

# Тема 6. «Экипаж – воздушное судно» как полиэргатическая сложная система



Выполнил к-т гр. П-13-2  
Стрельцов И.М.

# Основные определения

Экипаж гражданского ВС – лица, которым в установленном порядке поручают выполнение определённых обязанностей по управлению и обслуживанию ВС при выполнении задания на полет.

Воздушное судно – летательный аппарат, поддерживаемый в атмосфере за счёт взаимодействия с воздухом, отличного от взаимодействия с воздухом, отражённым от поверхности земли или воды.

- ▶ **Экипаж ВС ГА** состоит из командира ВС, других лиц летного состава и обслуживающего персонала. Полет ВС при неполном составе экипажа запрещается.
- ▶ **К летному составу** экипажа относятся лица, имеющие действующие свидетельства летного состава, а также соответствующие подготовку и опыт.
- ▶ **К обслуживающему персоналу** относятся бортпроводники, бортоператоры и другие лица, занимающиеся размещением или обслуживанием перевозимых объектов.

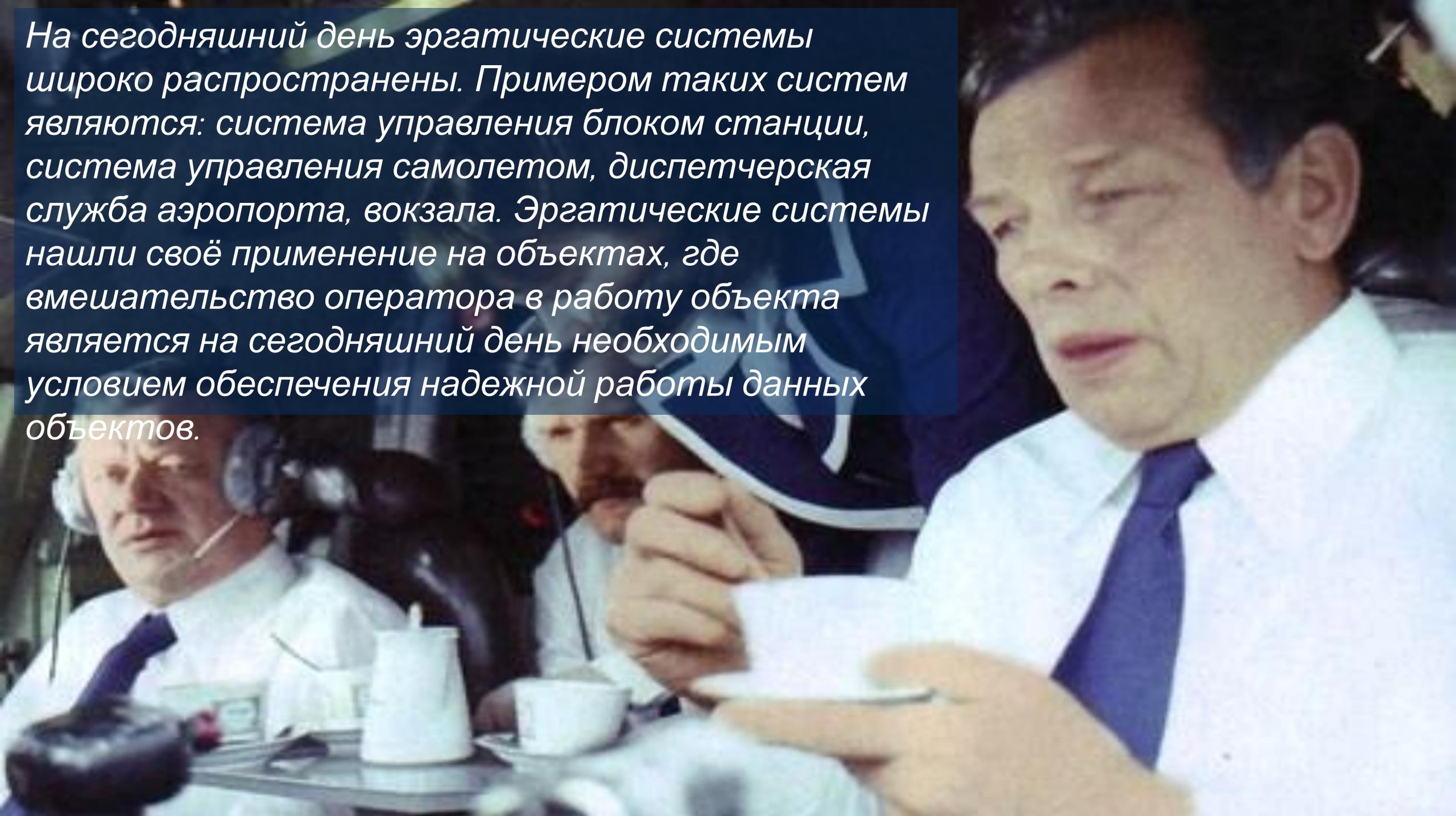
Согласно «Нормам летной годности самолетов транспортной категории», при транспортных полетах в экипаже должно находиться не менее двух человек, допущенных к пилотированию ВС. Экипаж имеет право выполнять полет только при наличии всех сертификационных и полетных документов, разрешении службы движения и соответствии погоды установленным требованиям

