давления и температуры. Обработка данных тестирования трубопроводов и получение результатов выполняется по специальным программам на рабочей станции системы.

С целью предотвращения повреждений трубопроводов блуждающими токами, в местах присоединения технологических камер устанавливаются изолирующие фланцы катодной системы.

Горизонтальный профиль системы ЦЗС формируется с учетом образования верхних и нижних точек с выводом их в сервисные колодцы для сброса воздушных пробок, а также визуального и лабораторного анализа чистоты топлива в системе ЦЗС. Сервисные колодцы оборудованы специальными клапанами сброса воздуха и отбора воды и периодически проверяются персоналом с помощью передвижных сервисных агрегатов.

В камерах устанавливаются шкафы системы управления, поэтому технологические камеры проектируются со специальным приемком для сбора конденсата и оборудуются системой сигнализации о наличии воды.

Крышка технологической камеры надежно герметизирована и оборудована гидравлическим приводом сервисной машины и поднимается с помощью гидропривода сервисной машины. Имеет защитное оборудование для безопасной работы персонала.

На стоянках воздушных судов устанавливаются гидрантные колодцы системы заправки.

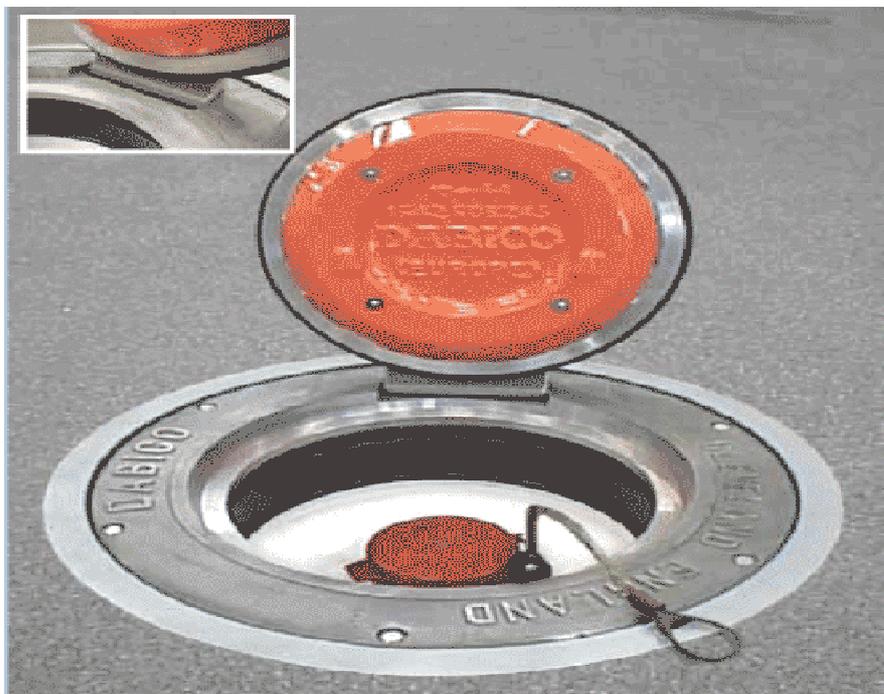


Рис. 20 Гидрантный колодец системы ЦЗС

Гидрантные колодцы оборудуются клапанами рукавов заправочных агрегатов с регулирующей аппаратурой.

#### 2.4 Налив автоцистерн

Поставка нефтепродуктов из нефтебаз большинству потребителей производится авто цистернами по дорогам общего пользования. Поэтому автоцистерны являются основными передвижным средством доставки нефтепродуктов в цепи поставок нефтебаза- потребитель.



Рис. 21 Автоцистерна

Экономическая эффективность использования автоцистерн зависит от оптимального функционирования системы налива. К наливным эстакадам предъявляются высокие требования по точности измерения при наливке нефтепродуктов, безопасность налива нефтепродуктов, простота и удобство в эксплуатации.

Дополнительно к комплектным системам, M+F поставляет ноухау для всех компонентов от технологии налива и измерения при отпуске нефтепродуктов до соответствующих интерфейсов для связи с различными автоматизированными системами.

#### 2.4.1 Пункт налива



Рис. 22 Пункт налива автоцистерн

Нижний налив аэродромных топливозаправщиков производится автоматизированными пунктами налива, обеспечивающими требования к топливу, подготовленному к выдаче на заправку по нормам API\PI 1581, 5 издание, Категория С, тип S.

Управление пунктами налива производится измерительным вычислителем MFX-100 с температурной компенсацией или унифицированным пультом управления и контроля нового поколения MFX-4.

Применение вычислителя MFX-4 позволяет выполнять следующие функции:

- ведение учетных операций с топливом и ПВК жидкостью с учетом температурной компенсации;
- управлением вводом ПВК жидкости с заданной дозировкой;
- дозированный налив топливозаправщиков топливом;
- управление насосом закачки топлива при дозированном наливке;
- управление отсекающим дискретным мембранным клапаном налива;
- замер сопротивления цепи контура заземления топливозаправщик- пункт налива;
- определение предельного уровня налива топливозаправщика;

- блокировка стороннего насоса при превышении предельного уровня налива топливозаправщика и превышении/понижении сопротивления цепи контура заземления.

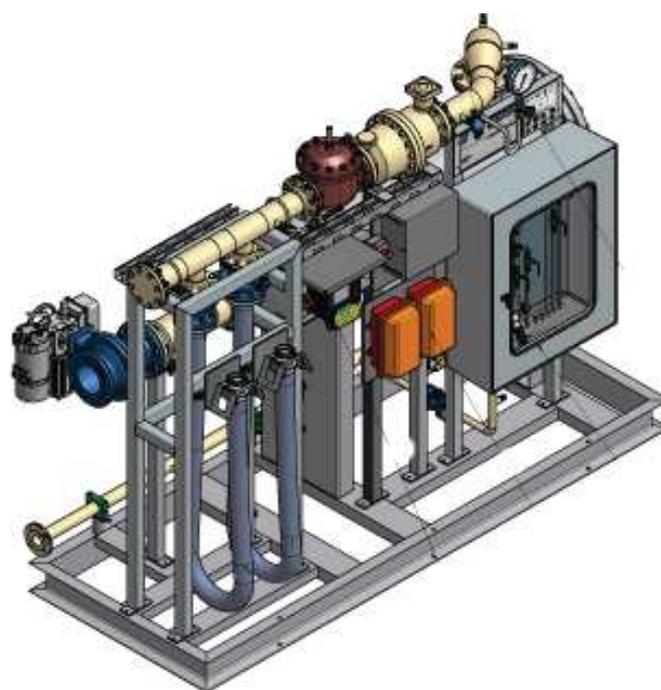


Рис. 23 Автоматизированный пункт налива аэродромных топливозаправщиков, производства фирмы «М+F»

Для ведения учетных операций с топливом и ПВК жидкостью, применяются лопастные или роторные счетчики с датчиками импульсов. Мультипроцессорная обработка данных с температурной компенсацией производится вычислителем MFХ-4 или компьютером потока третьего поколения MFХ- 100.



Рис. 24 Рабочая станция оператора пункта налива.

Управление работой группы пунктов налива, выполнение учетных и коммерческих операций осуществляется с рабочей станции оператора пунктов налива.

Пункты налива проходят заводскую сборку на монтажной раме, проводятся комплекс заводских испытаний и комплектуются технической документацией.

## **2.4.2 Ввод присадок**

Ввод присадок обычно производится путем налива некоторых компонентов в емкости резервуарного парка, где в последствии производится их смешивание.

Этот метод имеет достаточно много недостатков, что приводит к ухудшению качества отпускаемых нефтепродуктов. Разработанный и внедренный фирмой M+F инъекционный метод ввода присадок в процессе налива в настоящее время приобретает все большее значение.

Системы ввода присадок спроектированы и изготовлены для точной дозировки и инъекции присадок в поток нефтепродуктов в зависимости от количества компонентов.

M+F поставляет модульные системы ввода присадок CBU, которые могут вводить до 10 различных присадок в линию подачи как параллельно так и последовательно обеспечивая при этом высокую точность дозировки.

Управление системой осуществляется непосредственно компьютером управления потоком MFХ - 100.

## **2.5 Системы MFХ – 100 для измерения расхода**

### **2.5.1 Структура системы MFХ - 100**

MFХ - 100 представляет собой компактную модульную систему регистрации измеренных значений третьего поколения, предназначенную для перегрузки продуктов химии и нефтехимии в очень точных диапазонах. Она может использоваться как отдельно, так и в составе автоматических систем [например, COTAS NT].

Система может быть на выбор: установлена на наливную платформу или встроена в контрольно-измерительный щит.

MFХ - 100 не только обрабатывает данные «температура-количество», но и имеет функции «SPS», функцию управления присадкой и узел считывания с карточек, и таким образом, представляет собой полностью интегрированное комплексное решение для процесса перегрузки.

Через шинную коммуникацию могут быть соединены в сеть до 32 систем.

При этом MFХ\_100 позволяет выполнять контроль посредством идентификации оператора и транспортного средства, управляет насосами и клапанами в установке, управляет синхронным добавлением присадок,

печатает транспортные документы и исходные документы и с помощью опций может быть оснащена устройством для беспроводной коммуникации.

### 2.5.2 Работа в самостоятельном режиме

MFХ\_100 может обеспечивать комплексное управление процессом перегрузки даже в самостоятельном режиме (рис.1) без включения в центральную автоматическую систему.

Все процессы перегрузки вплоть до получения транспортного документа легко управляются через меню оператора и контролируются посредством идентификационного PIN-кода пользователя.

Таким образом, гарантируется возможность работы оборудования даже при выходе из строя автоматической системы.

Во время работы в самостоятельном режиме все действия, связанные с другими компонентами централизованной системы (транзакции), сохраняются в памяти MFХ\_100.

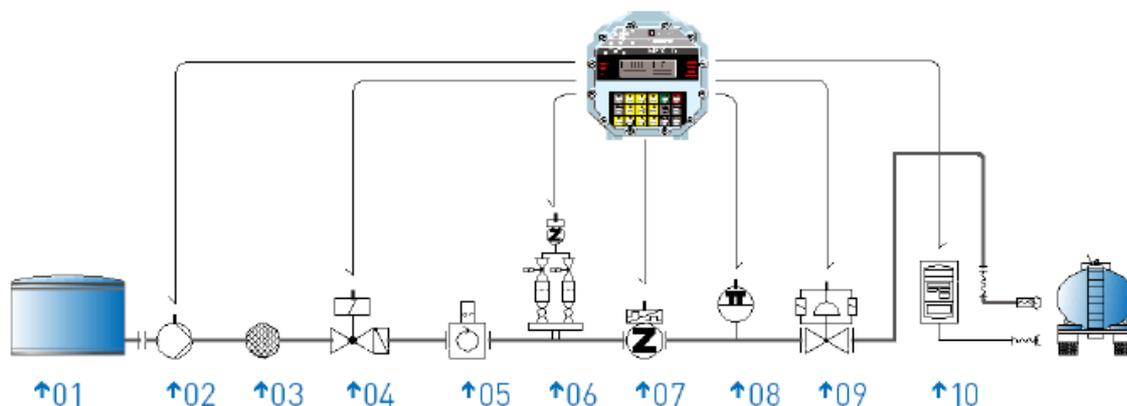


Рис.25 Типичная наливная установка для автоцистерн

- |                    |                                            |
|--------------------|--------------------------------------------|
| 01- Резервуар      | 06- Узел добавления присадок               |
| 02- Насос          | 07- Объемный счетчик                       |
| 03- Фильтр         | 08- Pt 100 Термометр сопротивления         |
| 04- Входной клапан | 09- Цифровой управляющий клапан-отсекатель |
| 05- Газоуловитель  | 10- Защита от переполнения                 |

### 2.5.3 Работа в составе автоматической системы

Благодаря идентификационной системе считывания с карточек, а также точкам сопряжения для передачи данных и для принтера MFХ\_100 может быть интегрирован в автоматическую систему (рис.26).

С помощью мини-компьютера [МРС] фирмы «М+F» возможно прямое включение в сеть Ethernet с протоколом TCP/IP.

