



КОМПЛЕКСНАЯ ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
ПОЛЕТОМ ВЕРТОЛЕТА И ДВИГАТЕЛЯМИ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

# HELIRUSSIA 3 2014

ОАО «Конструкторское бюро промышленной автоматики»

ОАО «КБ Электроприбор»

ОАО «ЭОКБ «Сигнал» им. А.И. Глухарева»



г. Саратов  
г. Энгельс



**Особенности систем автоматизированного управления для перспективных летательных аппаратов связаны с важнейшим требованием - обеспечить значительное повышение транспортной и боевой эффективности при высоком уровне надежности систем и безопасности полета в целом.**

Решение проблем требует проведения работ по следующим направлениям:

- повышение уровня автоматизации управления, новые функции;***
- повышение безопасности и расширение условий применения;***
- всепогодность применения и высокоточная навигация;***
- повышение топливной и энергоэффективности.***



Основано 24 февраля 1947 г.



- системы улучшения устойчивости
- системы автоматического управления для обеспечения пилотирования
- пилотажные комплексы
- пилотажно-навигационные комплексы
- пульты-вычислители навигационные
- вычислители
- аппаратура обеспечения летных испытаний
- датчики, ручки управления
- сервоприводы







# ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КБ ЭЛЕКТРОПРИБОР»



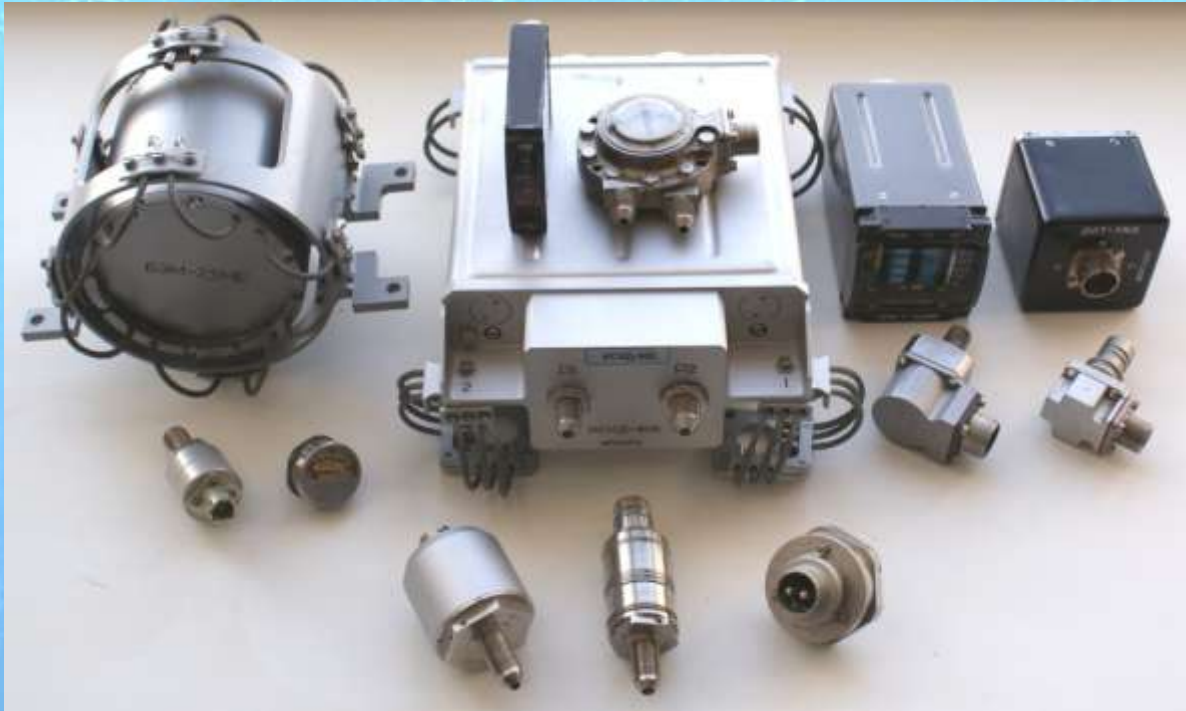
Основано 30 июня 1941 г.



