

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 4 (2023)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/SMUR2431>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов Т. А.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Алиферов А.И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Кошеков К.Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е.В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Оспанова Н. Н.,	<i>к.п.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А.Р.,	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/YNII3770>***Н. А. Исупова¹, А. В. Дробинский², О. М. Талипов³**¹НИУ «Московский энергетический университет»,

Российская Федерация, г. Москва;

^{2,3}Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар.*e-mail: natashaisu@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ НА ВОЗДУШНЫХ СУДАХ

Развитие микропроцессорной техники повлекло за собой внедрение автоматизированных и автоматических систем управления во все сферы жизни, что позволило повысить точность и надежность управления снижая затраты и время на него при этом снижая нагрузку на оператора.

Новые системы управления на основе микропроцессоров и контроллеров широко распространяются и на воздушном транспорте, что значительно снижает нагрузку на экипаж, облегчая их работу и повышает надежность работы бортового оборудования при выполнении полетного задания.

В статье показаны особенности систем управления энергетическим оборудованием (электротехническими системами) на воздушных судах и трудности, возникающие в связи с этим, при разработке проектной документации.

Показана реакция системы оповещения (табло на панели управления) на режимы работы системы управления технологическим процессом.

Выявлена невозможность с помощью известных способов выполнения проектной документации показать функционирование системы оповещения на воздушном судне.

Предложен вариант изображения сигналов о состоянии системы управления на функциональных схемах автоматизации технологическими процессами на воздушных судах. Он может использоваться при составлении проектной документации систем

управления оборудованием как на воздушных судах так и управлением технологическими процессами в наземных условиях.

Ключевые слова: система автоматизации, воздушное судно, летательный аппарат, система кондиционирования, функциональная схема автоматизации

Введение

В настоящее время автоматизированное управление технологическими процессами проникло во все сферы жизни и деятельности человека. Не исключением являются и воздушные суда. На их бортах находится оборудование, обеспечивающее [1–4]:

- взлет, управляемый полет и посадку судна;
- жизнедеятельность экипажа и пассажиров;
- безопасность полета;
- энергетические потребности бортовой аппаратуры;
- выполнение задач, связанных с назначением воздушного судна.

Главным требованием ко всем этим видам оборудования является надежность. А автоматизированное управление ими позволит кроме повышения надежности, улучшить контроле пригодность, технико-экономические показатели и упростить управление.

При проектировании систем автоматизации, в которых, с помощью исполнительных механизмов (электрического оборудования), поддерживаются на определенном уровне значения регулируемых параметров авторы статьи столкнулись с определенными трудностями, связано это с отсутствием информации по данному вопросу и спецификой работы оборудования на летательных аппаратах. Одна из них – это разработка проектной документации – функциональной схемы, а именно визуализация работы табло на панели управления. В статье это показано на примере системы кондиционирования на турбореактивном дальнемагистральном пассажирском самолёте межконтинентальной дальности.

Материалы и методы

Правила и нормативные документы по проектированию систем автоматизации, проектная документация – известные функциональные схемы, требования к электрооборудованию летательных аппаратов.

Результаты и обсуждения

Процесс отбора воздуха от компрессора двигателя входит в систему кондиционирования воздуха (СКВ) на воздушных судах, являющейся одной из важнейших систем жизнеобеспечения. Отбираемый для системы кондиционирования воздух должен иметь давление 18 кгм/см² и температуру

до 500 °С. Регулированием данных параметров занимается система ограничения параметров воздуха, которая предназначена для:

- понижения давления отбираемого воздуха и его поддержания, выполняет регулятор избыточного давления (РИД);
- ограничения количества отбираемого воздуха, выполняет ограничитель расхода воздуха (ОРВ);
- понижение температуры воздуха до 270 °С, выполняет автоматический регулятор температуры (РТА) [5].

Управление и контроль процессом отбора воздуха осуществляется с панели управления, которая находится в кабине пилота, рисунок 1.

Табло контроля, находящееся на панели управления и сигнализирующее о режиме работы системы и выходе за номинальные значения параметров показано на рисунке 2.

