

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

---

Кафедра авиатопливообеспечения и ремонта ЛА

А.А. Браилко, А.Н. Козлов,  
К.Э. Бальшин, С.А. Савушкин

# УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ В ТОПЛИВОЗАПРАВОЧНЫХ КОМПЛЕКСАХ

**Учебное пособие**

*Утверждено редакционно-  
издательским советом МГТУ ГА  
в качестве учебного пособия*

Москва  
ИД Академии Жуковского  
2024

УДК 629.7.082.6:662.75

ББК 052-082-325

Б87

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

Рецензенты:

*Старков Е.Ю.* (МГТУ ГА) – канд. техн. наук, доцент;

*Дружинин Н.А.* (РН-АЭРО) – канд. техн. наук

### **Браилко А.А.**

Б87

Управление процессами в топливозаправочных комплексах [Текст] : учебное пособие / А.А. Браилко, А.Н. Козлов, К.Э. Балышин, С.А. Савушкин. – М. : ИД Академии Жуковского, 2024. – 80 с.

ISBN 978-5-907863-56-9

Учебное пособие издаётся в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Управление процессами в топливозаправочных комплексах» учебного плана для студентов направления подготовки 25.04.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей», профиля подготовки «Управление технологическими процессами авиатопливообеспечения воздушных судов» всех форм обучения.

Учебное пособие состоит из пяти глав: ряд из них посвящен становлению автоматизированных бизнес- и технологических процессов в отрасли авиатопливообеспечения и общим авиационным вопросам, последние главы – непосредственно введению в автоматизацию, процессу подготовки ее на предприятии, как и где применяются таковые процессы и целесообразности их совершенствования.

Данное учебное пособие является профильным материалом, позволяющим развернуто изучить процессы специальных дисциплин учебного плана.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 17.10.2024 г. и методического совета 24.10.2024 г.

**УДК 629.7.082.6:662.75**

**ББК 052-082-325**

Св. тем. план 2024 г.

поз. 8

БРАЙЛКО Анатолий Анатольевич, КОЗЛОВ Александр Николаевич,  
БАЛЫШИН Кирилл Эдуардович, САВУШКИН Сергей Александрович

## **УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ В ТОПЛИВОЗАПРАВОЧНЫХ КОМПЛЕКСАХ**

Учебное пособие

*В авторской редакции*

Подписано в печать 09.12.2024 г.

Формат 60x84/16 Печ. л. 5 Усл. печ. л. 4,65

Заказ № 1057/1112-УП06 Тираж 30 экз.

Московский государственный технический университет ГА  
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского

125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А

Тел.: (499) 755-55-43 E-mail: zakaz@itsbook.ru

**ISBN 978-5-907863-56-9**

© Московский государственный технический  
университет гражданской авиации, 2024

## Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ГЛАВА 1. ОБЪЕКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ. ФУНКЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ</b> .....	6
1.1. Введение в автоматизированные процессы.....	6
1.2. Автоматизация технологических процессов АТО.....	6
1.3. Функции автоматизированных технологий.....	9
<b>ГЛАВА 2. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ (АСУП) АТО</b> .....	12
2.1. Типовые схема авиатопливообеспечения ВС ГА.....	12
2.2. Системы управления производственными процессами АТО.....	19
2.3. Тренды в использовании современных технологий.....	24
<b>ГЛАВА 3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ (АСУТП АТО)</b> .....	28
3.1. Автоматизация технологических операций АТО.....	28
3.2. Объект автоматизации АТО.....	29
3.3. Склад, заправка –АСУТП и автоматизация бизнес- процессов.....	30
3.4. Сравнения уровня автоматизации отечественного и зарубежного подходов.....	33
3.5. Стратегия автоматизации.....	43
<b>ГЛАВА 4. АТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ (АСИ) АТО</b> .....	46
4.1. Автоматизация в сфере авиатопливообеспечения.....	46
4.2. Автоматизированные средства измерений.....	46
4.3. Метрологическое обеспечение и эксплуатационные требования.....	49
4.4. Информационно-измерительные управляющие системы (ИИУС).....	50
<b>ГЛАВА 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ АТО</b> .....	56
5.1. Технология построения моделей процессов и объектов автоматизированного управления.....	56
5.1.1. Назначение функциональных схем автоматизации.....	56
5.1.2. Изображение технологического оборудования и коммуникаций на технологических схемах.....	56
5.1.3. Разработка функциональных схем автоматизации по ГОСТ 21.208-2013.....	57
5.2. Правила построения условных обозначений на функциональных схемах автоматизации.....	62
5.2.1. Разработка функциональных схем автоматизации по стандарту S5.1.....	64
5.3. Общие принципы разработки ФСА.....	78
<b>ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b> .....	80

## ВВЕДЕНИЕ

Российская Федерация в силу своего географического положения, неравномерности распределения населения нуждается в развитии и использовании гражданской авиации (ГА). Интенсивное использование ГА требует и обеспечения безопасности полетов, которое является важнейшей проблемой. На протяжении всего времени существования авиации, возникало немало различных происшествий, инцидентов, аварий и даже катастроф, по различным причинам. Основными из них являются: человеческий фактор, плохие метеоусловия, неисправность авиационной техники, применение некондиционных авиаГСМ, ошибки технического персонала при обслуживании ВС, и другие факторы. При решении проблемы безопасности полетов ВС особое внимание сегодня уделяется применению кондиционных авиаГСМ, как одной из составляющих безопасности полетов. От кондиционности применяемых авиаГСМ зависит безотказная работа функциональных системы (топливной, масляной и т.д.) ВС, а от кондиционности применяемого авиатоплива зависит работа топливрегулирующей аппаратуры газотурбинного двигателя. Наличие в авиатопливе различного рода загрязнений таких как, смолы, вода, микроорганизмы и бактерии, механические примеси, не благотворно влияют на работу топливной системы ВС, что снижает безопасность полетов в целом. Такие загрязнения, попав в топливрегулирующую аппаратуру могут приводить к забивке фильтроэлементов залипанию жиклеров, что может приводить к прекращению подачи авиатоплива в газотурбинный двигатель, а значит и его отключению.

С момента производства на нефтеперерабатывающем заводе до применения на ВС авиатопливо перевозится различными видами транспорта и как следствие многократно перекачивается, а также может храниться в хранилищах, на базах хранения, складах топливозаправочных комплексов (ТЗК). При этом авиатопливо контактирует с внешней средой, где в воздухе содержится влага, насосами, резервуарами и т.д. Это приводит к загрязнению авиатоплива механическими примесями и водой. Суточные колебания температуры приводят к тому, что при охлаждении авиатоплива в нем выделяется эмульсионная вода или нерастворенная. Кроме этого, авиатопливо, прежде чем будет заправлено в баки ВС, доставляется или аэродромными топливозаправщиками (АТЗ) или транспортируется через систему гидрантов к пунктам централизованной заправки. Т.е. заправка ВС происходит с удаленного склада топливозаправочного комплекса (ТЗК), а следовательно, существует риск нарушения кондиционности авиатоплива на любом участке поставки его топливные баки ВС. Согласно требованиям нормативно технической документации (НТД), в частности, ГОСТ 17210-2001 чистота авиатоплива, заправляемого в ВС, должна быть не более 8 класса. Для его обеспечения, согласно рекомендациям международной ассоциации воздушного транспорта (ИАТА), заправка ВС авиатопливом проводится через 1...3 микронные фильтры-мониторы или фильтры-водоотделители с очисткой от механических примесей 0,5 микрон, а отделение свободной воды до уровня не выше 0,0005%(масс).

Поэтому важнейшей задачей работы организаций авиатопливообеспечения (ОАТО) при осуществлении технологического процесса авиатопливообеспечения ВС является сохранение кондиционности авиатоплива, а при отклонении от требований НТД, исправление его кондиционности для достижения нормативного уровня кондиционности авиатоплива, заправляемого в ВС. Это требует от ТЗК соблюдения всех технологических процессов авиатопливообеспечения (транспортировки, слива, хранения, налива в топливозаправщики), а также применения современного оборудования фильтрации и водоотделения, принятию мер по предотвращению попадания влаги в авиатопливо, применения эффективных технологий, а также непрерывного мониторинга уровня чистоты и обводненности авиатоплива на всех этапах авиатопливообеспечения и особенно при заправке в ВС. Это связано с ролью и важностью топливной системы ВС, так она обеспечивает подачу авиатоплива для обеспечения работоспособности газотурбинного двигателя (ГТД), а значит является одной из критических точек в обеспечении безопасности полетов. Согласно нормативным требованиям для обеспечения бесперебойной работы ГТД требуется кондиционное авиатопливо, т.е. без механических примесей и воды. Можно сказать, что чем более чистое авиатопливо, тем более надежна топливная система ВС, и как следствие, больший ресурс ее функциональных агрегатов и топливрегулирующей аппаратуры ГТД. При транспортировке, хранении и применении авиационных топлив ухудшаются их физические свойства, а, следовательно, и кондиционность. Чтобы избежать появления осадка, смол, примесей, микробиологических загрязнений и воды, необходимо выполнить ряд очень важных мероприятий, так как от этого зависит безопасность полётов. Даже небольшое количество воды приводит к образованию кристаллов льда на высоте из-за отрицательных температур, а это в свою очередь приводит к засорению фильтров, в результате чего топливо не поступает в двигатель. Наличие в авиатопливах воды, особенно свободной, существенно снижает их свойства. Негативное влияние воды на свойства авиатоплива зависит от ее количества, состояния (свободная, эмульсионная, растворенная), в котором она находится, а также химического состава самого авиатоплива.

Таким образом, проблема контроля кондиционности авиатоплива по всему технологическому процессу от приема до его поставки в баки ВС является актуальной для ГА и имеет существенное влияние на обеспечение безопасности полетов ВС и экономику транспортной системы ГА.

# ГЛАВА 1. ОБЪЕКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ. ФУНКЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ

## 1.1. Введение в автоматизированные процессы

Автоматизированная система управления (АСУ) — это комплекс аппаратных и программных средств, а также персонала, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия.

### Задачи АСУ:

1. оптимизация использования ресурсов;
2. сокращение времени на принятие решений;
3. повышение качества продукции, работ или услуг.

Автоматизированные процессы в авиатопливообеспечении включают в себя использование технологий для управления и оптимизации всех этапов, начиная от закупки топлива до его распределения и учета.

### Ключевые аспекты автоматизации:

1. Управление запасами: Автоматизированные системы позволяют отслеживать запасы топлива в реальном времени, что помогает избежать дефицита или избыточных запасов.

2. Закупка и поставка: Использование программного обеспечения для автоматизации процессов закупки позволяет ускорить выбор поставщиков и управление контрактами.

3. Качество и соответствие: Автоматизированные системы мониторинга обеспечивают контроль качества топлива и соответствие стандартам, что критично для безопасности полетов.

4. Учет и отчетность: Автоматизация учета помогает вести точные записи о расходах, что облегчает финансовый анализ и отчетность.

5. Интеграция с другими системами: Современные решения позволяют интегрировать процессы авиатопливообеспечения с другими системами управления аэропортами и авиакомпаниями, что повышает общую эффективность.

Эти технологии способствуют снижению затрат, улучшению безопасности и повышению общей эффективности операций в авиации.

## 1.2. Автоматизация технологических процессов АТО

Успешная деятельность ГА сегодня оценивается показателем — обеспечение безопасности полетов, которое является основной задачей всех организаций, задействованных при обеспечении полетов ВС. Рост числа воздушных перевозок, наблюдаемый в последнее время, в связи с этим открытие новых местных, так и международных авиалиний, требует четкого взаимодействия как подразделений аэропорта, так и обеспечивающих организаций. Особое место в этом взаимодействии занимают организации

авиатопливообеспечения полетов воздушных судов. Для обеспечения регулярности полетов ВС ГА расходуется миллионы тонн разных сортов горюче-смазочных материалов (ГСМ). При транспортировке, хранении и применении авиационных топлив их физические свойства могут изменяться, а, следовательно, и кондиционность. Чтобы избежать появления осадка, смол, примесей, микробиологических загрязнений и воды, необходимо соблюдение технологического процесса авиатопливообеспечения и проведение ряда мероприятий, направленных на снижение возможного применения некондиционного авиатоплива, так как от этого зависит безопасность полетов. Свободная (несвязанная) вода в авиатопливе является одним из опасных загрязнений. Ее количество в авиатопливе нормируется НТД, а максимально допустимое ее содержание составляет не более 5 мг/кг (т.е. 0,0005%).

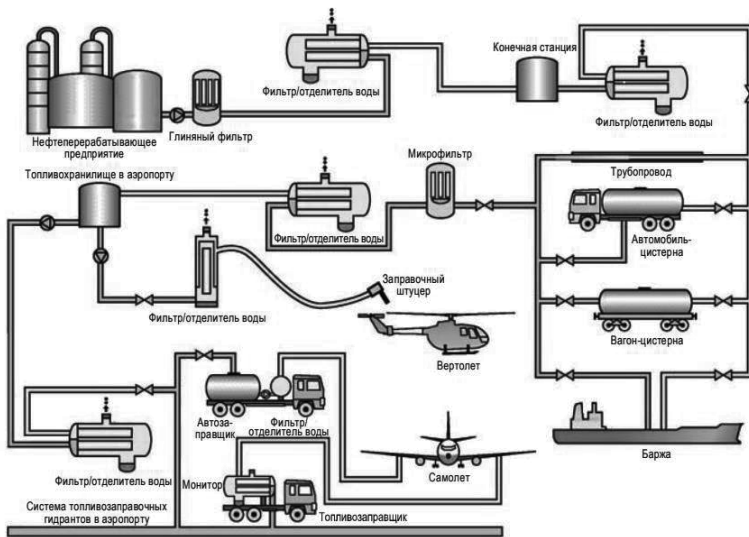


Рис. 1. Жизненный цикл авиатоплива

**Основными технологическим операциям объектам топливообеспечения являются:**

- слив авиатоплива, автоГСМ и спецжидкостей из ж/д цистерн;
- слив авиатоплива, автоГСМ спецжидкостей из автоцистерн;
- перекачка авиатоплива и автоГСМ в резервуары хранения;
- подача авиатоплива в гидрантную систему централизованной заправки самолетов и в трубопроводы пунктов налива топливозаправщиков;
- заправка воздушных судов авиатопливом через гидрантные колонки и диспенсеры;
- выдача в топливозаправщики авиатоплива;
- выдача автоГСМ и спецжидкостей в автомобильные цистерны;
- перекачка нефтепродуктов из резервуара в резервуар.

Для обеспечения перечисленных операций помимо учетно-расходных операций ряд функций по переключению трубопроводных коммуникаций автоматизируются. В частности, автоматизированной системой управления, предусматривается:

- дистанционное управление запорной арматурой узла переключения резервуаров для перераспределения материальных потоков;
- автоматическое закрытие приемной линии резервуаров при переполнении;
- автоматический сброс отделившейся воды из фильтров вододелителей в дренажную систему;
- автоматическое поддержание заданного давления и расхода в гидрантную систему ЦЗС и на предперонный пункт налива топливозаправщиков;
- измерение объемного расхода поступившего и выданного топлива и его пересчет в массовый при нормальных условиях;
- автоматическое формирование материальных балансов по складу за выбранный отчетный период.

#### **Операция слива нефтепродуктов из ж/д цистерн.**

При сливе продуктов с ж/д цистерн вручную проводят:

- отбор проб из ж/д цистерн;
- подключение устройства слива к сливной горловине цистерны;
- открытие запорного органа сливных устройств;
- открытие приемных задвижек сливных насосов;
- пуск насосов слива.

#### **При сливе продуктов с ж/д цистерн автоматизированы:**

- дистанционное переключение трубопроводов на приемный резервуар;
- останов насосов по окончании слива ж/д цистерн;
- останов насосов при заполнении резервуара;
- сброс отделившейся воды из водоотделителя;
- сброс воздуха из воздухоотделителя при заполнении и выпуск воздуха при опорожнении коллектора.

Процедура слива нефтепродуктов из автоцистерн производится аналогично

сливу их ж/д цистерн.

Подача авиатоплива в гидрантную систему централизованной заправки самолетов и в трубопроводы пунктов налива топливозаправщиков.

При подаче авиатоплива в систему ЦЗС и на ППН вручную проводят:

- отбор проб из расходного резервуара;
- открытие приемных задвижек насосов ЦЗС и ППН;
- пуск процедуры.

#### **Автоматически выполняются следующие операции:**

- дистанционное переключение трубопроводов на расходный резервуар;
- пуск/останов насосов по режиму расхода топлива в ЦЗС и на ППН;
- останов насосов при опорожнении резервуара;



- сброс отделившейся воды из водоотделителя;
- регулирование давления в напорном коллекторе изменением производительности насосов.

Заправка воздушных судов авиатопливом через гидрантные колонки и диспенсеры.

#### **Заправка воздушных судов производится вручную:**

- подключение наливного рукава к гидрантной колонке и воздушному судну;
- старт и окончание процедуры заправки при выдаче заданного объема.

Автоматизированы функции по обеспечению безопасности (контроль давления в наливном рукаве, прекращение заправки при заполнении топливного бака, контроль оператора), учет выданного количества и распечатка накладной.

#### **Налив авиатоплива в топливозаправщики.**

При налив авиатоплива в ТЗ вручную проводят:

- проверку цистерн ТЗ;
- подключение устройства налива к наливным патрубкам ТЗ;
- подключение разъема систем контроля и автоматизации ТЗ к АСУТП ППН через специальный разъем;
- открытие запорных задвижек на приеме пункта налива;
- пуск процедуры налива нажатием кнопки.

Автоматически выполняются функции по обеспечению безопасности операции налива ТЗ (перелив цистерны, повышение давления в контуре налива), учет выданного количества и распечатка накладной. Предусматривается автоматическое дозирование ПВКЖ в заданном количестве при налива топлива ТС-1 в топливозаправщик.

#### **Перекачка нефтепродуктов из резервуара в резервуар.**

Перекачка нефтепродуктов из резервуара в резервуар может выполняться в штатном и аварийном режиме. При этом ручными операциями являются подключение насоса по схеме перекачки и его пуск.

Автоматически дистанционно выполняется открытие соответствующих электрифицированных задвижек.