- системы автоматического управления газотурбинных двигателей, вспомогательных силовых установок, воздухозаборников
- системы генерирования, электрогенераторы, стартеры
- электроприводы с непосредственным цифровым управлением
- электродвигатели, электроклапаны, электромагниты, сервоклапаны
- пневмоприводы, пневмоцилиндры, пневмопирокраны
- наземная контрольно-проверочная аппаратура
- датчики вращения, положения, температуры



Основано в мае 1954 г.



- электронные системы управления газовыми двигателями
- датчики абсолютного и избыточного давления
- датчики температуры
- датчики перепада давления
- сигнализаторы, указатели и индикаторы
- манометры





## вертолеты

## военного назначения

## гражданского назначения

Пилотажные комплексы и автопилоты

Навигация

Сервоприводы

Ручки управления

Датчики

Электроклапаны и электромагниты

Электродвигатели

Электростартеры

Датчики

Датчики

Индикаторы

Сигнализаторы

Манометры

Ми-8/17

Ми-24

Ми-28

Ка-52

Ка-31

АНСАТ

Ми-26
































































































































































Ми-38

Ми-171

Ка-226Т

Ка-32

Ка-62

Автоматизация управления полетом, увеличение скорости, расширение условий применения вертолета требуют разработки усовершенствованных информационно-управляющих систем нового поколения, к важнейшим функциям которых можно отнести следующие:

- **улучшение устойчивости и управляемости** в интеграции с подсистемой автоматического управления двигателями силовой установки, обеспечивающей существенное улучшение пилотажных характеристик и значительное **снижение загрузки летчика** процессами пилотирования на всех режимах полета;
- автоматизированное управление **скоростью полета**, включающее управление силовой установкой несущей системы, а также управление положением оси вращения несущих винтов;
- предотвращение **выхода параметров полета за эксплуатационные ограничения**;
- **приведение** вертолета из сложного пространственного положения к режиму горизонтального полета;
- управление на режимах **маловысотного полета** с облетом и обходом наземных препятствий.

**На 2014 год запланировано проведение следующих работ:**

1. Моделирование динамики движения вертолета с системой автоматизированного управления с учетом динамики турбокомпрессора и свободной турбины двигателей силовой установки
2. Параметрические исследования по стабилизации частоты вращения несущих винтов на маневренных режимах полета вертолета с традиционными регуляторами двигателей силовой установки
3. Параметрические исследования точности стабилизации частоты вращения несущих винтов на маневренных и установившихся режимах полета вертолета с интегрированной САУ, имеющей прямую цепь управления к САУ двигателей