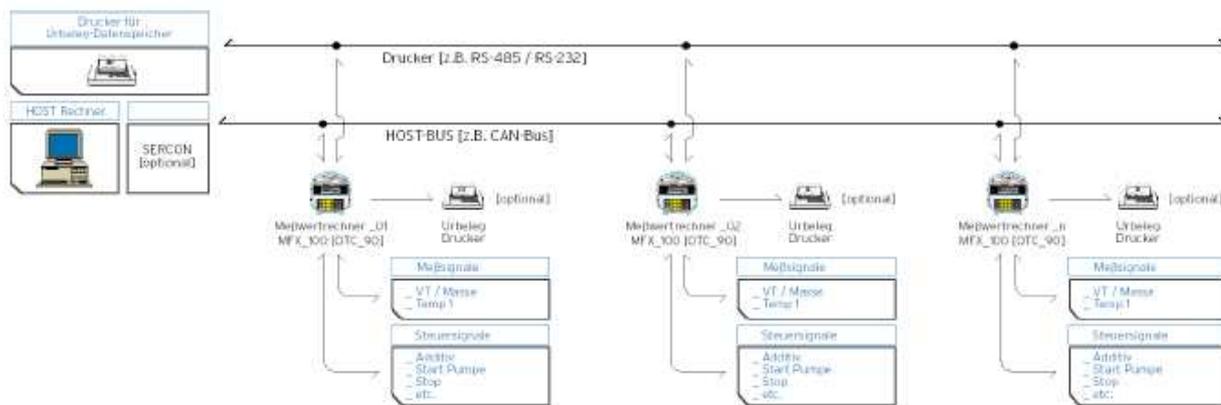


Рис. 26 MFX\_100, интегрированный в автоматическую систему

Компьютер потока MFX – 100 применяется как:

- Измерительное оборудование для сливо-наливных операций на автоцистернах, железнодорожных цистернах и судах.
- Оборудование по затариванию смазочных масел и химических жидкостей
- Измерительное оборудование для жидкого газа
- Измерительное оборудование для заправки авиатранспорта

## 2.5.4 Технические данные MFX - 100

### Дисплей.

Графика: 240x64 точек. Контрастность регулируется через клавиатуру, с освещением заднего плана, автоматическое слежение.

Отпуск: 5 позиций для цифр высотой 20мм,

1 строка состояния,

2 строки для значений свободно задаваемых параметров.

Таким образом, буквенно-цифровой дисплей содержит:

8 строк высотой по 4мм, а в каждой строке можно записать 30 букв.

### Клавиатура.

Прочные клавиши из алюминия с упрочненной поверхностью, внешней защитой, с 10 цифровыми и 8 функциональными клавишами, с переключением буквенного и цифрового ввода.

### Корпус.

Может быть выполнен с внешней защитой и без неё.

Габариты: 28x28x17,5 см - с внешней защитой; 24x24x15,5 см- без внешней защиты.

Вес: 15кг - с внешней защитой, 10,5кг - без внешней защиты.

Материал: упрочненная поверхность.

### Устройство считывания.

Идентификационное устройство считывания с карточек выполнено с внешней защитой EEx ia IIBT4.

## Эксплуатационное обслуживание.

### Питание.

230 В пер. тока +10%, -15%, 48–62 Гц или 24 В пост. тока + / - 20%

Потребление электроэнергии на 24В постоянного Тока:  $I = 600 \text{ мА}$

Обогрев:  $I = 1 \text{ А}$

Нагревательное сопротивление  $2 \times 12 \text{ Ом} = 24 \text{ Ом}$

Потребляемая мощность:  $I = 1,6 \text{ А} / P = 38,4 \text{ Вт}$

Потребление электроэнергии на 230В пер. тока

$I = 70 \text{ мА}$

Обогрев:  $I = 90 \text{ мА}$

Нагревательное сопротивление  $2 \times 1 \text{ кОм} = 2 \text{ кОм}$

Потребляемая мощность:  $I = 0,16 \text{ А} / P = 37 \text{ Вт}$

### Рабочая температура.

Продукта:  $- 50^\circ \text{ С} - + 150^\circ \text{ С}$

Окружающей среды:  $- 25^\circ \text{ С} - + 60^\circ \text{ С}$

Влажность воздуха макс. 95%

Температурные вводы находятся в диапазоне  $-50^\circ \text{ С} - +150^\circ \text{ С}$

### Цифровые вводы.

По 8-ми потенциальным вводам, задаются параметры для таких функций, как:

- контроль переполнения
- наличие заземления
- внешнее сообщение об ошибке
- внешний Стоп/Старт
- позиция загрузки слева/справа
- общий допуск
- выбор присадки извне
- выбор продукта извне

### Цифровые выходы.

На 16 релейных выводов: 3А 240В переменного тока с защитной схемой, задаются параметры для таких функций, как:

- выбор насоса
- отпуск слева/справа
- клапан с продуктом открыт / закрыт
- выбор присадки
- управление цифровым клапаном [210]
- сообщение об ошибке
- 2-х ступенчатый клапан открыт / закрыт.

## 2.5.5 Описание клавиатуры

### Цифровые клавиши.

Клавиши цифрового блока (рис. 27) служат для ввода цифровых данных. Во время отпуска продукта клавиши имеют особую функцию: при нажатии на одну из клавиш (0-9) можно переключаться на различные страницы (до 10) в нижней части дисплея.

По умолчанию индицируется страница 0, все другие страницы вызываются соответствующими цифровыми клавишами. Номер актуальной страницы высвечивается в правом углу строки.

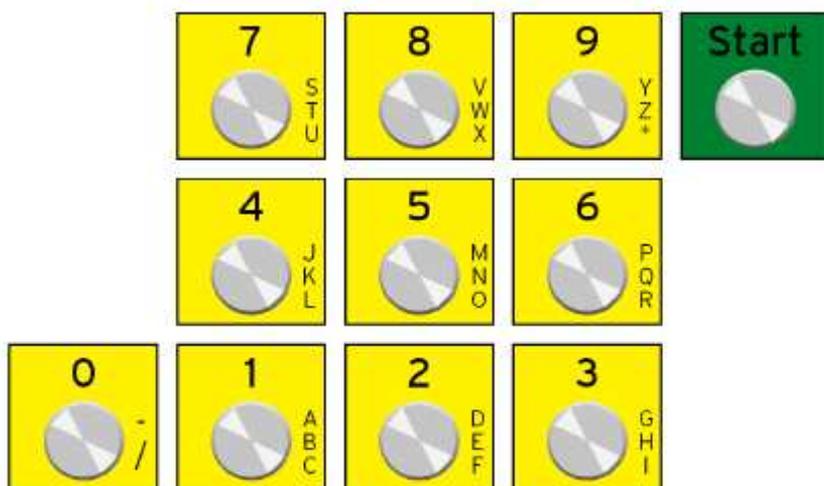


Рис. 27 Блок клавиатуры

Клавишей «СТАРТ» во время ввода можно получить знак минус (-).

### Буквенно-цифровой ввод данных.

Функция ввода буквенных знаков реализуется в общей функции редактирования. Таким образом, она может использоваться при каждом вводе буквенно-цифровых переменных. Кроме этих новых возможностей ввода остается и старый способ ввода через буквенное поле. С помощью новой возможности ввода буквенных знаков могут вводиться расширенные данные заказчика и параметры в буквенно-цифровом виде. Знак выбирается посредством многократного нажатия на цифровую клавишу в рамках отсчитываемого времени. С каждым нажатием на одну и ту же клавишу выбирается каждый раз новый знак, например: 1... А... В... С... 1... А..... Отсчет времени начинается заново при каждом новом нажатии.

Во время процесса выбора знаки изображены в негативе. По истечении времени актуальный знак переходит в буфер ввода и следующая позиция открывается для ввода.

На рис. 27 показано расположение клавиш на клавиатуре. Помимо букв клавишей «СТАРТ» можно выбрать и особые знаки:

'-' тире

'.' точка

'' пропуск

'/' косяя линия

### **Функциональные клавиши.**

Клавиша «ВВОД» (рис. 28) служит для принятия введенных значений или данных. Кроме этого клавишей «ВВОД» подтверждаются тексты сообщений (как, например, сообщения об ошибках) и «пролистываются» построчно в списках.

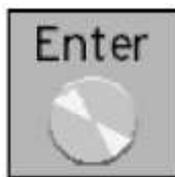


Рис. 28 Клавиша «Ввод»

Клавиша «СБРОС» (рис. 29) при цифровом вводе стирает ошибочно введенное значение. После этого можно сразу же ввести новое значение. Сброс ввода с помощью клавиши «СБРОС» возможен только до нажатия на клавишу «ВВОД».

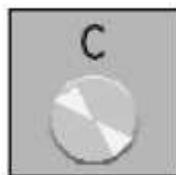


Рис. 29 Клавиша «Сброс».

Клавиша «МЕНЮ» (рис. 30) служит для вызова меню. Это возможно только в режиме «Готов» или «НЕ ГОТОВ». Во время работы с меню нажатием на клавишу «МЕНЮ» можно выйти из меню. При вводе параметров через их код с помощью клавиши «МЕНЮ» можно напрямую выбрать тот или иной параметр. При двойном нажатии на эту клавишу ввод параметров прерывается.

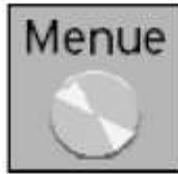


Рис. 30 Клавиша «Меню».

Клавишей «СТАРТ» (рис. 31) запускается отпуск продукта. Эта клавиша работает только в режиме «К старту готов» или «Остановить отпуск». После нажатия на клавишу «СТАРТ» в строке состояния появляется сообщение «Отпуск идет» и включается стартовый клапан. С помощью клавиши «СТАРТ» можно вызвать знак «минус» (-) для ввода значений ниже нуля (например, -20°C).



Рис. 31 Клавиша «Старт».

Клавиша «СТОП» (рис.32) останавливает процесс отпуска продукта (стартовый клапан отключается). Клавиша «СТОП» работает только в режиме «Отпуск идет». После остановки отпуска в строке состояния появляется сообщение «Отпуск остановлен».

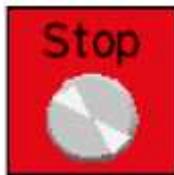


Рис. 32 Клавиша «Стоп».

С помощью клавиши «ДОКУМЕНТ» (рис. 33) процесс отпуска завершается распечаткой транспортного документа. Эта клавиша работает в режиме «Готов», «Готов к старту», «Ошибочное количество» или «Отпуск остановлен». При нажатии на клавишу «ДОКУМЕНТ» актуальный блок данных заносится в транспортный отчет и в дневной отчет. Затем документ распечатывается, и показания счетчика сбрасываются.



Рис. 33 Клавиша «Документ».

Клавишей «ОТПУСК» (рис. 34) начинается процесс отпуска. Отпуск можно запустить только в режиме «Готов». После нажатия на клавишу «ОТПУСК» оператор должен ввести различные запрашиваемые данные (номер заказчика, вид продукта, вид перегрузки, заданное количество). По мере ввода требуемых данных в строке состояния надпись «Готов» меняется на «Ввод данных» и «К старту готов».



Рис.34 Клавиша «Отпуск».

### 2.5.6 Описание монитора

Монитор компьютера MFX\_100 представляет собой жидкокристаллический дисплей с разрешением 240 x 64 точек. Дисплей может использоваться для графики и обеспечивает 8 строчное изображение по 30 знаков в каждой строке.

#### Общее строение дисплея

Дисплей MFX\_100 можно разделить на три логических участка.

1. Верхние 5 строк во время отпуска объединяются в одну большую строку (20мм) для индикации отсчета (рис. 35).



Рис. 35 Верхние пять строк

2. Под этой объединенной строкой находится строка состояния в негативном изображении (рис. 36).



Рис. 36 Строка 6

3. Строки 7 и 8 (рис. 37) разделены на так называемые поля индикации. Поле индикации 1 это левая половина верхней строки. Правая часть – поле индикации 2. Нижняя строка соответственно разделена на поле 3 и 4.

Поле индикации 1	Поле индикации 2	строка 7
Поле индикации 3	Поле индикации 4	строка 8

Рис. 37 Строки 7 и 8

На примере (рис. 38) в поле 1 индицируется объем (000000 литров). На поле 2 выводится актуальная дата (13 февраля 1993). Поле 3 индицирует вид продукта (солярка EL). На поле 4 высвечивается актуальное время (12:53 и 32 секунды).

```

UT      000000  1      13.02.93
      Heizoel EL      12:53:32

```

Рис. 38 Пример

На первых трех страницах содержимое полей индикации может свободно задаваться. Какое содержание будет выводиться на экран, зависит от того, какой номер в соответствующем параметре был занесен.

## 2.6 Налив речных танкеров

Налив нефтепродуктов в морские или речные танкеры производится специальными наливными приспособлениями с учетом положения танкеров относительно уровня воды.

Измерение количества наливаемых нефтепродуктов производится специальными узлами учета объемным или массовым методом а также измерением уровня налива в резервуарах танкеров, которые интегрированы в автоматизированную систему измерения и учета COTAS.



Рис. 39 Налив речных танкеров

## 2.7 Налив ж/д. цистерн

В отличие от традиционных технологий нижнего или верхнего налива, фирма «М+F» использует специальные системы тактового налива “под днище” железнодорожных цистерн с высокой производительностью. Фирма «М+F» интегрировала эту технологию непосредственно в автоматизированную систему измерения и учета «COTAS».