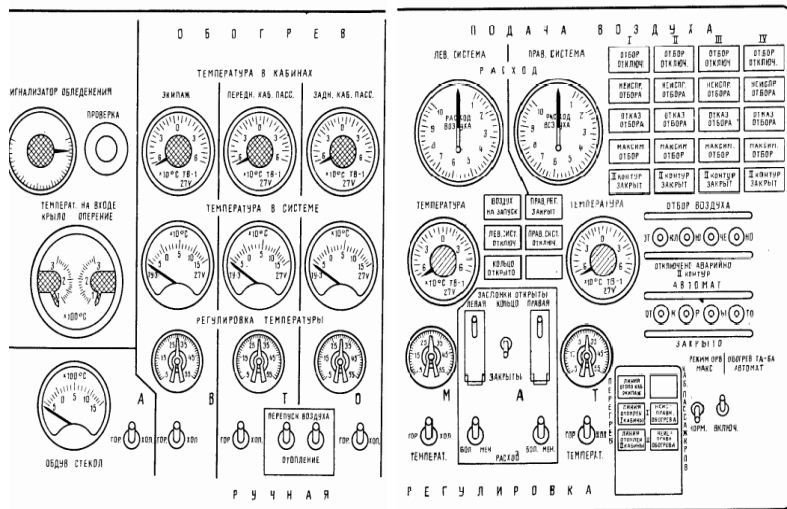


Рисунок 1 – Панель управления системой кондиционирования

Система отбора воздуха работает следующим образом. В ней последовательно уставлены две заслонки: сначала заслонка РИД, затем заслонка ОРВ, которые управляются одним переключателем «Отбор воздуха» и работают в трех режимах:

Первый режим. Переключатель «Отбор воздуха» устанавливается в положение «Отключено» медленно закрывается заслонка РИД. При закрытом положении обеих заслонок (или одной из них) загорается красное табло «Отбор отключен».

I	II	III	IV
ОТБОР ОТКЛЮЧ.	ОТБОР ОТКЛЮЧ.	ОТБОР ОТКЛЮЧ.	ОТБОР ОТКЛЮЧ.
НЕИСПР. ОТБОРА	НЕИСПР. ОТБОРА	НЕИСПР. ОТБОРА	НЕИСПР. ОТБОРА
ОТКАЗ ОТБОРА	ОТКАЗ ОТБОРА	ОТКАЗ ОТБОРА	ОТКАЗ ОТБОРА
МАКСИМ. ОТБОРА	МАКСИМ. ОТБОРА	МАКСИМ. ОТБОРА	МАКСИМ. ОТБОРА
☐ КОНТУР ОТБОРА	☐ КОНТУР ОТБОРА	☐ КОНТУР ОТБОРА	☐ КОНТУР ОТБОРА

Рисунок 2 – Табло контроля на панели управления

Второй режим. Переключатель «Отбор воздуха» устанавливается в положение «Включено», заслонка РИД открывается быстро, заслонка ОРВ – одновременно, но медленно. При открытии обеих заслонок гаснет красное табло «Отбор отключен».

Третий режим. Переключатель «Отбор воздуха» устанавливается в положение «Отключено-аварийно» обе заслонки закрываются быстро, загорается красное табло «Отбор отключен».

Режимы работы заслонок РИД и ОРВ и оповещения о них на табло сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Положение заслонок и реакции табло на режимы работы

Установка переключателя «Отбор воздуха»	Функции заслонок	Положение заслонок		Сообщение на табло	Цвет табло
		РИД	ОРВ		
Отключено	медленное закрытие заслонки РИД	закрыто	закрыто	«Отбор отключен»	красный
		закрыто	открыто		
		открыто	закрыто		
Включено	открытие: РИД - быстро, ОРВ- медленно	открыто	открыто	нет	нет
Отключено-аварийно	закрываются быстро	закрыто	закрыто	«Отбор отключен»	красный

При выходе за номинальные значения регулируемых параметров система ограничения параметров воздуха сигнализирует об этом следующим образом.

При повышении давления воздуха за заслонкой РИД более $11 \pm 0,6$ кгс/см² загорается желтое мигающее табло «Неисправность отбора».

При повышении давления за заслонкой ОРВ более $11 \pm 0,6$ кгс/см² включается красное мигающее табло «Отказ отбора» и звенит звонок.