## ПРЕДЛОЖЕНИЕ



**FADEC ГТД**

**FADEC ГТД**

**БОРТОВАЯ СЭС**

**САУ ВСУ**

**СИСТЕМА ГЕНЕРИРОВАНИЯ**



**ДАТЧИКИ**

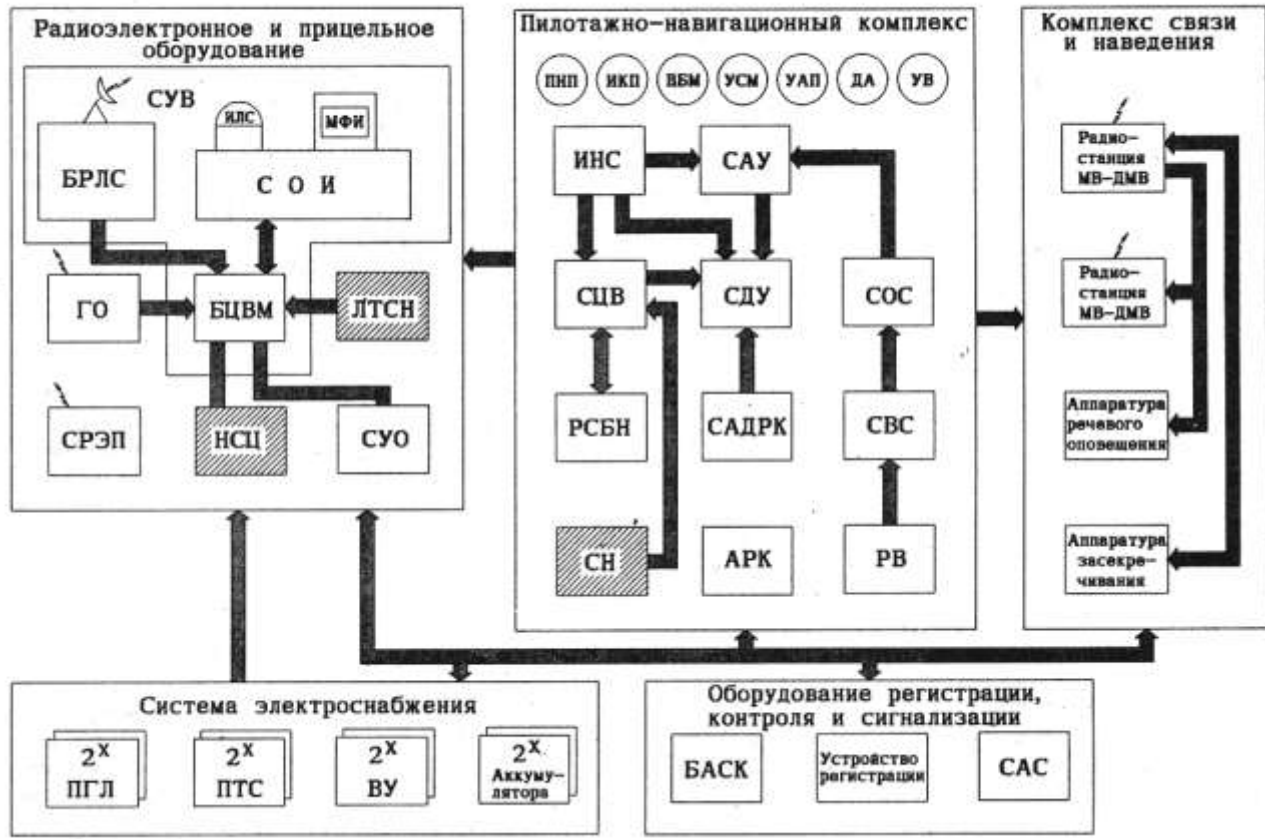
**ИМ**

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМЫ СМАЗКИ**

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПИТАНИЯ**

## ПРОТОТИП – БРЭО МНОГОЦЕЛЕВОГО СВЕРХЗВУКОВОГО ВСЕПОГОДНОГО ПАЛУБНОГО САМОЛЕТА ВЕРТИКАЛЬНОГО/КОРОТКОГО ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ ЯК-141 (1974 – 1992 гг.)

Структурная схема бортового оборудования



# ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ (прототипы)



## ПИЛОТАЖНЫЙ КОМПЛЕКС



Назначение: ПКВ предназначен для обеспечения на всех режимах полета от взлета до посадки:

- улучшения управляемости и повышения устойчивости вертолета;
- автоматизации управления угловым и пространственным положением вертолета на всех режимах полета;
- сокращения и упрощения действий пилота при ручном, автоматическом, директорном и комбинированном способах пилотирования.

## САУ ГТД (FADEC)





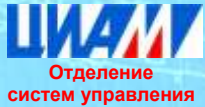
**НОВАЯ ФУНКЦИЯ - ИНТЕГРАЦИЯ С САУ МАРШЕВЫХ ГТД ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ЗАДАННОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ СИЛОВОЙ (СВОБОДНОЙ) ТУРБИНЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ ВНЕШНИХ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА МАНЕВРЕННЫХ РЕЖИМАХ ПОЛЕТА И ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВЗЛЕТА, ПОСАДКИ**

## ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

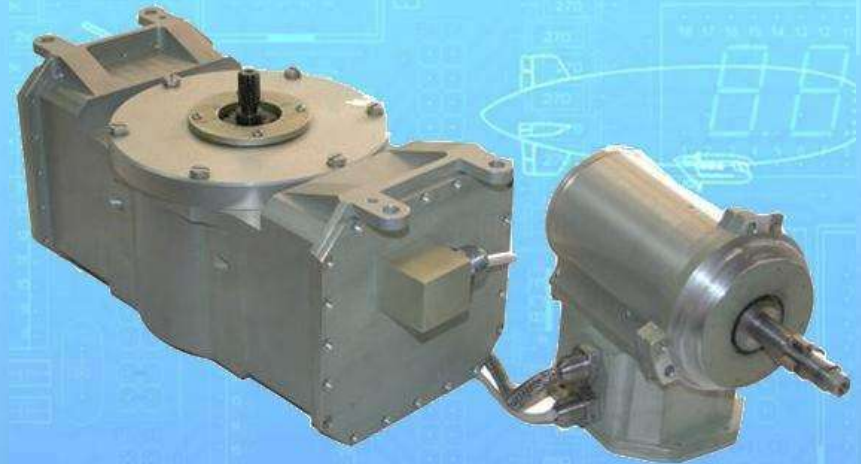
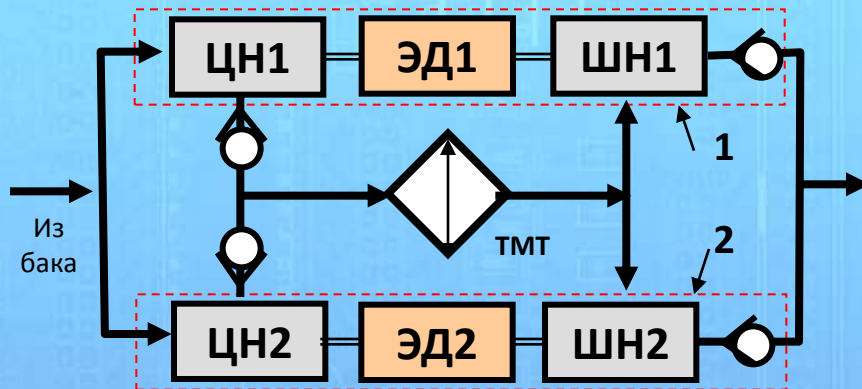
- УПРАВЛЕНИЕ ЗАПУСКОМ И ОСТАНОВОМ ГТД
- ОГРАНИЧЕНИЕ РАЗГОНА И СБРОСА ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА ТУРБОКОМПРЕССОРА (**ПОВЫШЕННАЯ ТОЧНОСТЬ, ИСКЛЮЧЕНИЕ ПОМПАЖА ПРИ НЕШТАТНОМ ЗАВИСАНИИ ГТД**)
- АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ СИЛОВОЙ (СВОБОДНОЙ) ТУРБИНЫ ПО ПРОГРАММЕ  $N_{ст} = f(P^*_{вх}, T^*_{вх}, V_{п}, m_{в})$ , где  $P^*_{вх}$ ,  $T^*_{вх}$  – давление и температура воздуха на входе в ГТД,  $V_{п}$ ,  $m_{в}$  – скорость полета и масса вертолета
- СИНХРОНИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДВУХ ГТД ПО ПРОГРАММАМ  $N_{тк1} = N_{тк2}$  и  $T^*_{г1} = T^*_{г2}$  ДЛЯ **ВЫРАВНИВАНИЯ ИХ НАГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМОВ** (КРУТЯЩИХ МОМЕНТОВ  $M_{кр1} = M_{кр2}$ ), где  $T^*_{г1}$  и  $T^*_{г2}$  – температура выходного газа 1-го и 2-го турбокомпрессоров
- ОГРАНИЧЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГТД НА ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ  $N_{тк\ max} = f(P^*_{вх}, T^*_{вх})$ ,  $T^*_{г\ max} = f(P^*_{вх}, T^*_{вх}, N_{тк})$ ,  $N_{ст\ max}$
- ЗАЩИТА ГТД В НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЯХ (ПОМПАЖ, ЗАВИСАНИЕ, ПОГАСАНИЕ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ)
- ПЕРЕСТРОЙКА РЕЖИМА РАБОТЫ ОДНОГО ГТД НА ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫЙ РЕЖИМ ПРИ НЕШТАТНОЙ СИТУАЦИИ У ДРУГОГО ГТД
- УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЗАЦИЕЙ (ГЕОМЕТРИЕЙ) ГТД: НАПРАВЛЯЮЩИМИ АППАРАТАМИ КОМПРЕССОРА, ПЕРЕПУСКОМ (ОТБОРОМ) ВОЗДУХА ЗА КОМПРЕССОРОМ
- САМОКОНТРОЛЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕСТОВОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГТД



## НОВАЯ ФУНКЦИЯ - ИНТЕГРАЦИЯ С ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПИТАНИЯ



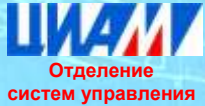
- ЭЛЕКТРОПРИВОД НАСОСОВ В СИСТЕМЕ ТОПЛИВОПИТАНИЯ
- УПРАВЛЕНИЕ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ НАСОСОВ ИЗ ИНТЕГРИРОВАННОЙ САУ



