



Конкурсная работа

**в номинации «За успехи в создании систем и агрегатов для
авистроения»**

в конкурсе «Авиастроитель года» по итогам 2021 года

**Разработка системы автоматического управления
САУ-62 для вертолета типа Ка-62**

Саратов 2022

В период с 2013 по 2021 год АО «КБПА» провело работы по разработке системы автоматического управления САУ-62 для вертолета Ка-62 и подготовило документацию для внедрения ее в серийное производство.

Разработка системы автоматического управления проводилась по Техническому заданию, утвержденному Главным конструктором АО «Камов».

Особенностью вертолета типа Ка-62 с установленной системой автоматического управления является высокая степень автоматизации выполнения полета с улучшением управляемости, повышения устойчивости и безопасности пилотирования.

Система автоматического управления САУ-62 (САУ) вертолета Ка-62 предназначена для обеспечения улучшения управляемости, повышения устойчивости и безопасности пилотирования при автоматическом и автоматизированном способах управления при эксплуатации вертолета Ка-62 по правилам визуальных полетов и правилам полетов по приборам во всех ожидаемых условиях эксплуатации.

САУ-62 сохраняет функционирование во всех ожидаемых условиях эксплуатации (по ПВП и ППП), в следующих диапазонах изменений параметров полета:

- а) углы крена $\pm 60^\circ$;
- б) углы тангажа $\pm 60^\circ$;
- в) углы курса $\pm 360^\circ$;
- г) максимальные угловые скорости по трем осям вертолета $\pm 100^\circ/\text{с}$;
- д) максимальные линейные перегрузки по осям X и Z $\pm 0,5 \text{ g}$, по оси Y от минус 1 до 3,5 g;
- е) воздушная скорость полета от минус 100 до 350 км/ч;
- ж) максимальная скорость ветра любого направления до 70 км/ч;
- з) высотность до 6000 м;

- и) угол сноса $\pm 90^\circ$;
- к) время непрерывной работы до 8 часов.

Время готовности САУ к работе не более 2 мин. Масса САУ не более 36 кг.

Состав САУ приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав САУ

Наименование, шифр		Количество, шт.
1	Вычислитель управления полетом унифицированный ВУП-У-62	2
2	Пульт управления ПУ-62	1
3	Блок связи и адаптации БСА-62	2
4	Рама монтажная РМ-62	2
5	Датчик положения ДП-М	4
6	Триммерный рулевой механизм ТРМ-1-1	4
7	Блок датчиков первичной информации БДПИ-ММ	2

Внешний вид САУ приведен на рисунке 1.