При выходе из строя регулятора температуры, производится выдача сигнала на открытие заслонки, включение на постоянное горение красное табло «Отказ отбора», выдача сигнала на звонок.

Если заслонка второго контура закрыта, то горит желтое сигнальное табло «II контур закрыт».

Оповещение на табло при выходе параметров за номинальные значения показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Оповещение на табло при выходе параметров за номинальные значения

Регулятор	В е л и ч и н а параметра	Оповещение на табло	Ц в е т табло	В и д свечения	З в у к о в а я сигнализация
РИД	более $11 \pm 0,6$ кгс/см ²	«Неисправность отбора»	желтое	мигающее	нет
РТА	290 ± 4 °C	«Неисправность отбора»	желтое	постоянное	нет
РТА	350 ± 8 °C	«Отказ отбора»	красное	постоянное	звонок

Как следует из таблиц 1 и 2, каждое поле на табло имеет свое значение и в активном состоянии загорается. А загорается оно разным цветом: желтым и красным и разным свечением: постоянным, мигающим. При составлении функциональной схемы автоматизации это вызывает определенные трудности, т.к. надо указать название поля табло, цвет и вид свечения которые будут включаться контурами регулирования. Обычно, при управлении технологическими процессами, происходящими в наземных условиях, такое количество информации не надо показывать на функциональных схемах автоматизации.

Например, на рисунке 3 изображена нижняя часть функциональной схемы технологического процесса, происходящего в наземных условиях на которой показаны функции контуров и их возможность управлять цифровыми и световыми сигналами, а цвет и вид свечения указывать не надо. И все известные авторам данной статьи функциональные схемы несут небольшую информативность о сигнализации, о ходе технологического процесса. Тогда встал вопрос как всю информацию о работе табло показать, не нарушив правила построения функциональных схем, и при этом сохранить ее читабельность [6–10].

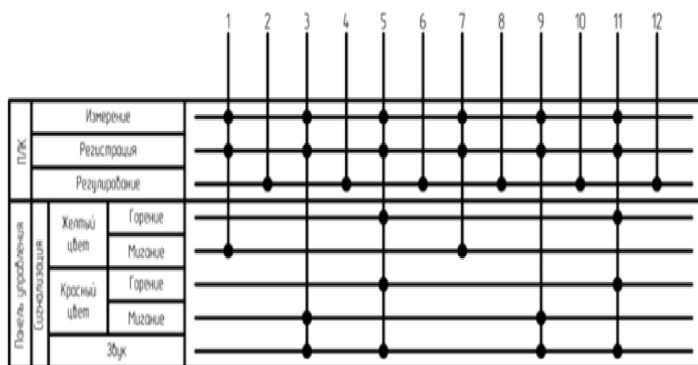


Рисунок 4 – Разработанная функциональная схема автоматизации

В результате была разработана функциональная схема, показанная на рисунке 4 [4]. На ней первый контур (линии 1–2 и 7–8) служит для регулирования давления (РИД). Датчик избыточного давления 1–1 этого контура подает сигнал о текущем значении давления отбираемого воздуха на контроллер, который регистрирует и сравнивает данное значение давления с текущим. В случае их недопустимой разности срабатывает сигнализация (желтый цвет, мигание) и сигнал управления поступает на исполнительный механизм 1–2, который управляет заслонкой 1–3.

Второй контур (линии 3–4 и 9–10) ограничивает количество отбираемого воздуха (ОРВ). Датчик расхода 2–1 измеряет расход подаваемого воздуха в систему кондиционирования и подает в контроллер эту информацию, которая регистрируется и сравнивается с заданным значением количества отбираемого воздуха. В случае недопустимой разности этих значений срабатывает сигнализация (красный цвет, мигание; звонок) и сигнал управления с контроллера подается на исполнительный механизм 2–2 и регулирующий орган 2–3.

