

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

---

**В.Н. Габец, Ю.С. Соловьёв**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК  
КУРСОВОЙ СИСТЕМЫ ТКС-П2**

**Пособие по изучению дисциплины  
<< АВИАЦИОННОЕ ПРИБОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ >>  
и методические указания по выполнению лабораторной работы  
Для студентов 5 курса  
Специальности 160903  
Всех форм обучения**

**Москва-2010**

## Цель работы

### Изучение функциональной схемы системы ТКСП-2, проверка её работоспособности и исследование её характеристик

#### Краткие теоретические сведения

Курс измеряется магнитным, индукционным, гироскопическим, гиромагнитным, гиरोиндукционным, астрономическим и радиотехническим методами. Магнитный метод измерения курса основан на определении направления магнитного меридиана с помощью взаимодействия постоянного магнита и магнитного поля Земли.

Индукционный метод базируется на том, что магнитное поле Земли наводит в дросселе с пермалловым сердечником электродвижущую силу, зависящую от угла между вектором напряженности магнитного поля Земли и осью первичных обмоток дросселя.

В гироскопическом методе используется свойство свободного гироскопа сохранять в пространстве направление главной оси вращения неизменным.

Магнитному и индукционному методам свойственны значительные ошибки, возникающие из-за эволюций летательного аппарата. Гироскопический метод также обладает погрешностями, возникающими вследствие ухода гироскопа с течением времени от заданного направления. Поэтому широкое применение нашло комплексное использование методов, позволяющее избавиться от недостатков и ошибок, свойственных каждому методу при автономном применении. Чаще используют гиромагнитный и гиरोиндукционный методы. При этом свободный гироскоп корректируется с помощью магнитного или индукционного чувствительного элемента в целях ориентирования главной оси гироскопа в направлении магнитного меридиана.

Из всех датчиков курса ни один не может обеспечить точное измерение курса вследствие рассмотренных выше недостатков. Область применения магнитных компасов ограничена, так как в районах высоких широт их использование практически невозможно. Кроме того, они имеют значительные методические и инструментальные погрешности при совершении маневров ЛА и при полете в турбулентной атмосфере.

Гиropolукомпасы, работающие устойчиво во всех районах Земли и в условиях беспокойной атмосферы, в свою очередь, не могут отыскивать самостоятельно направление на Земле. Они предварительно выставляются в определенное положение и работают в режиме «памяти». Для выполнения своей функции гиropolукомпасы необходимо периодически корректировать.

Каждый метод измерения курса имеет свои достоинства и недостатки. В связи с этим на ЛА применяют одновременно несколько датчиков курса, работающих на один указатель и имеющих определенную взаимную связь между собой. Это позволяет использовать магнитные компасы или индукционные датчики курса для устранения ухода и корректировки гиropolукомпаса. В свою очередь устойчивость гиropolукомпаса позволяет

скомпенсировать динамические погрешности магнитных компасов.

Объединение нескольких измерителей курса, работающих на один указатель в целях компенсации недостатков отдельных измерителей, называется комплексированием.

Курсовая система КС является централизованным устройством, объединяющим гироскопические, магнитные и астрономические средства определения курса на борту ВС и служит для измерения и выдачи потребителям ортодромического, истинного или магнитного курсов ВС, а при совместной работе с АРК также магнитных пеленгов и курсовых углов одной или двух радиостанций.

Курсовая система КС может работать в одном из трех режимов: гиropolукомпаса (ГПК), магнитной коррекции (МК) и астрономической коррекции (АК). Основным является режим ГПК, обеспечивающий определение ортодромического (приведенного) курса в любых условиях полета ВС. Режим АК в настоящее время не применяется.

Принцип действия курсовой системы КС в режиме МК основан на совместной работе курсового гироскопа с индукционным датчиком магнитного курса. Такое сочетание обеспечивает стабильные осредненные показания гиромагнитного курса, отфильтрованные от высокочастотных помех чувствительного элемента.

### Основные технические данные КС

Погрешность в определении магнитного курса, ... °	±1,5
Дистанционная погрешность выдачи курса потребителям в режиме ГПК с сельсина гироскопа:	
грубого канала, ... °	± 1
точного канала, ... °	±1,5
Дрейф гироскопа в режиме гиropolукомпаса, ... °/ч:	
при нормальных условиях	±2
при тех же условиях на одном из проверяемых румбов	±4
Послевиражная погрешность системы за каждую минуту разворота, °	0,15
Скорость согласования:	
нормальная, ... °/мин	2..5
ускоренная, ... °/с, не менее	10
Время готовности, мин	5
Напряжение источников питания, В:	
трехфазного переменного тока частотой 400 Гц	

однофазного переменного тока частотой 400 Гц (питание сельсинов радиокompаса)	45
постоянного тока	27
Потребляемая мощность, не более:	
Постоянного тока	500 Вт
переменного тока	300 ВА
Масса комплекта КС-8,	43 кг

Взаимосвязь агрегатов курсовой системы типа КС представлена на рис 1. В курсовой системе один гироагрегат ГА-1М является основным, другой — запасным.