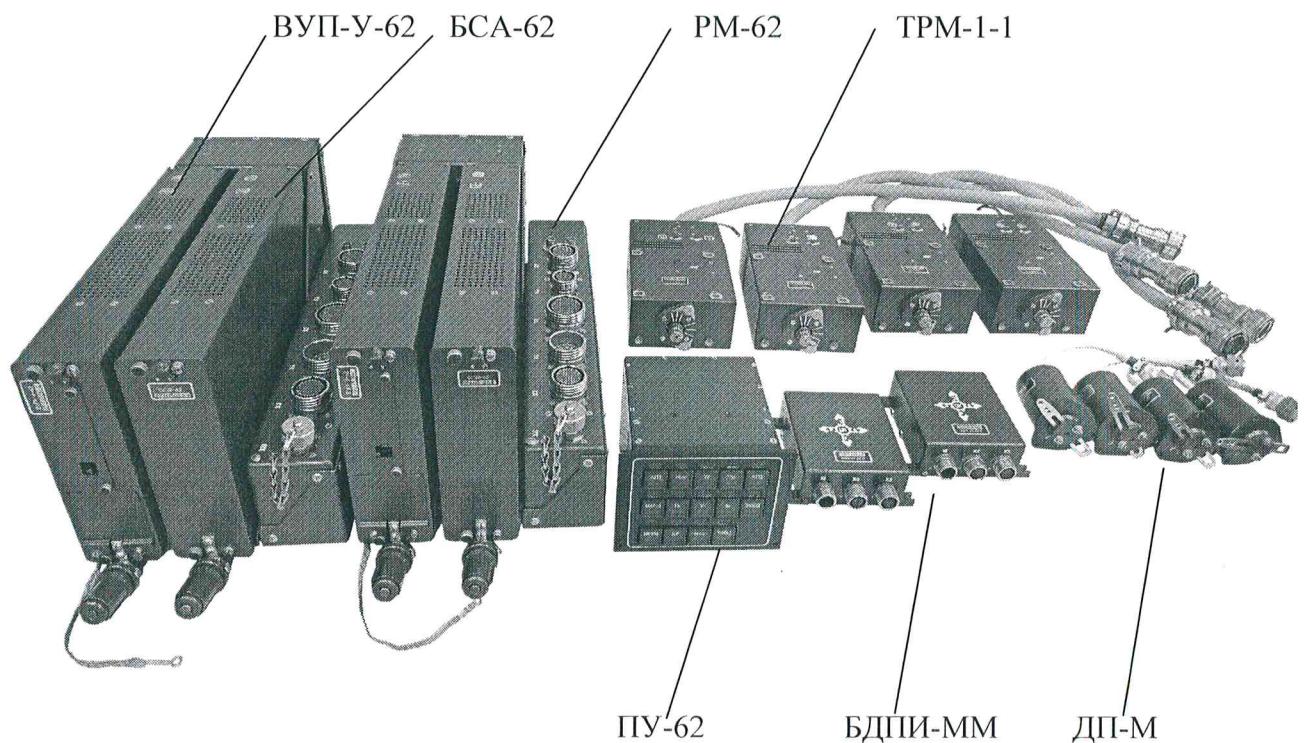


Рисунок 1 – Внешний вид САУ

Вычислитель управления полетом унифицированный ВУП-У-62 предназначен для:

- приема и передачи информации по каналам биполярного кода, аналоговых сигналов;
- аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразований сигналов;
- реализации пилотажных законов управления вертолетом;
- решения задач встроенного контроля;
- формирования управляющих сигналов КАУ;
- формирования сигналов для индикации и регистрации пилотажной информации;
- формирования информации для контроля в ВУП другой линии.

Пульт управления ПУ-62 предназначен для формирования разовых команд на включение/отключение пилотажных режимов работы САУ и индикации включенного состояния или отказа пилотажных режимов. Отличительной особенностью ПУ-62 является наличие отдельного индикатора отказного состояния, позволяющего максимально быстро и однозначно распознать отказ режима САУ и предпринять действия по парированию возмущений вертолета.

Рама монтажная РМ-62 предназначена для установки ВУП-У-62 и БСА-62 на вертолете, соединения блоков САУ между собой и с взаимодействующим бортовым оборудованием вертолета и преобразования однофазного напряжения 115 В 400 Гц в напряжение 36 В 400 Гц для запитки датчиков обратной связи комбинированного агрегата управления вертолета.

Блок связи и адаптации БСА-62 предназначен для:

- преобразования аналоговых сигналов и разовых команд от взаимодействующего бортового оборудования вертолета в биполярный код и выдачи их в ВУП-У-62;

- преобразование биполярного кода в разовые команды и выдача их во взаимодействующее бортовое оборудование;
- масштабирования сигналов постоянного тока от эхо-сигналов управления комбинированного агрегата управления в шкалу ± 5 В;
- решения задач встроенного контроля.

Блок датчиков первичной информации БДПИ-ММ предназначен для выдачи информации по составляющим угловых скоростей и ускорениям по трем осям вертолета (продольной, поперечной, нормальной).

Триммерный рулевой механизм ТРМ-1-1 предназначен для снятия усилий с загрузочных пружин в каналах курса, крена, тангажа и растормаживания электромагнитной муфты в канале общего шага в системе ручного управления и перемещения проводки управления по сигналам системы автоматического управления.

Датчик положения ДП-М предназначен для выдачи сигналов, пропорциональных перемещению проводки управления в каналах курса, крена, тангажа, общего шага.

Система автоматического управления САУ-62 представляет собой резервированную систему, структура которой реализуется на основе двух автономных линий управления с независимыми друг от друга вычислительными и исполнительными частями и обеспечивает парирование любого первого отказа САУ-62 и сохраняет ее работоспособность с заданными функциональными характеристиками до второго отказа.

В процессе разработки были реализованы следующие режимы работы:

1. Улучшение устойчивости и управляемости вертолёта на всех режимах полёта;
2. Автоматическая стабилизация угловых положений вертолёта на установившихся режимах полёта;

3. Автоматическая координация разворота вертолёта в диапазоне углов крена $\pm 30^\circ$ при скоростях полёта $V_{\text{пр}} > 70 \text{ км/ч}$;

4. Автоматическая стабилизация барометрической высоты полёта на установившихся режимах при скоростях полёта $V_{\text{пр}} > 70 \text{ км/ч}$;

5. Автоматическая стабилизация геометрической высоты (при полёте над равнинными участками местности и над водной поверхностью) на установившихся режимах при скоростях полёта $V_{\text{пр}} > 70 \text{ км/ч}$;

6. Автоматическая стабилизация приборной скорости на установившихся режимах полёта при скоростях полёта $V_{\text{пр}} > 70 \text{ км/ч}$. с возможностью ее изменения с помощью четырех позиционной кнопки, расположенной на РППУ;

7. Автоматическое и автоматизированное управление по сигналам от КБО при выводе вертолёта на заданную траекторию и стабилизацию на ней при полёте по маршруту по заданной линии пути или по заданному курсу при $V_{\text{пр}} \geq 100 \text{ км/ч}$;

8. Автоматический и автоматизированный заход на посадку на оборудованные аэродромы по нормам I и II категории ИКАО по информации инструментальных систем посадки до высоты принятия решения

9. В режиме "ЗАХОД" автоматическое или автоматизированное управление вертолётом при заходе на необорудованные площадки и аэродромы по траектории, формируемой КБО.