Эргатическая система — схема производства, одним из элементов которой является человек или группа людей. Основными особенностями таких систем являются социально-психологические аспекты.



Наряду с недостатками (присутствие «человеческого фактора»), эргатические системы обладают рядом преимуществ, таких как нечеткая логика, эволюционирование, принятие решений в нестандартных ситуациях

*На сегодняшний день эргатические системы широко распространены. Примером таких систем являются: система управления блоком станции, система управления самолетом, диспетчерская служба аэропорта, вокзала. Эргатические системы нашли своё применение на объектах, где вмешательство оператора в работу объекта является на сегодняшний день необходимым условием обеспечения надежной работы данных объектов.*



# Функциональная структура деятельности экипажа

**Система «экипаж - воздушное судно»** относится к полиэргатическим сложным системам, так как включает полиэргатическую компоненту (экипаж) и сложную техническую подсистему (воздушное судно).

Авиакомпании и авиапредприятия являются большими авиатранспортными системами, так как их элементами являются сложные технические, эргатические и полиэргатические подсистемы, включающие здания, сооружения, различные технические устройства, оборудование и большие коллективы людей.

### Внесистемные факторы влияния

1. Факторы влияния внешней среды
2. Факторы воздействия наземных систем обеспечения полета
3. Факторы воздействия систем подготовки летных кадров
4. Интенсивность воздушного движения
5. Акты незаконного вмешательства

Готовность экипажа к действиям по управлению системой «экипаж – воздушное судно»

Управление

Состояние системы «экипаж – воздушное судно»

W

### Внутрисистемные факторы влияния

Заход посадочный

Человеческий фактор

### Отклонения от нормативного состояния компонентов системы:

функциональных систем ВС

структуры и содержания потоков информации

взаимодействия в экипаже

распределения обязанностей

самолетовождения и параметров движения ВС

взаимодействия с другими системами

Уровень профессиональной подготовки экипажа

Психофизиологическое состояние экипажа

На рисунке представлена структурная схема управления системой **«экипаж – воздушное судно»**. Как видно из схемы, готовность экипажа к действиям зависит от внутрисистемных, внесистемных факторов влияния, а также от уровня профессиональной подготовки и психофизиологического состояния членов экипажа. В свою очередь, уровень профессиональной подготовки и психофизиологическое состояние экипажа формируются и зависят как от внесистемных, так и от внутрисистемных факторов влияния.

### Система «экипаж - воздушное судно» решает следующие задачи:

транспортные перевозки;  
авиационные работы;  
тренировочные полеты;  
учебные полеты;  
испытательные полеты;  
аварийно-спасательные и поисковые работы;  
перегонки ВС;  
облеты систем ВС;  
облеты наземных РТС.

### К особенностям эксплуатации системы «экипаж - воздушное судно» относятся:

высокая зависимость летной эксплуатации от внешних условий;  
систематическое воздействие на экипаж перегрузок психологического и физического характера;  
высокая интенсивность действий экипажа (особенно на взлете, заходе на посадку и посадке, в особых случаях полета);  
повышенный риск для жизни и здоровья людей;  
влияние смены часовых поясов и сезонов года в течение полета;  
перемещение в пространстве, т. е. одновременно в вертикальной и горизонтальной плоскостях;  
ограниченное и замкнутое оперативное пространство для деятельности экипажа в полете.



*Процесс управления системой «экипаж – воздушное судно» является функцией от готовности экипажа, влияния негативных проявлений человеческого фактора каждым членом экипажа, а также воздействия факторов влияния на параметры движения ВС и его положения в пространстве (несимметричная тяга, болтанка ВС, обледенение, спутный след от впереди летящего ВС, неверная информация навигационных систем и т. д.).*

Если обозначить через  $X$  массив фактических значений параметров работы системы «Э-ВС», то цель процесса управления  $Y_{opt}$  можно записать в виде следующего выражения:

$$Y_{opt} = [\sum_{i=1}^n (W_i - X_i) \min] \min,$$

где  $W$  – массив нормативных значений параметров работы системы «Э-ВС».

Таким образом, оптимизация процесса управления системой «Э-ВС» заключается в минимизации не только массива отклонений, но и минимизации каждого отдельно взятого отклонения.

## ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ «Э-ВС»

*Под фактором влияния понимают движущую силу какого-либо явления, процесса, события, определяющую характер или отдельные черты явления, процесса, события. Очевидно, что движущая сила явления, процесса, события становится фактором влияния для конкретной системы «экипаж – воздушное судно» только в том случае, если ВС попадает в зону действия движущей силы этого явления, процесса, события.*

Эффективность воздействия движущей силы на ВС, как правило, определяется величиной ее энергии, а также массой и площадью поверхности ВС, скоростью полета, расстоянием ВС от источника, временем пребывания в зоне действия фактора влияния и другими характеристиками. Рассмотрим подробнее основные группы факторов влияния. Различают внесистемные и внутрисистемные факторы влияния.

## 1) Факторы влияния внешней среды:

### – природные:

метеорологические условия и явления (гроза, ветер, сдвиг ветра, осадки, температура и давление воздуха и др.);

горный рельеф местности;

радиоактивное излучение;

электризация поверхности ВС;

геомагнитные возмущения;

повышенная солнечная активность;

сложная орнитологическая обстановка;

### – физические:

повышенная интенсивность воздушного движения;

наличие искусственных препятствий;

ошибки, нарушения при взаимодействии с другими системами;

попадание ВС в спутный след;

состояние ВПП, РД и МС ВС;

недостатки в работе систем навигации, посадки и связи;

### – нефизические:

недостатки в руководствах, инструкциях, приказах и других нормативных документах, регламентирующих работу экипажа.

## **2) Факторы воздействия наземных систем обеспечения полета при:**

управлении воздушным движением;

авиационно-техническом обслуживании ВС;

метеорологическом обеспечении;

светотехническом обеспечении;

наблюдении, наведении и связи;

подготовке и контроле объектов воздушных перевозок.

## **3) Факторы воздействия систем подготовки летных кадров при:**

подготовке в системе высшего профессионального образования;

подготовке в системе среднего профессионального образования;

повышении квалификации и переподготовке летного состава;

повышении квалификации и поддержании летного мастерства в авиакомпаниях.

## **4) Интенсивность воздушного движения при:**

полетах в зоне взлета и посадки;

полетах на участках пересечения воздушных трасс.