При работе курсовой системы по основному каналу указатель штурмана УШ и потребители получают сигналы курса от основного гироагрегата. Запасной гироагрегат при этом работает в режиме ГПК или МК. Знак сигнала широтной коррекции меняется при переходе из северного полушария в южное. Сигнал астрономического ортодромического курса  $\psi_{oa}$  через блок Д-62 передается на коррекцию гироагрегатов и в указатель УГА-1У.

Указатели и другие потребители выходных сигналов курсовой системы связаны с гироагрегатом с помощью двухканальной дистанционной сельсинной передачи. Точность грубого канала  $\pm 45'$ , точного канала  $\pm (1 \div 12)'$ . Основным, наиболее точным указателем курсовой системы является указатель УШ, предназначенный для воспроизведения курсов  $\psi$ ,  $\psi_M$ ,  $\psi_o$ , а также пеленгов и курсовых углов двух радиостанций. Указатель УШ может выдавать сигналы курса другим потребителям на постоянном и переменном токе. Указатель УК-1 повторяет показания указателя УШ. Вспомогательный двухстрелочный прибор УГА-1У постоянно показывает курс  $\psi_{гм}$  по стрелке с индексом «Г» и астрономический курс по стрелке с индексом «А». Он позволяет контролировать работу гироагрегатов в режиме ГПК.

Работу курсовой системы типа КС обеспечивают датчики, не входящие в ее комплект: астрокомпас ДАК—ДБ, автоматический радиокompас АРК, центральная гировертикаль ЦГВ и выключатель коррекции ВК. Магнитный корректор состоит из индукционного датчика ИД-3 и коррекционного механизма КМ-4. Сигналы индукционного датчика подаются на сельсин коррекционного механизма следящей системы магнитной коррекции ИД—КМ. Отрабатывающий электродвигатель следящей системы ИД—КМ, согласуя эту систему, через лекальный корректор вводит магнитный курс  $\psi_M$  во вторую следящую систему КМ—ГА. Далее магнитный курс, скорректированный по девиации и инструментальным погрешностям, передается на гироагрегат. По параллельным следящим системам гироманитный курс  $\psi_{гм}$  передается на стрелку «Г» указателя УГА-1У и на указатель УШ.

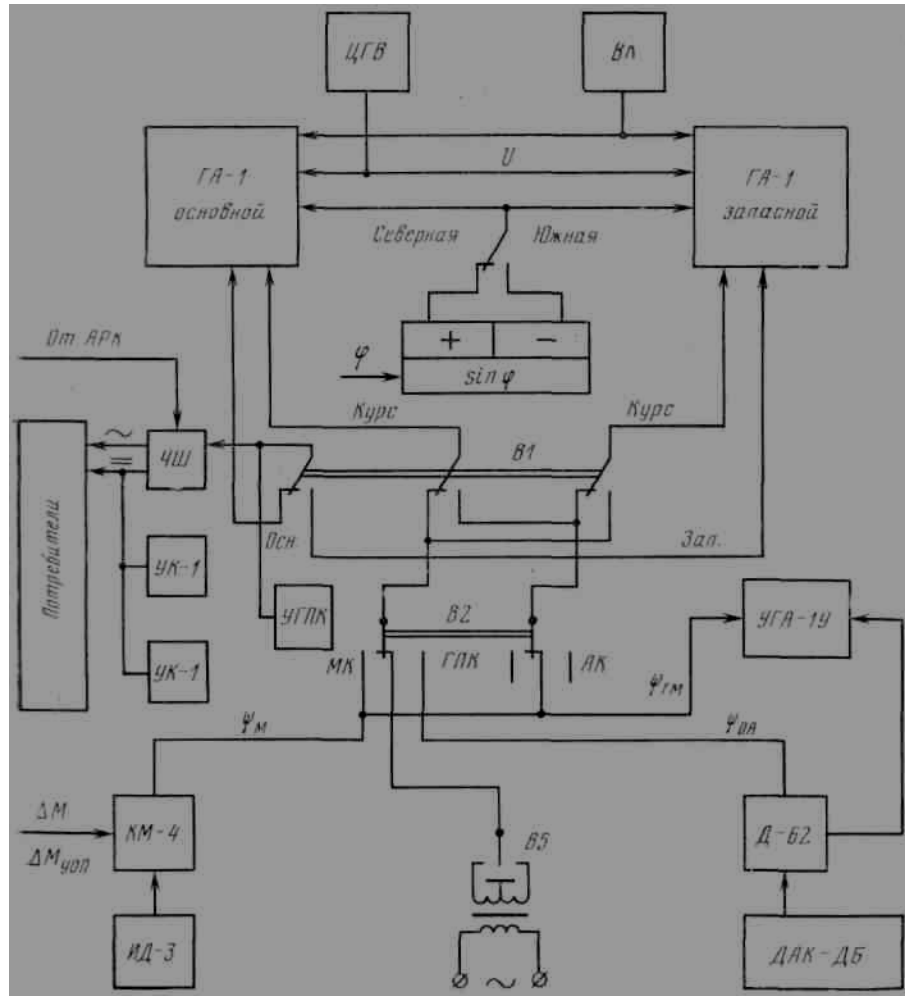


Рис 1. Функциональная схема курсовой системы типа КС

Сельсин-датчик указателя  $УШ$  или сельсин-датчик гироагрегата выдают потребителям сигналы курса переменного тока, а с потенциометра указателя  $УШ$  снимаются сигналы курса постоянного тока. Второй гироагрегат при работе курсовой системы в режиме МК работает как ГПК, не выдавая информации потребителям.