10. При висении:

1) автоматическая стабилизация положения вертолёта над земной поверхностью в горизонтальной плоскости с возможностью изменения положения вертолета с помощью четырех позиционной кнопки на РППУ;

2) автоматическая стабилизация геометрической высоты в режиме «Висение» с возможностью ее изменения с помощью двухпозиционной кнопки на РОШ (снижение – подъём) с фиксированной V_y ;

11. Автоматическая стабилизация малых поступательных скоростей, продольной и боковой, с возможностью их изменения с помощью четырех позиционного переключателя, установленного на РППУ;

12. Автоматический выход на заданную высоту полёта с последующей её стабилизацией;

13. Автоматическое триммирование проводки управления с центрированием штоков последовательных исполнительных механизмов в каналах автоматического управления вертолётом (направления, крена, тангажа и общего шага);

14. Автоматическое гашение колебаний груза на внешней подвеске на висении и в поступательном полёте;

15. Автоматическая стабилизация вертикальной скорости на установившихся режимах поступательного полёта, с возможностью ее изменения с помощью двух позиционной кнопки на РОШ;

16. Формирование и выдача в КБО для индикации сигналов директорного управления полётом;

17. Формирование и выдача в КБО параметров в соответствии с перечнем индицируемых, сигнализируемых и регистрируемых параметров САУ;

18. Отключение в САУ всех функций при нажатии кнопок ОТКЛ АП;

19. Непрерывный встроенный контроль САУ в полёте и на земле в соответствии с логикой контроля САУ с реконфигурацией при отказах, отключением отказавшего режима, канала управления или полукомплекта САУ;

20. Проведение предполётного и расширенного контроля на земле по командам от КБО и наземного обслуживания САУ с формированием и выдачей параметров контроля для индикации в КБО;

21. Растворение выходного вала ТРМ при подаче команды "ТРИММ (ГАШЕТКА)" на электромагнитную муфту сцепления;
22. Автоматический (автоматизированный) уход на второй круг при прерванном заходе на посадку;
23. Выход на заданный от КБО курс и его стабилизацию.

В САУ-62 обеспечиваются погрешности выдерживания пилотажных параметров полёта вертолёта относительно показаний датчиков, в относительно спокойной атмосфере (σ составляющих скоростей воздушных потоков W_x , W_y , W_z меньше или равна 0,5 м/с), на установившихся режимах полёта, должны быть (2σ), не более:

а) в режиме прямолинейного установившегося горизонтального полёта во всем диапазоне эксплуатационных скоростей:

– курса	$1,5^\circ$,
– крена	$1,0^\circ$;
– тангажа	$1,0^\circ$;

б) боковой составляющей перегрузки

при координированном развороте $0,05$ ед. пер.;

в) барометрической высоты полёта в прямолинейном полёте с постоянной поступательной скоростью:

– на высотах менее 500 м	10 м;
– на высотах более 500 м	20 м;
– при выполнении разворотов и виражей с кренами от 25 до 30°	30 м;

г) геометрической высоты в режиме "Висение":

– на высотах до 30 м	$1,5$ м;
– на высотах от 30 до 50 м	$2,0$ м;

- д) геометрической высоты полета (над плоской равнинной и спокойной водной поверхностью на высотах не более 300 м) 10 м;
- е) приборной скорости (при $V_{\text{пр}} \geq 70$ км/ч) 10 **км/ч**;
- ж) заданного курса в режиме "Маршрут" 2°;
- з) линии заданного пути в режиме "Маршрут" 20 **м**;
- и) отклонения вертолёта от равносигнальных зон курсового и глиссадного маяков в режиме автоматического захода на посадку по сигналам радиотехнических систем посадки ILS на высотах от 90 до 30 м не должны превышать:
- по курсу 0,036 РГМ;
 - по глиссаде 0,0875 РГМ.

Система автоматического управления САУ-62 прошла сертификацию на соответствие требованиям Федеральных авиационных правил «Сертификация авиационной техники, организация разработчиков и изготовителей. Часть 21» (ФАП-21), а также на соответствие требованиям Р-4754, Р-4761, КТ-160Д, КТ-254, КТ-178В и получила свидетельство о годности комплектующего изделия № FATA-05011C-01 от Федерального агентства воздушного транспорта (Росавиация).

Вертолет Ка-62 с установленной системой САУ-62 имеет большой потенциал для дальнейшей модернизации, с возможностью реализации дополнительных режимов, таких как:

- уход на второй круг;
- заход на посадку;
- висение;
- гашение колебаний груза на внешней подвеске.

Системы автоматического управления разработки АО «КБПА», в том числе система САУ-62, получили высокую оценку летчиков-испытателей АО «НЦВ Миль и Камов», АО ААК «Прогресс» и многих других, и рекомендованы к применению на всех вертолетах отечественного производства, в том числе для силовых структур РФ

Генеральный директор



М.Л. Шихалов