Рис. 40 Налив под днище ж/д цистерн

«М + F» является производителем систем тактового налива железнодорожных цистерн „On Spot“, поставщиком которых являлась фирма Konrad Anlagenbau.

Эта система доказала свою надежность в эксплуатации на протяжении более чем двадцатилетнего периода работы на предприятиях, специализирующихся на отгрузке нефтепродуктов во многих странах мира.



Рис. 41 Наливная труба с системой отведения паров

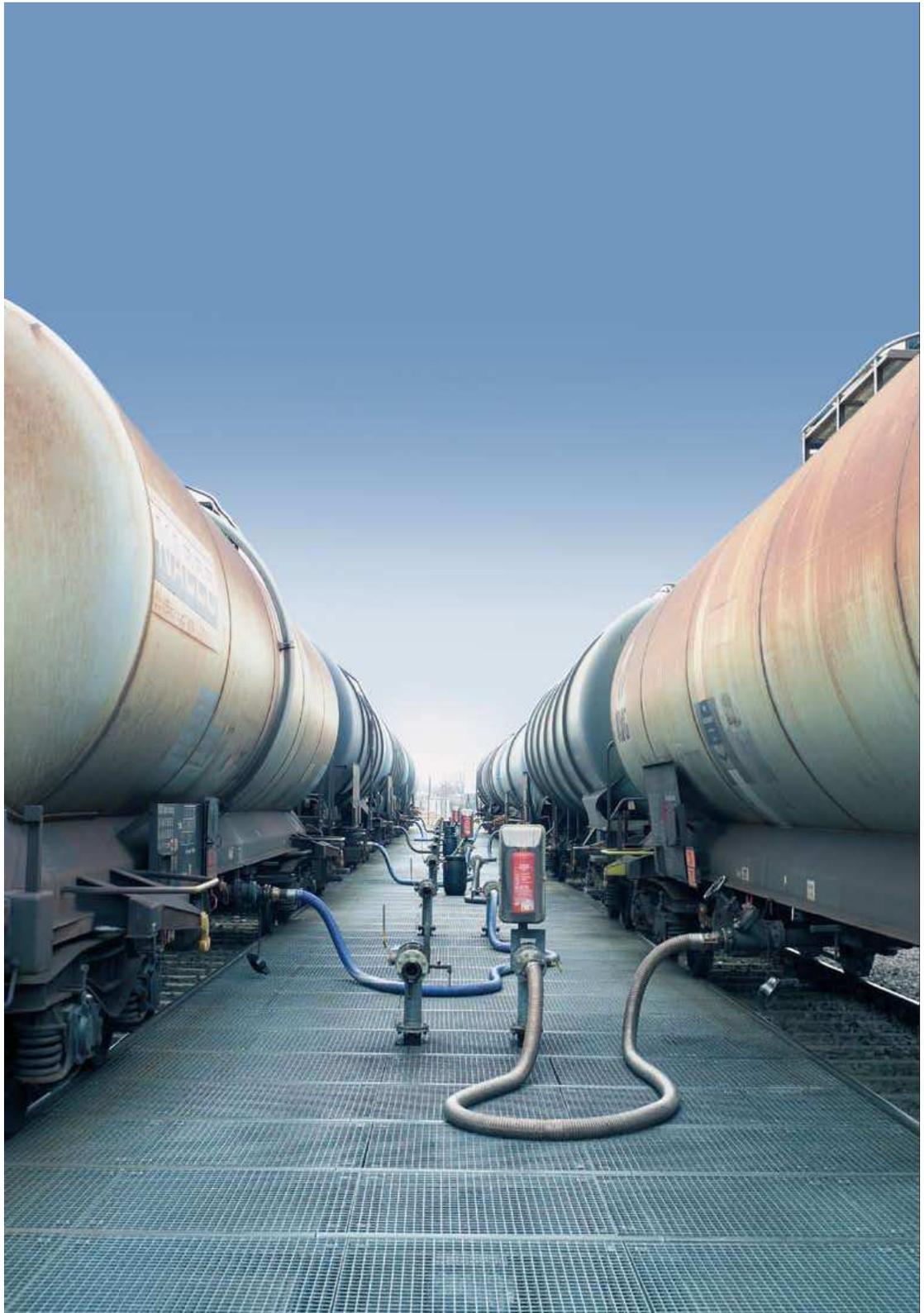


Рис. 42 Налив ж/д цистерн

## 2.8 Заправка ВС

### 2.8.1 Локальная вычислительная система средств заправки ВС

Технология налива нефтепродуктов включает в себя следующие системы:

- измерение и управление процессом приема нефтепродуктов;
- утилизация паров нефтепродуктов;
- измерение объема и массы нефтепродуктов в резервуарном парке для инвентаризации товарных запасов;
- технологические линии налива, измерения массы и объема, связи с другими автоматизированными системами учета отпускаемых нефтепродуктов;
- управление доступом и системы идентификации для автоматизации процесса отпуска нефтепродуктов;
- специальные технологии налива танкеров и барж;
- системы дозирования, ввода и смешивания присадок;
- насосы и системы управления

Для управления процессом заправки ВС посредством диспенсеров и топливозаправщиков разработан вычислитель четвертого поколения MFХ-4, который может располагаться как в кабине водителя, так и в опасной зоне, что значительно расширяет его возможности. Для связи ТЗ с аэропортом используется беспроводная радиосеть. Внутренняя коммутация между модулями MFХ-4 выполняется по высокоскоростной полевой шине CANopen, специально разработанной для передачи данных с автомобилей.

В качестве передвижных средств заправки воздушных судов в аэропорту используются аэродромные топливозаправщики (ТЗ) и заправочные агрегаты (диспенсеры). На диспенсерах устанавливается оборудование системы мониторинга выполнения процедур заправки, входящее в состав системы управления заправкой воздушных судов AFSM.



Рис. 43 Заправка ВС

Для обеспечения высокой точности определения взлетной массы воздушного судна, диспенсеры оборудуются роторными счетчиками, погрешность измерений которых, не более 0.1%. Дополнительно к этому, состав системы управления комплектуются дискретными цифровыми отсекающими клапанами заявленной заправки воздушного судна.

Заявленная заправка воздушного судна выставляется на вычислителе MFХ-4 Терминал и должна соответствовать данным по расчету заправки топливом на полет с учетом навигационного запаса.

Дальнейший процесс заправки воздушного судна полностью автоматизирован и производится бортовым вычислительным комплексом MFХ-4 с передачей данных по количеству заправляемого топлива в баки воздушного судна (ВС) по беспроводным сетям на сервер системы ведения учетных операций и управления «СОТАS».

Диспенсер оснащается принтером для распечатки накладных (требований) на заправку, и служит средством объективного контроля количества заправляемого топлива.

Распечатка используется для коррекции взлетной массы перед вылетом воздушного судна и ведения расчетно-кассовых операций.

Система контроля и управления заправкой воздушных судов AFSM предназначена для решения следующих задач:

- планирование распределения ресурсов передвижных средств заправки;
- планирование расхода авиатоплива для заправки воздушных судов согласно суточного плана полетов;
- составление сменного задания на заправку по средствам заправки и персоналу;
- контроль места положения средств заправки;
- передача данных о заправке на сервер AFSM;
- управление передвижением средств заправки;
- ведение расчетно-кассовых операций с клиентурой топливозаправочного комплекса;
- коррекция плана заправок по принятию решения на вылет.

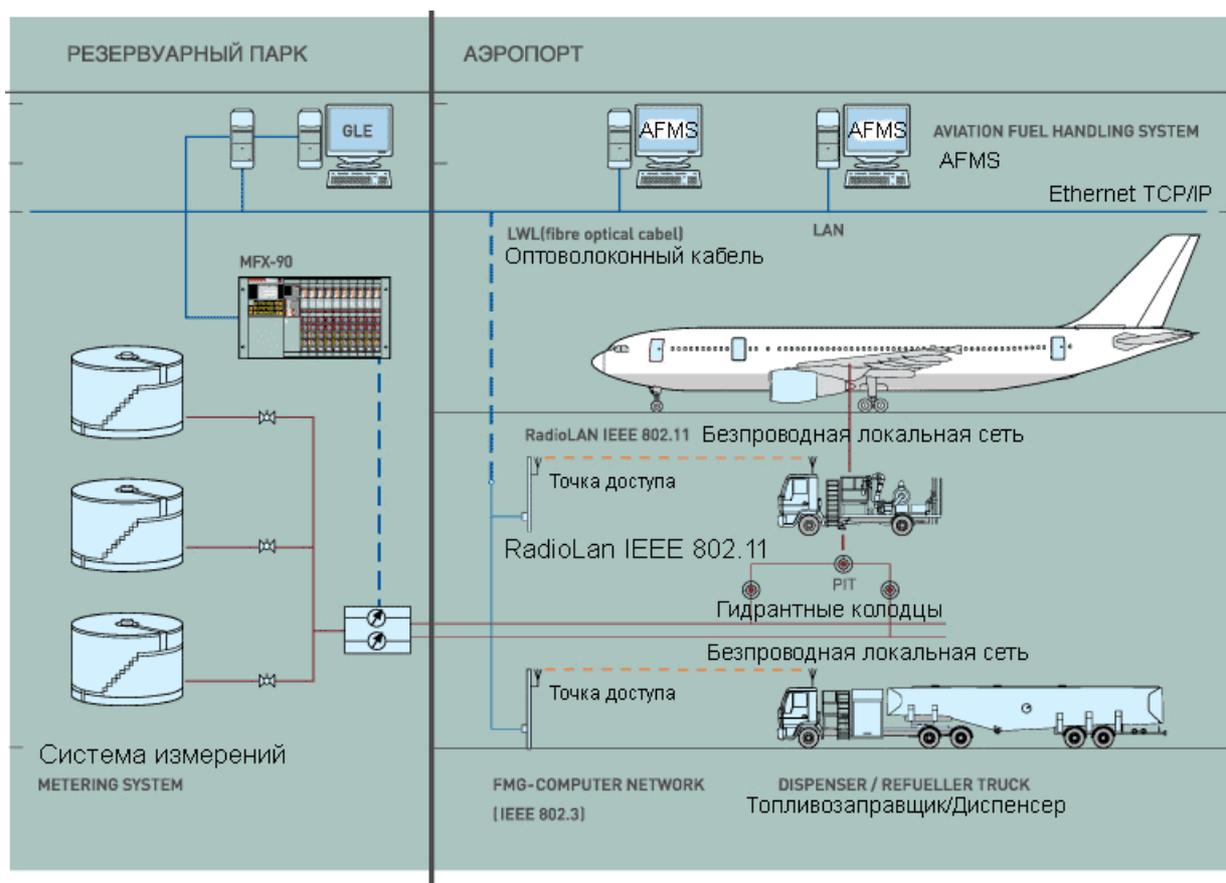


Рис. 44 Система контроля и управления заправкой ВС AFSM

Передача данных от передвижных средств заправки (топливозаправщики и диспенсеры) производится по беспроводным локальным вычислительным сетям на базе технологии стандарта Ethernet IEEE 802.11.

Это позволяет, передавать информацию на административный уровень в режиме On-Line и вести учетно-расчетные операции с клиентурой топливозаправочных комплексов со скоростью передачи данных до 2Мбит/сек. Для конфигурирования беспроводной локальной сети, передающее радиочастотное оборудование системы AFSM устанавливается на борту передвижных средств заправки.

Для передачи данных на сервер топливозаправочного комплекса, приемное оборудование точек доступа монтируется на осветительных мачтах терминалов аэропорта.

Все информационные точки доступа (англ. Access point) объединяются в локальную вычислительную сеть на основе технологии Ethernet на базе коаксиального или оптоволоконного кабеля.

Оборудование для локальной сети средств заправки воздушных судов (бортовая ЛВС) монтируются на шасси и в кабине диспенсера (топливозаправщика).

На шасси монтируются датчики измерительных устройств, исполнительные механизмы системы управления заправкой воздушного судна (ВС) и терминал вычислителя MFХ-4 во взрывозащищенном исполнении.

К ним относятся:

- датчик температуры типа Pt-100;
- датчик импульсов счетного устройства;
- отсекающий клапан расчетной заправки;
- терминал вычислителя MFХ-4 Terminal;
- блок электропитания 24 V;
- коаксиальный соединительный кабель.



Рис. 45 Клапан-отсекатель

Для сохранения качества топлива и защиты окружающей среды, нужна абсолютная герметичность трубопроводной системы ЦЗС. На товарном складе ГСМ применяется клапан – отсекающий двойного герметичного запирания:

- первичная эластичная герметизация;
- вторичная герметизация металл к металлу с обеих сторон;
- проверка герметичности сливом части рабочей среды;

Клапан имеет низкий темп снижения давления, низкий вращающий момент электропривода, и не имеет никаких изнашиваний во время работы.

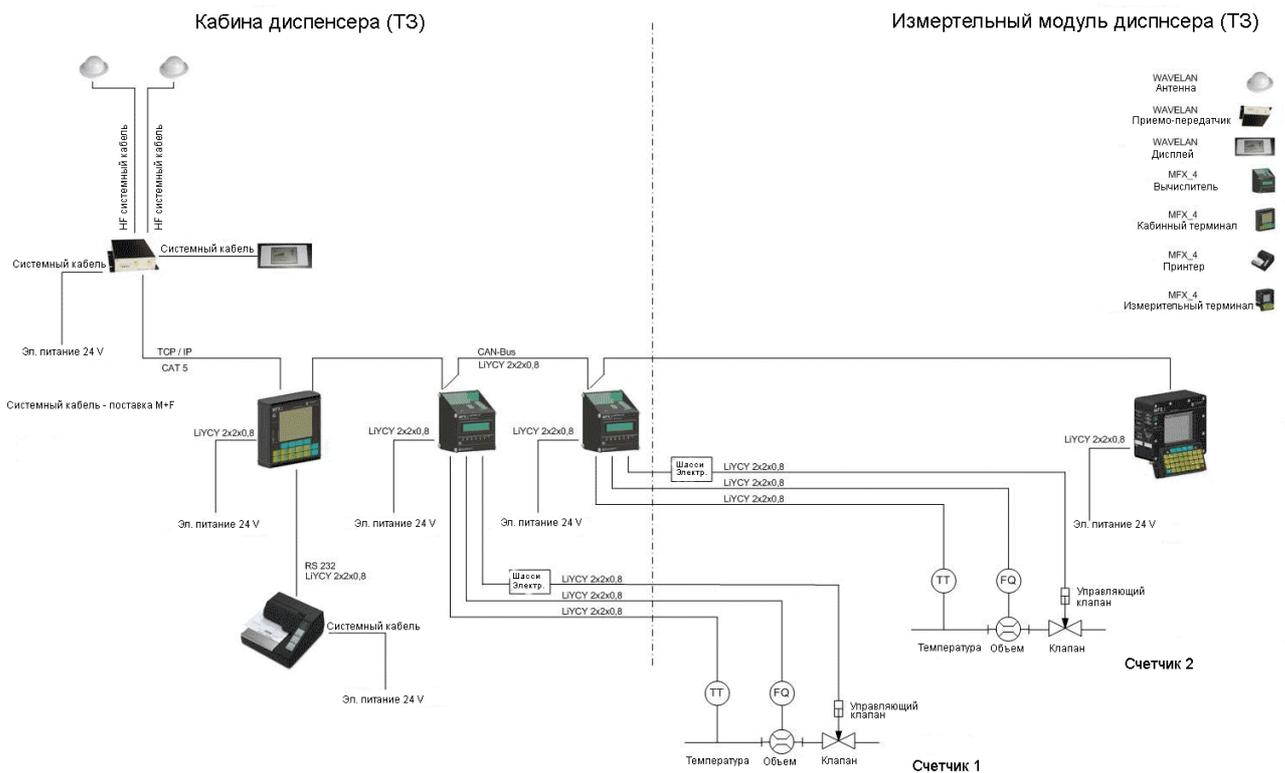


Рис. 46 Принципиальная схема монтажа оборудования локальной вычислительной сети на средствах заправки воздушных судов системы AFMS

## 2.8.2 MFX-4 Terminal

MFX-4 Terminal предназначен для выполнения следующих автоматизированных операций процесса заправки воздушных судов:

- задание объема заправки по расчету экипажа;
- задание нормы дозирования ПВК жидкости;
- выставка идентификационных данных в ручном режиме (бортовой номер ВС, номер рейса, идентификационные данные водителя, идентификационные данные средства заправки и т.д.), при работе с

системой AFMS идентификационные данные выставляются автоматически;

- контроль готовности систем средств заправки ВС;
- прием и первичная обработка данных по заправке ВС;
- выдача управляющих и аварийных сигналов на заправку ВС.

MFХ-4 Terminal, представляет собой человеко-машинный интерфейс и предназначен для интерактивной связи процесса заправки воздушного судна и водителя-оператора.

Он изготовлен в прочном взрывозащищенном корпусе для эксплуатации в полевых условиях и имеет большой графический дисплей с высокой яркостью изображения.

Буквенно-цифровая клавиатура позволяет работать в среде Windows кириллицей или латиницей.

Климатическая защита для установки на шасси IP22.

Для связи с бортовой локальной вычислительной сетью устанавливаются стандартные коммуникационные порты.

Используется для управления процессом заправки ВС с основного рабочего места водителя-оператора.



Рис. 47 Терминал вычислителя MFХ-4 Terminal

В кабине водителя-оператора устанавливается информационный терминал MFХ-4 Terminal во взрывозащищенном исполнении. Информационный терминал MFХ-4 Terminal предназначен для работы с модулем диспетчеризации системы AFMS и контроля выполнения заправочных операций из кабины водителя топливозаправщика или диспенсера. Информационный терминал служит для передачи и приема полной информации для водителя-оператора заправочного средства по заправке воздушного судна (бортовой номер воздушного судна, номер рейса, объем заправки, место стоянки ВС, планируемое время заправки, коррекция объема заправки и другая информация).

Диспетчеризация средств заправки и корректировка объемов заправки ведутся в автоматическом режиме согласно требований стандарта IATA по автоматизированной заправке ВС.

Кроме того, в особых случаях, с помощью информационного терминала имеется возможность управлять процессом заправки воздушного судна.



Рис. 48 Информационный терминал MFX-4 Terminal для установки в кабине водителя-оператора

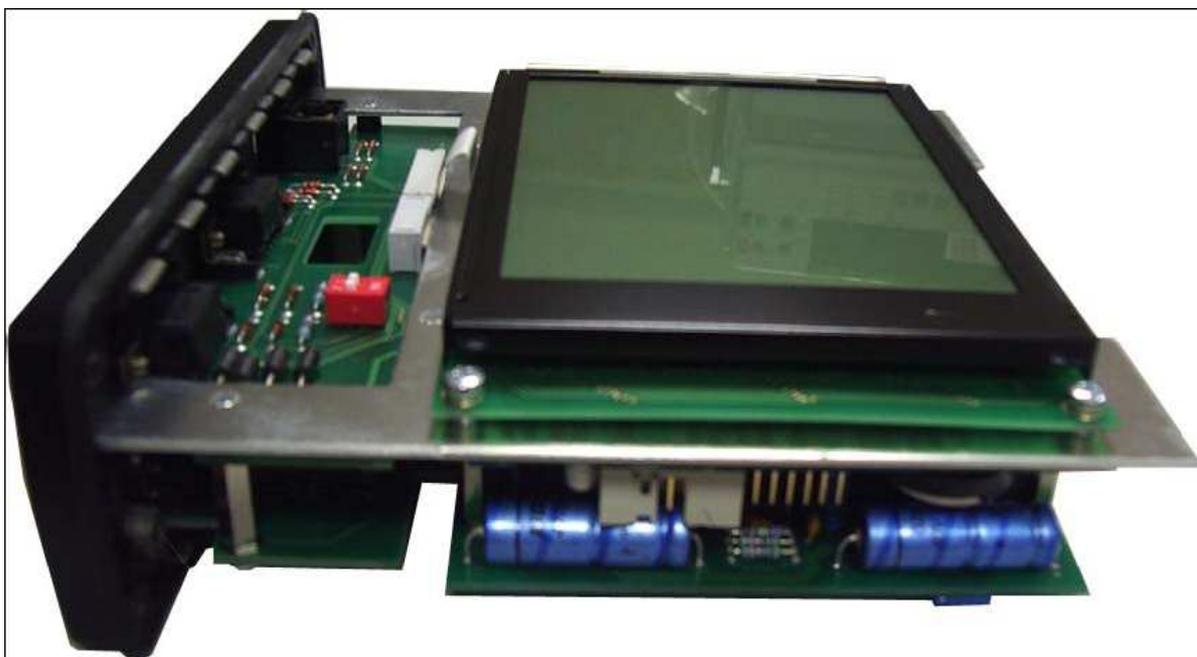


Рис. 49 Конструктивное исполнение терминала для кабины ТЗ

Для работы с измерителями и выдачи команд на исполнение отдельными блоками системы AFSSM служит измерительно-командный блок MFX\_4 Controller из комплекта вычислительного комплекса MFX-4, который является вычислительным блоком разнесенного мобильного

комплекса MFX\_4. Выпускается в версиях для установки взрывоопасных и не взрывоопасных зонах.

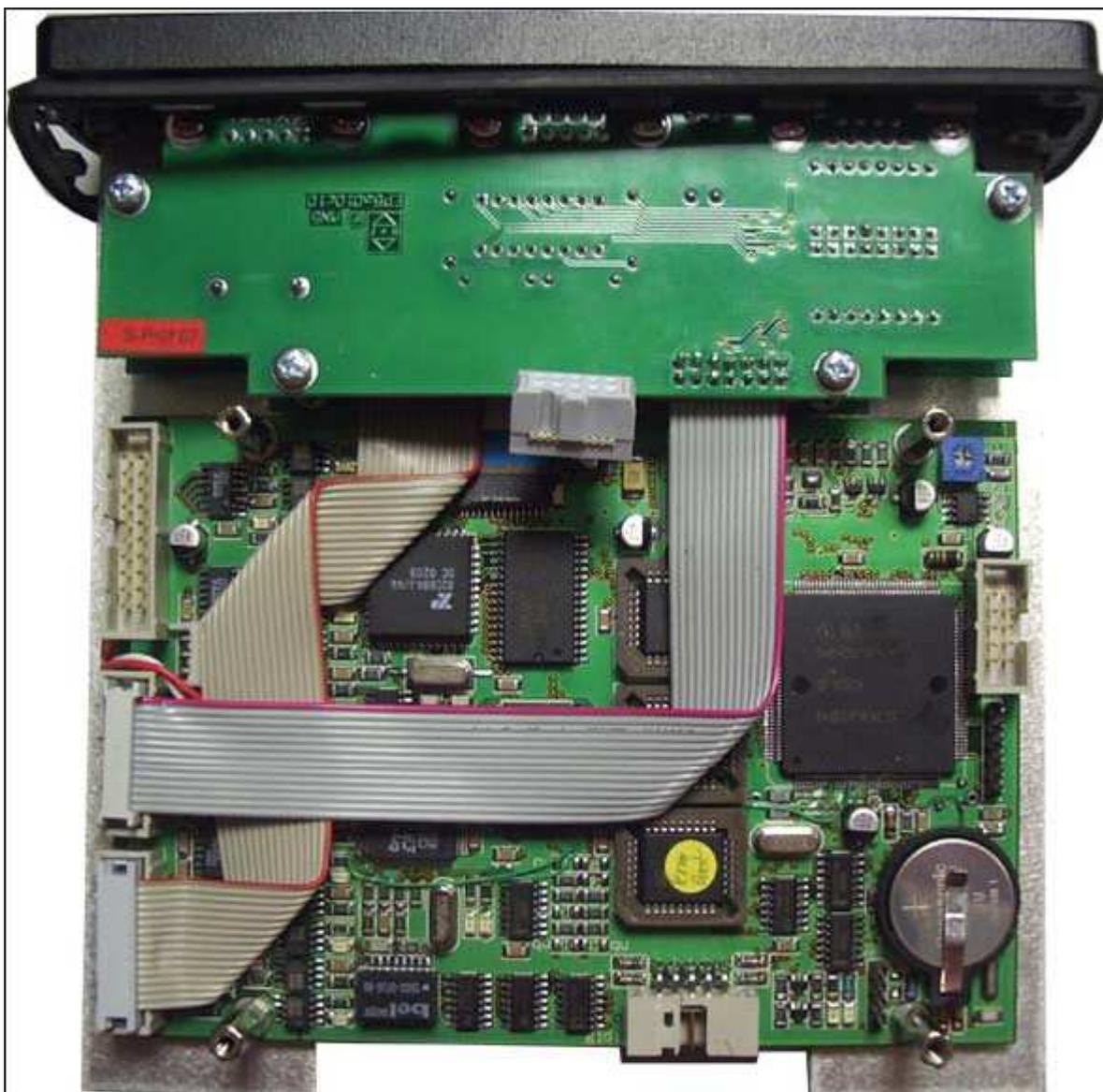
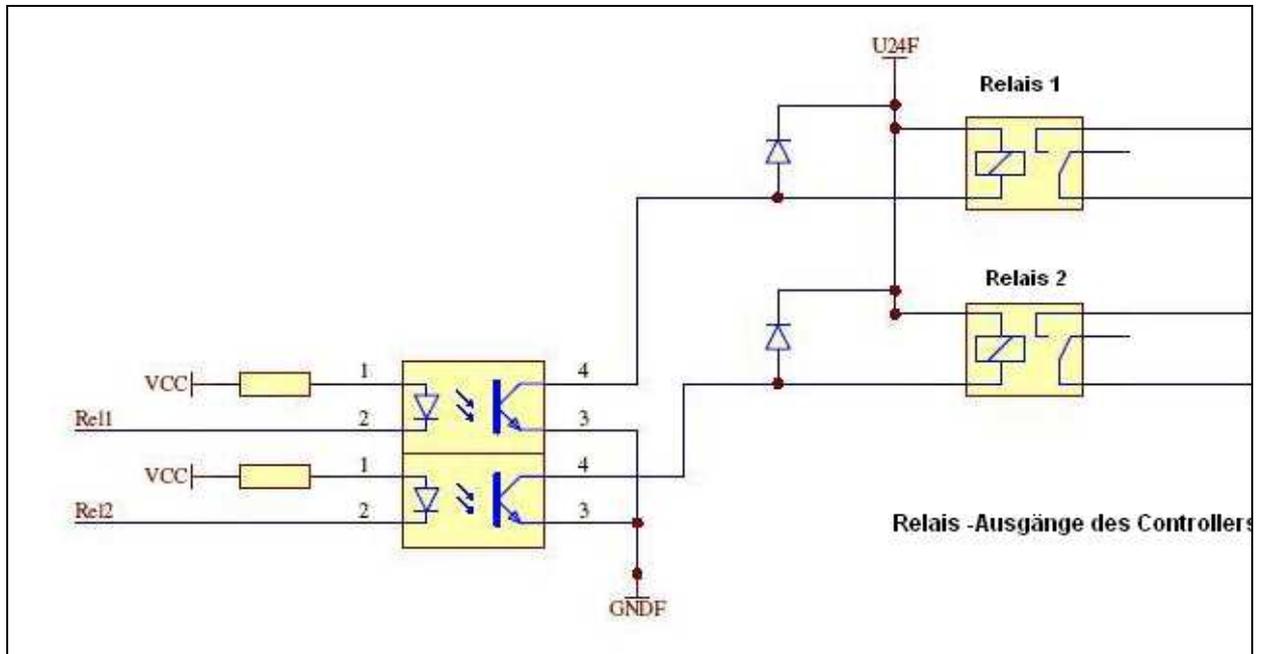