В режиме ГПК в курсовой системе с помощью соответствующего реле основной гироагрегат переключается в режим ГПК, а запасной — в режим МК. В этом случае автоматическая коррекция статора сельсина-датчика основного гироагрегата от системы ИД-КМ отключается. Сигналы ортодромического курса с гироагрегата передаются на указатель  $УШ$  и другие потребители.

С запасного гироагрегата снимается сигнал гироманнитного курса  $\psi_{ГМ}$  и передается следящей системой на стрелку «Г» указателя УГА-1У. Начальный курс на основном гироагрегате выставляется от курсозадатчика и контролируется по указателю УШ.

Сигналы моментной широтной коррекции на гироагрегаты подаются с двух мостовых датчиков, образованных широтными и поправочными потенциометрами. При пересечении экватора с помощью переключателя ВЗ

меняется фаза на  $180^\circ$  на широтных потенциометрах. На балансировочных потенциометрах фаза не меняется...

Если ввести в коррекционный механизм условное магнитное склонение  $\Delta M_{\text{усл}}$ , то можно привести курс  $\psi_{\text{ГМ}}$  к курсу  $\psi_0$ . Ортодромический курс астрокомпаса фиксируется стрелкой «А» указателя УГА-1У. Накопившиеся погрешности от уходов гироскопа можно оценить сравнением показаний указателя УШ и указателя УГА-1У. Если разность показаний указателя УШ и стрелки «Г» указателя УГА-1У больше  $\pm 4^\circ$ , то для исключения этих погрешностей переключают курсовую систему на режим МК. Если разность показаний указателя УШ и стрелки «А» больше  $\pm 2^\circ$ , то переключают курсовую систему на режим астрокоррекции.

В режиме астрокоррекции ортодромический курс астрокомпаса с основного гироагрегата передается на указатель УШ и через него — потребителям. Запасной гироагрегат работает в режиме МК, гиромагнитный курс с него передается на стрелку «Г» указателя УГА-1У.

Гироагрегаты по крену во всех режимах стабилизируются по сигналам ЦГВ-4. Для устранения погрешностей на виражах и разворотах магнитная и астрономическая коррекции отключаются с помощью выключателя коррекции, система горизонтальной коррекции переключается на малый коррекционный момент.

Система ТКС по своей структуре является универсальным датчиком курса. Система установлена на самолетах Ту-154, Ил-62 и Ил-76.

Курсовые гироскопы системы ТКС могут работать в одном из следующих режимов: гирополукомпаса (ГПК); магнитной коррекции (МК); астрокоррекции (АК).

Основным режимом работы системы ТКС является режим ГПК, в котором система выдает приведенный (ортодромический) курс самолета, контролируемый и периодически (кратковременно) корректируемый по магнитным или астрономическим средствам измерения курса. Кроме того, система непрерывно выдает гиромагнитный курс.

В систему ТКС поступают сигналы крена, угловой скорости разворота самолета по курсу, заданного путевого угла (ЗПУ) и угла сноса. Повышенная точность хранения ортодромического курса, его резервирование, высокая инструментальная точность начальной выставки, наличие интегральной индикации для контроля точности ортодромического курса, индикации текущего путевого угла в комплектации ТКС-П, отличает систему ТКС от других курсовых систем.

Используются две комплектации курсовой системы ТКС-П и ТКС-П2. Комплектация ТКС-П2 в отличие от ТКС-П не имеет собственных указателей и выдает показания на пилотажно-навигационные приборы самолета.

<b>В состав комплектов входят:</b>	<b>ТКС-П</b>	<b>ТКС-П2</b>
Индукционный датчик Д-3	1	1
Коррекционный механизм КМ-5	1	1
Гироагрегат ГА-3	2	2

	8	
Указатель штурмана УШ-3	1	-
Контрольный указатель штурмана КУШ-1	1	-
Пульт управления ПУ-11	1	1
Распределительный блок БР-2	1	1
Задатчик курса ЗК-4	1	-
Блок пеленгов БП-5	1	-
Блок гиромагнитного курса БГМК-2	-	1

Примечание. На самолетах Ил-62, Ил-76 кроме ТКС-П устанавливаются дополнительные блоки ИД-3, КМ-5, БДК-1; на самолете Ту-154 кроме ТКС-П2 устанавливаются дополнительные блоки ИД-3, БГМК-2, УШ-3, БДК-1.