Помимо обеспечения технологического процесса АСУТП предусматривает выполнение функций по обеспечению безопасности:

- контроль за состоянием воздушной среды;
- аварийный останов насосных агрегатов по команде персонала;
- сигнализация звуковая и световая при диагностике загазованности территории.

### **1.3. Функции автоматизированных технологий**

#### **1. Мониторинг запасов:**

— Системы автоматизации обеспечивают постоянный мониторинг уровня топлива в резервуарах и на складах. Это позволяет в реальном времени отслеживать потребление и избегать ситуаций с нехваткой топлива.

— Использование датчиков и IoT-технологий (Интернет вещей) позволяет интегрировать данные о запасах в единую платформу, обеспечивая доступ к информации из любого места.

## **2. Управление закупками:**

— Автоматизированные системы упрощают процесс закупки топлива, позволяя быстро сравнивать предложения различных поставщиков.

— Программное обеспечение может автоматически генерировать запросы на предложения, анализировать условия и формировать заказы на основании заранее заданных критериев.

— Системы также могут вести историю взаимодействия с поставщиками, что упрощает выбор надежных партнеров.

## **3. Контроль качества:**

— Важно следить за качеством топлива, так как это напрямую влияет на безопасность полетов. Автоматизированные системы могут контролировать параметры топлива, такие как плотность, температура и содержание примесей.

— Данные о качестве топлива могут автоматически передаваться в базы данных, что обеспечивает прозрачность и возможность аудита.

## **4. Организация распределения:**

— Автоматизация распределения топлива помогает оптимизировать логистику, обеспечивая своевременную подачу топлива в нужные места.

— Системы могут рассчитывать наиболее эффективные маршруты для доставки, учитывая множество факторов, таких как трафик, погодные условия и загруженность аэропортов.

## **5. Учет и отчетность:**

— Ведение учета запасов и расхода топлива в автоматизированной системе позволяет минимизировать ошибки и потери.

— Автоматические отчеты о расходах, поставках и запасах позволяют оперативно принимать управленческие решения и проводить финансовый анализ.

## **6. Аналитика и прогнозирование:**

— Современные системы могут использовать алгоритмы машинного обучения для анализа данных о потреблении топлива и прогнозирования будущих потребностей.

— Это позволяет заранее планировать закупки и оптимизировать запасы, снижая затраты.

## **7. Интеграция с другими системами:**

— Системы автоматизации могут интегрироваться с ERP (системами управления ресурсами предприятия), системами управления аэропортами и авиакомпаниями.

— Это обеспечивает комплексный подход к управлению процессами, позволяя координировать действия различных подразделений и повышая общую эффективность.

## **8. Управление рисками:**

— Автоматизированные системы могут анализировать риски, связанные с поставками и распределением топлива, позволяя заранее выявлять потенциальные проблемы.

— Это может включать в себя мониторинг финансового состояния поставщиков, анализ исторических данных о поставках и оценку изменений на рынке.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Опишите жизненный цикл авиационного топлива;
2. Перечислите основные задачи АСУ ТП;
3. Назначение автоматизированных систем для предприятия;
4. Какие процессы подлежат автоматизации?;
5. Опишите состав автоматизированных систем и их интеграции;
6. Перечислите системы автоматизации при приеме топлива, хранении, подготовке топлива, выдаче на заправку;

## ГЛАВА 2. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ (АСУП) АТО

### 2.1. Типовые схема авиатопливообеспечения ВС ГА

Автоматизированная система управления производством (АСУП) — это программно-аппаратный комплекс, созданный для управления и контроля операций на производстве.

#### **Основные компоненты АСУП:**

**Аппаратное обеспечение:** компьютеры, серверы, датчики и контроллеры. Эти устройства обеспечивают физическую основу для работы системы, собирая и обрабатывая данные в реальном времени.

**Программное обеспечение:** специализированные программы для управления производственными процессами. Они включают в себя системы управления базами данных, аналитические инструменты и приложения для планирования и контроля.

**Сетевое оборудование:** маршрутизаторы, коммутаторы и другие устройства для связи между компонентами системы. Это оборудование обеспечивает надёжную и быструю передачу данных между различными элементами системы.

**Интерфейсы пользователя:** панели управления, дисплеи и другие устройства для взаимодействия с системой. Они обеспечивают удобный доступ к данным и функциям системы для операторов и менеджеров.

#### **Требования к типовой схеме авиатопливообеспечения.**

ТС АТО должна обеспечивать выполнение следующих технологических операций:

- прием авиатоплива из средств транспортирования (ЖДЦ, АЦ, танков нефтеналивных судов, магистральных трубопроводов);
- внутрискладские перекачки;
- хранение авиатоплива в резервуарах склада авиаГСМ;
- выдача авиатоплива в систему ЦЗС и пункты налива средств заправки ВС;
- налив цистерн средств заправки ВС;
- транспортирование авиатоплива к местам стоянки и заправки ВС;
- заправка ВС;
- прием, хранение, внутрискладские перекачки и выдача кондиционного авиатоплива в смеси с ПВКЖ, применяемая на государственных и экспериментальных аэродромах;
- прием, хранение, учет и выдача ПВКЖ в средства транспортирования и заправки ВС;
- учет авиатоплива в процессе выполнения технологических операций;
- отбор проб авиатоплива и ПВКЖ;

- прием дренируемого авиатоплива, хранение, отстой, паспортизация, возврат в резервуары хранения и/или выдача в транспортные средства;

- прием, хранение и выдача ОНП в транспортные средства;

- технологические операции, осуществляемые в нештатных или аварийных ситуациях.

Выполнение технологических операций сгруппированы в девяти блоках ТС АТО в соответствии с приложением А.

**ТС АТО должна применяться при проектировании, модернизации и реконструкции объектов АТО и инфраструктуры на аэродромах и вертодромах государственной, гражданской и экспериментальной авиации, посадочных площадках и обеспечивать:**

- выдачу кондиционного авиатоплива в борт ВС;

- безопасную заправку ВС в установленные сроки;

- сохранность качества авиатоплива и ПВКЖ при выполнении технологических операций;

- безопасность полетов ВС, сохранение жизни и здоровья пассажиров, а также их имущества, технических средств и технологического оборудования АТО;

- соблюдение правил промышленной, пожарной и экологической безопасности;

- выполнение процедур утилизации оборудования и используемых материалов.

**ТС АТО должна комплектоваться ТМ АТО с учетом:**

- типов ВС постоянного и периодического базирования на аэродроме, вертодроме и посадочной площадке, их заправочных характеристик и других особенностей;

- эксплуатационных свойств применяемых авиатоплив и ПВКЖ, допущенных к заправке ВС;

- обеспечения приема необходимого среднесуточного объема авиатоплива, его подготовки и выдачи на заправку в борт ВС;

- организации транспортирования авиатоплива на склад авиаГСМ и возможности его приема по пропускной способности оборудования АТО;

- применяемых способов заправки ВС;

- заданного времени заправки ВС;

- нормативного времени перевода оборудования АТО из режима ожидания в рабочий режим;

- соответствия функциональных и технических характеристик, последовательно установленных ТМ АТО;

- обеспечения безопасной закрытой (под давлением) и/или открытой заправки кондиционным авиатопливом ВС с заданными параметрами по подаче и рабочему давлению;

— обеспечения отбора проб авиатоплива и ПВКЖ в процессе приема, транспортирования по складу авиаГСМ, хранения, подготовки и выдачи;

— предотвращения пульсаций авиатоплива в технологических трубопроводах, защиты оборудования АТО и заправляемых ВС от превышения давления (гидроударов) и встречного движения авиатоплива в расходных трубопроводах;

— предотвращения электризации авиатоплива в оборудовании АТО (особенно в насосных агрегатах и средствах очистки авиатоплива), защиты оборудования АТО и заправляемых ВС от опасного проявления статического электричества;

— предотвращения несанкционированного смешивания различных видов (марок) авиатоплива при выполнении технологических операций;

— требований заказчика по автоматизации и диспетчеризации технологических процессов и комплектации элементами оборудования различных производителей;

— требований заказчика по климатическому исполнению оборудования АТО по ГОСТ 15150;

— соблюдения метрологических требований национальной системы единства измерений.

Комплектация ТМ АТО оборудованием должна обеспечить возможность использования серийно выпускаемых, унифицированных комплектующих изделий, а также сертифицированных (при наличии требований к подтверждению соответствия).

Оборудование АТО, используемое в конструкции ТМ АТО, должно быть идентифицировано по маркам авиатоплива путем его маркировки.

Для обеспечения транспортирования ТМ АТО технологическое оборудование должно быть размещено на рамах или в каркасах с транспортными габаритами, а также имеющих места для строповки груза.

Основные параметры и характеристики ТМ АТО в составе ТС АТО должны быть определены в ее конструктивном решении с учетом типов заправляемых ВС, объема годового, суточного и разового расхода авиатоплива на заправку ВС, требуемой интенсивности поставок, используемых средств транспортирования, последовательности выполняемых операций ТС АТО и климатических особенностей в ожидаемых условиях эксплуатации ВС и излагаться в задании на проектирование (конструирование) ТМ АТО.

Основные параметры (характеристики) технологических трубопроводов и используемой арматуры (пропускная способность, рабочее давление, параметры диаметров труб и потери напора), применяемые в ТС АТО, должны соответствовать данным, обоснованным при проектировании ТМ АТО.

В конструктивном решении ТС АТО должны быть предусмотрены технические решения, обеспечивающие предотвращение возникновения пульсаций (гидроударов) в потоке авиатоплива в процессе перекачки.

Величина испытательного давления не должна быть менее чем 1,25 значения рабочего давления.

В конструктивном решении ТС АТО необходимо применять унифицированные ТМ АТО.

Конструктивное решение ТС АТО должно обеспечивать последовательную перекачку авиатоплива сначала в резервуары отстойные, затем в расходные и, на заключительном этапе, в баки ВС с использованием ТМ АТО заправки ВС, налива ТЗА, ПТЗ или АТЗ.

В ТС АТО, применяемых в гражданской авиации, допускается совмещение функций резервуаров в качестве отстойных и расходных. Технология подготовки авиатоплива определяется ведомственными инструкциями.

Технологические трубопроводы ТС АТО должны предусматривать наличие:

- устройств полного дренажного опорожнения;
- системы деаэрации;
- арматуры запорной и регулирующей;
- устройств отбора проб;
- устройств защиты от гидроударов;
- устройств подключения оборудования предпусковой и периодической промывки трубопроводов.









Технологические трубопроводы ТС АТО могут дополнительно оснащаться системами катодной защиты и контроля герметичности.




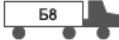











В ТС АТО и ТМ АТО клапаны перепускные, предохранительные и обратные устанавливаются в соответствии с конструктивным решением.

Верхние точки трубопроводов должны быть оборудованы системами деаэрации с устройствами дренажного слива.

Нижние точки трубопроводов должны иметь устройства полного опорожнения и слива отстоя, которые должны быть соединены с резервуарами дренажными или другими дренажными устройствами.

#### **Обозначение элементов ТС АТО:**

	обязательные линии трубопроводов и оборудования для авиатоплива в чистом виде
	обязательные линии трубопроводов дренажных
	рекомендуемые линии трубопроводов и оборудования
	обязательные линии трубопроводов и оборудования для смеси
	обязательные линии трубопроводов и оборудования для ПВКЖ
	линия контура блока ТС АТО
	АЦ для авиатоплива
	- АЦ для ПВКЖ

	- ЖДЦ
	- магистральный трубопровод
	- судно нефтеналивное
	- АТЗ (ТЗА)
	- передвижной (подвижный) агрегат заправки ВС из системы ЦЗС или из собственной цистерны
	- передвижной (подвижный) агрегат заправки ВС из системы ЦЗС (диспенсер)
	- ВС
	- гидрантный колодец системы ЦЗС
	- резервуар
	- рукав
	- ПУВ
	- система отбора донной пробы из резервуара
	- арматура запорная
	- арматура запорная с электроприводом
	- фланцевое соединение

ТМ АТО выдачи смеси из резервуаров расходных в средства заправки ВС с возможностью ввода ПВКЖ, приема и выдачи ПВКЖ в резервуары расходноконтрольные средств заправки ВС.

#### **Состав оборудования ТМ АТО:**

- защитный фильтр перед насосным агрегатом;
- насосный агрегат с клапаном обратным;
- резервный насосный агрегат с клапаном обратным (при необходимости);
- два последовательно установленных фильтра с элементами, стойкими к смеси;
- система ввода ПВКЖ в поток авиатоплива, обеспечивающая концентрацию смеси в соответствии с требованиями колонки 2 или 3 таблицы 1;
- счетчик жидкости;
- нейтрализатор статического электричества в авиатопливе;
- ННЗ.

#### **ТМ АТО должен обеспечивать:**

- выдачу смеси из резервуаров расходных в средства заправки ВС с дозированным вводом ПВКЖ и доведение концентрации смеси в соответствии с требованиями колонки 2 или 3 таблицы 1;
- внутрискладские перекачки (при необходимости);
- двойную фильтрацию при наливке цистерн средств заправки ВС;
- снижение зарядов статического электричества в авиатопливе;
- учет выданного авиатоплива;



- нижнее наполнение цистерн средств заправки ВС;
- промывку рукава налива и ННЗ;
- автоматическую регулировку давления налива цистерн средств заправки ВС;
- безопасное, беспроливное и быстроразъемное соединение с приемными штуцерами;
- автоматическое прекращение налива авиатоплива в штатных и нештатных ситуациях.

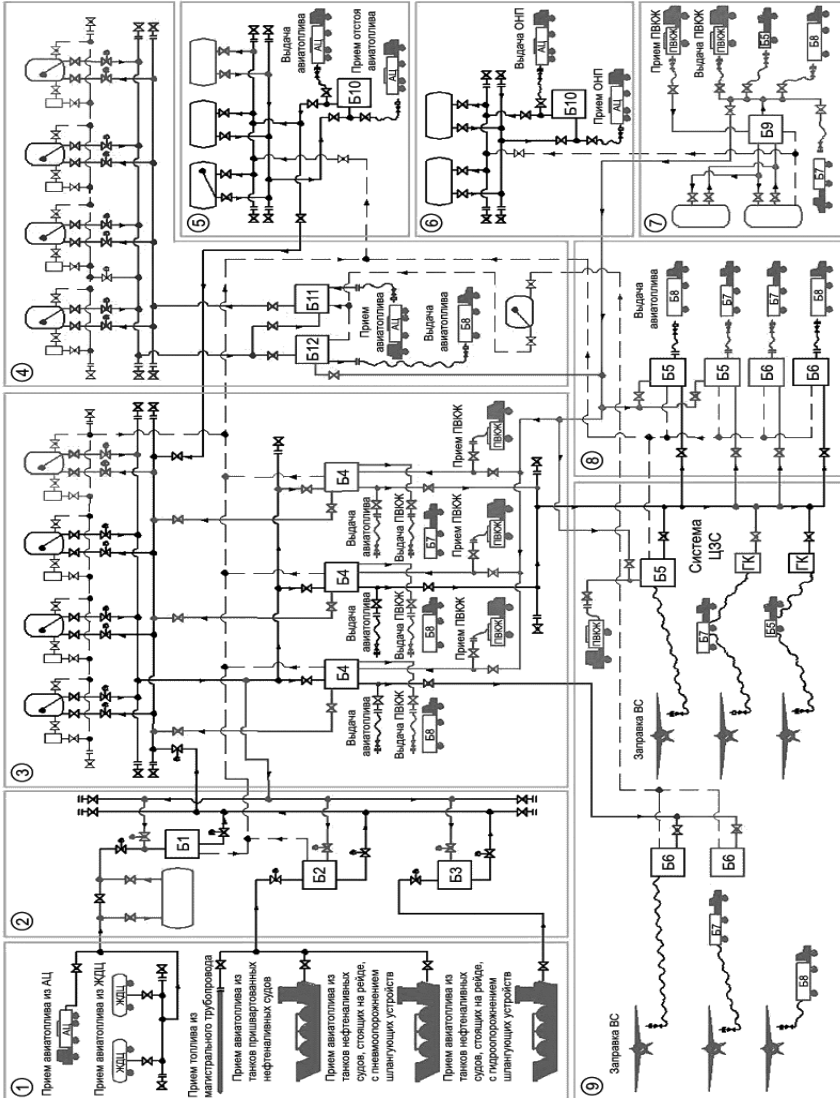


Рис. 2. Схема ТС АТО

## Условные графические обозначения:



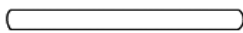
- фильтр



- фильтр-водоотделитель;



- фильтр - разделитель сред;



- резервуар дренажный



- насос



- привод



- муфта



- клапан обратный



- клапан - регулятор давления



- клапан шаровой трехходовой



- емкость калибровочная



- счетчик жидкости



- дозатор



- датчик уровня



- узел дыхательный



- клапан отбора проб



- клапан - ограничитель налива



- соединение быстроразъемное

## Пример технологической схемы АТО:

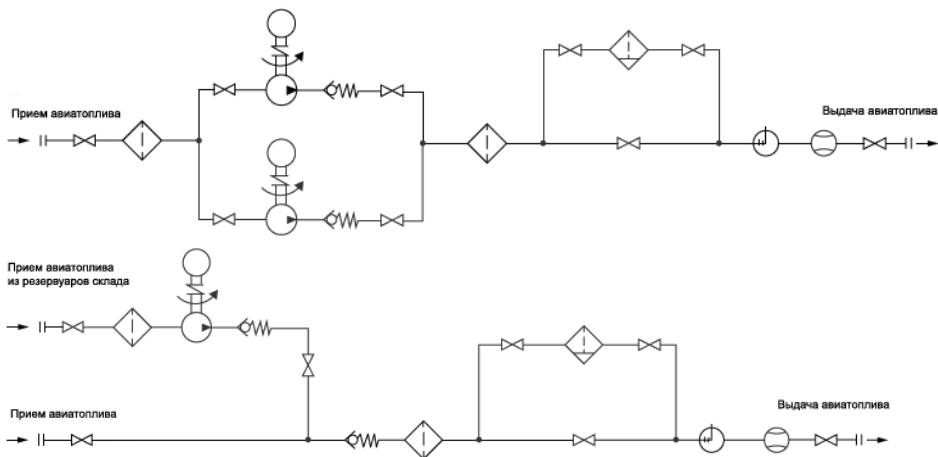


Рис. 3. Пример схемы АТО

### 2.2. Системы управления производственными процессами АТО

Система управления производством (MES) – комплексная программная система, задача которой заключается в управлении, контроле, отслеживании, документировании процессов производства тех или иных товаров на всех этапах: начиная от отбора сырья, заканчивая выпуском готовой продукции. Представляя собой функциональный уровень, располагающийся между системой управления процессами и системой управления ресурсами предприятия (ERP), MES дает управляющему и принимающим решения сотрудникам информацию, необходимую для оптимизации производства и повышения эффективности работы.