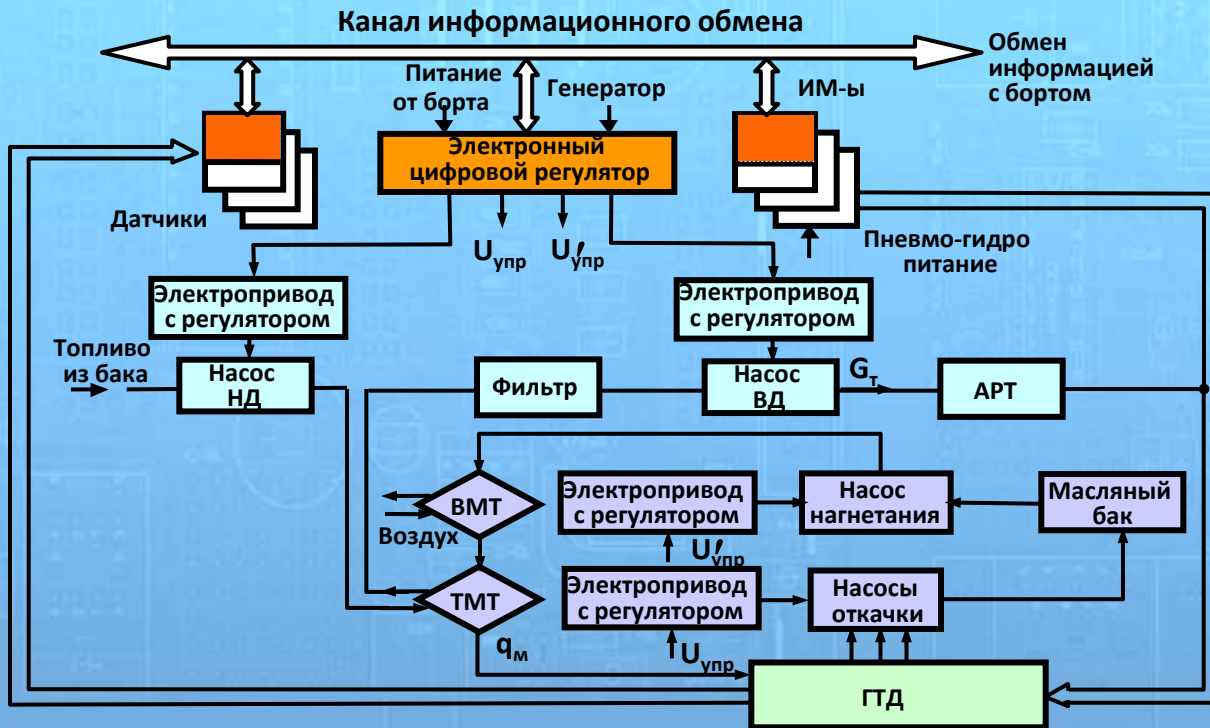
### Преимущества систем с электроприводом

- меньший подогрев топлива (на 4 ... 8°)
- меньшая потребляемая насосами мощность (на 20 – 30%)
- больший ресурс насосов (70% - полёт на пониженных  $n_{нас}$ )
- обеспечивается требуемая динамика процессов

## НОВАЯ ФУНКЦИЯ - ИНТЕГРАЦИЯ С ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ СИСТЕМЫ СМАЗКИ



- ЭЛЕКТРОПРИВОД НАСОСОВ В МАСЛОСИСТЕМЕ
- УПРАВЛЕНИЕ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ НАСОСОВ ИЗ ИНТЕГРИРОВАННОЙ САУ