Третий контур (линии 5–6 и 11–12) служит для охлаждения отбираемого воздуха до определенной температуры (РТА). Для этого датчик температуры 3–1 подает текущее значение температуры воздуха на контроллер, где значение параметра регистрируется и сравнивается с заданным значением. В случае ее превышения выше заданных пределов срабатывает сигнализация (желтый цвет, горение; красный цвет, горение; звонок) и сигнал управления подается на исполнительный механизм 3–2 который приводит управляет заслонкой 3–3. [11]

На схеме сигнализация делится по цветам, а цвета по видам свечения (горение, мигание). Если есть необходимость показать поле табло, которое будет светиться, то его можно показать в панели управления между сигнализацией и ее цветами (желтый цвет, красный цвет).

Выводы

На летательных аппаратах в связи со спецификой условий работы электрического и другого оборудования, а также повышенным требованием к надежности их работы, контроль за их состоянием ведется особенно тщательно. Любые изменения в работе технологического процесса должны быть известны экипажу воздушного судна. Поскольку места для расположения приборов контроля на судне ограничены, то один сигнализирующий прибор может показывать разные режимы работы оборудования.

Разработанная функциональная схема автоматизации изображения табло на панели управления с сигнализацией о ходе технологического процесса на воздушном судне путем изменения цвета и вида свечения обеспечивает показ разных режимов работы оборудования.

Проверка работоспособности функциональной схемы автоматизации подтверждена в лабораторных условиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Грузков, С. А.** Электрооборудование летательных аппаратов. – М. : Издательство МЭИ, 2005 – Том 1. 568 с.
- 2 **Грузков, С. А.** Электрооборудование летательных аппаратов. – М. : Издательство МЭИ, 2005 – Том 2. 568 с.
- 3 **Грузков, С. А.** Летательный аппарат: назначение и области применения. Ч1 – М. : Издательство МЭИ, 1997. 200 с.
- 4 **Грузков, С. А.** Летательный аппарат: назначение и области применения. Ч2 – М.: Издательство МЭИ, 1997. 200 с.
- 5 **Гришкова, В. Н.** Электрооборудование самолета ИЛ-62 М и его летная эксплуатация. М. : Транспорт, 1988. 199 с.
- 6 ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. Введ. 2014-11-01. – М. : Стандартинформ, 2020. – 27 с.
- 7 **Селевцов, Л. И.** Автоматизация технологических процессов. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 352 с.
- 8 **Благовещенская, М. М.** Информационные технологии систем управления технологическими процессами. – М. : Высш. Ук., 2005.–768 с.

9 Бондарь, Е. С. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха. – К. : ТОВ «Видавничий будинок Аванпост-Прим» 2005. – 560 с.

10 Бородин, И. Ф., Судник, Ю. А. Автоматизация технологических процессов. – М. : КолосС, 2004. – 344 с.

11 Горельская, Ю.И. Система кондиционирования воздушного судна: дис. ... магист. по специальности «Электротехнические, электромеханические и электронные системы автономных объектов». – Москва: НИУ МЭИ, 2022. – 59 с.

REFERENCES

1 **Gruzkov, S. A.** E'lektooborudovanie letatel'ny'x apparatov [Aircraft electrical equipment]. Moscow : MEI Publishing House, 2005. – Volume 1. P. 568.

2 **Gruzkov, S.A.** E'lektooborudovanie letatel'ny'x apparatov [Aircraft electrical equipment]. Moscow : MEI Publishing House, 2005. – Volume 2. P. 568.

3 **Gruzkov, S. A.** Letatel'ny'j apparat : naznachenie i oblasti primeneniya. [Aircraft: purpose and scope]. Ch1 – Moscow : Izdatelstvo MPEI, 1997. – 200 p.

4 **Gruzkov, S. A.** Letatel'ny'j apparat : naznachenie i oblasti primeneniya. [Aircraft : purpose and scope]. Ch2 – Moscow : Izdatelstvo MPEI, 1997. – 200 p.

5 **Grishkova, V. N.** E'lektooborudovanie samoleta IL-62 M i ego letnaya e'kspluatatsiya. [Electrical equipment is covered with IL-62 M and its summer operation]. Moscow : Transport, 1988. P. 199.

6 GOST 21.208-2013. Sistema proektnoj dokumentatsii dlya stroitel'stva. Avtomatizatsiya tekhnologicheskix processov. Oboznacheniya uslovny'e priborov i sredstv avtomatizatsii v sxemax. Vved. 2014-11-01 [System of design documents for construction. Automation of technological processes. Designations of conditional devices and means of automation in schemes. Introduction 11/01/2014]. – Moscow : Standartinform, 2020. – P. 27.