Рассматриваемая система позволяет повысить рентабельность и производительность предприятия абсолютно любой величины с помощью предоставления необходимой информации, позволяет управлять производственными процессами. Наибольшее значение это имеет для таких отраслей как производство продуктов питания, медицинского оборудования, напитков, фармацевтика, аэрокосмическая и оборонная промышленность, авиация, биотехнологии в связи с тем, что относительно прослеживаемости к такой продукции предъявляются крайне строгие требования. Необходимо обеспечить наличие определенных процедур в ходе производства, их документирование, а также возможность ее легко отозвать, если это потребуется.

MES – это одно из основных условий для обеспечения нужного уровня производительности предприятий, работающих в условиях быстро меняющейся и конкурентной среды. Как прогнозирует Transparency Market Research, к концу 2025 года система управления производством должна принести доход в размере \$18,06 млрд. Это связывают с тем, что в настоящее время в дискретном и

непрерывном производстве широко используется промышленная автоматизация, растет потребность в соблюдении норм, а также наблюдается низкая стоимость развертывания MES.

### **Пять основных преимуществ MES – систем:**

Системы, предназначенные для управления производством, обеспечивают отслеживание огромных объемов данных. Они в реальном времени получают информацию, при помощи которой удастся уменьшить расходы и повысить эффективность производства. Впрочем, MES обладает и другими преимуществами:

1. Улучшение контроля качества. В связи с тем, что информация передается системе в реальном времени, те компании, где внедрены MES, имеют возможность немедленно при необходимости поставить производство на паузу в случае выявления каких-либо проблем. Таким образом минимизируется количество переделок, брака, перерасхода и отходов.

2. Увеличение продолжительности бесперебойной работы. MES гарантирует баланс оборудования, материалов и персонала, формируя реалистичные графики. Интегрируя техническое обслуживание и планирование с целью применения активов и повышения потока продукции, система увеличивает продолжительность безотказной работы и повышает эффективность оборудования.

3. Сокращение запасов. Система постоянно обновляет инвентаризационные данные, учитывая возникновение брака и не соответствующих требованиям материалов, число произведенной продукции. Это позволяет сотрудникам отдела планирования, закупок и отгрузки знать, какие материалы и в каком количестве есть в наличии. В результате сокращаются запасы незавершенного производства, экономятся средства как на производстве и хранении, так и транспортировке, и контроле имеющихся запасов.

4. Возможность отказаться от бумажного документооборота. Это позволяет уменьшить вероятность возникновения человеческих ошибок. Также все полученные от цехов данные становятся моментально доступными ответственными сотрудникам в интегрированных системах, что дает возможность принимать необходимые решения в реальном времени.

5. Повышение качества отслеживания продукции и генеалогия. Система ведет наблюдение за всеми этапами производственного цикла, формируя конечные партии согласно необходимым производственным данным. Благодаря таким данным улучшается нормативное соответствие для тех производителей, которые должны соблюдать отраслевые или государственные предписания.

### **Основные функции MES**

Международной ассоциацией производителей и пользователей решений для производственных предприятий (MESA) в 1997 году было определено 11 функций системы. Несмотря на то, что со временем система несколько

изменилась, эти функции так и остались основой для управления предприятием почти любого типа:

— Точное календарное планирование, планирование операций. Оптимизирует производительность при помощи определения четкой последовательности и сроков действий, составления расписания.

— Управление документами. Предполагает управление и распространение чертежей, рабочих инструкций, записей о партиях, стандартных процедур и прочих документов с возможностью их редактирования.

— Состояние, распределение ресурсов. Благодаря использованию данных реального времени анализируется состояние ресурсов, материалы, оборудование, персонал, вносятся необходимые коррективы.

— Управление трудовыми ресурсами. Позволяет контролировать полномочия и квалификацию работников, графики, что оптимизирует процессы управления трудовыми ресурсами наряду с минимизацией затрат сил и времени руководства.

— Диспетчеризация производственных единиц. В режиме реального времени дает возможность управлять производственными данными, незамедлительно вносить необходимые корректировки.

— Сбор данных. Все полученные о материалах, процессах и операциях данные используются для повышения эффективности и принятия оптимальных решений.

— Управление процессом. Весь производственный процесс – под полным контролем. Обеспечивается отслеживаемость производства и факторов, влияющих на качество.

— Управление качеством. Дает информацию об отклонениях по качеству для повышения эффективности ведения документации и управления контролем качества.

— Отслеживание продукции. Открывает возможности отслеживания полной динамики продуктов, их генеалогию с целью принятия информированных решений. Полная история продукции крайне важна для производителей, которым необходимо строго соблюдать предписания (отраслевые или государственные).

— Анализ производительности. Сравнение результатов с поставленными целями позволяют определить «слабые» и «сильные» стороны процесса, а полученные данные – повысить производительность системы.

— Управление техническим обслуживанием. Сведения из системы дают возможность выявить потенциальные проблемы с оборудованием еще до момента их возникновения. Также позволяет провести корректировку графиков техобслуживания станков, инструментов и оборудования, чтобы уменьшить продолжительность простоя и повысить эффективность.

## **Эволюция стандартов MES**

MESA-11 ориентировалась на ключевые функции MES. В связи с назреванием необходимости единообразной терминологии и согласованной модели для интеграции операций между системами управления и предприятия в конце XX века Международным обществом автоматизации (ISA) был разработан стандарт

ISA-95. Это позволило упростить эффективное взаимодействие между всеми участниками (производителями и поставщиками) процесса. Снизился риск появления ошибок при интеграции объектов производства с бизнес-системами.

ISA-95 в создании уровней бизнес-процессов и технологий обуславливает интерфейс между функциями предприятия и управления. Систему управления производством она в иерархии поставила на третий уровень, поэтому выглядит все следующим образом:

- Четвертый уровень – бизнес-планирование, логистика (ERP).
- Третий уровень – управление производственными операциями (MES).
- Второй уровень – управление партиями в системе управления процессами.
- Первый уровень – управление непрерывным производством в системе управления процессами.
- Нулевой уровень – управление дискретным производством в системе управления процессами.

### **Интеграция MES и ERP**

MES и ERP в комплексе обуславливают прозрачность операций, которую по отдельности не в состоянии поддерживать ни одна из систем.

ERP-система применяется для создания и управления графиками – использования материалов, производства, отгрузки, доставки, сбора информации. А MES, в свою очередь, позволяет решить задачи мониторинга и управления производственными операциями. С ее помощью обеспечивается составление отчетов в реальном времени относительно деятельности производственных линий.

В единстве ERP и MES – интегрированная система, представляющая собой данные о закупках и финансах, а также позволяющая эффективно управлять цепочкой поставок и другими процессами. Информация, получаемая из двух систем, обеспечивает качественный прогноз буквально по всем аспектам, начиная от продаж, заканчивая управлением производством.

Если ERP-системы – это про то, какую продукцию производить, то интегрирующая данные с ERP MES – это про то, как продукцию производить с меньшим количеством отходов и более высокой прибылью.

### **Тенденции и новые технологии MES**

Современные технологии позволяют MES становиться более подключенными, сервисно-ориентированными, а также модульными. За счет подключения к облаку создается прочная основа для умного производства, что

позволяет продуктам, оборудованию, устройствам взаимодействовать друг с другом в автономном режиме. Датчики постоянно собирают данные и генерируют их по всей цепочке поставок, а обмен сведениями в реальном времени дает возможность совершенствовать деятельность – к примеру, адаптировать услуги и продукты, автоматизировать рабочие процессы, повышать эффективность.

При помощи программных решений MES появляется возможность пользоваться эволюционной тенденцией в сфере управления производством. Речь идет о кастомизации производства. Вместо массового производства предприятие способно заняться массовой персонализацией. За счет этого удовлетворяется спрос на более адаптированные к потребностям потребителя, но менее дорогие продукты по доступной цене и достаточно быстро.

Персонализация делает производство более сложным процессом, но в то же время с помощью передовых технологий производственные системы моментально реагируют и в режиме реального времени перестраиваются. Искусственный интеллект позволяет повысить эффективность производства, сократить объем отходов.

Благодаря возможностям машинного обучения обеспечивается эффективность производственных линий. Виртуальная реальность (VR) позволяет производителю выполнять моделирование процессов и определять потенциальные улучшения. Кроме того, интеграция решений дополненной реальности (AR) оптимизирует работу цехов и уменьшит продолжительность простоев.

Использование всех этих инновационных функций и передовых технологий делают компании более конкурентоспособными в эпоху глобальной цифровизации. Они получают возможность быстро реагировать на спрос потенциального потребителя и выпускать более качественную и доступную по цене персонализированную продукцию.

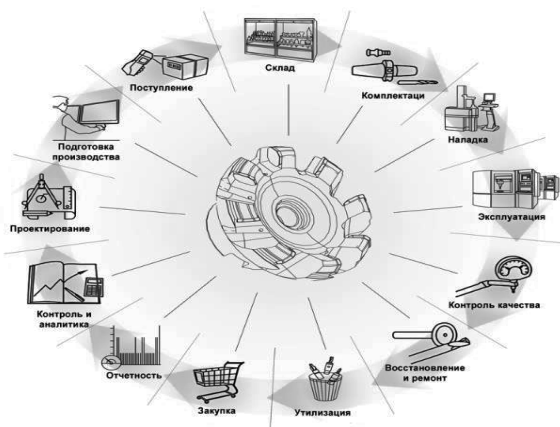


Рис. 4. Принцип работы MES системы

## 2.3. Тренды в использовании современных технологий

### Цифровой топливозаправочный комплекс

1. Демонстрация автоматизированной системы управления производственными объектами ТЗК АО «Газпромнефть-Аэро» в Международном аэропорту «Шереметьево».

2. Демонстрация заправки ВС с использованием ТЗА оборудованного массомером, цифровым модулем передачи данных.

3. Демонстрация промышленного робота-манипулятора для налива нефтепродукта в топливозаправщик.

В международном аэропорту Шереметьево «Газпром нефть» презентовала концепт роботизированной системы загрузки нефтепродуктов в аэродромный топливозаправщик (ТЗА).



Рис. 4. Топливозаправщик Газпромнефть Аэро

Впервые в России процесс налива авиационного топлива был реализован автоматикой с помощью робота-манипулятора без участия персонала. Робот-манипулятор в настоящее время проходит испытания для последующего внедрения на топливозаправочных комплексах в аэропортах. Пилотный проект реализован «Газпромнефть-Аэро» и Центром цифровых инноваций

«Газпром нефти» совместно с ЦНИИ робототехники и технической кибернетики в рамках соглашения, подписанного на ПМЭФ-2018.

Внедрение роботизированных технологий — один из этапов реализации концепции полностью автоматизированного управления технологическими процессами на современном топливозаправочном комплексе (ТЗК) «Газпром нефти». Технологии, закладываемые в основу роботов-манипуляторов, обеспечивают максимальную эффективность и безопасность.

«Газпромнефть-Аэро» является технологическим лидером российской авиатопливной отрасли. Внедрение передовых систем управления, роботизированных решений и онлайн-учета движения нефтепродуктов на всех логистических этапах — от приема в резервуары ТЗК до заправки «в крыло» — позволяют нам повысить операционную эффективность бизнеса и обеспечить конкурентоспособность компании на рынке», — отметил генеральный директор «Газпромнефть-Аэро» Владимир Егоров.

«С помощью цифровых и роботизированных технологий мы можем избавить человека от работы на опасном объекте, повысив безопасность и скорость работы. Все процессы будут контролироваться с пункта дистанционного управления в режиме онлайн. Это позволит с помощью средств предиктивной аналитики устранять возможные отклонения от целевых



параметров до их возникновения, что обеспечит максимальную безопасность технологического процесса отгрузки топлива», — подчеркнул руководитель Центра цифровых инноваций ПАО «Газпром нефть» Владимир Воркачев.

«Для представленного роботизированного комплекса наши специалисты разработали специальное стыковочное оборудование, а также уникальную систему технического зрения и надежные алгоритмы управления. Новая манипуляционная система позволит полностью автоматизировать процесс налива аэродромных топливозаправщиков, значительно сократив количество производственных операций, проводимых вручную», — рассказал заместитель главного конструктора ГНЦ РФ ЦНИИ РТК по робототехнике и роботостроению Игорь Даляев.

Следующим шагом в реализации проекта станет интеграция робототехнической системы в общую автоматизированную систему управления технологическим процессом ТЗК «Газпромнефть-Аэро». Создание цифрового ТЗК является частью обширной дорожной карты проектов в рамках цифровой трансформации бизнеса «Газпром нефти».

Помимо робота-заправщика компания «Газпром нефть» параллельно ведет работу над другими проектами с применением мехатронных систем<sup>1\*</sup>. При участии Центра цифровых инноваций совместно с ведущими отечественными предприятиями ведется активная разработка автоматизированных комплексов, которые будут применяться в процессах отгрузки нефтепродуктов с НПЗ, а также при создании автономного транспорта для внутренней логистики и систем анализа качества продукции.

### **Система управления заправкой воздушных судов – СУЗВС**

Уникальное в мировой практике решение по контролю и управлению заправкой воздушных судов с измерением по массе разработано на базе российских информационных технологий консорциумом в составе Центра Нефтегазовых Технологий ГК «Ростех» (АО «Нефтегазавтоматика»), отечественного разработчика и изготовителя топливозаправщиков НПО «Авиатехнология» и АО «АтлантикТрансгазСистема» успешно внедрено и эксплуатируется компаниями АО «Газпромнефть-Аэро» и ООО «РН-Аэро». Система обеспечивает мгновенный и точный централизованный учет массы отпускаемого топлива с автоматическим оформлением необходимых для финансовых расчетов документов при соблюдении всех необходимых требований в области безопасности.

### **Точный учет и контроль.**

Система управления заправкой воздушных судов (СУЗВС) осуществляет диспетчеризацию перемещения аэродромных топливозаправщиков (ТЗА) при выполнении заданий на заправку воздушных судов (ВС) с автоматизированным

---

<sup>1</sup> Мехатронная система — единый комплекс электромеханических, электрогидравлических, электронных элементов и средств вычислительной техники, между которыми осуществляется постоянный динамически меняющийся обмен энергией и информацией, объединенный общей системой автоматического управления, обладающей элементами искусственного интеллекта.

управлением при выдаче топлива на борт воздушного судна при измерении массы и обеспечением централизованного учета выданного топлива. На основе проведенных измерений массы топлива осуществляется коммерческий расчет с авиакомпанией, которой принадлежит заправленное воздушное судно. Система также охватывает пункты налива топлива в ТЗА и слива из заправщиков в резервуарный парк.

### Современное техническое решение

СУЗВС состоит из мобильных (бортовых) систем автоматизированного управления (САУ) аэродромных топливозаправщиков, САУ станциями слива, получения топлива и налива топлива в топливозаправщики, а также централизованной системы контроля и управления процессами отпуска топлива в центре обработки данных (ЦОД) компании. Все компоненты системы включены в единую сеть, информация по которой циркулирует в реальном масштабе времени. Это позволяет обеспечить точный учет и ведение баланса продукта, исключает несанкционированный отпуск топлива и обеспечивает своевременное выполнение заявок на заправки воздушных судов. Выдача топлива производится только при авторизации водителя-оператора и только на месте стоянки воздушного судна. По завершении заправки осуществляется печать отчетных документов, которые подписываются уполномоченными лицами.



Рис. 5. Система автоматического управления

### Автоматизация станций приема/налива топлива

#### Прием нефтепродукта из автомобильных и железнодорожных цистерн



#### Выдача нефтепродукта в топливозаправщики аэродромные



Рис. 6. СУЗВС

СУЗВС имеет в своем составе системы автоматизированного управления (САУ) станциями слива топлива (с ж/д цистерн, бензовозов), получения топлива из трубопроводов и пунктами налива топлива в топливозаправщики, которые также включены в единую информационную систему коммерческого учета авиационного топлива. Помимо измерения и учета массы и других параметров принимаемого / выдаваемого топлива, САУ пункта приема/налива обеспечивает: вычисление средней плотности и средней температуры отпущенной партии топлива (в т.ч. приведенных к стандартным условиям), автоматический контроль, отображение и регистрация значений измеряемых величин, включение предупредительной сигнализации при их выходе за

допускаемые пределы, идентификация пользователя, ведение журнала аварийных и технологических сообщений (глубина не менее 1 месяца) и другие функции. СУЗВС: система управления заправкой воздушных судов Внедрения По состоянию на осень 2021 года, системы СУЗВС внедрены в компаниях АО «Газпромнефть-Аэро» и ООО «РН-Аэро», в общей сложности охватывают более 70 топливозаправщиков аэродромных в различных аэропортах России, включая Шереметьево и Пулково, а также 10 САУ пунктов налива/слива.

Заложенные в СУЗВС решения могут применяться в различных отраслях промышленности для управления заправкой тяжелой техники. Точность планирования и централизованный учет оборота исключает несанкционированное расходование топлива и обеспечивает компании существенный экономический эффект.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Перечислите основные компоненты системы АСУ ТП графическим методом;
2. Соберите гидравлическую схему слива топлива из ЖД, используя стандартные обозначения для схем;
3. Что такое MES и для каких задач существует данная система;
4. Система СУЗВС, сильные и слабые стороны системы;
5. Назовите тренды и перспективы развития автоматизированных систем.

## ГЛАВА 3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ (АСУТП АТО)

### 3.1. Автоматизация технологических операций АТО

Стратегия автоматизации Основной задачей каждого ТЗК является осуществление бесперебойной и безопасной заправки воздушных судов (ВС) кондиционными авиационными горюче-смазочными материалами (авиа-ГСМ) и специальными жидкостями (СЖ) в соответствии с требованиями действующих государственных и отраслевых стандартов.