#### Основные технические данные ТКС

Погрешность системы в режиме ГПК, ... °/ч	0.5
Погрешность при определении гиромагнитного курса, ... °	1
Погрешность двухканальной дистанционной передачи при коррекции курсового сельсина гироагрегата, ... ' :	
по "грубому" каналу	30
по "грубо-точному" каналу	8
Допустимые рабочие углы, ... °:	
по крену	58
по тангажу	40
Дополнительная погрешность в режиме ГПК на каждую минуту действия линейных или виражных ускорений, а также при наборе высоты или снижения, ... °, не более	0,02
Скорость изменения курса в режиме «курсозадатчика» (нормальная скорость согласования в режиме ГПК), °/с	2-3
Скорость азимутальной коррекции (скорость согласования в режиме МК):	
нормальная, °/мин	не менее 0,7
ускоренная (большая), °/с	не менее 2

Время готовности системы, мин:		
в режиме МК		5
в режиме ГПК		10
Напряжение источников питания, В:		
переменного трехфазного тока частотой 400 Гц		36
постоянного тока		27
	9	
Потребляемая мощность, не более:		
	<b>ТКС-П</b>	<b>ТКС-П2</b>
Переменного тока при установившемся режиме, В.А	200	180
Переменного тока в пусковом режиме, В.А.	300	280
Время непрерывной работы, ч	20	
Масса, кг	44	36

Точная курсовая система ТКС-П предназначена для определения курса самолета, а также угла сноса, пеленга радиостанции и путевых углов самолета при работе соответственно с измерителем угла сноса и путевой скорости, автоматическим радиоконпасом (АРК) и навигационным вычислителем.

Нормальная работа курсовой системы обеспечивается сигналами крена самолета (от ЦГВ), курсового угла радиостанции (от АРК), угловой скорости разворота (ограничения от выключателя коррекции ВК.), истинного или ортодромического курса (от дистанционного ДАК-ДБ или звездно-солнечного ориентатора ЗСО), синуса широты места (от бортового вычислителя), заданного путевого угла (ЗПУ) и угла сноса самолета (от доплеровского измерителя путевой скорости и угла сноса ДИСС). При отсутствии датчиков ЗПУ и  $\sin \varphi$  эти величины вводятся вручную.

Принцип действия систем ТКС-П в основном аналогичен принципу действия курсовых систем типа КС. Взаимосвязь элементов и внешние соединения системы ТКС-П приведены на рис. 2, а для системы ТКС-П2 — на рис. 3. Схемы основаны на использовании двух одинаковых гироскопов ГА-3, одновременно работающих в режиме ГПК. В режиме коррекции показания курса каждого из курсовых гироскопов могут быть скорректированы независимо друг от друга.