Рис. 50 Печатная плата центрального процессора

## 2.8.3 Принципиальные схемы гальванической развязки

### Выходы реле

12 x выходы реле (3A 230V AC, 6A 30V DC) макс. мощность AC: 300 W

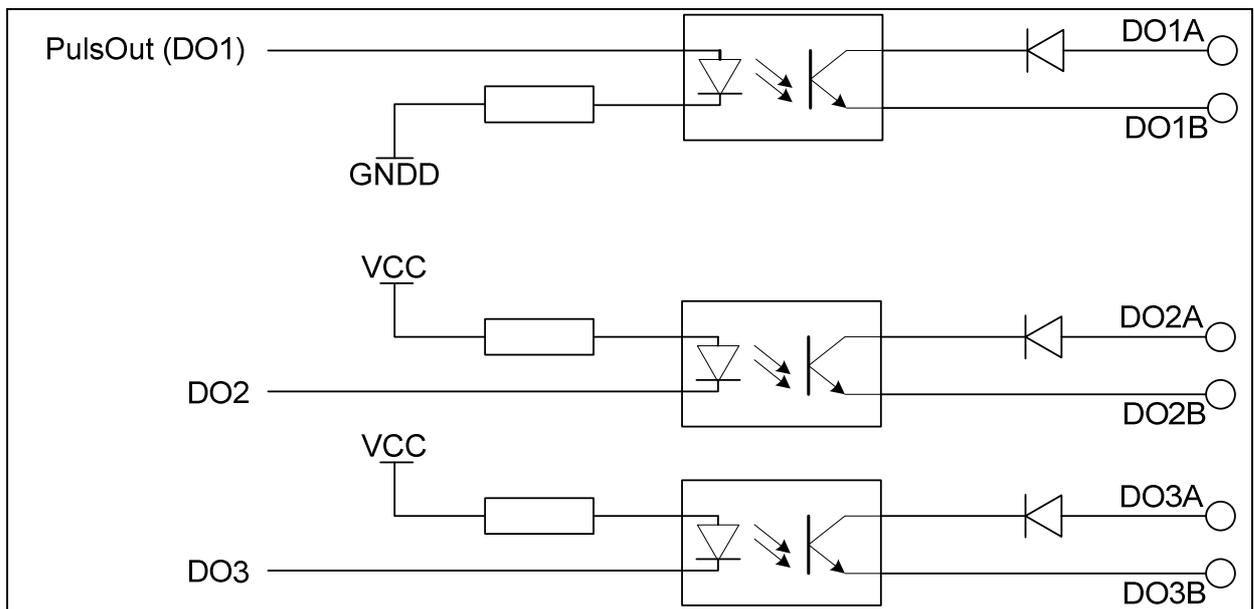


### Цифровые выходы

#### Версия 1 (EP5a020410)

3 x Оптронные выходы

(Оптрон с диодом в серии макс. напряжение = 30V, I = 1...10mA)



# Цифровые вход/выход

## Версия 2 (EP5a020420)

3 x оптронные выходы

(Оптрон с диодом в серии максимальное напряжение = 30V, I = 1...10mA)

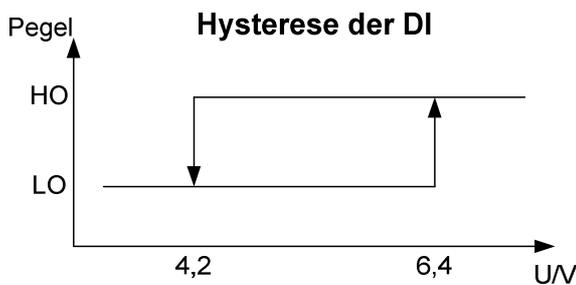
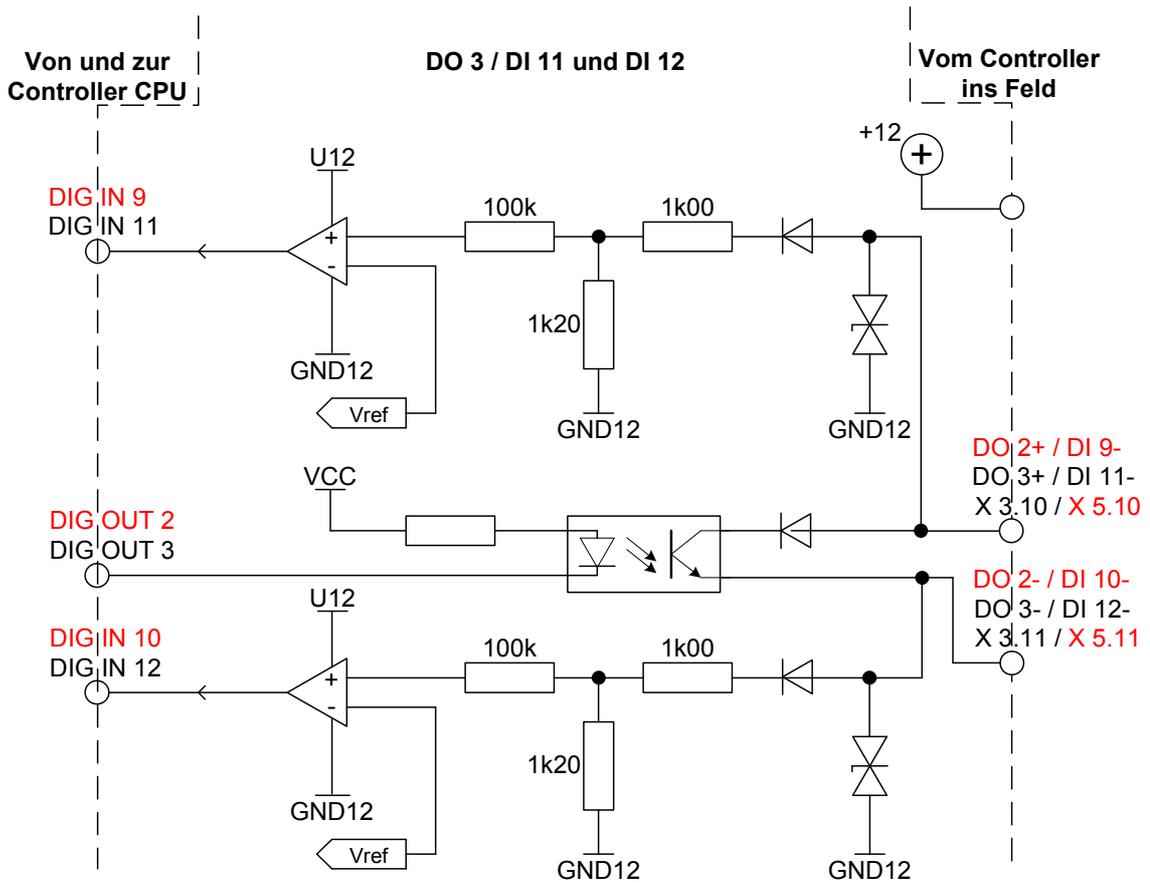
или x цифровые входы

подключать переключатель только с нулевым потенциалом (оптрон, реле).

DI + = 12VDC, DIx - = вход системы измерения,  
R=2,2 КОм, порог чувствительности = 6,2V

### Цифровые входы / выходы контроллера DO1 или DI8

### Цифровые входы/выходы контроллера DO2 или DI9 и DI10 соот. DO3 или DI11 и DI12

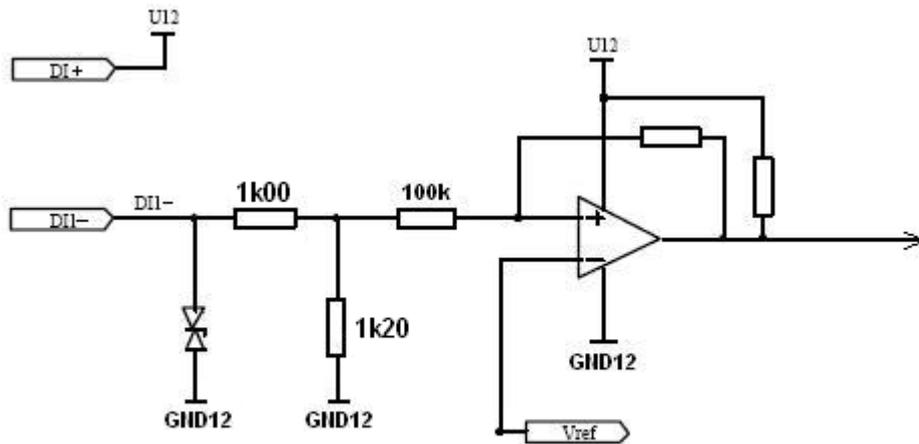


Ab ET5A02420A

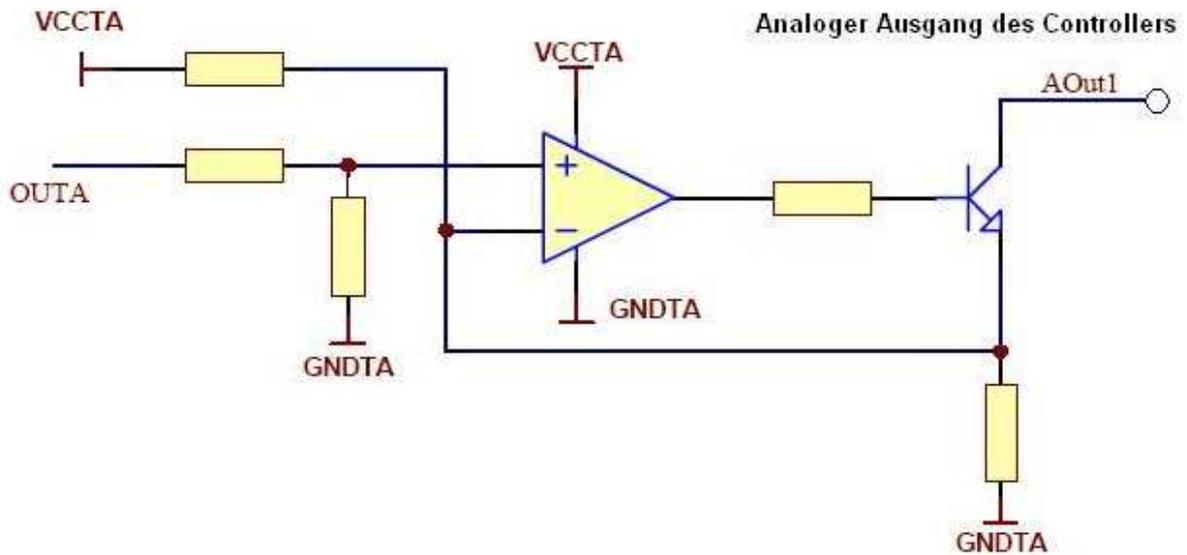
Гистерезис, исключая влияние помех при включении (6,4В – «1») и отключении (4,2В – «0») цифровых сигналов.