1. Автоматизация управления предприятием (ERP);

2. Автоматизация управленческого и оперативного учета (MES+, MES);

3. Диспетчеризация ТЗА.

Автоматизация – Цифровизация обычно состоит из нескольких отдельных уровней:

#### **Технологический уровень (АСУТП предприятия):**

— Управление оборудованием и мониторинг его состояния: датчики на резервуарах и узлах отпуска топлива, управление задвижками и насосами и т. п.;

— Противоаварийная защита, пожарная сигнализация, охранные системы, системы наблюдения, регистрации и т. п.;

— Визуализация технологических процессов.

**Уровень оперативного и управленческого учета (основные пользователи: работники складов, операторы резервуарного парка, операторы по вводу информации, группа учета, менеджеры по закупкам и продажам, инженерный персонал):**

— Реализация отраслевых инструкций по учету нефтепродуктов с возможностью распечатки всех необходимых форм;

— Складской учет нефтепродуктов по всем необходимым разрезам аналитики (по местам хранения, резервуарам, видам собственности);

— Подготовка данных для регламентированного учета;

**Регламентированный уровень (основные пользователи: бухгалтерия, кадровая служба, ФЭО):**

— Бухгалтерский учет;

— Кадровый учет и расчет заработной платы;

— Финансы и планирование сводных результатов деятельности.

Эти задачи могут быть связаны между собой. Так, например, из АСУТП в систему оперативного учета могут автоматически передаваться данные о состоянии резервуаров на начало и конец смены, из оперативного учета в бухгалтерский - данные о сформированных накладных и счетах-фактурах для покупателей, а из бухгалтерского учета в оперативный — информация о платежных операциях.

Также в составе комплекса технических средств, установлено и внедрено в эксплуатацию программное обеспечение АСУТП и АСУ УО (SCADA-система WinCC Explorer- Siemens, Unipark WF - Olimps). Установка ПТК позволила

решить комплекс задач по автоматизации управления технологическими процессами, оперативному управлению, контролю и учету товарных потоков.

Программно-технический комплекс обеспечил выполнение следующих функций:

- Визуализацию и динамическое отображение состояния технологических элементов резервуарной парка на экране рабочей станции оператора,

- Дистанционное управление технологическими процессами с автоматизированного рабочего места оператора,

- Сигнализацию оператору об аварийных ситуациях,

- Автоматическое выполнение технологических и аварийных блокировок и защит,

- Автоматизированную диагностику технического состояния технологических элементов, объектов управления и средств измерения,

- Визуальное отображение, автоматическую регистрацию и хранение параметров и событий технологического процесса в электронных журналах, графиках и архивах,

- Автоматизированное ведение оперативного учета движения нефтепродуктов, и составление оперативных товарных балансов.

### **3.2. Объект автоматизации АТО**

#### **Назначение и цели создания АСУ ТП**

##### **Назначение системы**

Разрабатываемая автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) предназначена для реализации функций контроля, за состоянием объекта по его параметрам, управления его ключевыми механизмами, регулирования параметров по заданному закону формирования блокирующих воздействий в аварийных ситуациях и отображения обрабатываемой информации.

Область применения – объект авиатопливообеспечения аэропорта

##### **Цели создания системы**

Создание системы преследует следующие цели:

- повышение эффективности оперативного управления технологическими процессами, обусловленное увеличением информационного обеспечения, его обработки и представления эксплуатации;

- уменьшение вероятности возникновения аварийных ситуаций, повышение надежности работы самой системы управления, за счет применения современных технических устройств на основе электронных и вычислительных средств и наличия самодиагностики:

- облегчение условий и повышение культуры труда технологического персонала и счет предоставляемого системой сервиса;



**Основными технологическим операциями объектов топливозобеспечения являются:**

- слив авиатоплива, автоГСМ и спецжидкостей из ж/д цистерн;
- слив авиатоплива, автоГСМ спецжидкостей из автоцистерн;
- перекачка авиатоплива и автоГСМ в резервуары хранения;
- подача авиатоплива в гидрантную систему централизованной заправки самолетов и в трубопроводы пунктов налива топливозаправщиков;
- заправка воздушных судов авиатопливом через гидрантные колонки и диспенсеры;
- выдача в топливозаправщики авиатоплива;
- выдача автоГСМ и спецжидкостей в автомобильные цистерны;
- перекачка нефтепродуктов из резервуара в резервуар.

**Для обеспечения перечисленных операций помимо учетно-расходных операций ряд функций по переключению трубопроводных коммуникаций автоматизируются. В частности, автоматизированной системой управления, предусматривается:**

- дистанционное управление запорной арматурой узла переключения резервуаров для перераспределения материальных потоков;
- автоматическое закрытие приемной линии резервуаров при переполнении;
- автоматический сброс отделившейся воды из фильтров вододделителей в дренажную систему;
- автоматическое поддержание заданного давления и расхода в гидрантную систему ЦЗС и на предперонный пункт налива топливозаправщиков;
- измерение объемного расхода поступившего и выданного топлива и его пересчет в массовый при нормальных условиях;
- автоматическое формирование материальных балансов по складу за выбранный отчетный период.

**Операция слива нефтепродуктов из ж/д цистерн.**

При сливе продуктов с ж/д цистерн вручную проводят:

- отбор проб из ж/д цистерн;
- подключение устройства слива к сливной горловине цистерны;
- открытие запорного органа сливных устройств;
- открытие приемных задвижек сливных насосов;
- пуск насосов слива.

При сливе продуктов с ж/д цистерн автоматизированы:

- дистанционное переключение трубопроводов на приемный резервуар;
- останов насосов по окончании слива ж/д цистерн;
- останов насосов при заполнении резервуара;

- сброс отделившейся воды из водоотделителя;
- сброс воздуха из воздухоотделителя при заполнении и выпуск воздуха при опорожнении коллектора.

***Процедура слива нефтепродуктов из автоцистерн производится аналогично сливу их ж/д цистерн.***

**Подача авиатоплива в гидрантную систему централизованной заправки самолетов и в трубопроводы пунктов налива топливозаправщиков.**

При подаче авиатоплива в систему ЦЗС и на ППН вручную проводят:

- отбор проб из расходного резервуара;
- открытие приемных задвижек насосов ЦЗС и ППН;
- пуск процедуры.

**Автоматически выполняются следующие операции:**

- дистанционное переключение трубопроводов на расходный резервуар;
- пуск/останов насосов по режиму расхода топлива в ЦЗС и на ППН;
- останов насосов при опорожнении резервуара;
- сброс отделившейся воды из водоотделителя;
- регулирование давления в напорном коллекторе изменением производительности насосов.

**Заправка воздушных судов авиатопливом через гидрантные колонки и диспенсеры.**

Заправка воздушных судов производится в ручную:

- подключение наливного рукава к гидрантной колонке и воздушному судну;
- старт и окончание процедуры заправки при выдаче заданного объема.

**Автоматизированы функции по обеспечению безопасности (контроль давления в наливном рукаве, прекращение заправки при заполнении топливного бака, контроль оператора), учет выданного количества и распечатка накладной.**

Налив авиатоплива в топливозаправщики.

При налив авиатоплива в ТЗ вручную проводят:

- проверку цистерн ТЗ;
- подключение устройства налива к наливным патрубкам ТЗ;
- подключение разъема систем контроля и автоматизации ТЗ к АСУТП ППН через специальный разъем;
- открытие запорных задвижек на приеме пункта налива;
- пуск процедуры налива нажатием кнопки.

Автоматически выполняются функции по обеспечению безопасности операции налива ТЗ (перелив цистерны, повышение давления в контуре налива),



учет выданного количества и распечатка накладной. Предусматривается автоматическое дозирование ПВКЖ в заданном количестве при налива топлива ТС-1 в топливозаправщик.

Перекачка нефтепродуктов из резервуара в резервуар.

Перекачка нефтепродуктов из резервуара в резервуар может выполняться в штатном и аварийном режиме. При этом ручными операциями являются подключение насоса по схеме перекачки и его пуск.

Автоматически дистанционно выполняется открытие соответствующих электрифицированных задвижек.

Помимо обеспечения технологического процесса АСУТП предусматривает выполнение функций по обеспечению безопасности:

- контроль за состоянием воздушной среды;
- аварийный останов насосных агрегатов по команде персонала;
- сигнализация звуковая и световая при диагностике загазованности территории.

### 3.4. Сравнения уровня автоматизации отечественного и зарубежного подходов

#### 3.4.1. Зарубежный опыт

*Мюнхенский аэропорт Франца-Йозефа Штрауса* является основным международным аэропортом Мюнхена. Это второй самый загруженный аэропорт в Германии, он находится в 40 км от столицы. Аэропорт работает четко и слажено. Все системы оснащены автоматикой, что позволяет организованно выполнять работу всех сфер. Пассажиропоток за год составляет около 40 000 000 человек. Аэропорт принимает более 250 рейсов с территории Европы и даже с других континентов. Skytanking Munich GmbH & Co KG подписала бти летний контракт с аэропортом München на операционную деятельность на складе авиатоплива и гидрантной системы. Skytanking Munich осуществляет заправку в аэропорту Мюнхена с 1999 г., и владеет одной из двух лицензий по заправке воздушных судов «в крыло». Мюнхенский аэропорт – второй аэропорт в Германии по интенсивности и седьмой в Европе по пассажиропотоку.



Рис. 8. ТЗК аэропорта Франца-Йозефа Штрауса

Топливозаправочная система управляемая фирмой Skytanking снабжается по трубопроводу и ж/д транспортом, и складировается в ёмкостях объёмом 45000 м3 для Jet A-1, а также в трубопроводе ЦЗС длиной 17300 м, подводящим топливо к более чем 500 гидрантным клапанам на перроне. В аэропорту находятся 43-45 диспенсеров и ТЗ, преимущественно диспенсеры.

*Международный аэропорт Мюнхен* — второй в Германии, по количеству обслуживаемых пассажиров Пассажиропоток за год составляет около 40 000 000 человек ИАТА: MUC – ИКАО:

EDDM Skytanking ASIG эксплуатирует топливную инфраструктуру в аэропорту Мюнхена, которая с 1999 года включает в себя резервуарный парк Jet A- 1 мощностью 30 000 м<sup>3</sup> и сеть подземных гидрантных трубопроводов длиной 14 000 метров с 1999 года, а также имеет одну из двух лицензий на дозаправку

Топливозаправочная система – управляемая фирмой Skytanking снабжается по трубопроводу и ж/д транспортом, и складывается в ёмкостях объёмом 45000 м<sup>3</sup> для Jet A-1, а также в трубопроводе ЦЗС Skytanking Munich GmbH & Co KG подписала 6 ти летний контракт с аэропортом München на операционную деятельность на складе авиатоплива и гидрантной системы.

Skytanking Munich осуществляет заправку в аэропорту Мюнхена с 1999 г., и владеет одной из двух лицензий по заправке воздушных судов «в крыло».



Топливозаправочная система Система ЦЗС – 500 гидрантных клапана на перроне. линейная часть - 17300 м, В аэропорту находятся 43-45 диспенсеров и 15 Топливозаправщиков, (преимущественно диспенсеры.) - Система автоматизации COTAS CoTAS (англ. Computer Terminal Automation System – Компьютерная Терминальная Автоматизированная Система) предназначена для управления производственными процессами ТЗК.

Рис. 9. Заправка в аэропорту Мюнхена

**Международный аэропорт Мюнхен имени Франца Йозефа Штрауса** – Система автоматизации терминала COTAS

Образец скриншота (снимка экрана) с дисплея рабочей станции оператора в Мюнхенском аэропорту из программного обеспечения, разработанного и установленного компанией hansaconsult. Такие дисплеи должны быть полностью интерактивными, динамически показывая текущее состояние объекта в режиме реального времени и указывая оператору все параметры

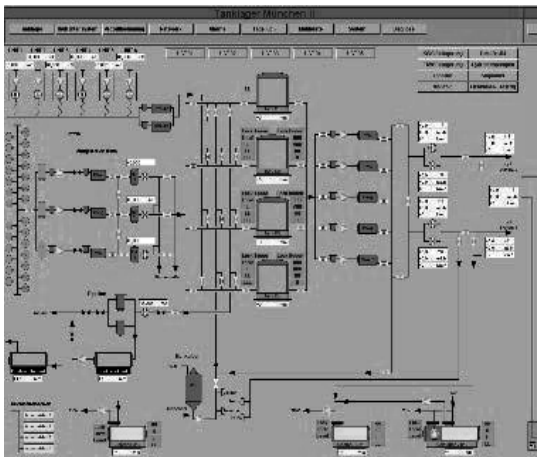


Рис. 10. АСУТП в аэропорту Франца Йозефа Штрауса



### *Международный аэропорт СИПХОЛ Амстердам.*



Рис. 13. Международный аэропорт СИПХОЛ

По значимости амстердамский аэропорт наравне с лондонским Хитроу, французским аэропортом имени Шарля де Голля и Франкфуртским международным аэропортом в Германии.

#### **3.4.2. Сравнительный анализ**

Имеет смысл упрощенно рассмотреть некоторые примеры, чтобы увидеть преимущества и недостатки различных организационных подходов.

Нижеследующие аэропорты были выбраны для проведения сравнительной оценки:

- Стокгольм Арланда, Швеция
- Мюнхен, Германия
- Афины, Греция
- Вашингтон Даллас, США
- Куала-Лумпур, Малайзия

По своим размерам аэропорт «Стокгольм Арланда» соответствует приблизительно аэропорту «Шереметьево».

Аэропорты Мюнхена, Афин, Вашингтона (США) и Куала-Лумпура представляют собой современные аэропорты с возможностью расширения и дальнейшего развития.

Топливо во все аэропорты поставляется как минимум через один трубопровод. Топливо в аэропорты Мюнхена, Стокгольма и Афин поставляется также автоцистернами, а в Мюнхен также по железной дороге.

- Разнообразные средства транспортирования предлагают более высокую бесперебойность поставок.

Характерной чертой выбранных аэропортов является наличие топливного склада и гидрантной системы.

В Мюнхене, Афинах и Вашингтоне, эксплуатант аэропорта контролирует топливную инфраструктуру. В Мюнхене с компанией Skytanking (совместное предприятие (СП) ASIG и Skytanking,) был заключен договор на эксплуатацию. В Афинах компании OFC (Olympic Fuel Company – дословно - Олимпийская топливная компания) был выдан подряд на строительство и эксплуатацию топливного склада и гидрантной системы. Компания OFC – это совместное пред

приятие двух нефтяных компаний, одной авиакомпании и нескольких консалтинговых компаний с компанией hansaconsult в качестве акционера.

В Стокгольме аэропорт является владельцем гидрантной системы. Владелец и эксплуатант топливного склада – это консорциум местных нефтяных компаний (AFAB).

В международном аэропорту Куала-Лумпура совместное предприятие аэропорта, нефтяной компании и авиакомпании является владельцем и эксплуатантом топливного склада и гидрант-ной системы.

В Вашингтонском аэропорту топливный консорциум из 39 авиакомпаний акционеров заключили с аэропортом договор на эксплуатацию. Топливный консорциум заключил контракт с Air BP на эксплуатацию топливного склада и гидрантной системы.

Все выбранные аэропорты характеризуются, по крайней мере, двумя конкурирующими топливозаправочными компаниями.

Кажется, что самой благоприятной совокупностью факторов с точки зрения аэропорта является ситуация, когда ему принадлежит топливозаправочная инфраструктура (как в Мюнхене).

### 3.4.3. Интеграция системы ЦЗС в систему аэропорта

Все участники отрасли стремятся к оптимизации своих процессов: сервисные компании – к сокращению численности персонала, необходимых средств заправки, поставщики топлива – к оптимизации запасов топлива, а авиакомпании – к сокращению времени нахождения в аэропорту. С этой целью все компании занимаются планированием своей деятельности.

Планирование – это сложный аналитический процесс, занимающий достаточное количество времени и ресурсов, и его результаты необходимо использовать максимально.

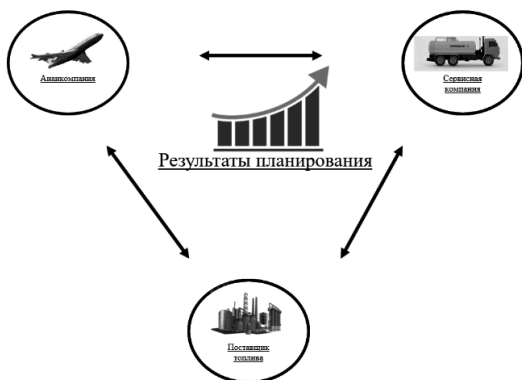


Рис. 14. XML Fuel Pre-Transaction

Стандарт IATA Fuel Pre-Transaction нацелен на то, чтобы объединить результаты планирования участников отрасли, повысить оперативность получения необходимых для планирования данных и получить от этого максимальный позитивный эффект.

Стандарт XML Fuel Pre-Transaction покрывает процесс от начала планирования рейса до завершения технологической операции заправки под крылом воздушного судна и предшествует появлению расходного ордера.

Поставщики топлива, регулярно сталкиваются с отсутствием актуальной и достоверной информации о необходимом авиакомпаниям количестве топлива.

Информация от многих а\к поступает без детализации, одной цифрой за длительный период, не отправляется повторно в адрес поставщика топлива, даже если план а\к изменился.

Для сокращения рисков ТЗК вынуждены постоянно поддерживать максимальный запас топлива. В результате получается:

- отсутствие возможности оптимизировать использование собственных резервуаров и логистику
- увеличение стоимости хранения (труба)
- максимальное заполнение резервуаров (сокращение количества собственных оборотных средств).

Сокращение времени заправки ведет к возможности сокращения времени нахождения борта в аэропорту, поэтому является одной из важнейших задач для сервисных компаний.

В настоящее время диспетчер сервисной компании, управляющий заправкой, подчас имеет неактуальную информацию о необходимом количестве топлива или не имеет ее вообще. В результате диспетчер не имеет возможности оптимизировать работу ТЗА.

Примеры:

1. Диспетчер отправил ТЗА с недостаточным количеством топлива, т.к. ранее для заправки этого регулярного рейса требовалось меньше топлива.

2. В заявке было указано большее количество топлива, чем нужно, в результате диспетчер отправил ТЗА с перрона к наливной станции, хотя топлива в нем было достаточно для заправки. и т.п.