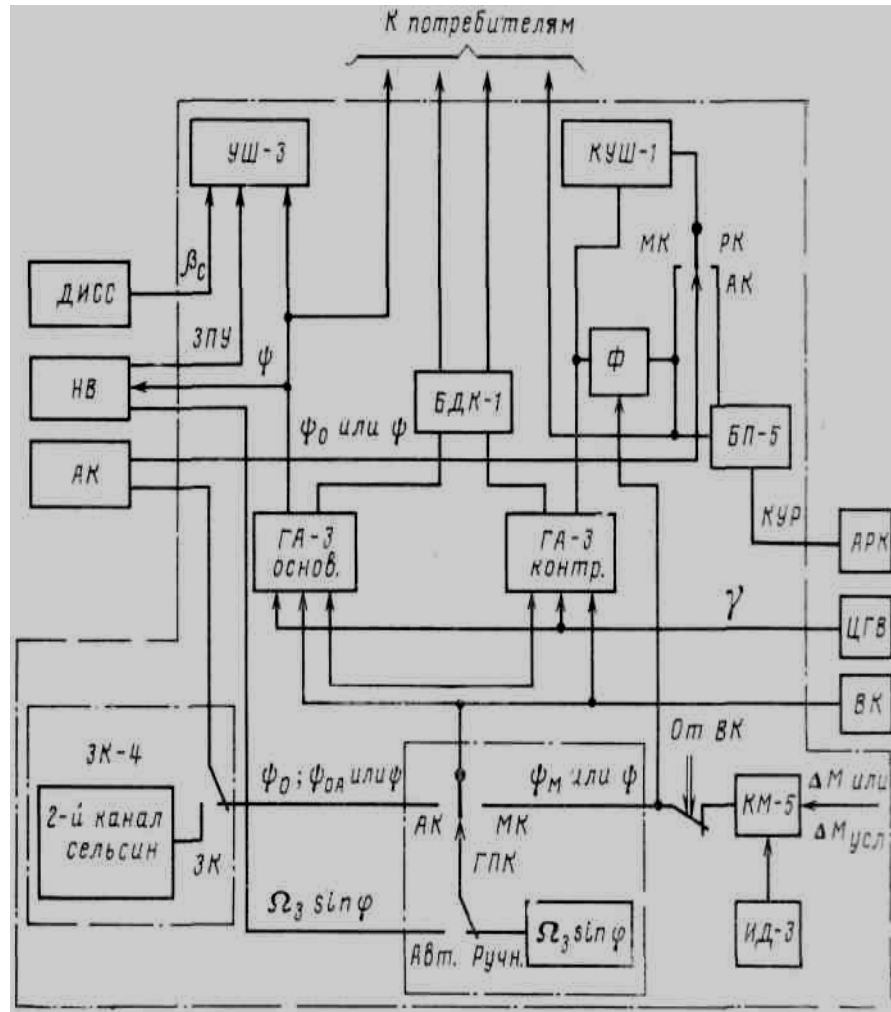


Рис.2 Схема курсовой системы ТКС-II

Один из гироагрегатов (основной) выдает сигнал курса потребителям и на указатель штурмана УШ-3. Второй гироагрегат (контрольный) выдает сигнал курса на контрольный указатель курса штурмана КУШ-1.

В некоторых модификациях ТКС-II курс потребителям выдается через блок дистанционной коррекции БДК-1, позволяющий в полете вручную вводить необходимые поправки в определяемый курс.

Влияние вращения Земли компенсируется вращением статоров сельсинов-датчиков курса в гироагрегатах. Сигналы  $\Omega_3 \sin \varphi$  поступают либо автоматически от навигационной системы НВУ, либо с мостовой схемы широтной коррекции пульта управления ПУ-11 вручную.

Применение вращающихся двухрядных опор в осях курсовых гироскопов обеспечивает их уходы менее 0,8 град/ч, что позволяет длительно использовать режим ГПК.

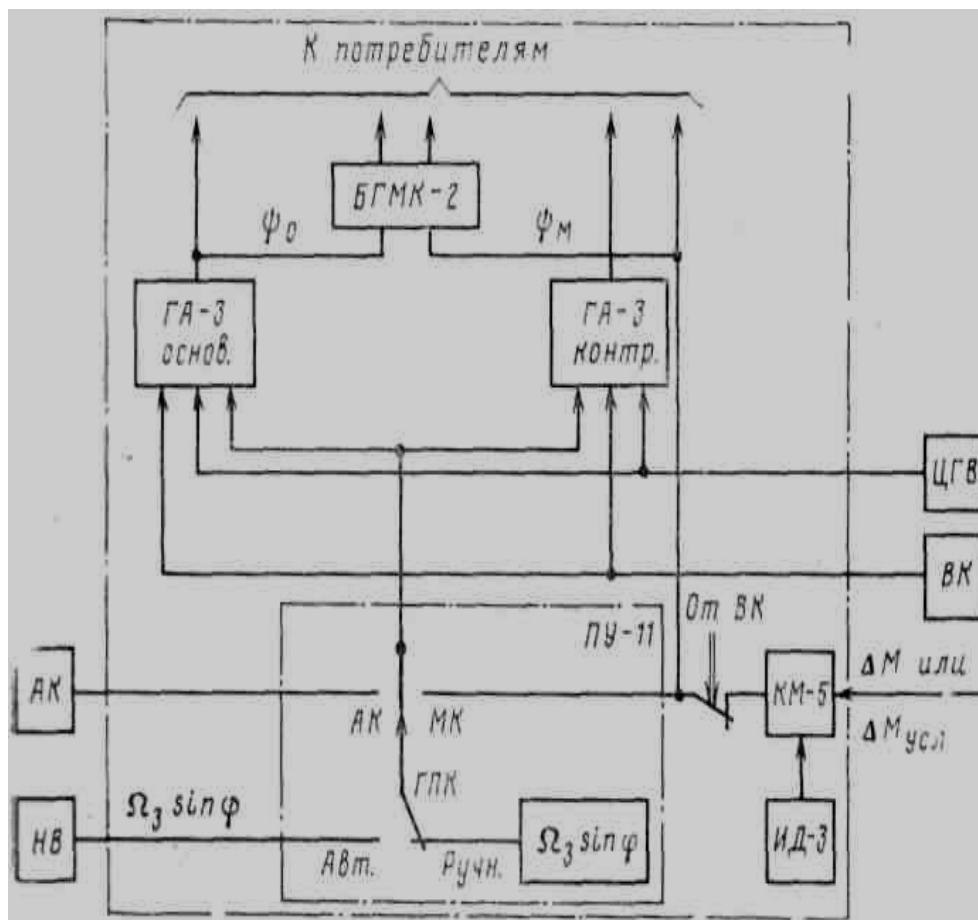


Рис. 3. Схема курсовой системы ТКС-П2

Треугольный индекс указателя УШ-3, устанавливаемый по сигналам навигационной системы или вручную относительно неподвижной шкалы, показывает заданный, а стрелка «ПУ» — фактический путевой угол (ЗПУ и ПУ) самолета. Путевой угол формируется как сумма угла сноса  $\beta_c$  (выдаваемого ДИСС) и курса (выдаваемого основным гироагрегатом). В зависимости от положения переключателя указателя КУШ-1 («АК», «РК» или «МК») его стрелка «1» показывает ортодромический  $\psi_0$  или истинный  $\psi$  курс, выдаваемый или астрокорректором АК, или блоком пеленгов БП-5, или контрольным гироагрегатом ГА-3 с фильтром  $\psi$ .