### Аналоговый вход/выход I/O

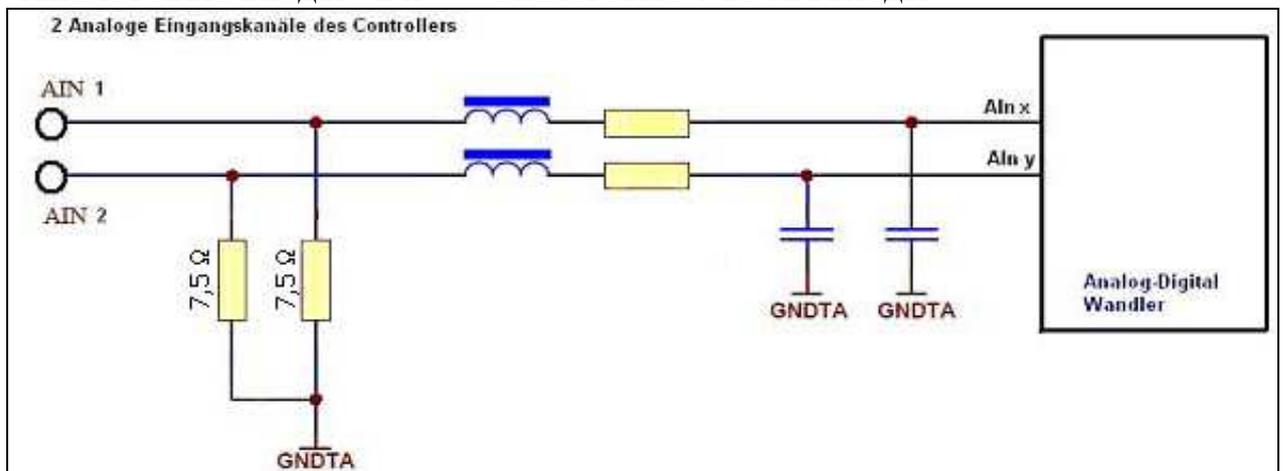
Аналоговые выходы 2 x аналоговые 4-20 мА входы системы управления (открыть выход коллектора, AOut+ = 12 VDC)



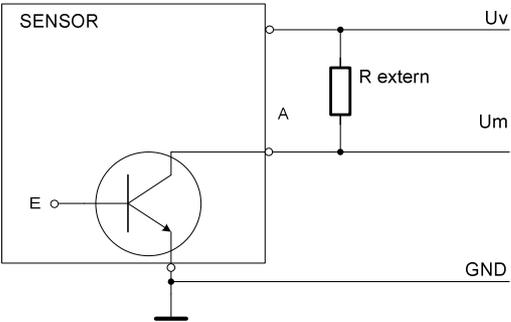
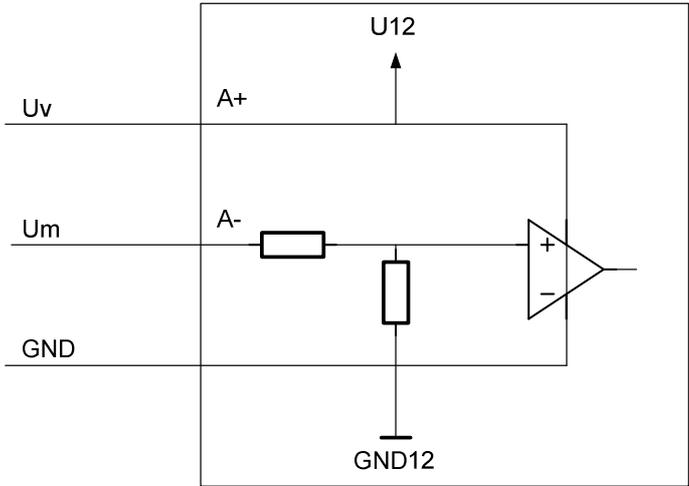
Digitaler Eingang des Controllers

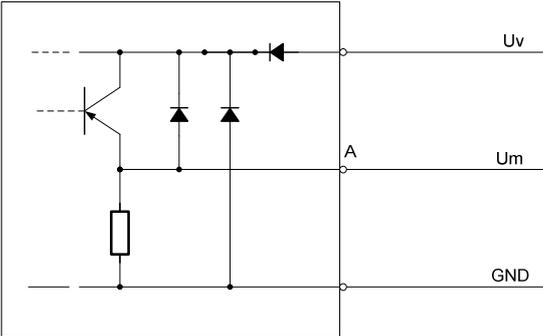
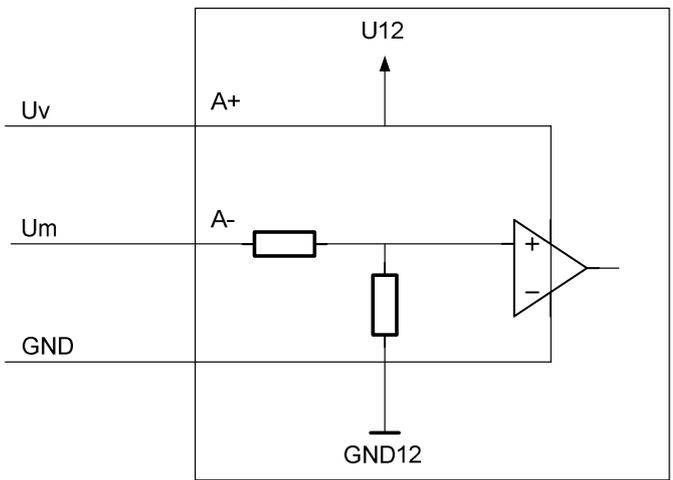


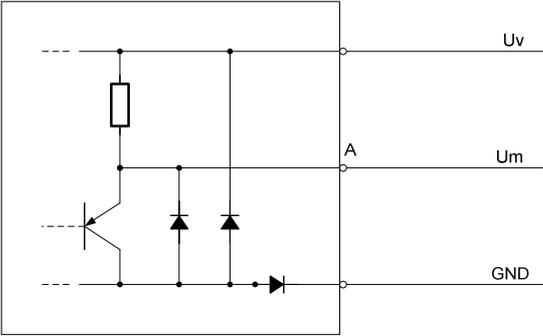
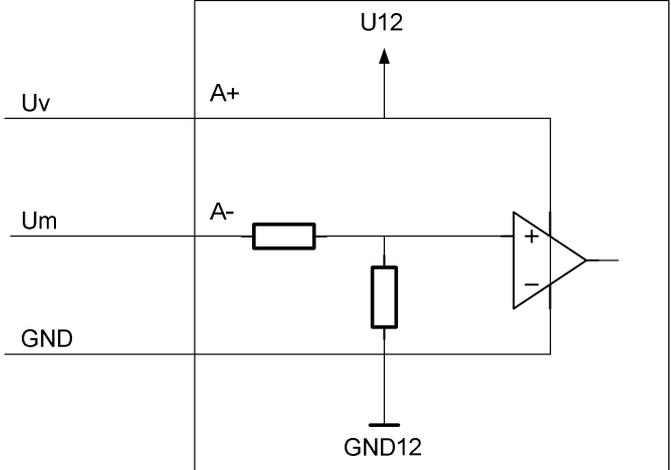
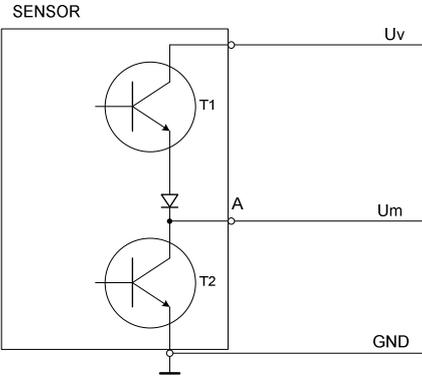
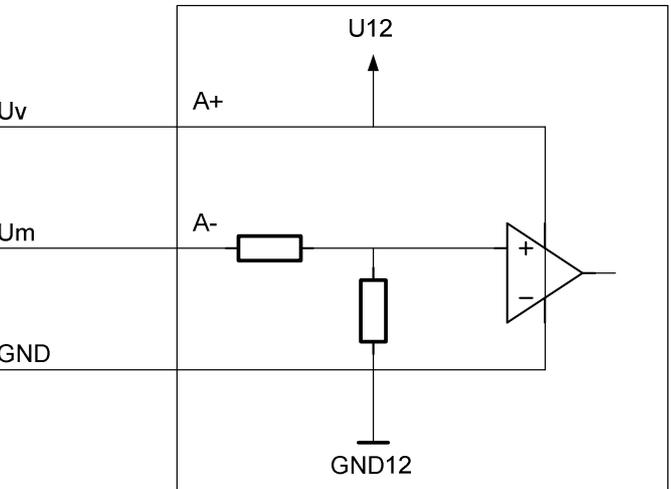
Аналоговые входы 2 x аналоговые 4-20 мА входы



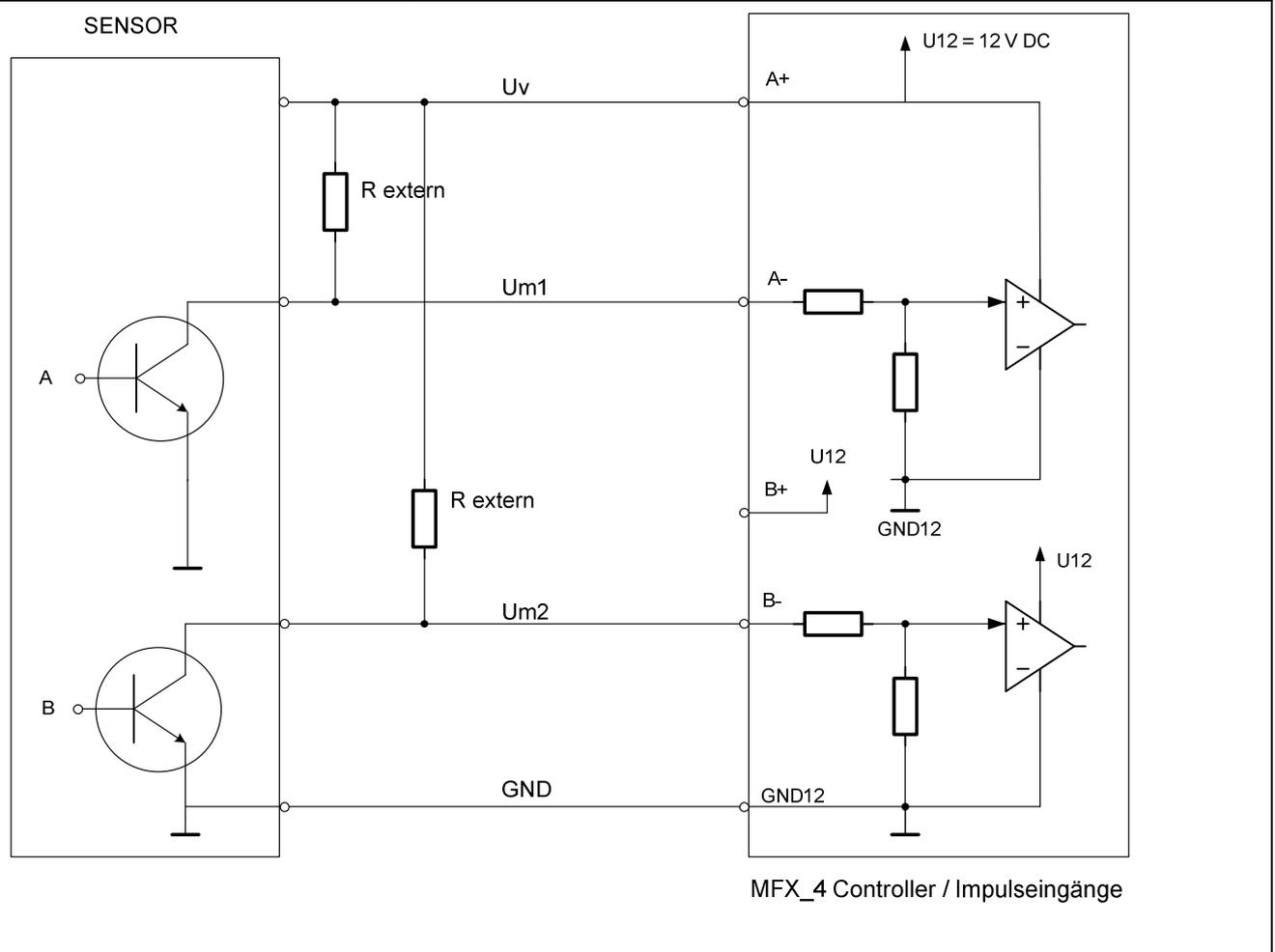
## Импульсные входы

<p>Тип сенсора: <b>Открытый коллектор</b></p>	<p>Соединение на контроллере MFX_4</p>
	<p style="text-align: center;">MFX_4 Controller / Impuls-Eingang</p> 
<p style="text-align: center;">Внешний R <math>\approx</math> 1000 <math>\Omega</math></p>	<p style="text-align: center;">U12 = 12 V DC  High -степень: 6,0V &lt; Um &lt; 10,0V DC  Low -степень: 0,5V &lt; Um &lt; 6,0V DC</p>