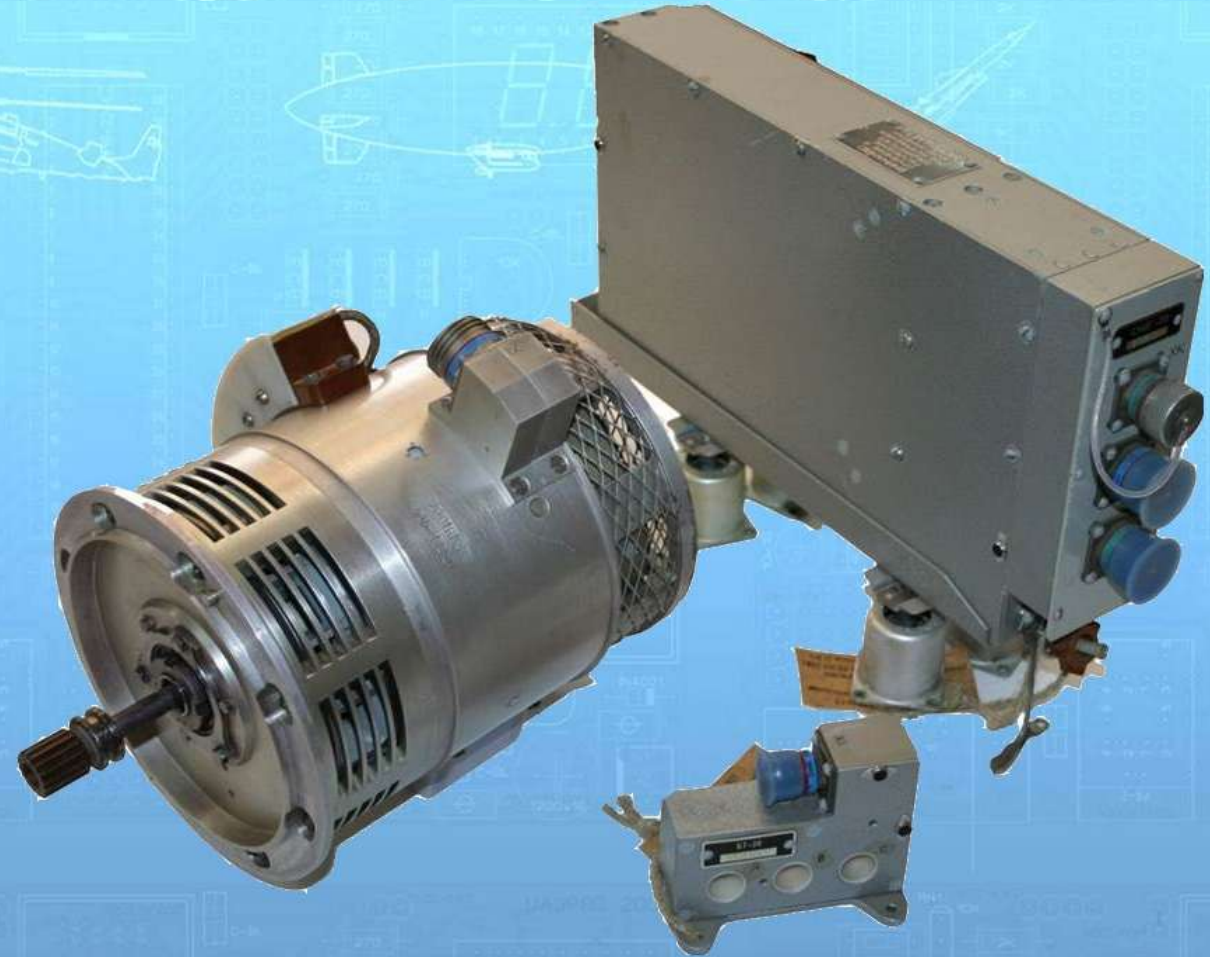


## САУ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ





ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ГЕНЕРИРОВАНИЯ





# КОМПЛЕКСНАЯ ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОТОМ ВЕРТОЛЕТА И ДВИГАТЕЛЯМИ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

## ОАО «КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИКИ»

410065, РОССИЯ, г. САРАТОВ, ул. Б.САДОВАЯ, д. 239

тел./факс: ( + 7 ) 845-227-25-50

E-mail: pilot@kbpa.ru

Генеральный директор – Попов Александр Николаевич

## ОАО «КБ ЭЛЕКТРОПРИБОР»

410065, РОССИЯ, г. САРАТОВ, 2-ой КРАСНОАРМЕЙСКИЙ ТУПИК, д. 3

тел./факс: ( + 7 ) 845-263-24-50

E-mail: magneto@kber.ru

Генеральный директор – Резник Евгений Петрович

## ОАО «ЭОКБ «СИГНАЛ» им. А.И. ГЛУХАРЕВА»

413119, РОССИЯ, САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ г. ЭНГЕЛЬС-19,  
5 КВАРТАЛ, 14, А/Я 29

тел./факс: ( + 7 ) 845-376-01-39

E-mail: sgen@dimes.ru

Генеральный директор – Архипов Владимир Григорьевич