Для качественного обеспечения заправки необходимо иметь актуальную информацию о требуемом количестве топлива от авиакомпании.

В настоящее время развитие автоматизированных систем учета выдачи топлива позволяет получить количество заправленного топлива в оцифрованном виде непосредственно в момент заправки.

Для того чтобы передать информацию в информационные системы необходимо осуществить привязку времени и количества заправленного топлива к номеру рейса и номеру борта. А номера рейса и борта достаточно чтобы определить все необходимое для электронного аналога расходного ордера, о чем мы будем более подробно говорить позже, описывая стандарт Fuel Transaction.

Стандарт Pre-Transaction предлагает унифицировать формат передачи информации о заявке на заправку, а также реализовать схему автоматического информирования всех участников процесса топливообеспечения о ходе заправки в режиме реального времени. Стандарт охватывает период с момента подачи первой предварительной заявки на заправку до окончания заправки под крылом.

Стандарт включает в себя несколько видов сообщений:

- Заявка на заправку (предварительная)
- Заявка на заправку (финальная)
- Количество топлива на борту

- Информация о местонахождении ТЗА (в том числе о задержках и причинах задержки)
- Прогресс заправки
- Суммарное количество заправленного топлива

Итоговое количество заправленного топлива может быть использовано как базовая информация для формирования расходного ордера и перехода к стандарту XML Fuel Transaction.

#### 3.4.4. Отечественный опыт

**Шереметьево.** Система топливоснабжения

Технологические процессы и операции, связанные с авиатопливообеспечением на территории аэропорта Шереметьево, обеспечивает ЗАО «Топливозаправочная компания Шереметьево»(ТЗК). эксплуатирующее для этих целей арендуемые производственные объекты и имеющее сертификат соответствия на вид деятельности по приему, перекачке и выдаче авиатоплива, авиамасел, спецжидкостей.

Одним из крупнейших потребителей услуг ТЗК является ОАО «Аэрофлот», на долю которого приходится около 70% общего годового объема заправки топливом. На долю иностранных авиакомпаний приходится около 10% общего объема заправок.

В 2005 г. расход авиаГСМ ТЗК составил 994658 тонн для заправки ВС (около 99.5%) и 5132 тонны авиаГСМ (0.5%) на наземное использование.

Деятельность ТЗК в течение года характеризуется неравномерностью. По имеющимся данным, максимальный месячный объем заправок приходится на июнь, июль и август, при этом он превышает среднемесячный показатель в 1.22 - 1,3 раза и в 1,5-1.9 раза – минимальный месячный объем (февраль, ноябрь).

Поставки авиационного керосина на ТЗК осуществляются железнодорожным, автомобильным транспортом и по трубопроводу. Поставки осуществляются в течение года в круглосуточном режиме.

Заправка ВС осуществляется посредством гидрантной системы (ЦЗС) и с использованием топливозаправщиков.

Комплекс объектов включает в себя:

- прирельсовый склад ГСМ (ранее обозначаемый как ББХ);
- станцию централизованной заправки самолетов (ЦЗС) в секторе «Шереметьево-2» с сетью подающих и разводящих топливопроводов и оборудования мест стоянок воздушных судов:
- предперронные пункты налива (ППН) в секторе «Шереметьево-1»;
- транспортный трубопровод (ББХ-ЦЗС)
- прирельсовый склад ГСМ (БХ-1)
- автозаправочные станции АЗС-1 (в районе 111-1) и АЗС-2 (в районе 111-2).

Главный склад ГСМ расположен у южной границы города Лобня на расстоянии около 8,5 км на северо-восток от сектора «Шереметьево-1» в 5.2 км от железнодорожной станции.

Общая резервуарная ёмкость для хранения авиакеросина составляет 24960м<sup>3</sup>.



Рис. 15. Отечественный робот заправщик ВС

В международном аэропорту Шереметьево «Газпром нефть» презентовала концепт роботизированной системы загрузки нефтепродуктов в аэродромный топливозаправщик (ТЗА). Впервые в России процесс налива авиационного топлива был реализован автоматикой с помощью роботоманипулятора без участия персонала.

«Газпромнефть-Аэро» - Компания активно развивается, обеспечивая клиентам гарантированные поставки топлива и услуги по его заправке в соответствии с лучшими мировыми практиками.

В соответствии с планами и в рамках долгосрочной программы развития аэропорта, система централизованной заправки самолетов ТЗК АО «АЭРО-Шереметьево» (Система ЦЗС) начала функционировать в полном объеме. Мощность комплекса составляет 1,2 млн тонн авиатоплива в год, номинальный объем резервуарного парка составляет 20 000 кубометров с возможностью увеличения до 25 000 кубометров.

В проекте ЦЗС были реализованы такие технические решения как централизованная заправочная система и автоматическая система производственных механизмов, что позволило сократить время обслуживания воздушного судна и повысить уровень безопасности производственных процессов. В целом, новый ТЗК состоит из нескольких основных участков, объединенных в одну общую цепь по топливообеспечению авиакомпаний.

**Базовый склад горючего.** На сегодняшний момент поставка авиационного топлива осуществляется по железной дороге. С этой целью, был построен подъездной путь, протяженностью около 4 км. В будущем ожидается подключение ТЗК к системе магистральных нефтепродуктопроводов, что позволит доставлять топливо, минуя станцию Лобня.



Рис. 16. ЖД Эстакада

На базовом складе осуществляется поставка топлива ж/д транспортом, его прием, слив в резервуары хранения, организация хранения этого топлива, его учет и выдача уже подготовленного топлива через насосно-фильтрационную станцию и, после удаления жидкости и различных загрязнений,



его подачу на пункт налива, который находится на оперативно-заправочном комплексе на территории аэропорта и в гидрантную систему заправки воздушных судов на перроне аэропорта. Сливная эстакада предназначена для приема и слива топлива, поступающего на ж/д транспорте. Узел рассчитан на одновременный прием и слив топлива из 14 цистерн (за одну подачу сливается около 800 т топлива). Данная эстакада оборудована системой защиты от падений в соответствии с требованиями промбезопасности и навесом для работы в условиях атмосферных осадков. Здесь осуществляется входной контроль качества - отбираются пробы из каждой цистерны и делают заключение о качестве полива и его соответствии требованиям для приема. Далее выдается разрешение на прием и подстыковку устройств слива, после чего топливо сливается с предварительной фильтрацией через специальную установку и закачивается в один из 4-х резервуаров (приемные и расходные).

Производительная мощность модулей секции приема около 600 литров в час. Мощность модулей секции выдачи – около 1200 литров в час. В данной системе ужесточены требования к системе фильтрования. Тонкость фильтрования 5 микрон. К примеру, тонкость очистки топлива в топливозаправщике перед подачей топлива в крыло составляет до 0,4 микрон. Система автоматизированная, но, тем не менее, в начале каждой смены персонал проводит отбор проб из фильтров. Данное оборудование произведено НПО «Агрегат» по лицензии компании Peco Facet.

**ТЗК на территории аэропорта** На Оперативно-заправочном комплексе располагается пункт налива топливозаправщиков, а также их стоянка. Основная задача комплекса – организация наполнения топливозаправщиков, проведение аэродромного контроля качества топлива, проведение техобслуживания, работа с документацией на аэродроме. Тут также находится персонал, который непосредственно участвует в процессе заправки воздушных судов.



Рис. 17. ОЗК

#### ***Международный аэропорт Домодедово.***

Общая площадь 135 000 м<sup>2</sup>

В Международном аэропорту Домодедово увеличено число стоянок воздушных судов, оборудованных системой централизованной заправки.

На восьми новых стоянках воздушных судов аэродромного комплекса Домодедово введено в эксплуатацию оборудование системы централизованной заправки. Теперь в аэропорту Домодедово гидрантной системой топливообеспечения самолетов оборудована треть стоянок воздушных судов.

Система централизованной заправки самолетов (ЦЗС) существенно сокращает эксплуатационные расходы аэропорта и время заправки воздушных судов, а также снижает риск разливов авиатоплива.

Оснащение перрона аэродромного комплекса системой ЦЗС характерно для аэропортов с высокой интенсивностью полетов и пассажиропотока. С точки зрения затрат и сроков окупаемости, строительство таких систем целесообразно



в аэропортах с суточным расходом топлива не менее 1500 тонн в сутки и пассажирооборотом не менее 4 миллионов пассажиров в год.

В соответствии с высокой динамикой роста объемов пассажиропотока и грузоперевозок Домодедово дальнейшее совершенствование системы топливообеспечения, проводимое Группой ИСТ ЛАЙН, управляющей аэропортом, будет нацелено на оборудование системой ЦЗС всех

Рис. 17. ТЗК в аэропорту Домодедово

существующих стоянок воздушных судов.

Этот ТЗК был введен в эксплуатацию в сентябре 2007 года. Применение последних российских и западных технологий позволит доставлять к крылу самолета максимально качественное авиатопливо. Для заправки воздушных судов будет использоваться современный топливозаправщик ТЗА-40 производства НПО «Авиатехнология», имеющий систему безопасности «Dedman», дозатор ПВК жидкости, а также систему регулирования давления, что исключит возможность появления гидроударов в момент заправки самолета.

Таким образом, все новшества направлены на сохранение, бережную эксплуатацию воздушных судов и обеспечение безопасности полетов.

Начиная с 1999 года ГК «Аэрофьюэлз» активно занимается реконструкцией и строительством новых ТЗК, отвечающих современным требованиям российских и международных организаций гражданской авиации. Группа компаний «Аэрофьюэлз» - единственная компания, инвестировавшая в строительство ТЗК в России более 2 млрд. руб.

**Аэропорт Внуково. ТОПЛИВОЗАПРАВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС АЭРОПОРТА**

**ОСУЩЕСТВЛЯЕТ:**

Прием авиатоплива поступившего: Железнодорожным транспортом; Автомобильным транспортом; Трубопроводным транспортом;

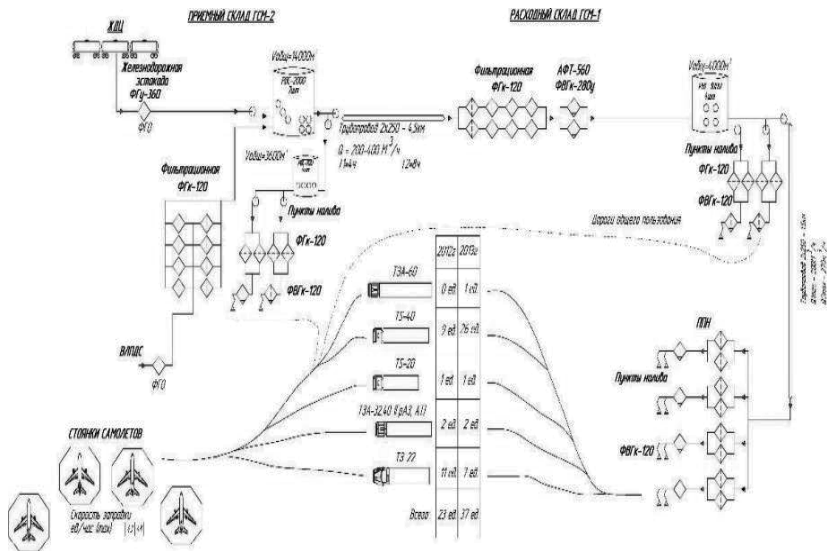


Рис. 18. Схема поставки топлива до ВС в аэропорту Внуково

При приеме осуществляется:

- ■ Контроль качества; ■ Фильтрация;
- ■ Учет;
- Хранение авиатоплива и подготовку к выдаче;
- Выдачу авиатоплива на перронный пункт налива топливозаправщиков.

Прием и хранение авиатоплива на складах ГСМ осуществляется в резервуарах стальных вертикальных наземных, резервуарах стальных вертикальных подземных (казематного типа). Автомобильные топлива хранятся в резервуарах стальных горизонтальных наземных.

Состав основных сооружений на объектах авиатопливообеспечения ЗАО «ТЗС».

### 3.5. Стратегия автоматизации

Основной задачей каждого ТЗК является осуществление бесперебойной и безопасной заправки воздушных судов (ВС) кондиционными авиационными горюче-смазочными материалами (авиа-ГСМ) и специальными жидкостями (СЖ) в соответствии с требованиями действующих государственных и отраслевых стандартов.

#### Стратегия автоматизации процессов.

Автоматизация процессов представляет собой сложную и трудоемкую задачу. Для успешного решения этой задачи необходимо придерживаться определенной стратегии автоматизации. Она позволяет улучшить процессы и получить от автоматизации ряд существенных преимуществ.

Стратегию можно сформулировать следующим образом:

— понимание процесса. Для того чтобы автоматизировать процесс необходимо понимать существующий процесс со всеми его деталями. Процесс должен быть полностью проанализирован. Должны быть определены входы и выходы процесса, последовательность действий, взаимосвязь с другими процессами, состав ресурсов процесса и пр.

— упрощение процесса. После проведения анализа процесса необходимо упростить процесс. Лишние операции, не приносящие ценности, должны быть сокращены. Отдельные операции могут объединяться или выполняться параллельно. Для улучшения процесса могут быть предложены другие технологии его исполнения.

— автоматизация процесса. Автоматизация процессов может выполняться только после того, как процесс максимально упростился. Чем проще порядок действий процесса, тем проще его автоматизировать и тем эффективнее будет работать автоматизированный процесс.

### **Преимущества автоматизации процессов.**

Автоматизация процессов позволяет существенно повысить качество управления и качество продукта. При внедрении СМК автоматизация дает существенный эффект и дает возможность организации значительно улучшить свою работу. Однако, прежде чем принимать решение об автоматизации процессов, необходимо оценить преимущества выполнения процессов в автоматическом режиме.

Как правило, автоматизация процессов дает следующие преимущества:

— увеличивается скорость выполнения повторяющихся задач. За счет автоматического режима одни и те же задачи могут выполняться быстрее, т.к. автоматизированные системы более точны в действиях и не подвержены снижению работоспособности от времени работы.

— повышается качество работы. Исключение человеческого фактора значительно снижает вариации исполнения процесса, что приводит к снижению количества ошибок и, соответственно, повышает стабильность и качество процесса.

— повышается точность управления. За счет применения информационных технологий в автоматизированных системах появляется возможность сохранять и учитывать большее количество данных о процессе, чем при ручном управлении.

— параллельное выполнение задач. Автоматизированные системы позволяют выполнять несколько действий одновременно без потери качества и точности работы. Это ускоряет процесс и повышает качество результатов.

— быстрое принятие решений в типовых ситуациях. В автоматизированных системах решения, связанные с типовыми ситуациями, принимаются гораздо быстрее, чем при ручном управлении. Это улучшает характеристики процесса и позволяет избежать несоответствий на последующих стадиях.

Несмотря на очевидные преимущества, автоматизация процессов не всегда целесообразна. После проведения анализа и оптимизации может оказаться, что автоматизация процессов не требуется или экономически невыгодна.

В ряде ситуаций ручное выполнение процессов может оказаться более предпочтительным, чем автоматизация:

— операции процесса сложны для автоматизации. С технологической, либо с экономической точки зрения некоторые операции процесса бывает очень сложно автоматизировать.

— короткий жизненный цикл продукции. Если продукт должен быть разработан и внедрен в короткий период времени, или продолжительность его существования на рынке невелика, то автоматизация процесса может оказаться нецелесообразной. Ручное выполнение процессов будет менее затратным и более быстрым, чем автоматизация.

— уникальная или единичная продукция. Когда потребителю необходим продукт с уникальными характеристиками ручного труда, такой продукт может быть выпущен только, если процессы выполняются в ручном режиме.

— резкие колебания спроса. Изменение спроса на товар требует изменения объемов производства. Такие изменения легче выполняются при ручном выполнении процесса.

#### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Автоматизация технологических операций АТО;
2. Объект автоматизации АТО;
3. Склад, заправка –АСУТП и автоматизация бизнес- процессов;
4. Сравнения уровня автоматизации отечественного и зарубежного подходов;
5. Интеграция системы ЦЗС в систему аэропорта;
6. Стратегия автоматизации.

## **ГЛАВА 4. АТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ (АСИ) АТО**

### **4.1. Автоматизация в сфере авиатопливообеспечения**

С 80-х годов в СССР начали появляться и совершенствоваться автоматизированные системы измерения (АСИ) – прообраз современных автоматизированных информационно – измерительных систем (АИИС). Они предназначались для получения сигналов с различных датчиков, как штатных (находящихся на объекте), так и стендовых, их обработки и выдачи готовых параметров на индикаторы. Появление АСИ позволило упростить процесс расчета параметров систем, снизить нагрузку на испытателей, повысить точность измерений. С развитием компьютерной техники появилась возможность соединения АСИ с компьютером, что позволило сохранять некоторые параметры системы АТО в электронном варианте, а также производить печать параметров системы АТО с помощью обычных офисных принтеров, что еще больше упростило процесс расчета параметров системы АТО.

АИИС (автоматизированная информационно-измерительная система учёта энергоресурсов) - это совокупность аппаратных и программных средств, обеспечивающих дистанционный сбор, хранение, обработку и анализ данных об системах АТО. Система позволяет оценивать эффективность внедрения новых технологий.

#### **Концепция системы учета и контроля**

1. Получение достоверной и оперативной информации о перемещении
2. Получение единого баланса
3. Повышение прозрачности и упорядочение
4. Сокращение теневого оборота нефтересурсов
5. Сокращение потерь и увеличение доходной части бюджета

### **4.2. Автоматизированные средства измерений**

Средствами получения измерительной информации о показателях нефти (нефти товарной) и продуктов ее переработки при осуществлении таможенных, торговых и товарообменных операций должны быть автоматизированные (автоматические) средства измерений. объема при косвенных статических и динамических измерениях массы при прямых статических измерениях (взвешивании) массы при косвенных статических измерениях и косвенных измерениях, основанных на гидростатическом принципе массы при прямых и косвенных динамических измерениях; объема при прямых статических и динамических измерениях

#### **СИКН**

СИКН — это система измерений количества и показателей качества нефти и нефтепродуктов.

Она предназначена для:

1. автоматизированного измерения массы брутто и вычислений массы нетто нефти/нефтепродуктов;
2. измерений показателей качества нефти/нефтепродуктов;
3. отображения и регистрации результатов измерений в соответствии с действующими нормативными документами при проведении приемо-сдаточных операций.

В состав СИКН входит:

1. блок измерительных линий (БИЛ);
2. блок измерения показателей качества нефти (БИН);
3. система сбора, обработки информации и управления (СОИ);
4. автоматизированное рабочее место оператора (АРМ).

#### **Требования к функциональным возможностям СИКН**

СИКН должна обеспечивать выполнение следующих основных функций:

- 1) автоматическое измерение массы нефтепродуктов;
- 2) автоматическое измерение технологических параметров (температуры и давления);
- 3) автоматическое измерение показателей качества нефтепродуктов;
- 4) отображение (индикацию), регистрацию и архивирование результатов измерений;
- 5) поверку рабочих и контрольных СИ на месте эксплуатации без нарушения процесса измерений (если это предусмотрено в методике поверки на используемое СИ);
- 6) КМХ СИ на месте эксплуатации без нарушения процесса измерений.

СИКН должна обеспечивать:

- 1) Измерение в автоматическом режиме:
  - массового расхода нефтепродуктов по каждой измерительной линии и суммарно по БИЛ СИКН;
  - объемного расхода нефтепродуктов через линию измерений показателей качества нефтепродуктов БИК;
  - плотности нефтепродуктов при рабочих давлении и температуре в линии измерений показателей качества нефтепродуктов БИК;
  - давления в измерительных линиях, в линии измерения показателей качества нефтепродуктов БИК, на входе и выходе ППУ;
  - давления на входном и выходном коллекторах БИЛ с последующим вычислением на основе полученных данных перепада давления в БИЛ;
  - температуры нефтепродуктов в измерительных линиях, в линии измерений показателей качества нефтепродуктов БИК на входе и выходе ППУ;
  - перепада давления на фильтрах БИК и БФ;
  - перепада давления на насосах БИК.
- 2) Вычисление объема нефтепродуктов по каждой измерительной линии и суммарно по БИЛ СИКН.

### 3) Управление:

- измерительными линиями БИЛ (включение, выключение, переключение на ПУ);

- расходом потока нефтепродуктов через измерительные линии;

- расходом потока нефтепродуктов через ППУ;

- расходом потока нефтепродуктов через линию измерения показателей качества нефтепродуктов БИК в зависимости от расхода по СИКН;

- насосами на линии измерения показателей качества нефтепродуктов БИК (дистанционное и по месту от кнопки - включение и выключение).

4) Автоматический отбор объединенной пробы нефтепродуктов в БИК в сменные контейнеры в соответствии с ГОСТ 2517-2012.

5) Ручной отбор точечной пробы нефтепродуктов на линии измерений показателей качества нефтепродуктов БИК в соответствии с ГОСТ 2517-2012.

6) Автоматизированное выполнение поверки ИПР на месте эксплуатации с помощью ППУ с формированием и печатью протоколов поверки ИПР без нарушения процесса учета и режима работы трубопровода.

7) Автоматизированное выполнение контроля метрологических характеристик ИПР с помощью ИПР из состава контрольно-резервной ИЛ или по ППУ без нарушения процесса учета и режима работы трубопровода.

8) Дистанционный контроль герметичности запорной арматуры, используемой при поверке и КМХ ПР, а также на другой запорной арматуре технологических трубопроводов объекта МНПП с установленной СИКН, протечки через которую могут оказывать влияние на достоверность учета.

### 9) Местную индикацию:

- давления в измерительных линиях, во входном и выходном коллекторах БИЛ, в БИК;

- температуры нефтепродуктов в измерительных линиях, в БИК;

- перепада давления на фильтрах БИК, БФ;

- перепада давления на насосах БИК.

10) Тонкую фильтрацию нефтепродуктов от механических примесей в БФ и БИК.

11) Дренаж нефтепродуктов, выпуск воздуха из оборудования, технологических трубопроводов и последующее их заполнение с вытеснением воздуха.

12) Дистанционный контроль протечек дренажа учтенных и неучтенных нефтепродуктов из технологических трубопроводов БИЛ, БИК.

13) Демонтаж первичных ИП без нарушения процесса измерений.

14) Поддержание давления, обеспечивающего режим безкавитационной работы измерительных преобразователей расхода (ИПР), с помощью регуляторов измерительных линий.



#### **4.3. Метрологическое обеспечение и эксплуатационные требования**

##### **Требования к метрологическому обеспечению**

Основная схема учета нефтепродуктов СИКН должна быть реализована с применением прямого метода динамических измерений с использованием массовых преобразователей расхода с погрешностью по ГОСТ Р 8.595-2004 и приказу Минэнерго РФ №179 от 15.03.2016, не превышающей по массе нефтепродукта  $\pm 0,25\%$ .

Резервная схема учета – существующая (на основе косвенного метода статических измерений), с использованием поверенных РВС, имеющих действующие свидетельства о поверке и утвержденные градуировочные таблицы РСУ не рассматривается.

В проектируемой СИКН должны использоваться средства измерения (далее СИ) имеющие действующее свидетельство (сертификат) об утверждении типа СИ и типы которых утверждены и внесены в ФИФОЕИ. На все экземпляры СИ и (или) сопроводительные документы к ним должны быть нанесены знаки утверждения типа.

Все средства измерений, используемые при реализации данного проекта, должны быть опломбированы согласно МИ 3002-2006 и РМГ 111-2011.

На дату ввода в эксплуатацию объектов все проектируемые СИ и измерительные каналы (ИК) информационно - измерительных систем должны иметь действующие знаки поверки и (или) свидетельства о поверке со сроком действия не менее половины интервала между поверками, установленного при утверждении их типа.

На этапе испытаний в целях утверждении типа СИКН должны быть предусмотрены: идентификация, проверка уровня защиты и оценка влияния на метрологические характеристики ПО применяемого в СОИ СИКН, с учетом требований Р 50.2.077-2014.

В СИКН должны применяться аттестованные в установленном порядке методики (методы) измерений (в соответствии с приказом Минпромторга России от 15.12.2015 №4091) с нормируемыми значениями показателей точности измерений. Порядок разработки методик – в соответствии с требованиями ОР-17.020.00-КТН-396-09.

ПО СОИ должно быть разделено на метрологически значимую и незначимую части в соответствии с ГОСТ Р 8.654-2015.

Для метрологически значимой части должна быть определена контрольная сумма, которая после утверждения типа СИ должна оставаться неизменной.

ИВК СИКН должны иметь аттестованный алгоритм расчета массы нефтепродуктов.

Для обеспечения пределов допускаемой погрешности измерений массы нефтепродукта погрешности средств измерений, входящих в состав СИКН, не должны превышать пределов допускаемой погрешности, указанных в МИ 3301-2017. Значения погрешности используемых СИ приведены в таблице 4.1

Метрологические характеристики компонентов измерительных каналов ПЛК в режимах измерения, управления и регулирования должны соответствовать требованиям РД-35.240.50-КТН-109-17.

Проведение комплекса работ по метрологическому обеспечению ввода в эксплуатацию СИКН возлагается на поставщика оборудования СИКН.

Поставщик СИКН проводит обучение обслуживающего персонала, ввод в промышленную эксплуатацию и сдачу СИКН Заказчику в соответствии с требованиями МИ 2773-2002, МИ 3206-2009.

#### **4.4. Информационно-измерительные управляющие системы (ИИУС)**

Информационно-измерительные и управляющие системы (ИИУС) — это совокупность технических средств, объединённых общим алгоритмом функционирования, обладающих набором нормированных метрологических характеристик и предназначенных для автоматического получения информации непосредственно от объекта, преобразования её, передачи, измерения, обработки, хранения и представления в форме, доступной для восприятия лицом, принимающим решение, и формирования управляющего воздействия на объект.

Некоторые виды ИИУС:

*Измерительные системы независимых входных величин.* Многоточечные и мультиплицированные ИС, сканирующие системы, голографические ИС, многомерные и аппроксимирующие ИС.

*Статистические измерительные системы.* Измерение статистических характеристик случайных процессов, систем для измерения законов распределения вероятностей, корреляционных и спектральных ИИУС.

*Системы автоматического контроля (САК).* Функции и основные виды САК, выбор контролируемых величин и областей их состояния, ошибки контроля.

*Системы технической диагностики.* Распознающие системы, системы технической диагностики и их показатели, методы оптимизации проверочных программ, выбор контролируемых параметров для локализации неисправности ИИУС.

*Телеизмерительные системы (ТИС).* Особенности и основные характеристики ТИС, линии связи, разделение сигналов в ТИС, аналоговые, цифровые и адаптивные ТИС.

Примером современных многоканальных ИИУС являются системы управления работой различных станков с числовым программным управлением.

#### **Лабораторная информационно-управляющая система ЛИМС**

Руководство лаборатории постоянно находится под давлением необходимости уменьшить до абсолютного минимума ресурсы (время, рабочее пространство, человеческие ресурсы и т.п.), необходимые для создания качественных лабораторных результатов. Это давление оказывается, как существующей сейчас высоко конкурентной экономической средой, так и

постоянно возрастающими регуляторными и законодательными требованиями, и требованиями по защите окружающей среды, причем оно связано с необходимостью получения точных лабораторных данных в сжатые сроки. Единственным разумным решением является наиболее полная автоматизация лабораторных процессов. Это освобождает исследователей для выполнения первичных задач по производству аналитической информации, таким образом, лаборатория может работать наиболее эффективно и производительны.

- Входной контроль.
- Операционный (технологический) контроль.
- Контроль качества товарной продукции.

Типовое исследование единичной пробы продукта предполагает выполнение 7–10 анализов, каждый из которых состоит из определения 4–8 параметров. Количество регистрируемых проб в лаборатории может составлять от 30–50 до 2000–3000 в день в зависимости от предприятия и объемов проводимых испытаний. При этом часть параметров определяется расчетным путем с использованием формул, предусмотренных методиками выполнения измерений, таблиц и калибровочных графиков. Вместе с тем, при смене продукции, ассортимента или технологии часто меняются требования нормативных документов, спецификации продуктов, нормы, точки отбора.

Реализация указанных требований предполагает формирование большого объема информации и организацию архива для хранения результатов проведенных испытаний по контролю качества продукции. В каждой лаборатории ведутся журналы, где регулярно фиксируются разнообразные параметры качества, относящиеся к каждому конкретному продукту или его составляющим. Формируется огромный массив данных (управление регистрацией данных о качестве).

При такой организации аналитической службы информационные потоки насыщены, сложны и многократно переплетаются, документооборот большой. Выход один – автоматизация.

Практика показывает, что на технологических установках и производственных линиях также весьма желательно иметь оперативную информацию из лаборатории. Это позволяет обслуживающему персоналу сравнивать требуемые параметры с действительными и регулировать процесс, не дожидаясь, пока он выйдет из-под контроля и приведет к ухудшению качества продукции. В случае интеграции всех указанных информационных систем предприятия с LIMS перечисленные задачи решаются наиболее эффективно.

ЛИМС давно перестал быть чем-то, что «приятно иметь», он стал необходимым инструментом, который помогает лаборатории решить двойственную проблему качества и эффективности. В частности, ЛИМС автоматически контролирует сходимость результатов измерений при проведении анализов. Благодаря чему возможность искажения результатов анализов в промышленных ЛИМС значительно снижается. Автоматизация

практически всех составляющих бизнес-процесса контроля качества позволяет снизить роль «человеческого фактора», повысить достоверность получаемых результатов и эффективность управления бизнес-процессом контроля качества.

На рис. 19 схематически представлены основные области рабочих процессов лаборатории, которые охватываются и управляются ЛИМС.



Рис. 19. Схема основных областей рабочих процессов под управлением ЛИМС

Хорошие результаты при внедрении систем дает формальное документирование существующих бизнес-процессов предприятия, например, построение информационных моделей в нотации IDEF0, ARIS или других широко используемых нотациях. На основе моделей существующих бизнес-процессов «как есть» должны быть смоделированы оптимальные бизнес-процессы «как должно быть», что даст возможность разработать регламентирующую документацию для будущих пользователей ЛИМС.

ЛИМС LabWare не может уменьшить количество сотрудников, работающих в лаборатории, но она значительно повышает пропускную способность по образцам и в три-пять раз сокращает время выдачи результата без увеличения количества персонала. Вот некоторые из операций, свершаемых в лаборатории, и сравнительное время, потраченное на их выполнение.

Общая экономия времени в лаборатории с большим оборотом исследований может составить 60 человекоднев в неделю. Казалось бы, как можно столько наэкономить? Работники лаборатории не тратили лишнее время на эту работу. То, что делается часами, совершается в ЛИМС за минуты – отсюда и экономия! За счет ЛИМС в лаборатории резко сокращается время на поиск информации о приходе и расходе реактивов и учете их количества, составление отчетов всех направлений за любой отрезок времени, стоимости проведенных

анализов, учете внутренних и внешних расходов, т.е. всего того, что можно посчитать.

Надежная LIMS предохраняет лабораторию от ошибок, экономит время и деньги, предоставляет доказательный отчет о проведенном Исследовании и контроле за этим Исследованием.

То есть максимально исполняется соблюдение международных принципов GxP – Вы получаете подтвержденный, валидированный результат. С таким результатом нестыдно и на международный рынок выйти!

— Это уменьшает объем рутинной канцелярской работы, которую выполняют квалифицированные сотрудники, поэтому они могут выполнять больше значимых работ и решать больше проблем.

— Это снижает количество ошибок и улучшает общее качество информации и результатов, а также делает результаты защищенными при аудите и проверке качества.

— Это ускоряет предоставление точных результатов и снижает количество излишних совещаний.

— Это стимулирует стандартизацию деятельности лаборатории.

— Это позволяет изготовителю быстрее поставлять продукцию на рынок.

— Это улучшает целостность и управление данными.

— Это повышает эффективность использования полезных активов, например, персонала, оборудования, расходных материалов и времени.

Рассмотрев несколько важных аспектов из «жизни» программного продукта ЛИМС и его роли, можно уверенно констатировать:

Лаборатория – это сервисное подразделение, производящее единственный продукт – качественную информацию.

Общая стоимость лаборатории определяется тем, какую цену готово заплатить руководство предприятия за эту информацию.

Давно известна истина, что принимать решения легко, если вся необходимая информация доступна в любой момент времени.

ЛИМС предоставляет информацию и данные, актуальные на текущую минуту, и позволяет принимать своевременные решения, а также помогает эффективно и продуктивно управлять деятельностью предприятия, то есть приносит прибыль!

ЛИМС I-LDS предназначена для автоматизации управления, обработки и хранения информации о работе лаборатории на предприятии.

ЛИМС I-LDS повышает эффективность выполнения функций, востребованных на предприятии, позволяет специалистам завода и потребителям производимой продукции быть уверенными в соблюдении контроля качества на всех этапах производства.

Являясь источником данных о качественных, количественных результатах испытаний и характеристиках объектов контроля, лабораторная

информационная менеджмент-система I-LDS предоставляет возможность в режиме реального времени интегрировать данные в диспетчерские системы и системы планирования ресурсов предприятия.

ЛИМС позволяет организовать процессы контроля и измерения продукции в соответствии с требованиями стандартов ISO.

Внедрение ЛИМС I-LDS направлено на повышение качества и эффективности работы испытательной лаборатории (ИЛ) во всех аспектах ее деятельности, на обеспечение и подтверждение исполнения требований, предъявляемых к компетентности ИЛ.

Идеология ЛИМС I-LDS разработана в соответствии с рекомендациями следующих нормативных документов: 1. Стандарты качества ЛИМС позволяет организовать процессы контроля и измерения продукции в соответствии с требованиями стандартов ISO. Международные стандарты Национальные стандарты

### **Подходы к внедрению ЛИМС I-LDS**

Первоочередными задачами при внедрении ЛИМС I-LDS, позволяющими малыми затратами ресурсов и времени произвести качественную автоматизацию лабораторных испытаний, являются:

- регистрация и идентификация образцов, поступающих в лабораторию;
- автоматизация расчетов на основе методик выполнения измерений;
- экспорт данных с измерительного оборудования о результатах испытаний;
- обработка результатов испытаний;
- выдача результатов испытаний.

Одновременно с решением первоочередных задач создаются условия для дальнейшей автоматизации бизнес-процессов лаборатории, таких как: • внутрилабораторный контроль; • управление персоналом; • управление оборудованием; • управление реактивами, материалами и стандартными образцами; • учет нормативной документации. Завершительным этапом работ является внедрение Аналитической ЛИМС. В ходе внедрения системы возможно развитие и углубление функциональности модулей в соответствии со специальными требованиями Заказчика.

### **Аналитическая ЛИМС I-LDS**

ЛИМС – это не только автоматизация повседневной работы лаборатории, но и поддержка производства, системы качества, взаимоотношений с регулируемыми организациями, поставщиками. Аналитическая система I-LDS позволяет интегрироваться с различными корпоративными системами (MES, ERP) в реальном времени. Интеграция данных предоставляет возможность проводить совместный анализ зависимостей качества продукции от технологических режимов, сырья от поставщика, качества товарной продукции от рецепта смешения, претензий покупателей по партиям. Аналитическая

система I-LDS – веб-решение, являющееся составляющей комплекса систем управления предприятием, которое позволяет формировать аналитическую отчетность за большие временные интервалы представлены на рис.20.

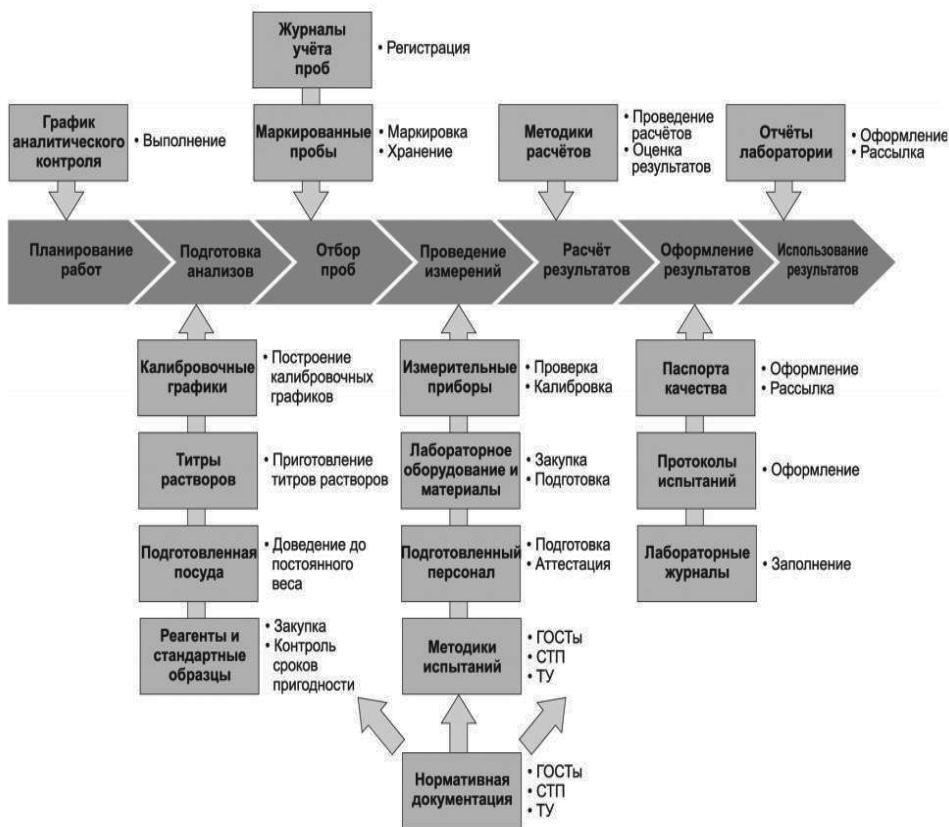


Рис. 20. Типовая схема бизнес-процесса получения информации о качестве продукции

### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое АИИС?
2. Расскажите для чего предназначена СИКН
3. Перечислите требования к функциональным возможностям СИКН
4. Перечислите требования к метрологическому обеспечению
5. Опишите схему основных областей рабочих процессов под управлением ЛИМС
6. Назовите основные подходы к внедрению ЛИМС I-LDS
7. Что такое аналитическая ЛИМС I-LDS

## **ГЛАВА 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ АТО**

### **5.1. Технология построения моделей процессов и объектов автоматизированного управления**

#### **5.1.1. Назначение функциональных схем автоматизации**

Функциональные схемы автоматизации являются одним из основных проектных документов, отражающих функции контроля и управления технологическим процессом и работой оборудования.

Функциональные схемы представляют собой чертежи, на которых при помощи условных обозначений изображают основное технологическое оборудование, коммуникации, исполнительные устройства, функции и технические средства контроля и управления. На основании функциональных схем выполняются остальные чертежи проекта и составляются заявочные ведомости и заказные спецификации приборов и средств автоматизации.

Для однотипных технологических объектов (цехов, участков, отделов, агрегатов), не связанных между собой и имеющих одинаковое оснащение приборами и средствами автоматизации, функциональную схему автоматизации допускается выполнять лишь для одного из них.

На схеме в верхнем правом углу даются пояснения.

Например, “Схема разработана для агрегата 1, для агрегатов 2 - 5 схемы аналогичны”.

#### **5.1.2. Изображение технологического оборудования и коммуникаций на технологических схемах**

Графическое построение технологической схемы должно давать наглядное представление о последовательности технологического процесса. Технологическую схему вычерчивают с упрощенным изображением оборудования, масштаб при этом не соблюдается.

Конфигурация оборудования должна соответствовать действительной или принятым условным обозначениям.

Оборудование и коммуникации изображаются тонкими линиями, технологические потоки выделяются более жирными линиями. Допускается изображать элементы объекта в виде прямоугольников, которые должны быть снабжены соответствующими наименованиями. На технологической схеме представляют только то оборудование и те коммуникации, для которых разрабатывается функциональная схема автоматизации. На трубопроводах обычно показывают ту регулирующую и запорную арматуру, которая непосредственно используется в контроле и управлении процессом.

Соединения технологических трубопроводов обозначаются точкой в узле условных линий. Технологический трубопровод — трубопровод,



предназначенный для транспортирования различных веществ, необходимых для ведения технологического процесса или эксплуатации оборудования.

Направление движения потоков указывается стрелками: жидкость  $\longrightarrow$ , пар (газ)  $\longrightarrow$ . Стрелки рисуются в начале и в конце коммуникаций и всегда на входе потока в оборудование. На линиях обрыва также ставятся указывающие стрелки и даются необходимые пояснения, к какому аппарату направляется данный поток. Для трубопроводов, на которых предусматривается установка отборных устройств и регулирующих органов, рекомендуется указывать диаметры условных проходов.

### 5.1.3. Разработка функциональных схем автоматизации по ГОСТ 21.208-2013

Функции контроля и управления на функциональные схемы автоматизации наносят в соответствии с ГОСТ 21.208-2013 и отраслевыми нормативными документами.

ГОСТом 21.208-2013 предусматривается система построения условных графических и буквенных обозначений в зависимости от функций, выполняемых техническими средствами. В стандарте предусмотрено два метода построения условных обозначений: упрощенный и развернутый.

При упрощенном методе построения на схеме отражают только основные функции контроля и управления, как правило, с помощью одного условного графического обозначения (окружности или прямоугольника), которое располагают на поле чертежа вблизи места измерения технологического параметра или нанесения управляющего воздействия, а техническую структуру системы раскрывают в принципиальных схемах или другой технической документации.

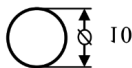
При развернутом методе построения условных обозначений каждое средство автоматизации на функциональной схеме показывают отдельно с указанием места реализации функций.

В последние годы в практике проектных организаций преимущественно используется упрощенный способ построения функциональных схем, поэтому в настоящей работе примеры развернутого способа не приводятся.

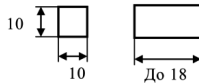
Основные условные графические обозначения технических средств на функциональных схемах по новому ГОСТу представлены ниже.

Изображения условных графических обозначений средств автоматизации по ГОСТ 21-208-2013.

1. Прибор, аппарат, устанавливаемый вне щита (по месту):

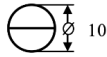


основное обозначение

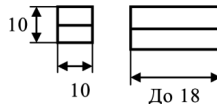


допускаемое обозначение

2. Прибор, аппарат, устанавливаемый на щите, пульте:

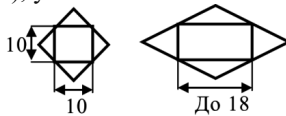


основное обозначение

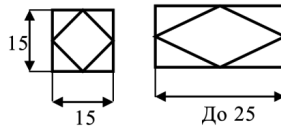


допускаемое обозначение

3. Прибор (устройство, входящее в контур противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ), устанавливаемый вне щита (по месту):

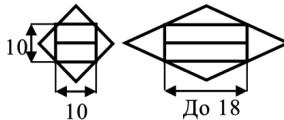


основное обозначение

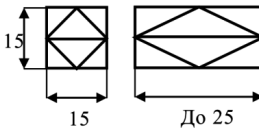


допускаемое обозначение

4. Прибор (устройство, входящее в контур) ПАЗ, устанавливаемый на щите, пульте:

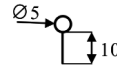


основное обозначение



допускаемое обозначение

5. Исполнительный механизм (общее обозначение)



6. Регулирующий орган



В табл. 1 приведены буквенные условные обозначения функций автоматизации согласно ГОСТ 21.208-2013.

На рис. 21 приведен пример, иллюстрирующий порядок нанесения обозначений функций контроля и управления на схемах.

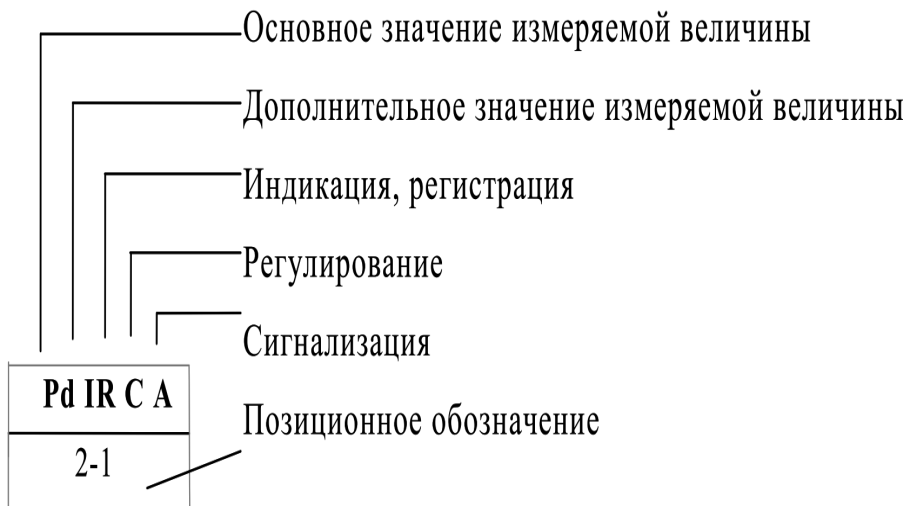


Рис. 21. Принцип построения условного буквенного обозначения функций автоматизации

В верхней части окружности или прямоугольника размещаются буквенное обозначение измеряемого технологического параметра и связанных с ним функций контроля и управления. В нижней части графического обозначения указывается номер системы управления или контроля и через тире номер позиции функций автоматизации в системе.

Номер системы и номера позиций функций сохраняются в заказной спецификации и во всех схемах, разрабатываемых в процессе проектирования. Номера позиций на функциональной схеме рекомендуется проставлять в порядке возрастания слева направо и сверху вниз.

Подвод линий связи к условному обозначению функций автоматизации изображают в любой точке графического обозначения (сверху, снизу, сбоку). При необходимости указания направления передачи сигнала на линиях связи наносят стрелки.

В случаях, когда в системах каскадного или связанного регулирования какой-либо прибор или регулятор связан с несколькими датчиками или получает дополнительные сигналы воздействия по другим параметрам, все элементы схемы, осуществляющие дополнительные функции, относятся к той функциональной группе, на которую они оказывают воздействие. Позиционные обозначения этим элементам должны присваиваться в зависимости от того, к какой функциональной группе они относятся.

Пояснения функциональных признаков приборов, указанные в табл.1 в круглых скобках и правила построения условных обозначений приведены ниже.

Буквенные обозначения измеряемых величин  
и функциональных признаков приборов

Обозначени	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	основное обозначение измеряемой величины	дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую	отображение информации	формирование выходного сигнала	дополнительное значение
1	2	3	4	5	6
A	Анализ. Величина, характеризующая качество: состав, концентрация, детектор дыма и т.п.		Сигнализация		
B	Пламя, горение				
C	+			Автоматическое регулирование, управление	
D	+	Разность, перепад			Величина отклонения от заданной измеряемой величины
E	Напряжение			Чувствительный элемент	
F	Расход	Соотношение, дробь, доля			
G	+		Первичный показывающий прибор		
H	Ручное воздействие				Верхний предел измеряемой величины
I	Ток		Первичный показывающий прибор		

Обозначени	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	основное обозначение измеряемой величины	дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую	отображение информации	формирование выходного сигнала	дополнительное значение
J	Мощность	Автоматическое переключение, обегание			
K	Время, временная программа			Станция управления	
L	Уровень				Нижний предел измеряемой величины
M	+				Величина или среднее положение (между верхним H и нижним L)
N	+				
O	+				
P	Давление, вакуум				
Q	Количество	Интегрирование, суммирование по времени		+	
R	Радиактивность		Регистрация		
S	Скорость, частота	Самосрабатывающее устройство безопасности		Включение, отключение, переключение, блокировка	
T	Температура			Преобразование	
U	Несколько разнородных измеряемых величин				
V	Вибрация		+		

Обозначени	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	основное обозначение измеряемой величины	дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую	отображение информации	формирование выходного сигнала	дополнительное значение
W	Вес, сила, масса				
X	Нерекомендуемая резервная буква		Вспомогательные компьютерные устройства		
Y	Событие, состояние			Вспомогательное вычислительное устройство	
Z	Размер, положение, перемещение	Система инструментальной безопасности, ПАЗ		+	
<p>Примечания.</p> <p>Буквенные обозначения, отмеченные знаком «+», назначаются по выбору пользователя, а отмеченные знаком «-» не используются.</p> <p>В круглых скобках приведены номера пунктов пояснения.</p>					

## 5.2. Правила построения условных обозначений на функциональных схемах автоматизации

Настоящий стандарт устанавливает два метода построения условных обозначений: упрощенный; развернутый.

При упрощенном методе построения приборы и средства автоматизации, осуществляющие сложные функции, например, контроль, регулирование, сигнализацию и выполнение в виде отдельных блоков, изображают одним условным обозначением. При этом первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру не изображают.

При развернутом методе построения каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект средств автоматизации, указывается отдельным условным обозначением.

В условные обозначения приборов и средств автоматизации, применяемые в схемах, включаются графические, буквенные и цифровые обозначения. В верхней части графического обозначения наносят буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора, определяющего его назначение. В нижней части графического обозначения наносят цифровое (позиционное) обозначение прибора или комплекта средств автоматизации.

При построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого входящего в комплект прибора или устройства (кроме устройств ручного управления и параметра «событие, состояние») является обозначением измеряемой комплектом величины.

Буквенные обозначения устройств, выполненных в виде отдельных блоков и предназначенных для ручных операций, независимо от того, в состав какого комплекта они входят, должны начинаться с буквы Н.

Первая буква У показывает состояние или событие, которое определяет реакцию устройства.

Символ S применяется в качестве дополнительного обозначения измеряемой величины F, P, T и указывает на самосрабатывающие устройства безопасности, предохранительный или отсечной клапан, термореле. Символ

S не должен использоваться для обозначения устройств, входящих в систему инструментальной безопасности - ПАЗ.

Символ Z применяется в качестве дополнительного обозначения измеряемой величины для устройств системы инструментальной безопасности - ПАЗ.

Порядок расположения буквенных обозначений принимается с соблюдением последовательности обозначений, приведенных на рис. 1.

Букву А применяют для обозначения функции "сигнализация" независимо от того, вынесена ли сигнальная аппаратура на какой-либо щит или для сигнализации используются лампы, встроенные в сам прибор.

Букву К применяют для обозначения станции управления, имеющей переключатель для выбора вида управления и устройство для дистанционного управления.

Букву Е применяют для обозначения чувствительного элемента, выполняющего функцию первичного преобразования: преобразователи термоэлектрические, термопреобразователи сопротивления, датчики пирометров, сужающие устройства расходомеров и т.п.

Букву S применяют для обозначения контактного устройства прибора, используемого только для включения, отключения, переключения, блокировки.

При применении контактного устройства прибора для включения, отключения и одновременно для сигнализации в обозначении прибора используют обе буквы: S и А.

Букву Т применяют для обозначения первичного бесшкального прибора с дистанционной передачей сигнала: манометры, дифманометры, манометрические термометры.

Букву У применяют для обозначения вспомогательного устройства, выполняющего функцию вычислительного устройства.

Предельные значения измеряемых величин, по которым осуществляют, например, включение, отключение, блокировки, сигнализацию, допускается конкретизировать добавлением букв Н и L.

Комбинацию букв НН и LL используют для указания двух величин. Буквы

наносит справа от графического обозначения. НН – выше верхнего предела, LL – ниже нижнего предела.

Отклонение функции D при объединении с функцией A (тревога) указывает, что измеренная переменная отклонилась от задания или другой контрольной точки больше, чем на предопределенное число.

При построении буквенных обозначений указывают не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используют в данной схеме.

При необходимости конкретизации измеряемой величины справа от графического обозначения прибора допускается указывать наименование, символ этой величины или ее значение, для измеряемой величины A указывают тип анализатора, обозначение анализируемой величины и интервал значений измеряемого параметра.

Для обозначения величин, не предусмотренных настоящим стандартом, допускается использовать резервные буквы. Применение резервных букв должно быть расшифровано на схеме.

Подвод линий связи к прибору изображается в любой точке графического обозначения (сверху, снизу, сбоку). При необходимости

указания направления передачи сигнала на линиях связи наносятся стрелки.

Отборные устройства для всех постоянно подключенных средств измерения специального обозначения не имеют, а изображаются в виде тонкой сплошной линии связи, соединяющей технологическое оборудование или трубопровод (в месте отбора импульса) с условным изображением первичного измерительного преобразователя или соответствующего прибора.

В тех случаях, когда необходимо указать точное место расположения отборного устройства или точки измерения (внутри контура технологического агрегата) в конце тонкой линии изображают окружность диаметром 2 мм, располагаемую в точке отбора импульса.

Соединительные линии следует наносить с наименьшим количеством перегибов и пересечений между собой и оборудованием. Условные обозначения приборов пересекать ими нельзя.

### **5.2.1. Разработка функциональных схем автоматизации по стандарту S5.1**

Стандарт S5.1, разработанный Комитетом по стандартизации ISA (Instrument Society of America) на основе международного стандарта ISO 3511, содержит обширный набор буквенно-графических символов для изображения функций автоматизации и технических средств и позволяет создавать функциональные схемы автоматизации любой степени детализации по усмотрению разработчика.

Размеры графических символов могут варьироваться по желанию разработчика и в зависимости от размеров чертежа схемы единственным условием является единообразие изображений в пределах одной схемы.

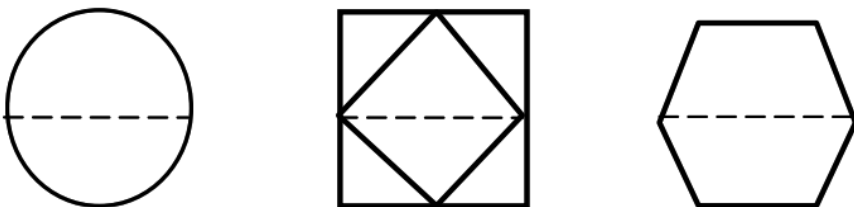


Набор значений буквенных символов стандарта S5.1 шире, чем приведенный в табл.1; основные значения в стандарте S5.1 и ГОСТ 21.208-2013 совпадают (табл.2).

Поскольку буквенные обозначения стандарта имеют наибольшую степень схожести с ГОСТ 21.208-2013 и ГОСТ 21.404-805, то это делает возможным чтение зарубежных схем российскими специалистами.

Вид и назначение графических символов стандарта S5.1 представлены в табл.3.