<p>Тип сенсора: <b>PNP</b> –транзистор</p>	<p>Соединение на контроллере MFX_4</p>
	<p style="text-align: center;">MFX_4 Controller / Impuls-Eingang</p> 
<p style="text-align: center;">Внешний R <math>\approx</math> 1000 <math>\Omega</math></p>	<p style="text-align: center;">U12 = 12 V DC  High –степень: 6,0V &lt; Um &lt; 10,0V DC  Low –степень: 0,5V &lt; Um &lt; 6,0V DC</p>

<p>Тип сенсора: <b>NPN</b> –транзистор</p>	<p>Соединение на контроллере <b>MFx_4</b></p>
	
<p>Внешний <math>R \approx 1000 \Omega</math></p>	<p><math>U12 = 12 \text{ V DC}</math>  High –степень: <math>6,0\text{V} &lt; U_m &lt; 10,0\text{V DC}</math>  Low –степень: <math>0,5\text{V} &lt; U_m &lt; 6,0\text{V DC}</math></p>
<p>Тип сенсора: <b>Тотемный столб</b></p>	<p>Соединение на контроллере <b>MFx_4</b></p>
	
<p>(Обозначается также как Выход двухтактного режима)</p>	<p><math>U12 = 12 \text{ V DC}</math>  High -степень <math>6,0\text{V} &lt; U_m &lt; 10,0\text{V DC}</math>  Low -степень: <math>0,5\text{V} &lt; U_m &lt; 6,0\text{V DC}</math></p>

**Конкретный пример: Открытый датчик коллектора с импульсами А / В**



Внешний R  $\approx$  1000  $\Omega$

**Импульс продукта (А/В) Частота входа 0-50 кГц**

двухканальный с двойным контролем импульса и идентификацией возврата  
подключать переключатель только с нулевым потенциалом (оптрон, реле)

ИМРА + / ИМРВ + = 12 VDC (питание датчика)

ИМРА - / ИМРВ - = вход системы измерения

R = 2,2К Ом, порог чувствительности = 6,0V тип:

U при < 0,5V: повреждение трубопровода,

Uin > 10V: короткое замыкание.

**Импульс присадок (С)**

Вход С (частота входа 0-50кГц) подключать  
переключатель только с нулевым потенциалом (оптрон, реле).

ИМРС + = 12 VDC

ИМРС - = вход системы измерения

R = 2,2 К Ом, порог чувствительности = 6,0V тип:

**Импульс плотности (D)**

Импульсный вход для измерения плотности

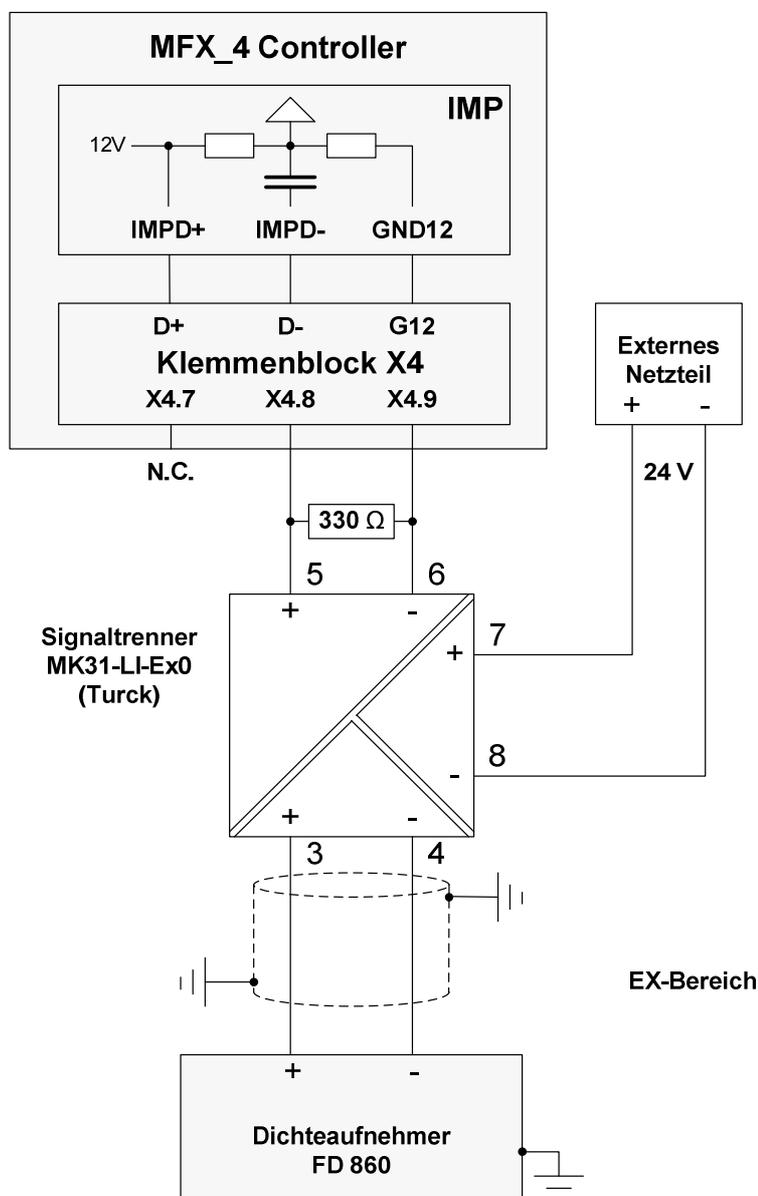
ИМРD + = 12 VDC

ИМРD - = вход системы измерения

## Ёмкостное соединение

U при > 0,6 Vpp

Anschaltung eines Dichteaufnehmers FD 860  
über Signaltrenner an den MFX\_4 Controller (HUT)



Рассмотрев принципиальные схемы построения реальной аппаратуры, работающей во взрывоопасных зонах, можно понять, как обеспечивается гальваническая развязка, т.е. изоляция этой аппаратуры (обычно датчиков и исполнительных устройств) от цепей заземления и источников питания. Входы и выходы этих приборов изолированы друг от друга и от источника питания, находящегося во взрывобезопасной зоне. Они запитываются искробезопасным питанием, которое обеспечивается применением ограничителей напряжений и токов, поступающих во взрывоопасную зону, а так же защитных диодов и плавких предохранителей.



Рис. 51 MFX-4 Controller для взрывоопасных и не взрывоопасных зон

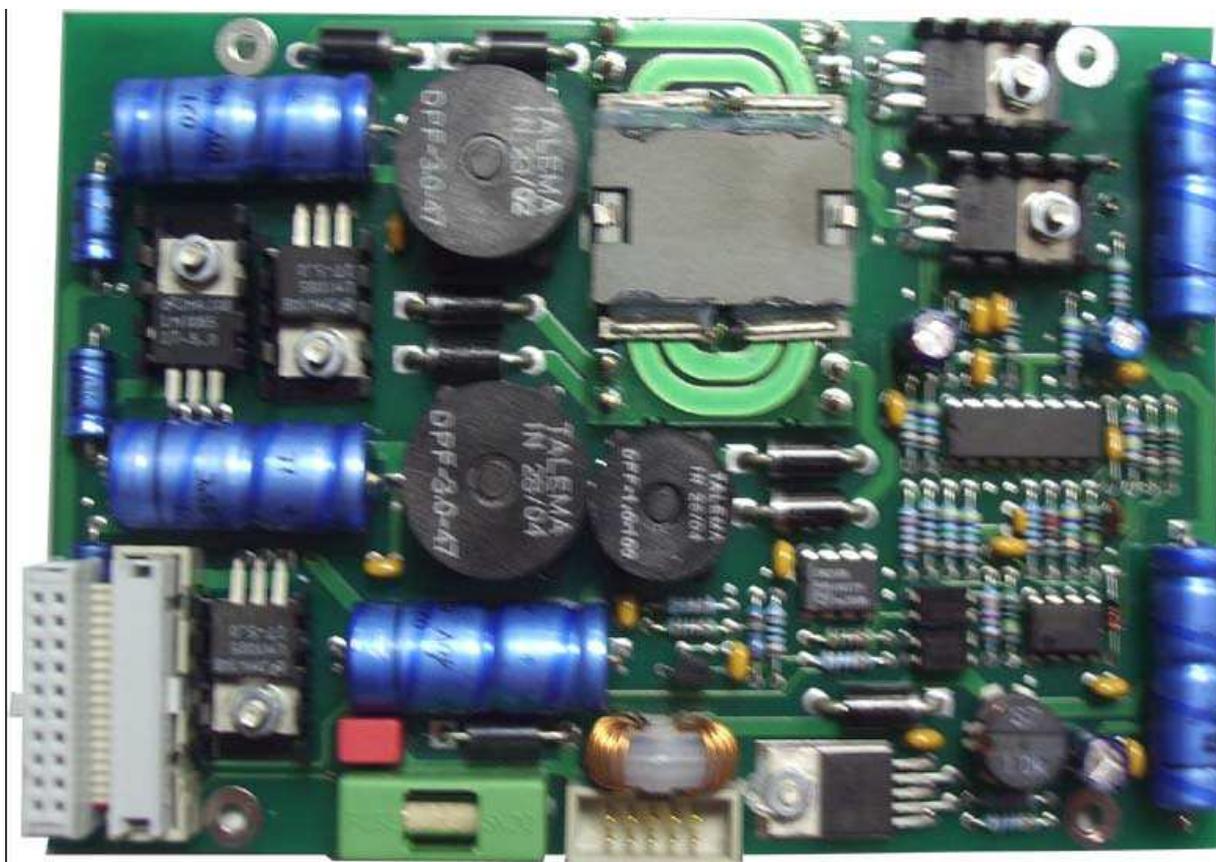


Рис. 52 Конструкция платы питания

### 2.8.6 Передача данных бортовой ЛВС

Передача данных бортовой ЛВС производится через бортовую сеть Ethernet. Для передачи данных с бортовой ЛВС на сервер топливозаправочного комплекса аэропорта используются беспроводные

локальные вычислительные сети на базе технологии стандарта Ethernet IEEE 802.11.

Для преобразования сигналов бортовой ЛВС в сигналы передачи данных по Radio LAN применяются ESCG программируемые конверторы.

На крыше передвижных средств заправки устанавливаются антенны приемо-передающих устройств. Передача данных на сервер производится с помощью установки точек доступа и ЛВС аэропорта.

### **Связь / интерфейсы**

Терминал MFX\_4 имеет гнездо Ethernet и использует протокол TCP/IP. Использование Ethernet и TCP/IP соответствует современным техническим стандартам в области сетевой связи, поэтому система регистрации измеренных значений MFX\_4 является идеальным решением для построения комплексных систем автоматизации. Таким образом, нет необходимости учитывать ограничения на использование проприетарных протоколов, как в системах MFX других серий, а также в других измерительных компьютерах или системах управления технологическими процессами, такими как ЧПУ и т.д.

### **Оборудование**

Оборудование терминала MFX\_4s рассчитано на работу в сложных промышленных условиях. Сюда относится использование обычных интерфейсов связи, устройств считывания карт и бесконтактной передачи данных с помощью транспондеров.

Подключение Ethernet Подключение Ethernet терминала MFX\_4s гарантирует связь с использованием современных сетевых технологий. Протокол TCP/IP позволяет передавать данные как в локальной сети, так и через Интернет. Использование нескольких терминалов MFX\_4s в одном применении может быть реализовано без дополнительных технических затрат. Для избыточных систем обеспечивается поддержка до 5 портов одновременно.

CAN Bus (2x) Через интерфейс CAN (Controller Area Network) может быть одновременно связано друг с другом несколько компонентов (Nodes). Терминал MFX\_4 может без проблем связываться с другими терминалами или другими компонентами системы. Шина CAN отличается высокой устойчивостью к электрическим помехам и постоянно контролируется и совершенствуется организацией CiA (CAN in Automation).