## **5) Акты незаконного вмешательства в работу системы «экипаж – воздушное судно»:**

нападение на экипаж;

захват заложников (пассажиров);

умышленное повреждение ВС или ее систем;

# Формализованные и эвристические алгоритмы деятельности экипажа

**Формализованная деятельность** – деятельность экипажа, однозначно определенная технологией работы экипажа и заданная конкретной последовательностью действий (алгоритмом действий). К формализованной деятельности экипажа относятся управление ФС ВС, ведение связи, действия в особых случаях, предусмотренных РЛЭ. Пилотирование – частично формализованный процесс, так как включает типовой набор вероятностных алгоритмов принятия решения по выбору порядка управления рулевыми поверхностями и режимом работы силовой установки. Таким образом, основная часть деятельности экипажа носит формализованный характер. Это объясняется тем, что формализованная деятельность имеет более высокую надежность исполнения, чем эвристическая.

При формализованной деятельности (ФД) практически отсутствует или сведен к минимуму такой ответственный процесс, как распознавание особой ситуации и принятие решения. Для принятия решения при формализованной деятельности нет необходимости распознавать вид особой ситуации, перебирать варианты и осуществлять поиск оптимального решения – решение задается инструкцией (алгоритмом) для конкретной особой ситуации в полете, а вид особой ситуации – информационным табло (дисплеем). Поэтому при формализованной деятельности значительно уменьшается время выполнения аварийного алгоритма и, кроме того, появляется возможность заранее отработать управляющие воздействия на тренажере или мысленно.

Особую значимость формализованные действия приобретают в условиях дефицита времени, когда нет возможности подготовиться и организовать работу экипажа в сложившейся ситуации полета, в частности, при особых ситуациях полета, поэтому в РЛЭ для известных особых ситуаций заданы жесткие алгоритмы действий.

Недостатком ФД является реальная опасность потери экипажем навыков анализа информации и принятия решения в особых ситуациях полета.

**Эвристическая деятельность** – деятельность экипажа, заключающаяся в синтезе алгоритма деятельности и принятия решения в условиях непредвиденной полетной ситуации. В ситуациях, не предусмотренных РЛЭ и другими нормативными документами, экипаж должен самостоятельно принять правильное решение и организовать работу так, чтобы сохранить требуемый уровень безопасности полета. Как правило, эвристическая деятельность не имеет заданного алгоритма действий и требует творческого подхода в организации работы и принятии решения, сопровождается дефицитом времени и (или) недостатком информации. Решение принимается в результате перебора и пробы известных или новых действий или

алгоритмов на основе имеющегося опыта работы, знаний и навыков. В системе «экипаж – воздушное судно» к эвристической деятельности можно отнести появление несигнализируемых отказов систем ВС, нападение на экипаж, попадание в непредвиденные сложные метеоусловия или сочетания сложных метеоусловий и отказов техники, деятельность обучаемого на летной практике и т. д.

Основным преимуществом эвристической деятельности является значительное повышение безопасности полета при появлении непредвиденных, неизвестных особых ситуаций в полете. В результате правильных эвристических действий не только повышается безопасность конкретного полета, но и создается основа для совершенствования технологии работы



Недостатком эвристической деятельности является то, что на принятие решения требуются значительно большее время, чем при формализованной деятельности, а также наличие у экипажа углубленных и более прочных знаний или большого опыта работы.

В зависимости от УПП, ПФС и степени автоматизации летной эксплуатации формализованная деятельность может переходить в эвристическую и наоборот. Например, то, что является формализованной деятельностью для пилотов авиакомпании, для курсанта в начале обучения будет эвристической деятельностью, но по мере приобретения им опыта и знаний эвристическая деятельность становится формализованной. Поддержание у экипажей ВС ГА постоянной готовности к эвристической деятельности при высокой степени формализации процесса управления ВС является одной из сложнейших проблем летной эксплуатации.