Астрокорректор АК формирует  $\psi_0$  и  $\psi$  в зависимости от режима его работы. Сигнал магнитного пеленга радиостанции определяется в блоке пеленгов БП-5 как сумма курсового угла радиомаяка КУР, выдаваемого АК, и гироманнитного курса  $\psi_{ГМ}$ , вырабатываемого следящими системами контрольного гироагрегата ГА-3 и системой индукционного датчика с коррекционным механизмом ИД-3-КМ-5. Необходимость коррекции гироагрегатов определяется сравнением показаний стрелки приведенного гироманнитного курса указателя КУШ-1 и стрелки ортодромического курса указателя УШ-3.

Стабилизация курсовых гиросполукомпасов по крену в плоскости горизонта обеспечивается благодаря каналу связи системы с ЦГВ по углу крена. Значение магнитного курса  $\psi_m$  для коррекции гироскопа и формирования курса  $\psi_{гм}$  в указателе КУШ-1 (или истинного курса  $\psi$  при введенном магнитном склонении) снимается с коррекционного механизма КМ-5.

В точной курсовой системе ТСК-П2 (рис. 3) задатчики курса ЗК-4, блок пеленгов БП-5, указатели УШ-3, КУШ-1 отсутствуют. Гиромагнитный курс вырабатывается в блоке гиромагнитного курса БГМК-2, который, получая сигналы  $\psi_m$  от КМ-5 и сигналы  $\psi_0$  от одного из гироскопов, осредняет значения магнитного курса.

## **Порядок проведения лабораторной работы**

### **Подготовка лабораторной установки к работе.**

Выключатели  $\sim 27В$  и  $\sim 36В$  поставить в положение «Выкл.», а переключатель ТКС-П – ТКС-П2» в положение «ТКС-П2».

Шкалу кронштейна, на которой закреплен индукционный датчик ИД-3, установить на «0» относительно неподвижной риски с обозначением МК.

Поворотом рукоятки (кремальеры) коррекционного механизма КМ-5 установить треугольный индекс магнитного склонения на нулевое деление шкалы.

На пульте управления ПУ-11 переключатель широты «Авт. – Ручн.» установить в положение «Ручн.», переключатель потребителя «Осн. – Контр.» установить в положение «Осн.» и переключатель коррекции «Осн. – Контр.» - в положение «Осн.». По шкале «Широта  $\phi$ » поворотом рукоятки  $\phi$  установить широту «56.с.».

На задатчике курса ЗК-4 поворотом кремальеры при ее нажатии установить стрелки грубого и точного отсчетов на нулевое деление шкалы.

Установить на 0 показания блока дистанционной коррекции БДК-1.

Подать электропитание на лабораторную установку с помощью выключателей  $\sim 27В$  и  $\sim 36В$ , установив их в положение «Вкл.». Убедиться, что загорелся подсвет УШ-3 и ПУ-11 и проконтролировать наличие нутационных колебаний на ГА-3, у которого защитный металлический кожух заменен на оргстекло. Выждать 3 – 5 минут для разгонов гироскопов до установившихся значений. Убедиться, что стрелка КМ-5 установилась на нулевое значение  $\pm 3$  градуса.

### **1. Определение погрешностей измерения курса в режимах ГПК и МК.**

#### **1.1. Определение погрешностей измерения курса в режиме ГПК .**

Установить поворотный кронштейн, на котором закреплены основной и контрольный гироагрегаты ГА-3 (предварительно ослабив на нем фиксирующий винт), путем разворота его вручную на нулевое деление шкалы. На ПУ-11 установить переключатель режимов работы «МК-ГПК-АК» в положение «ГПК». Задатчиком курса на ПУ-11 установить стрелку «К» УШ-3 на ноль. На ПУ-11 переключатель коррекция «Осн.-Контр.» перевести в положение «Контр.». Задатчиком курса на ПУ-11 установить треугольный индекс УШ-3 на ноль. Зафиксировать показания КМ-5 (магнитный курс), стрелки «К» и треугольного индекса УШ-3 и занести их в таблицу 1. При этом в режиме «ГПК» стрелка «К» УШ-3 указывает гирополукомпасный курс, вырабатываемый основным гироагрегатом, а треугольный индекс – гирополукомпасный курс, вырабатываемый контрольным гироагрегатом.

Затем, последовательно разворачивая кронштейн с закрепленными на нем гироагрегатами ГА-3 на углы  $30^\circ$  и  $60^\circ$ , фиксировать показания КМ-5, стрелки «К» и треугольного индекса УШ-3 и занести их в табл. 1.

