

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПРИ СОГЛАСОВАНИИ ИНТЕРЕСОВ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

© 2022 С.А. Зрячев

Авиакомпания «ЭирБриджКарго», г. Ульяновск, Россия

Описаны противоречия, возникающие между участниками процессов технического обслуживания и ремонта авиационной техники. Выявлены ключевые моменты в возникающих противоречиях. Для устранения противоречий между участниками технического обслуживания и ремонта авиационной техники создана математическая модель согласованного взаимодействия и матричная структура взаимодействия участников.

Ключевые слова: матричная структура, организационно-техническая система, математические модели, автоматизированная система.

В быстроразвивающемся современном мире устойчивые позиции Российской Федерации не могут быть сохранены без процветания и развития предприятий в промышленном сегменте рынка. Решение задач совершенствования организации производства, механизмов взаимодействия и структуры управления требует системных исследований с применением его основ – математического моделирования организационно-технических систем (ОТС) [1 - 4].

Более подробно рассмотрим механизм взаимодействия, согласования и устранения противоречий в системе технического обслуживания и ремонта (ТОиР) авиакомпании, а также возможность стимулирования сотрудников для достижения поставленных целей.

Объектом исследования будет система ТОиР авиационной техники (АТ), в котором ключевые роли занимают: производитель АТ служба эксплуатации авиационной техники (ЭАТ), операторы ТОиР, руководители организационной системы (РОС), т. е. авиакомпания.

Ключевой особенностью данной системы является наличие противоречий при взаимодействии всех участников, задействованных в ТОиР АТ.

Противоречия между участниками возникают в связи с разницей в подходах к поддержанию летной годности (ПЛГ) и ТОиР АТ, а также из-за разницы в целях работы предприятий.

Рассмотрим противоречия, возникающие между участниками системы ТОиР АТ (рис. 1).

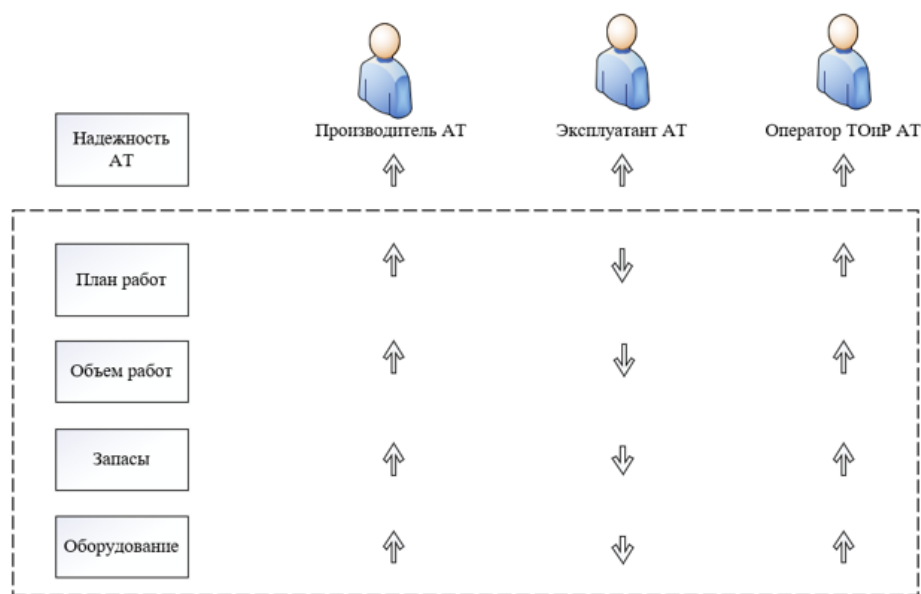


Рисунок 1 – Противоречия между участниками системы ТОиР АТ

План работ. Производители АТ и операторы ТОиР АТ заинтересованы в максимизации частоты выполнения работ ТОиР АТ, так как от количества и частоты выполняемых работ ТОиР АТ зависит их прибыль. В свою очередь ЭАТ старается минимизировать частоту выполнения работ ТОиР АТ в пределах, установленных эксплуатационной документацией, при этом выдерживая требуемый уровень надежности АТ.

Объем работ. Производители АТ и операторы ТОиР АТ заинтересованы в максимизации объемов работ, выполняемых для ПЛГ АТ. Количество АТ и объем работ, выполняемых на данных АТ, прямо влияет на прибыль данных организаций. ЭАТ старается минимизировать объем выполняемых работ в пределах, устанавливаемых эксплуатационной документацией и законодательством в сфере ПЛГ и ТОиР АТ, с учетом выдерживания требуемого уровня надежности флота АТ.

Запасы. Производитель АТ и оператор ТОиР АТ заинтересованы в максимизации запасов. Благодаря максимизации запасов производитель АТ увеличивает количество продаваемой продукции в виде деталей, агрегатов и узлов АТ. Оператор ТОиР АТ заинтересован в максимизации запасов запасных частей с целью уменьшения затрат времени и ресурсов на поиск необходимых компонентов при проведении работ ТОиР АТ. ЭАТ старается минимизировать складские

запасы, такие как излишние запасы, которые прямо не влияют на безопасность полетов и общую надежность флота, но оказывают существенное влияние в виде затрат на хранение и обслуживание данных запасов.

Оборудование. Производитель АТ и операторы ТОиР АТ заинтересованы в максимизации объемов поставляемого оборудования. Производитель АТ, таким образом, повышает количество выпускаемой продукции. Оператор ТОиР АТ снижает затраты времени и ресурсов на поиск и доставку оборудования, необходимого для проведения работ ТОиР АТ. ЭАТ старается минимизировать затраты на оборудование с учетом требуемого уровня надежности флота АТ.

Таким образом, основными противоречиями в данной системе является то, что основное качество АТ- надежность. Участники системы стараются выдерживать разными подходами. Производители АТ и операторы ТОиР АТ - с помощью максимизации частоты и объемов работ ТОиР, а также за счет повышения объемов складских запасов запасных частей и оборудования. В свою очередь ЭАТ минимизирует затраты на работы ТОиР и на складские запасы и выдерживает надежность флота АТ на требуемом уровне за счет постоянного анализа эксплуатации и ТОиР АТ, гибкого формирования объемов и плана работ ТОиР и нахождения оптимального объема складских запасов запасных частей и оборудования.

В данной системе проблема устранения противоречий при взаимодействии подразделений остаётся актуальной, так как каждый специалист занят своей деятельностью, направленной на решение задач, поставленных руководителем своего подразделения, и не видит всей задачи целиком.

В момент взаимодействия разных подразделений формируются разногласия между операторами ТОиР, ЭАТ, производителями АТ: србатывает противоречие в интересах, когда специалисты в ЭАТ не могут обеспечить ремонт авиационной техники из-за имеющихся ограниченных ресурсов или не могут увеличить количество обслуживаемых самолетов, что повлечёт за собой уменьшение надежности эксплуатируемых изделий.

Это в итоге приводит к увеличению сроков ТОиР АТ и возможному уменьшению конкурентоспособности предприятия в целом.

Руководитель своего предприятия имеет целью обслуживание и ремонт за короткий период времени АТ с высоким уровнем надежности, также должна быть приемлемая цена для пассажиров.

Для получения желаемого эффекта, а

именно организации работы специалистов с минимальными противоречиями между ними, необходимо, чтобы операторы, отдел ЭАТ и производители АТ принимали согласованные решения по математическим моделям.

Каждого инженера надо мотивировать для такой согласованной работы через дополнительное стимулирование (денежные средства, повышение квалификации, моральное и социальное вознаграждения). Это стимулирование должно быть оптимальное.

Для нахождения оптимального финансирования разработаем математическую модель методом согласованного управления ресурсами. Рассмотрим матричную структуру взаимодействия. На рисунке 2 представлен фрагмент матричной структуры организационной системы, включающий функциональные и производственные подразделения. Более подробно опишем имеющуюся структуру, в которой на иерархическую организационную вертикальную производственную структуру накладывается «горизонтальная» функциональная структура.

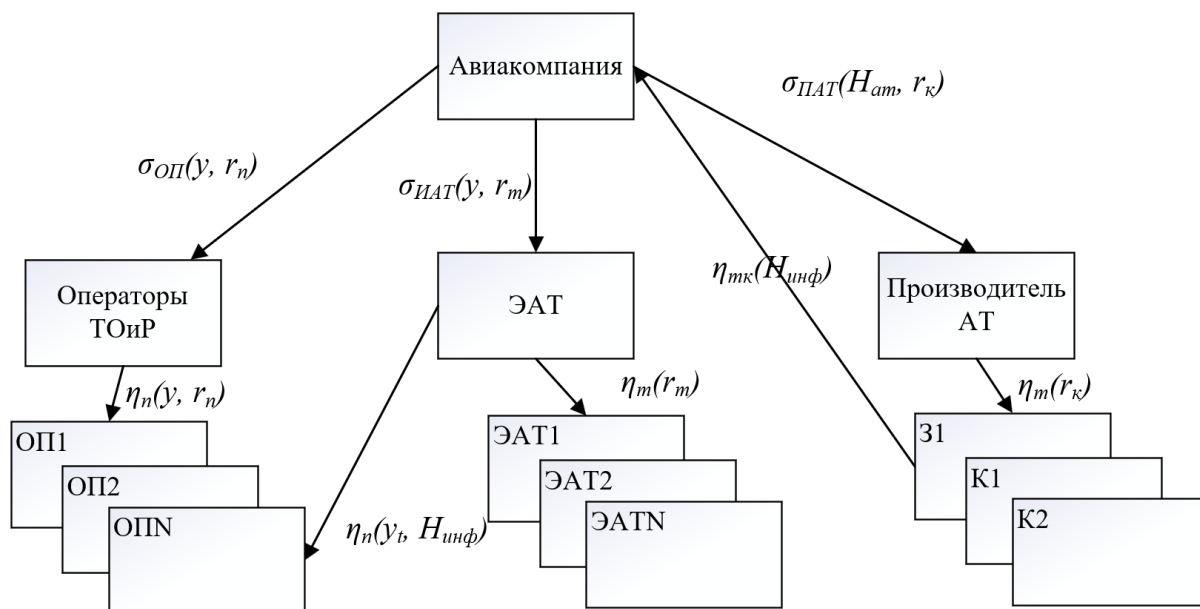


Рисунок 2 – Матричная структура взаимодействия в авиакомпании

Целевые функции участников организационной системы, представленной на рисунке 2, имеют вид:

$$\Phi_{AK}(\sigma_{ПАТ}(H, r_{ПАТ}), \sigma_{ЭАТ}(y, r_{ЭАТ}), \sigma_o(y, r_o), r_{ПАТ}, r_{ЭАТ}, r_o) = D(H, y) - \sigma_{ПАТ}(H, r_{ПАТ}) - \sigma_{ЭАТ}(y, r_{ЭАТ}) - \sigma_o(y, r_o), (1)$$

$$\Phi_{ПАТ}(\sigma_{ПАТ}(H, r_{ПАТ}), \eta_{ПАТ}(H, r_{ПАТ}), H, r_{ПАТ}) = \sigma_{ПАТ}(H, r_{ПАТ}) - \sum_{i=1}^m \eta_{ПАТ}^i(H, r_{ПАТ}^i) - C_{ПАТ}(r_{ПАТ}), (2)$$

$$\Phi_{ЭАТ}(\sigma_{ЭАТ}(y, r_{ЭАТ}), \eta_{ЭАТ}(r_{ЭАТ}), y, r_{ЭАТ}) = \sigma_{ЭАТ}(y, r_{ЭАТ}) - \sum_{j=1}^n \eta_{ЭАТ}^j(r_{ЭАТ}^j) - C_{ЭАТ}(r_{ЭАТ}), (3)$$

$$\Phi_o(\sigma_o(y, r_o), \eta_o(y, r_o), y, r_o) = \sigma_o(y, r_o) - \sum_{s=1}^S \eta_o^s(r_o^s) - C_o(r_o), (4)$$

$$f^i_{ПАТ}(\eta^i_{ПАТ}(r^i_{ПАТ}), \eta^i_{ПАТАК}(H_{инф}), H_{инф}, r^i_{ПАТ}) = \eta^i_{ПАТ}(r^i_{ПАТ}) + \eta^i_{ПАТАК}(H_{инф}) - C^i_{ПАТ}(H_{инф}, r^i_{ПАТ}), i \in I (5)$$

$$f^j_{ЭАТ}(\eta^j_{ЭАТ}(r^j_{ПАТ}), \eta^j_{ЭАТО}(y, H_{инф}), y, H_{инф}, r^j_{ЭАТ}) = \eta^j_{ЭАТ}(r^j_{ПАТ}) + \eta^j_{ЭАТО}(y, H_{инф}) - C^j_{ЭАТ}(r^j_{ЭАТ}), j \in J (6)$$

$$f^{sl}_O(\eta^{sl}_O(y, r^{sl}_O), y, r^{sl}_O) = \eta^{sl}_O(y, r^{sl}_O) - C^{sl}_O(r^{sl}_O), s \in S, (7)$$

где $D(H, y)$ – функция дохода организационной системы;

$\sigma_{ПАТ}(H, r_{ПАТ}), \sigma_{ЭАТ}(y, r_{ЭАТ}), \sigma_o(y, r_o)$ – бюджетные ресурсы, выделяемые производителю авиационной техники (ПАТ), отделу эксплуатации авиационной техники (ЭАТ) и операторам технического обслуживания и ремонта (О) со стороны руководителя организационной системы – авиакомпания (РОС);

$\eta_{ПАТ}(H, r_{ПАТ}), \eta_{ЭАТ}(r_{ЭАТ}), \eta_o(y, r_o)$ – функции стимулирования подразделений ПАТ, ЭАТ, О;

$\eta^i_{ПАТАК}(H_{инф})$ – функция стимулирования i -того ЭАТ со стороны ПАТ через авиакомпанию;

$\eta^j_{ЭАТО}(y, H_{инф})$ – функция стимулирования j -того О со стороны ЭАТ;

$\eta^s_o(y, r^s_o)$ – функция стимулирования сотрудников s -того ОТО и Р;

$C_{ПАТ}(r_{ПАТ}), C_{ЭАТ}(r_{ЭАТ}), C_o(r_o)$ – функции затрат ПАТ, ЭАТ, ОТО и Р;

$C^{sl}_O(r^{sl}_O)$ – функции затрат l -того сотруд-

ника s -того подразделения;

H – положительный эффект: уровень соответствия АТ заявленным требованиям;

y – количество АТ;

$r_{ПАТ}, r_{ЭАТ}, r_o$ – квалификация, соответственно, специалистов подразделений ПАТ, ЭАТ, ОТО и Р.

Предположим, что каждый из сотрудников подразделений ПАТ, ЭАТ, ОТО и Р выбирает решение в соответствии с принципом рационального поведения. Это означает, что каждый сотрудник при известных функциях стимулирования со стороны функциональных и производственных подразделений стремится своим выбором максимизировать свою целевую функцию: сотрудник подразделения ПАТ – целевую функцию (5), сотрудник подразделения ЭАТ – (6), сотрудник подразделения ОТО и Р – (7).

В общем виде задача решается с участием представителей из каждого подразделения. Для разработки системы ограничения введём упрощения. Модель задачи принятия решений руководителем ЭАТ:

$$\Phi_{ЭАТ}(\sigma_{ЭАТ}(y, r_{ЭАТ}), \eta_{ЭАТ}(r_{ЭАТ}), y, r_{ЭАТ}) = \sigma_{ЭАТ}(y, r_{ЭАТ}) - \sum_{j=1}^n \eta_{ЭАТ}^j(r_{ЭАТ}^j) - C_{ЭАТ}(r_{ЭАТ}) \xrightarrow{y, r_{ЭАТ}} \max$$

$$\sigma_{ЭАТ}(y, r_{ЭАТ}) = \beta_{ЭАТ} y^2 / 2r_{ЭАТ} + b_{ЭАТ} r_{ЭАТ}$$

$$\sum_{j=1}^n \eta_{ЭАТ}^j(r_{ЭАТ}^j) = \sum_{j=1}^J \beta_{ЭАТj} (r_{ЭАТ}^j - r_{ЭАТ0}^j)$$

$$\sigma_{ЭАТ}(y, r_{ЭАТ}) \geq \sum_{j=1}^n \eta_{ЭАТ}^j(r_{ЭАТ}^j) + C_{ЭАТ}(r_{ЭАТ}); r_{ЭАТ}^j \in R_{ЭАТj}, j \in J.$$

Модель задачи принятия решений сотрудником отдела ЭАТ:

$$f^j_{\text{ЭАТ}}(\eta^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ПАТ}}), \eta^j_{\text{ЭАТО}}(H_{\text{инф}}), y, H_{\text{инф}}, r^j_{\text{ЭАТ}}) = \eta^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}}) + \eta^j_{\text{ЭАТО}}(H_{\text{инф}}) - C^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}}) \xrightarrow{y, H_{\text{инф}}} \max$$

$$\eta^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}}) = \beta_{\text{ЭАТ}j} y^2 / 2r^j_{\text{ЭАТ}} + b^j_{\text{ЭАТ}} r^j_{\text{ЭАТ}}$$

$$\eta^j_{\text{ЭАТО}}(H_{\text{инф}}) = b^j_{\text{ЭАТОП}} (H^j_{\text{инф}} - H^j_{0\text{инф}})$$

$$C^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}}) = C^j_{\text{ЭАТО}} - b^j_{\text{ЭАТО}} (r^j_{\text{ЭАТ}} - r^j_{\text{ЭАТО}})$$

$$\eta^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}}) + \eta^j_{\text{ЭАТО}}(H_{\text{инф}}) \geq C^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}}), r^j_{\text{ЭАТ}} \in R_{\text{ЭАТ}j}, j \in J.$$

где $\beta_{\text{ЭАТ}j}$ – коэффициент правильно принимаемых решений специалистом ЭАТ;

$r^j_{\text{ЭАТ}}$ – уровень квалификации специалиста ЭАТ, соответствует нормам сетки;

$b_{\text{ЭАТ}}$ – коэффициент уровня квалификации специалиста ЭАТ;

$C^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}})$ – затраты в качестве стимулирования на повышение квалификации спе-

циалиста ЭАТ для работы с создаваемой ИС с уточнением дефектов и своевременно получаемой информацией.

Для правильного расчёта по представленным формулам необходимо ввести значения исходных данных специалиста ЭАТ (табл. 1), которые связаны с уровнем квалификации каждого участника ОТС.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета математической модели принятия решений сотрудниками ЭАТ на предприятии «Волга – Днепр»

Обозначение	Числовое значение
$\beta^j_{\text{ЭАТ}j}$	0,8
$r^j_{\text{ЭАТ}}$	0,2
$r^j_{\text{ЭАТО}}$	0,1
$b^j_{\text{ЭАТ}}$	0,1
$b^j_{\text{ЭАТО}}$	0,1
$b^j_{\text{ЭАТОП}}$	0,8
$\Delta H_{\text{инф}}$	0,2