Графический символ может быть дополнен пояснением, которое располагается сверху справа от графического символа. Устройства или функции, не доступные оператору системы, изображают аналогично представленным в табл.4, но вместо сплошной линии используются пунктирные линии, как, например:



Стандарт S5.1 содержит следующую символику для обозначения типа передаваемых по линиям связи сигналов:

	подключение к объекту управления
	неопределенный тип сигнала
	пневматический сигнал
	электрический сигнал
	гидравлический сигнал
	световой или звуковой сигнал
	внутрисистемная связь
	пневматический бинарный сигнал
	электрический бинарный сигнал

Таблица 2

Буквенные условные обозначения функций автоматизации по стандарту S5.1

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	основное значение первой буквы	дополнительное обозначение, уточняющее значение первой буквы	отображение информации	формирование выходного сигнала	дополнительное значение
1	2	3	4	5	6
A	Анализ		Сигнализация		
B	Горение, сжигание				
C				Автоматическое регулирование	
D		Разность, перепад			
E	Напряжение		Датчик (первичный элемент)		
F	Расход	Соотношение, дробь, доля			
G			Устройство для наблюдения (монитор)		
H	Ручное воздействие				Верхний предел
I	Ток		Показание		
J	Мощность	Сканирование			
K	Временная программа	Скорость изменения		Станция управления	

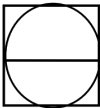
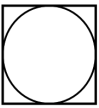
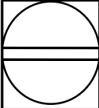
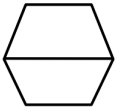
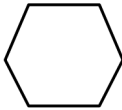
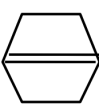
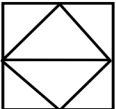
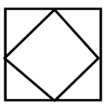
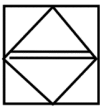
Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	основное значение первой буквы	дополнительное обозначение, уточняющее значение первой буквы	отображение информации	формирование выходящего сигнала	дополнительное значение
L	Уровень		Световая сигнализация		Нижний предел
M	Резервная буква	Мгновенное значение			Среднее значение
N	Резервная буква				
O	Резервная буква		Сужающее устройство		
P	Давление, вакуум		Точка отбора, соединение		
Q	Величина, характеризующая качество: состав, концентрация	Интегрирование, суммирование по времени			
R	Радиоактивность		Регистрация		
S	Скорость, частота	Обеспечение безопасности		Включение отключение, переключение, блокировка	
T	Температура			Передача сигнала	

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	основное значение первой буквы	дополнительное обозначение, уточняющее значение первой буквы	отображение информации	формирование выходного сигнала	дополнительное значение
U	Несколько разнородных параметров		Многофункциональность	Многофункциональность	
V	Вибрация			Клапан, демпфер	
W X	Масса Резерв	ось X			
Y	Событие, состояние	ось Y		Релейный выход, вычисление, преобразование	
Z	Положение, размер	ось Z		Двигатель, регулирующий орган	

Таблица 3

Условные графические изображения технических средств  
по стандарту S5.1

Расположение функций	Основные технические средства, доступные оператору	Технические средства по месту	Вспомогательные средства, доступные оператору
Отдельно расположенное устройство			

Расположение функций	Основные технические средства, доступные оператору	Технические средства по месту	Вспомогательные средства, доступные оператору
Монитор оператора, программируемый контроллер			
Функции, выполняемые компьютером			
Программное логическое управление			

Стандарт S5.1 позволяет указывать на функциональных схемах типы регулирующих органов и исполнительных механизмов (табл.4 и 5), отображать состояние регулирующих органов в случае аварийного отключения питания (табл.6), а также детализировать изображения средств измерения технологических параметров (табл.7).

Таблица 4

**Условные изображения регулирующих клапанов**





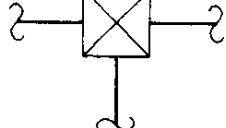
	Общее изображение
	Клапан типа «бабочка»
	Поворотная заслонка
	Шаровой клапан
	Трехходовой клапан

Таблица 5

Условные изображения исполнительных механизмов (ИМ)

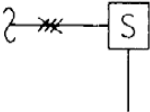
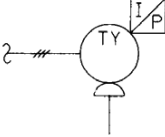
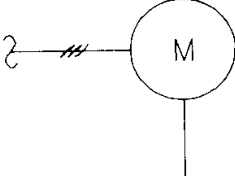
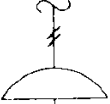
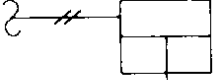
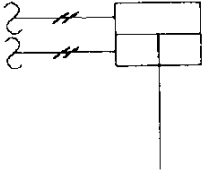
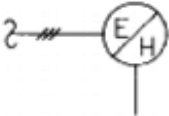
	<p>Соленоидный вентиль</p>
	<p>Мембранный исполнительный механизм с встроенным электропневматическим преобразователем</p>
	<p>Многооборотный двигатель</p>
	<p>Мембранный ИМ</p>
	<p>Пневмоцилиндр одностороннего действия</p>
	<p>Пневмоцилиндр двустороннего действия</p>
	<p>Электро-гидравлический преобразователь</p>

Таблица 6

Условные обозначения состояния мембранных ИМ в случае аварийного отключения питания

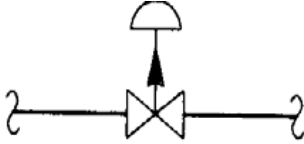
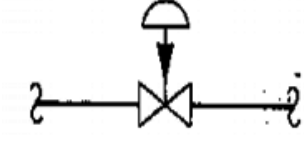
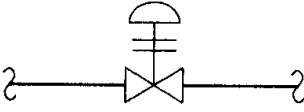
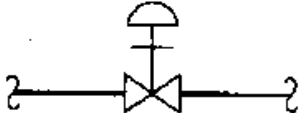
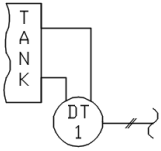
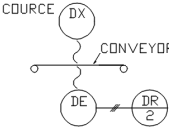
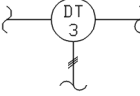


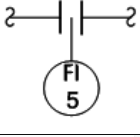
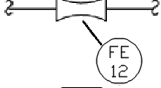
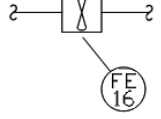
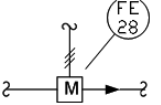
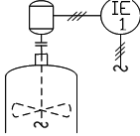
	Двухходовой клапан, открытое состояние
	Двухходовой клапан, закрытое состояние
	Любой клапан, сохраняется состояние к моменту отключения питания
	Любой клапан, состояние не определено

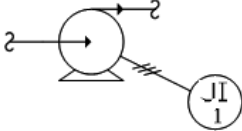

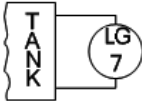
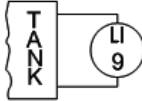
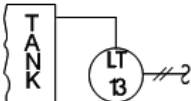
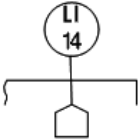
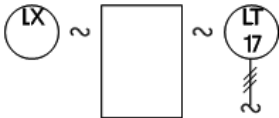
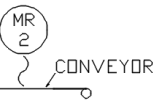
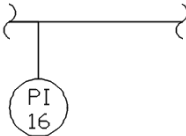
Таблица 7

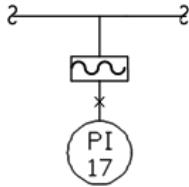
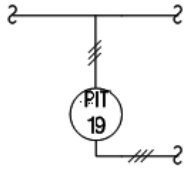
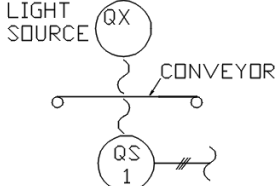
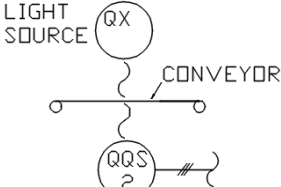
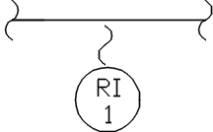
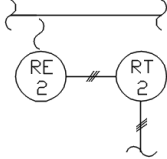
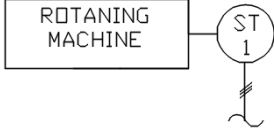
Условные обозначения средств измерения технологических параметров

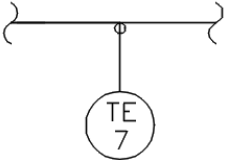



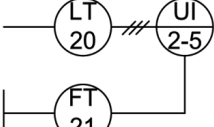
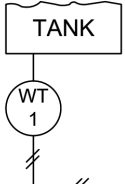
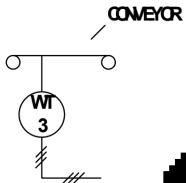

№ п/п	Наименование	Обозначение
1	Анализ состава вещества	
2	Измеритель проводимости, подключенный к точечному самописцу	
3	Измеритель концентрации со встроенным преобразователем	

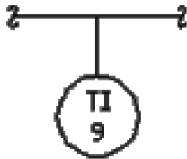
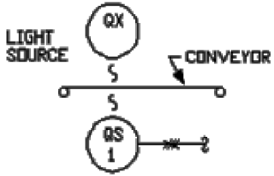
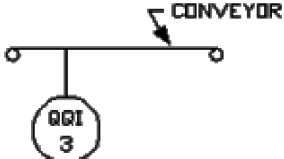
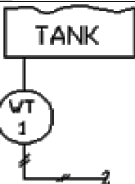
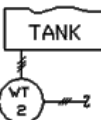
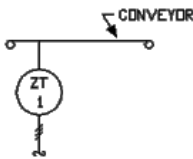
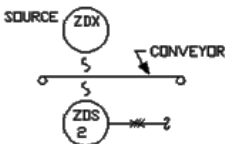
№ п/п	Наименование	Обозначение
4	Пьезометрический измеритель плотности (по перепаду давления)	
5	Радиоактивный измеритель плотности, подключенный к самописцу, установленному дистанционно	
6	Измеритель удельного веса проточного типа	
7	Контроль и блокировка двигателя насоса при падении напряжения	
8	Общее обозначение измерителя расхода	
9	Сужающее устройство с фланцевыми или угловыми отводами к показывающему прибору перепада давления, установленному по месту	
10	Трубка Вентури	
11	Турбинный или пропеллерный первичный элемент	
12	Элемент электромагнитного расходомера	
13	Измерение ампер нагрузки электродвигателя	



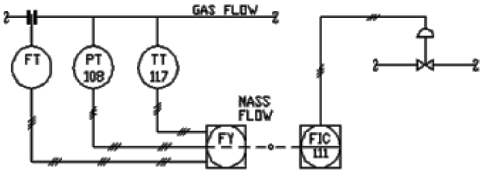
№ п/п	Наименование	Обозначение
14	Измерение мощности двигателя, насоса	
15	Встроенное водомерное стекло	
16	Водомерное стекло, соединенное с емкостью	
17	Индикатор уровня	
18	Преобразователь уровня дифференциального типа	
19	Измеритель и индикатор уровня поплавкового типа	
20	Радиоактивный или ультразвуковой преобразователь уровня	
21	Измерение и регистрация влажности	
22	Прямое измерение и индикация давления по месту	

№ п/п	Наименование	Обозначение
23	Измеритель давления с сильфонным разделителем и капилляром	
24	Измеритель давления с показывающим преобразователем	
25	Счетчик фотоэлектрического типа	
26	Счетчик фотоэлектрического типа суммирующий	
27	Измеритель радиации с индикацией	
28	Первичный измеритель радиации с преобразователем	
29	Тахометр	

№ п/п	Наименование	Обозначение
30	Датчик температуры в защитном чехле (символ чехла необязателен)	
31	Термометр показывающий, установленный по месту	
32	Термопара, термометр сопротивления, соединенный с показывающим прибором по месту	
33	Пирометр – первичный преобразователь	
34	Измерение нескольких параметров	
35	Преобразователь веса с пневматическим выходом	
36	Преобразователь веса с электрическим выходом	
37	Контроль степени открытия клапана	

№ п/п	Наименование	Обозначение
38	Термометр биметаллического типа, стеклянный термометр, или другие неостекленные индикаторы температуры	
39	Счетчик фотоэлектрического типа с действием выключения для каждого случая Light source – источник света Conveyor - конвейер	
40	Индикаторный счетчик механического типа по S-3	
41	Преобразователь (датчик) веса	
42	Датчик, присоединенный к преобразователю веса WT-2	
43	Датчик толщины рулона	
44	Измеритель толщины радиоактивного типа	

№ п/п	Наименование	Обозначение
45	Контроль перепада температур	
46	Сигнализаторы уровня – очень высокий LAHH, высокий LAH, низкий LAL и очень низкий LALL	
47	Регулирование соотношения потоков	
48	Датчик расхода по перепаду давления	
49	Два датчика силы пламени горелки (А, В), присоединенные к общему выключателю	
50	Измеритель влажности (если есть чувствительный элемент, то помечается как ME-2)	
51	Счетчик расхода	
52	Ручной электрический выключатель	

№ п/п	Наименование	Обозначение
53	Вычисление и регулирование массового потока газа. Для вычисления массового потока используются измеренные значения давления, температуры и расхода газа	

### 5.3. Общие принципы разработки ФСА

При проектировании систем автоматизации технологических процессов все технические решения по автоматизации агрегатов или отдельных участков технологического процесса отображаются на функциональных схемах автоматизации.

Функциональные схемы автоматизации могут разрабатываться с большей или меньшей степенью детализации. Но объем информации должен быть достаточен для полного представления о принятых решениях по автоматизации и составления укрупненных заявочных ведомостей (спецификаций) основных средств автоматизации.

При разработке функциональных схем автоматизации технологических процессов необходимо, чтобы схема автоматизации обеспечивала решение следующих основных задач:

- сбор и первичная обработка информации о процессе;
- контроль технико-экономических показателей процесса;
- представление информации оператору;
- контроль состояния оборудования;
- контроль отклонений технологических параметров;
- программное и дистанционное управление;
- учет технологических параметров;
- учет технико-экономических показателей;
- учет состояния оборудования.

Эти задачи решаются на основании анализа условий работы технологического оборудования, выявленных законов и критериев управления объектом, а также требований, предъявляемых к точности стабилизации, контроля и регистрации технологических параметров, к качеству регулирования.

Разработку функциональной схемы автоматизации процесса начинают со всестороннего анализа объекта управления, в ходе которого должно быть установлено назначение, устройство, принцип работы автоматизируемого объекта и определены его входные, режимные и выходные параметры. Особое внимание необходимо уделить выявлению возмущающих воздействий, чтобы

устранить их действие и возможных управляющих воздействий, изменением которых можно *регулировать выходные и режимные параметры*.

Для повышения надежности системы управления предусматривается возможность ведения технологического процесса как в режиме автоматического, так и ручного дистанционного управления и переключение режимов управления.

Управление объектом должно быть централизованным и осуществляться из операторских пунктов.

При построении схем автоматизации и выборе технических средств должны учитываться:

- вид и характер производственного процесса, условия пожаро- и взрывоопасности, агрессивность и токсичность окружающей среды и т. д.;
- параметры (температура и давление) и физико-химические свойства измеряемой среды;
- расстояния от мест установки датчиков, вспомогательных устройств, исполнительных механизмов, приводов машин и запорных органов до пунктов управления и контроля;
- требуемая точность и быстродействие контрольной и регулирующей аппаратуры.

Выбор средств автоматизации, использующих вспомогательную энергию (электрическую, пневматическую и гидравлическую), определяется условиями пожаро- и взрывоопасности автоматизируемого объекта, агрессивности окружающей среды, требованиями к быстродействию, дальностью передачи сигналов информации и управления.

Важное место в разработке управляющей системы отводится выбору сигнализируемых событий и противоаварийных мероприятий. Сигнализации подлежат все параметры, изменение которых может привести к аварии или серьезному нарушению технологического режима, наиболее ответственные режимные параметры, показатели эффективности.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите назначение функциональных схем автоматизации;
2. Перечислите требования к графическому построению технологической схемы;
3. Назовите два метода построения условных обозначений, согласно ГОСТ 21.208-2013;
4. Перечислите основные правила построения условных обозначений на функциональных схемах автоматизации;
5. Расскажите, что такое Стандарт S5.1;
6. Назовите общие принципы разработки ФСА;
7. Что должно учитываться при построении схем автоматизации и выборе технических средств.

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Авиатопливообеспечение:** аэропортовая деятельность, направленная на обеспечение эксплуатации и обслуживания воздушных судов (далее ВС) кондиционными авиационными горюче-смазочными материалами (далее ГСМ) и специальными жидкостями (далее СЖ) - прием, хранение, подготовка и выдача на заправку, заправка ВС.

**Авиатопливо:** жидкое топливо нефтяного происхождения для использования в авиационных двигателях. (ТС-1, РТ)

**Кондиционность авиаГСМ:** соответствие качества ГСМ требованиям конкретной типовой эксплуатационной документации воздушных судов и конкретным условиям эксплуатации воздушных судов.

**АТ:** авиационная техника.

**АЦ:** автотранспортная цистерна.

**АТО:** авиатопливообеспечение.

**ВС:** воздушное судно.

**АСУ ТП:** автоматизированная система управления технологическим процессом.

**СУЗВС:** система управления заправкой ВС.

**ГА:** Гражданская авиация.

**ГОСТ:** Государственный стандарт.

**ГСМ:** горюче-смазочные материалы.

**ЖДЦ:** железнодорожные цистерны.

**ИКТ:** индикатор качества топлива.

**ИТР:** инженерно-технические работники.

**ИАС:** инженерно-авиационная служба.

**КРД:** контрольно-регистрационная документация.

**КМХ:** контроль метрологических характеристик.

**НПГ:** наконечник подсоединительный гидрантный

**НТД:** нормативно-техническая документация

**ОСТ:** Отраслевой стандарт.

**ПЗА:** передвижной заправочный агрегат

**ПВКЖ:** противодокристаллизационная жидкость.

**РП:** раздаточный пистолет.

**ТО:** техническое обслуживание.

**ТУ:** технические условия.

**ТЗК:** топливозаправочная компания.

**ТЗА:** топливозаправщик аэродромный.

**ФАП:** Федеральные авиационные правила.

**ФАВТ:** Федеральное агентство воздушного транспорта министерства транспорта.

**ЦЗС:** Гидрантная система централизованной заправки воздушных судов.

**IATA:** Международная ассоциация воздушного транспорта