Рассчитать погрешности определения магнитного и гирополукомпасного курсов по формуле

$$\Delta\psi = \psi - \psi_p.$$

## 1.2. Определение погрешностей измерения курса в режиме МК.

Убедиться, что шкала кронштейна, на которой закреплен ИД-3, установлена на 0 относительно неподвижной риски с обозначением «МК». На ПУ-11 переключатель режимов работы «МК-ГПК-АК» установить в режим «МК».

Переключатель коррекции «Осн. – Контр.» установить в положение «Осн.». Нажать (и удерживать) на кнопку «Согласование» на ПУ-11 и убедиться, что стрелка «К» УШ-3 установилась на значение, близкое к нулю, то есть происходит согласование основного ГА-3. Аналогично согласовать контрольный ГА-3, поставив переключатель коррекции «Осн. – Контр.» в положение «Контр.».

Зафиксировать показания КМ-5 (магнитный курс), стрелки «К» и треугольного индекса УШ-3 и занести их в таблицу 1. При этом стрелка «К» УШ-3 указывает гироманитный курс, вырабатываемый основным гироагрегатом, а треугольный индекс – гироманитный курс, вырабатываемый контрольным гироагрегатом.

Разворачивая последовательно ИД-3 на углы курса 30 и 60 градусов (см. примечание) после предварительного согласования обоих гироагрегатов ГА-3 зафиксировать и занести в табл.1 значения магнитных и гироманитных курсов основного и контрольного гироагрегатов ГА-3. По данным табл.1 рассчитать погрешности определения курса  $\Delta\psi = \psi - \psi_p$  в различных режимах.

**Примечание:** Поскольку шкала кронштейна ИД-3 оцифрована по часовой стрелке и курс также отсчитывается по часовой стрелке, то при развороте ИД-3 на угол курса  $\psi$  напротив неподвижной риски «МК» будет устанавливаться значение равное  $360^\circ - \psi$ . Так, например, установив на шкале ИД-3 угол  $330^\circ$ , курс будет равен:  
 $\psi_p = 360 - 330 = 30^\circ$ .

Определение погрешностей измерения курса в режимах ГПК и МК.

Табл.1

Указатель	Показания в режимах					
	ГПК			МК		
	Курс $\psi_p, ^\circ$			Курс $\psi_p, ^\circ$		
	0	30	60	0	30	60
КМ-5						
$\Delta\psi$						
Стрелка «К» УШ-3						
$\Delta\psi$						
Индекс УШ-3						
$\Delta\psi$						

## 2. Определение зависимости выходных напряжений ИД-3 от угла курса.

Включить тумблер электропитания 220 В на вольтметре ВЗ-38. Установить галетный переключатель режимов работы вольтметра ВЗ-38 на значение 100 mV. Выждать 2-3 минуты. для прогрева вольтметра ВЗ-38.

Установить шкалу кронштейна, на которой закреплен ИД-3, на нулевое деление относительно неподвижной риски с обозначением «МК». Убедиться, что переключатель режимов работы на ПУ-11 находится в положении «МК», а переключатель коррекция в положении «Осн.».

Согласовать основной гироагрегат ГА-3 путем нажатия и удерживания кнопки «Согласование» на ПУ-11. Убедиться, что показания стрелки «К» УШ-3 близки к нулю.

Далее, разворачивая корпус ИД на заданный угол по курсу ( $0, 30^\circ, 60^\circ, \dots, 360^\circ$ ), фиксировать показания стрелки «К» УШ-3 и КМ-5. Показания стрелки «К» УШ-3 фиксировать после согласования. При этом одновременно фиксировать выходные напряжения  $U_{12}, U_{23}, U_{31}$  индукционного датчика ИД-3, подсоединяя клеммы вольтметра ВЗ-38 поочередно к гнездам 1-2,2-3,3-1 сигнальных обмоток ИД-3. Полученные данные свести в табл.2.

Табл.2

Курс $\psi_p, ^\circ$		<u>0</u>	30	60	90	120	150	180	...	360
U <sub>ВЫХ</sub> , мВ	U <sub>12</sub>									
	U <sub>23</sub>									
	U <sub>31</sub>									
Показ.	КМ-5									
	УШ-3									

По данным табл. 2 построить графики зависимостей  $U_{12}=f(\psi_p)$ ,  $U_{23}=f(\psi_p)$ ,  $U_{32}=f(\psi_p)$  на одном рисунке.

### 3. Определение скоростей согласования в режимах ГПК и МК.

#### 3.1. Определение нормальной скорости согласования в режиме ГПК.

Установить на ПУ-11 переключатель режимов работы «МК – ГПК – АК» в положение «ГПК», а переключатель коррекция в положение «Осн.». Установить стрелку «К» УШ-3 на нулевое деление с помощью рукоятки «задатчик курса» на ПУ-11. Нажав и удерживая рукоятку «задатчика курса» на ПУ-11, зафиксировать время, в течение которого стрелка «К» УШ-3 повернется на угол не менее  $30^\circ$ . Полученные данные занести в табл. 3. Рассчитать нормальную скорость согласования в режиме ГПК в  $^\circ/\text{с}$ .

#### 3.2. Определение нормальной скорости согласования в режиме МК.

Установить на ПУ-11 переключатель режима работы «МК – ГПК – АК» в положение «МК», а переключатель коррекция в положение «Осн.». Согласовать основной гироагрегат ГА-3 с помощью кнопки согласования. Затем повернуть корпус ИД-3 (см.п.1.2, примечание) на угол курса не менее  $25^\circ$  и зафиксировать в табл.3 время, за которое стрелка «К» УШ-3 повернется на угол не менее 5 градусов.

Рассчитать нормальную скорость согласования в режиме МК в  $^\circ/\text{мин}$ .

#### 3.3. Определение большой скорости согласования в режиме МК.

Установить на ПУ-11 переключатель режима работы «МК – ГПК – АК» в положение «МК», а переключатель коррекция в положение «Осн.». Согласовать основной гироагрегат ГА-3 с помощью кнопки согласования. Затем повернуть корпус ИД-3 (см.п.1.2, примечание) на угол курса не менее

50°. Удерживая нажатой кнопку «Согласование», зафиксировать в табл.3 время, за которое стрелка «К» УШ-3 повернется на угол 30°.

Рассчитать большую скорость согласования в режиме МК в °/с и также занести в табл.3.

Определение скоростей согласования в режимах ГПК и МК.

Табл.3

Скорость согласования	Режим	Начальный угол поворота стрелки «К» УШ-3, °	Конечный угол поворота стрелки «К» УШ-3, °	Угол поворота стрелки «К» УШ-3, °	Время, с (мин)	Скорость согласования, °/с, (°/мин)
Нормальная	ГПК, °/с					
	МК, °/мин					
Большая	МК, °/с					

#### 4. Определение уходов гироагрегатов ГА-3 на двух широтах (режим ГПК).

4.1. Определение уходов основного и контрольного гироагрегатов ГА-3 на широте  $\varphi=56^0$ с.

Установить на ПУ-11 переключатель режима работы «МК – ГПК – АК» в положение «ГПК». На ПУ-11 рукояткой  $\varphi$  выставить широту Москвы ( $\varphi=56^0$ с). Задатчиком курса установить стрелку «К» и треугольный индекс УШ-3 на  $0^0$ . При этом переключатель коррекция устанавливается соответственно в положение «Осн» и «Контр». Зафиксировать в табл.4 начальные углы поворота стрелки «К» и треугольного индекса УШ-3.

Спустя 30 мин зафиксировать в табл.4 конечные углы поворота стрелки «К» и треугольного индекса УШ-3. Определить уходы за час основного и контрольного гироагрегатов ГА-3 и сравнить с допустимыми значениями. Полученные данные свести в таблицу 4.

4.2. Определение уходов основного и контрольного гироагрегатов ГА-3 на широте  $\varphi=0^0$ с.

На ПУ-11 рукояткой  $\varphi$  выставить широту  $\varphi=0$ . Задатчиком курса установить стрелку «К» и треугольный индекс УШ-3 на  $0^0$ . Далее повторить

пункт 4.1.

Определение уходов ГА на двух широтах.

Табл. 4

Условия работы	Основной ГА-3				Контрольный ГА-3			
	Начальные показания стрелки «К» УШ-3, °	Конечные показания стрелки «К» УШ-3, °	Время, мин	Уход за час, °	Начальные показания индекса УШ-3, °	Конечные показания индекса УШ-3, °	Время, мин	Уход за час, °
Широта Москвы $\varphi=56^\circ\text{с}$								
Широтная коррекция отключена на $\varphi=0^\circ$								

### Требования к отчету

Отчет должен содержать:

1. Структурную схему ТКС-П2
2. Таблицы с результатами измерений и расчетов.
3. Графики зависимостей  $U_{12}=f(\psi_p)$ ,  $U_{23}=f(\psi_p)$ ,  $U_{32}=f(\psi_p)$  на одном рисунке.

### Контрольные вопросы

1. Отличительные особенности в работе систем КС и ТКС.
2. Причины повышения точности в работе систем КС и ТКС
3. Принцип комплексирования курсовых систем.
- 4 Особенности работы системы ТКС-П2 в режиме ГПК.
- 5 Особенности работы системы ТКС-П2 в режиме МК.



## Литература

1. Воробьев В.Г., Глухов В.В., Кадышев И.К. Авиационные приборы, информационно-измерительные системы и комплексы. М.: Транспорт, 1992, 399 с.
2. Аппаратура измерения курса и вертикали на воздушных судах гражданской авиации. /Под ред. П.А. Иванова. М.: Машиностроение. 1989, 340 с.
3. Кадышев И.К., Куликов Г.А., Сахаров С.М., Габец В.Н. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Авиационные приборы и измерительные системы» для студентов специальности 19.04 дневного и заочного обучений. М.: МИИГА. 1988. 40 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Цель работы	3
2. Краткие теоретические сведения	3
3. Порядок проведения лабораторной работы	12
4. Требования к отчёту	17
5. Контрольные вопросы	17
6. Литература	18