Модель задачи принятия решений сотрудником отдела ЭАТ:

$$f^j_{\text{ЭАТ}}(\eta^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ПАТ}}), \eta^j_{\text{ЭАТО}}(H_{\text{инф}}), y, H_{\text{инф}}, r^j_{\text{ЭАТ}}) = \eta^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}}) + \eta^j_{\text{ЭАТО}}(H_{\text{инф}}) - C^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}}) = 0,135 + 0,16 - 0,19 = 0,105$$

$$\eta^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}}) = \beta_{\text{ЭАТ}j} y^2 / 2r^j_{\text{ЭАТ}} + b^j_{\text{ЭАТ}} r^j_{\text{ЭАТ}} = 0,8 \cdot 1,2^2 / 2 + 0,1 \cdot 0,2 = 0,135$$

$$\eta^j_{\text{ЭАТО}}(H_{\text{инф}}) = b^j_{\text{ЭАТОП}} (H^j_{\text{инф}} - H^j_{0\text{инф}}) = 0,8 \cdot 0,2 = 0,16$$

$$C^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}}) = C^j_{\text{ЭАТО}} - b^j_{\text{ЭАТО}} (r^j_{\text{ЭАТ}} - r^j_{\text{ЭАТО}}) = 0,2 - 0,1 \cdot (0,2 - 0,1) = 0,19$$

$$\eta^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}}) + \eta^j_{\text{ЭАТО}}(H_{\text{инф}}) \geq C^j_{\text{ЭАТ}}(r^j_{\text{ЭАТ}}), r^j_{\text{ЭАТ}} \in R_{\text{ЭАТ}j}, j \in J.$$

Полученные в ходе расчетов результаты сведем в таблицу 2.

Таблица 2 – Данные, полученные в ходе расчетов на предприятии «Волга-Днепр»

	Бюджетные средства от руководителя ОС	Согласование с сотрудниками другого подразделения	Затраты на организацию работы в собственном подразделении	Выгода сотрудников
ЭАТ	0,135	0,16	0,19	0,105

В итоге рассмотрена матричная иерархическая структура управления, в которой учи-

тывается взаимодействие между руководителями ОС и руководителями подразделе-

ний, а также сотрудниками подразделений в системе ТО и Р АТ. Исходя из математической модели можно сделать вывод о том, что взаимодействие «отдел ЭАТ – оператор ТО и Р» зависит от согласования $\eta^j_{\text{ЭАТО}}(H_{\text{инф}}) = 0,16$, и если оно сработало, то прибыль специалиста отдела ЭАТ составит долю, равную

$f^j_{\text{ЭАТ}} = 0,105$ от единицы дохода.

Разработанные математические модели и методы согласования взаимодействия подразделений являются удобной формой тренажёра для подготовки управленческих кадров в системе ТО и Р.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Морозов В.В. Теория и практика системно-структурного анализа и синтеза механизмов взаимодействия в организационно-технических системах»: автореферат диссертации на соискание учёной степени д. т. н., Самара, 1998. – 16 С.
2. Хаймович И.Н. Методология организации согласованных механизмов управления процессом конструкторско-технологической подготовки производства на основе информационно-технологических моделей: автореферат диссертации на соискание учёной степени д. т. н., Самара, 2008. – 16 С.
3. Хаймович И.Н., Кириченко А.С. Согласование механизмов управления процессов КТПП на уровне сотрудников подразделений // Вестник СГАУ. – 2011. - №2. – с. 271-278.
- 4 Хаймович И.Н., Кириченко А.С. Формирование области компромисса при принятии согласованных решений в конструкторско-технологической подготовке производства на уровне руководителей подразделений // Материалы VI научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики «АНТЭ-2011»», Казань, 12-14 октября 2011 года. – с. 548-554.

DISTRIBUTION OF INCENTIVES IN COORDINATION OF INTERESTS IN THE SYSTEM OF MAINTENANCE, REPAIR, AND OVERHAUL OF AIRCRAFT

© 2022 Sergey A. Zryachev

Airlines «AirBridgeCargo», Ulyanovsk, Russia

The contradictions arising between the participants in the processes of maintenance, repair, and overhaul of aircraft are described. The key points in arising contradictions have been revealed. A mathematical model of coordinated interaction and a matrix structure of interaction between the participants was created to eliminate contradictions between the participants in the maintenance, repair, and overhaul of aircraft.

Key words: matrix structure, organizational and technical system, mathematical models, automated system.