Интерфейсы RS Интерфейсы RS (Recommended Standard) полностью поддерживаются терминалом MFX\_4. Для управления и конфигурирования нескольких компонентов эти последовательные интерфейсы являются незаменимыми. Протоколы, например, MCO-1, обеспечивают защищенную передачу данных или команд управления.

RS232 (3x) Непосредственная связь терминала MFX\_4s с несколькими компонентами (например, принтеры или системы управления; single ended) без проблем может быть реализована через три интерфейса RS232, имеющиеся на MFX\_4. Терминал может обрабатывать

или принимать данные и передавать их дальше, например, по протоколу TCP/IP. Благодаря поддержке трех портов RS232 эта техника позволяет решать сложные задачи.

RS422/RS485 (2x) Используемые в промышленности стандарты интерфейсов RS422 и RS485 поддерживаются терминалом MFX\_4. Благодаря специальной спецификации этих стандартов можно передавать данные на большие расстояния и на высоких скоростях. RS422 служит для расширения интерфейса RS232 передачи данных на небольшие расстояния.

## 2.9 MFX\_4 EDI (Ethernet Data Interface – интерфейс передачи данных через Ethernet)



Рис. 53 MFX – 4 EDI

### Описание прибора

MFX\_4 EDI (Ethernet Data Interface) представляет из себя преобразователь, подключенный с функцией создания протоколов, который перемещает данные подключения RS в Ethernet (TCP/IP). Данные могут считываться в сети с произвольной позиции HOST/PC через разъемы TCP/IP.

С помощью MFX\_4 EDI Вы можете интегрировать все продукты серии MFX\_4 в Ethernet (TCP/IP).

Следующей функцией MFX\_4 EDI является метрологическое разрешение для передачи данных исходных документов через протокол CANopen в сеть Ethernet (TCP/IP).

В подлежащих обязательной проверке областях применения, таких как налив автоцистерн, трубопровода или системы весов, подключение

дистанционного цифропечатающего регистрирующего устройства (FDW) предписано метрологическими службами.

Протокол FDW гарантирует безошибочную передачу данных. Он препятствует потере или искажению данных при печати исходных документов.

MFX\_4 EDI делает возможным отправку данных исходных документов через протокол CANopen в Ethernet (TCP/IP) в основанную в сети на базе ПК систему архивирования исходных документов (UPC\_2000).

Система UPC\_2000 имеет собственное метрологическое разрешение. Это означает, что система учёта данных может отправлять документ на системный принтер или в UPC\_2000.

### **Поток данных исходных документов**

Более детально с функциями MFX\_4 EDI мы хотели бы ознакомить Вас с помощью примеров.

В нашем примере мы используем три контроллера MFX\_4, которые отправляют исходные документы в систему UPC\_2000.

UPC\_2000 – это основанная в сети на базе ПК система архивирования исходных документов с собственным метрологическим разрешением.

Подключение между контроллером MFX\_4 и системой UPC\_2000 образует MFX\_4 EDI

Поток данных исходных документов от контроллера MFX\_4 к системе UPC\_2000 осуществляется в три этапа:

- 1 После загрузки контроллер MFX\_4 отправляет свои данные исходного документа через протокол CANopen к MFX\_4 EDI. В случае неисправности на шине данные отправляются повторно.
- 2 После того как MFX\_4 EDI успешно принял документ, он пересылает его в систему UPC\_2000.
- 3 Только когда система UPC\_2000 успешно принимает все данные исходных документов, контроллер MFX\_4 получает подтверждение и готов к следующей загрузке.

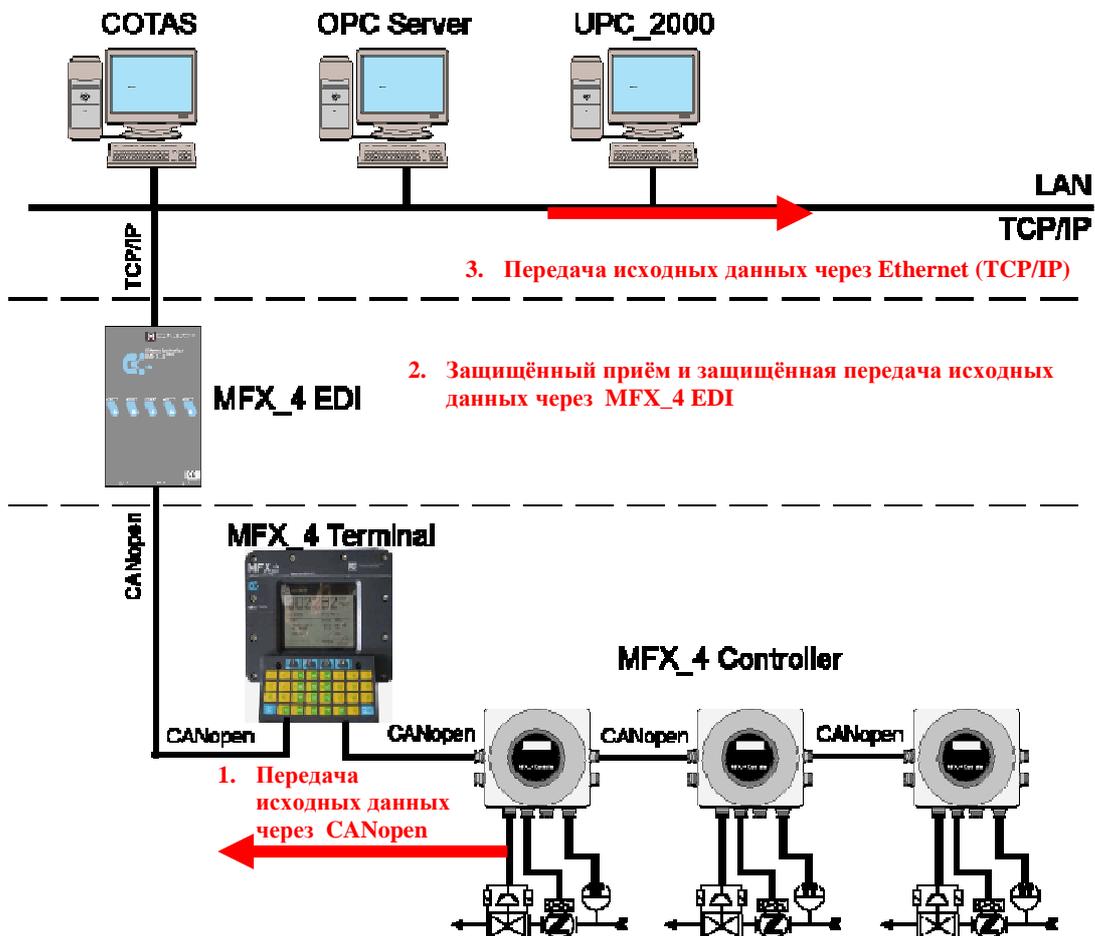


Рис 54 Схематичное изображение потока данных, на примере с применением трех контроллеров MFX\_4.

### Световые диоды

EDI имеет всего 7 световых диодов. Два из них находятся на интерфейсе TCP/IP.

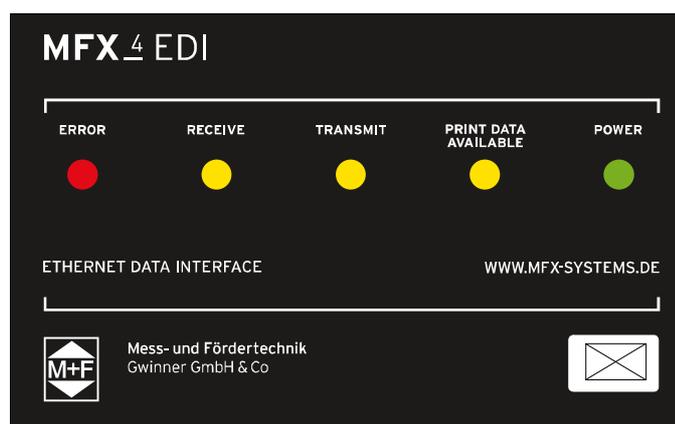


Рис. 55 Панель световых индикаторов

**Error/Ошибка**  
(красный)

Мигающий красный индикатор ошибки указывает на нарушенное соединение с

UPC. Другой причиной может быть также не подключенная система UPC. Постоянно светящийся красный диод указывает на ошибку при передаче данных.

**Receive/Приём**

(жёлтый)

Жёлтый индикатор светится в момент поступления данных с подключения компьютера

**Transmit /Передача**

(жёлтый)

Жёлтый индикатор передачи данных горит, когда данные отправляются в систему UPC.

**Printdata available/ Доступны данные для печати**

(жёлтый)

Индикатор светится в случае наличия данных для печати.

**Power/Питание**

(зелёный)

Если прибор подключен к источнику питания, горит зелёная индикаторная лампочка.

**Световые диоды TCP/IP**



**Link-соединение**

(зелёный)

В момент Link-соединения горит зелёная индикаторная лампочка.

**Обмен данными**

(жёлтый)

Индикаторная лампочка мигает, если через TCP/IP происходит обмен данными.

В нашем примере мы подключили три контроллера MFX\_4 к MFX\_4 EDI.

С помощью функции "**Connect to device**" мы можем также соединить контроллер 2 и -3 с MFX\_4 EDI.

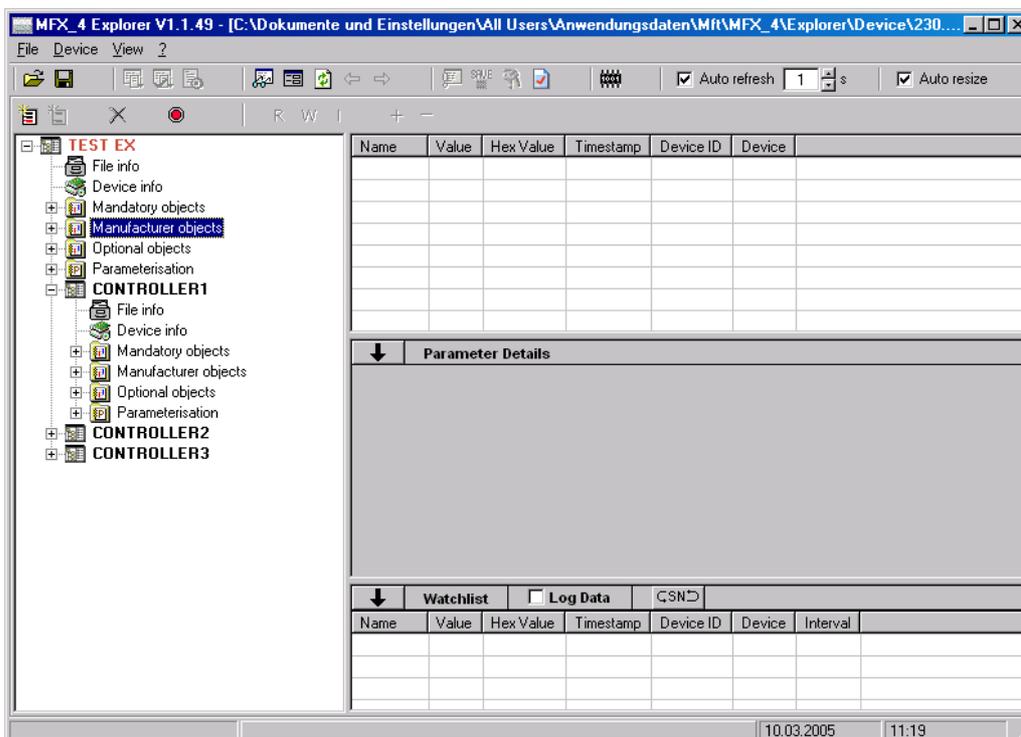


Рис 56. Пример отображения данных на экране оператора

## Варианты сотрудничества

Как правило, модернизация сливо-наливной технологии происходит в существующих установках. «М+F» – опытный поставщик поэтапных модернизаций в таких местах и обеспечивает как защиту существующей окружающей среды, так и непрерывную работоспособность оборудования. Интегрируя все требования к будущим шагам по модернизации и расширению производства, «М+F» обеспечивает выполнение требований окупаемости первоначальных инвестиций при эксплуатации в последующие годы.

**Литература:**

1. Техническая документация фирмы «М+F»;
2. Федеральный закон «О ТЕХНИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ», Москва 2003г.
3. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений»;
4. «НАСТАВЛЕНИЕ по службе ГСМ на воздушном транспорте РФ», НСГМ – РФ – 94;
5. А.Г. Годнев, Е.И. Зоря, Д.А. Несговоров «Коммерческий учёт потоков НП автоматизированными системами», учебное пособие, Москва 2008г.