7 **Selevtsov, L. I.** Avtomatizatsiya tekhnologicheskix processov [Automation of technological processes]. – Moscow : Publishing Center «Academy», 2014. – 352 p.

8 **Blagoveshchenskaya, M. M.** Informatsionny'e tekhnologii sistem upravleniya tekhnologicheskimi processami. [Information technology of process control systems]. – Moscow : Higher. Uk., 2005.–768 p.

9 **Bondar, E. S.** Avtomatizatsiya sistem ventilyatsii i kondicionirovaniya vozduxa [Automation of ventilation and air conditioning systems]. – К. : ТОВ «Видавничий booth Аванпост-Прим» 2005. - 560 p.

10 **Borodin, I. F., Sudnik, Yu. A.** Avtomatizatsiya tekhnologicheskix processov [Automation of technological processes]. – Moscow : KolosS, 2004. – 344 p.

11 **Gorelskaya, Y. I.** Sistema kondicionirovaniya vozdušnogo sudna: dis. ... magist. po special'nosti «E'lektrotexnicheskie, e'lektromexanicheskie i e'lektronny'e sistemy' avtonomny'x ob'`ektov» [Aircraft air conditioning system: dis. ... master. in the specialty [Electrotechnical, electromechanical and electronic systems of autonomous objects]. – Moscow : NRU MPEI, 2022. – p. 59.

Принято к изданию 28.11.23.

*Н. А. Исупова¹, А. В. Дробинский², О. М. Талипов³

¹ҰЗУ «Мәскеу энергетикалық университеті»,

Ресей Федерациясы, Мәскеу қ;

^{2,3}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Басып шығаруға 28.11.23 қабылданды.

ҰШАҚТАҒЫ ЭЛЕКТР ЖАБДЫҚТАРЫН БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖОБАЛЫҚ ҚҰЖАТТАРЫН ҚҰРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Мақалада әуе кемелеріндегі энергетикалық жабдықты (электротехникалық жүйелер) басқару жүйелерінің ерекшеліктері және осыған байланысты жобалық құжаттаманы әзірлеу кезінде туындайтын қиындықтар көрсетілген.

Процесті басқару жүйесінің жұмыс режимдеріне ескерту жүйесінің жауабы (басқару панеліндегі дисплей) көрсетілген.

Конструкторлық құжаттаманы жүзеге асырудың белгілі әдістерін пайдалана отырып, әуе кемесіндегі ескерту жүйесінің жұмысын көрсету мүмкін емес екені анықталды.

Әуе кемелеріндегі технологиялық процестерді автоматтандырудың функционалдық диаграммаларында басқару жүйесінің күйі туралы сигналдарды бейнелеу нұсқасы ұсынылған.

Кілтті сөздер: автоматтандыру жүйесі, ұшақтар, ұшақтар, ауаны баптау жүйесі, автоматиканың функционалдық схемасы

*N. A. Isupova¹, A. V. Drobinsky², O. M. Talipov³

¹NRU «Moscow Power Engineering University», Russian Federation, Moscow;

^{2,3}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Accepted for publication on 28.11.23.

FEATURES OF CONSTRUCTION OF DESIGN DOCUMENTATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT CONTROL SYSTEMS ON AIRCRAFT

The article shows the features of control systems for power equipment (electrotechnical systems) on aircraft and the difficulties that arise in connection with this in the development of project documentation.

The response of the warning system (display on the control panel) to the operating modes of the process control system is shown.

It has been revealed that it is impossible to show the functioning of the warning system on an aircraft using known methods for the implementation of design documentation.

A variant of the representation of signals about the state of the control system on the functional diagrams of automation of technological processes on aircraft is proposed.

Keywords: automation system, aircraft, aircraft, air conditioning system, functional diagram of automation.

Теруге 28.11.2023 ж. жіберілді. Басуға 29.12.2023 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4175

Сдано в набор 28.11.2023 г. Подписано в печать 29.12.2023 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4175

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz