

ГИРОСТАБИЛИЗАТОРЫ КИНОТЕЛЕАППАРАТУРЫ (ОПЫТ РАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ)

А.В. Кулешов

Гирскопическая техника имеет уже более, чем вековую историю. В настоящее время невозможно себе представить современные самолеты, ракеты, космические аппараты, надводные и подводные морские суда, танки без применения на них гирскопических инерциальных навигационных систем, гирскопических интеграторов линейных ускорений, измерителей угловой скорости, различных приборов ориентации, гировертикалей, гирокомпасов, гиростабилизаторов координаторов цели, гиростабилизаторов оптических приборов наблюдения, в том числе ночного видения, силовых гиростабилизаторов космических аппаратов и других гирскопических приборов и систем.

Однако возможности гирскопической техники, основанные на ее способности моделировать инерциальное пространство на подвижном носителе или способности измерения угловой скорости движения носителя относительно инерциального пространства, позволяют использовать достижения гирскопической техники и в других областях деятельности, в частности в телевидении и в кинематографе.

На сегодняшний день телевидение и кино стали неотъемлемой частью жизни современного общества. Кино- и телевизионная техника применяется сегодня практически во всех областях человеческой деятельности и выполняет познавательную, образовательную, научную и другие функции. Области ее применения постоянно расширяются. Однако постоянно возрастающие запросы требуют от производителей кино- и телепродукции постоянно повышать качество воспроизведения сцен. Одним из способов достижения этого на сегодняшний день является съемка с наземных, надводных и летательных подвижных объектов: самолетов, вертолетов, автомобилей, катеров и операторских кранов.

Поставленные цели решаются созданием гиростабилизаторов для кино- и телекамер. Большинство существующих гироскопических устройств, стоящих на вооружении у современных производителей кино- и телепродукции, является воплощением идей, принципов и разработок, реализованных на кафедре ИУ2 МГТУ им. Н.Э.Баумана. Это прототипы современных гиростабилизаторов 2ГСП, 3ГСП, 4ГСП, ГСТ-11 и другие. В настоящем докладе представлен краткий обзор принципов построения и технических характеристик этих систем.

Гиростабилизатор 2ГСП предназначен для угловой стабилизации оптических приборов по трем координатам при проведении съемок с подвижных объектов в основном с вертолета и катера.



Рис.1. Гиростабилизатор 2ГСП на вертолете МИ-8.

Гиростабилизатор 2ГСП представляет собой трехосную индикаторную гироскопическую платформу в кардановом подвесе, в качестве чувствительных элементов которой использован малогабаритный трехступенчатый гироскоп МГТУ-05. По оси курса применена двухступенчатая система стабилизации, что позволило повысить точность стабилизации. Карданова рама первой ступени стабилизации выполнена в виде частично прозрачного сферического обтекателя, что обеспечивало защиту киноаппаратуры от аэродинамических воздействий.

Гиростабилизатор оснащен системой линейной амортизации. Применена система горизонтальности кадра.

Технические характеристики гиростабилизатора 2ГСП.

Объекты стабилизации: киноаппараты Arriflex-35III, 1КСР-2М, видеокамеры Betacam BVP-3AS, оптические приборы;

Носитель: вертолет, катер, автомобиль;

Максимальная ошибка стабилизации - 1угл.мин.;

Количество координат управления – 3;

Максимальная угловая скорость управления - 20 град/с;

Предельные углы отклонения:

по курсу - ± 165 град,

по тангажу - от +50 до -120 град,

по крену - ± 40 град.

Гиростабилизатор 3ГСП предназначен для угловой стабилизации оптических приборов по трем координатам при проведении проведения кино- и телесъемок с операторских кранов, канатной дороги и тележек.

Особенностью гиростабилизатора 3ГСП является использование внутреннего карданова подвеса гантельного типа и автономность (аккумуляторы расположены на гиростабилизаторе, управление дистанционное).



Рис. 2.
Гиростабилизатор
3ГСП.

Технические характеристики гиростабилизатора 3ГСП.

Объекты стабилизации: киноаппараты Arriflex-35III, видеокамеры Betacam BVP-3AS, фотоаппараты, оптические приборы;

Носитель: канатная дорога, автомобиль, катер, кран;

Максимальная ошибка стабилизации - 1 угл.мин.;

Количество координат управления – 3;

Максимальная угловая скорость управления - 60 град/с;

Предельные углы отклонения:

по курсу - неограничены,

по тангажу - от +40 до -100 град,

по крену - ± 30 град,

Режим автономной горизонтальности кадра.

Наибольшее распространение в настоящее время имеет гиростабилизатор 4ГСП, предназначенный для угловой стабилизации кино- и телеаппаратуры по трем координатам, а также построенные на его основе аналоги. Он представляет собой трехосную индикаторную гиростабилизированную платформу с волоконно-оптическими гироскопами и оригинальным кардановым подвесом в виде рам из легкого материала с консольным подвесом по двум осям, что обеспечивает максимальный обзор при съемке.



Рис.3. Гиростабилизатор 4ГСП.

Как видно из кинематической схемы первого варианта гиростабилизатора изначально в качестве чувствительных элементов в 4ГСП использовались два трехстепенных гироскопа МГТУ-0,5, которые со временем в после-

дующих вариантах были заменены на три датчика угловых скоростей на базе волоконно-оптических гироскопов. В таких гиростабилизаторах для обеспечения их работы при больших углах прокачки впервые применено расположение чувствительных элементов не на платформе, а на рамах карданова подвеса по соответствующим осям стабилизации. Применена система горизонтальности кадра по крену, работающая при больших углах тангажа.

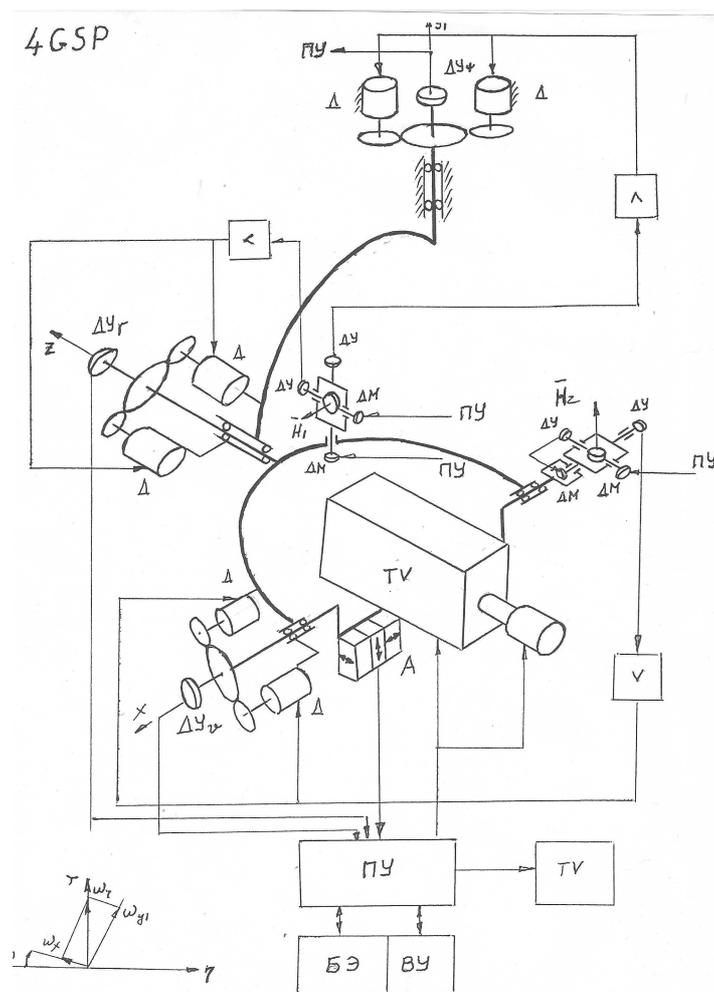


Рис. 4. Кинематическая схема 4ГСП.

Конструкция гиростабилизатора и мощность примененных приводов позволяет использовать его в условиях больших аэродинамических нагрузок (например, на вертолете).

Технические характеристики гиростабилизатора 4ГСП.

Объекты стабилизации: киноаппараты Arriflex-35III, 1КСР-2М, видеокамеры Betacam BVP-3AS, фотоаппараты, оптические приборы;

Носитель: вертолет, автомобиль, катер, кран;
Максимальная ошибка стабилизации - 1 угл.мин.;
Количество координат управления – 3;
Режим автоматической горизонтальности кадра
Максимальная угловая скорость - 150 град/с;
Предельные углы отклонения:
по курсу - неограничены,
по тангажу - от +75 до -165 град,
по крену - ± 60 град.

Схема 4ГСП представляет собой оптимальное решение построения трехосных гироскопических стабилизаторов кино- и телеаппаратуры для использования на подвижных объектах различного типа, которое на сегодняшний день является эталоном среди существующих схем трехосных гиростабилизаторов, применяемых в телевидении и в кинематографе.



Рис. 5. Гиростабилизатор 4ГСП на операторском кране и катере.

Среди достаточно большого числа существующих и активно используемых на сегодняшний день для создания кино- и телепродукции гиростабилизированных систем в первую очередь следует отметить подобные устройства, созданные в ЗАО «Лесков» и фирмой «Фильмотехник». Системы во многом похожи, поскольку изначально имеют одного «прародителя» - гиростабилизатор 4ГСП. Их можно назвать лидерами этого направления. Для съемок динамичных сцен современных кинофильмов помимо стабилизации камеры используется также и стабилизация операторского крана, установленного на подвижном объекте.



Рис. 6. Гиростабилизаторы типа 4ГСП на операторском кране, катере, автомобиле, вертолете.

В настоящее время на смену аналоговым стали приходить цифровые телекамеры с улучшенным качеством изображения и гораздо меньшими по сравнению с аналоговыми габаритными размерами и массой. Миниатюрность таких телекамер значительно увеличивает возможности оператора при съемках в труднодоступных местах. Операторские краны и подвесы для таких телекамер также значительно уменьшаются в массе и габаритах, что, безусловно, улучшает управляемость.

Однако здесь возникают дополнительные проблемы в обеспечении качества телевизионного изображения.

Это вызывается, прежде всего, следующими факторами:

- жесткость крана (в целях снижения веса для изготовления стрелы крана в последнее время все чаще используется углепластик, обладающий хорошими прочностными характеристиками, но не обладающий высокой же-

сткостью). Ярким примером такого крана является секционный кран фирмы Polesam, имеющий максимальную длину стрелы 6м.

- малая масса и соответственно моменты инерции телекамеры осложняют получение высокой точности индикаторного гиросtabilизатора из-за влияния конструкционной жесткости при высокой частоте среза.



Рис. 7. Операторский кран Polesam.

С 2009 года на кафедре ИУ2 проводились исследования возможности построения двухосных гиросtabilизаторов малогабаритных телекамер для операторского крана Polesam.

Результатом этих исследований стала разработка малогабаритного двухосного гиросtabilизатора ГСТ-11.

Гиросtabilизатор ГСТ-11 представляет собой платформу с телекамерой в двухосном кардановом подвесе и двухканальную систему стабилизации. Чувствительными элементами гиросtabilизатора являются два волоконно-оптических гироскопа. Гиросtabilизатор подвешен на кране-носителе с дополнительной маятниковостью для поддержания вертикальности оси курса.

Волоконно-оптические гироскопы по аналогии со схемой гиросtabilизатора 4ГСП расположены: один (тангажный) на платформе, а второй (курсовой) на раме карданного подвеса.

Технические характеристики гиросtabilизатора ГСТ-11.

Объекты стабилизации:

малогабаритные телекамеры: Toshiba, Ikegami;

Носитель: операторский кран Polesam;

Максимальная ошибка стабилизации – 10 угл.мин.;

Количество координат управления – 2;

Максимальная угловая скорость управления - 180 град/с;

Предельные углы отклонения:

- по курсу - ± 500 град,
- по тангажу - от +90 до -180 град;

Масса (без видеокамеры) – 1,5 кг;

Габариты ГС – 320x120x105 мм;

Питание: от сети 220 В, 50 Гц или
от аккумулятора 12-24 В.



Рис. 8.
Гиростабилизатор
ГСТ-11

В последнее время одной из областей применения малогабаритных систем гироскопической стабилизации являются беспилотные летательные аппараты (БПЛА), решающие задачи, связанные с разведкой, целеуказанием, охраной границ, наблюдением и телесъемкой местности. В большинстве случаев решение этих задач требует создания гиостабилизированных оптико-электронных систем обзора и мониторинга окружающего пространства с цифровыми телекамерами, тепловизорами, дальномерами и пеленгаторами. Такие системы позволяют с летательного аппарата осуществлять поиск, обнаружение, распознавание и сопровождение цели, спускаемых космических аппаратов, автомобилей и других объектов; оперативное обследование больших сухопутных и водных поверхностей; проведение аэрофотосъемки для целей картографирования и геодезии; обследование трубопроводов и районов сброса и складирования вредных и отравляющих веществ, где доступ человеку либо ограничен, либо даже опасен.

В 2011 году на кафедре ИУ2 начались работы по созданию малогабаритного гиостабилизатора для БПЛА, представляющего собой платформу с телекамерой в двухосном кардановом наружном подвесе и двухканальную четырехконтурную систему стабилизации с двумя волоконно-оптическими гироскопами.

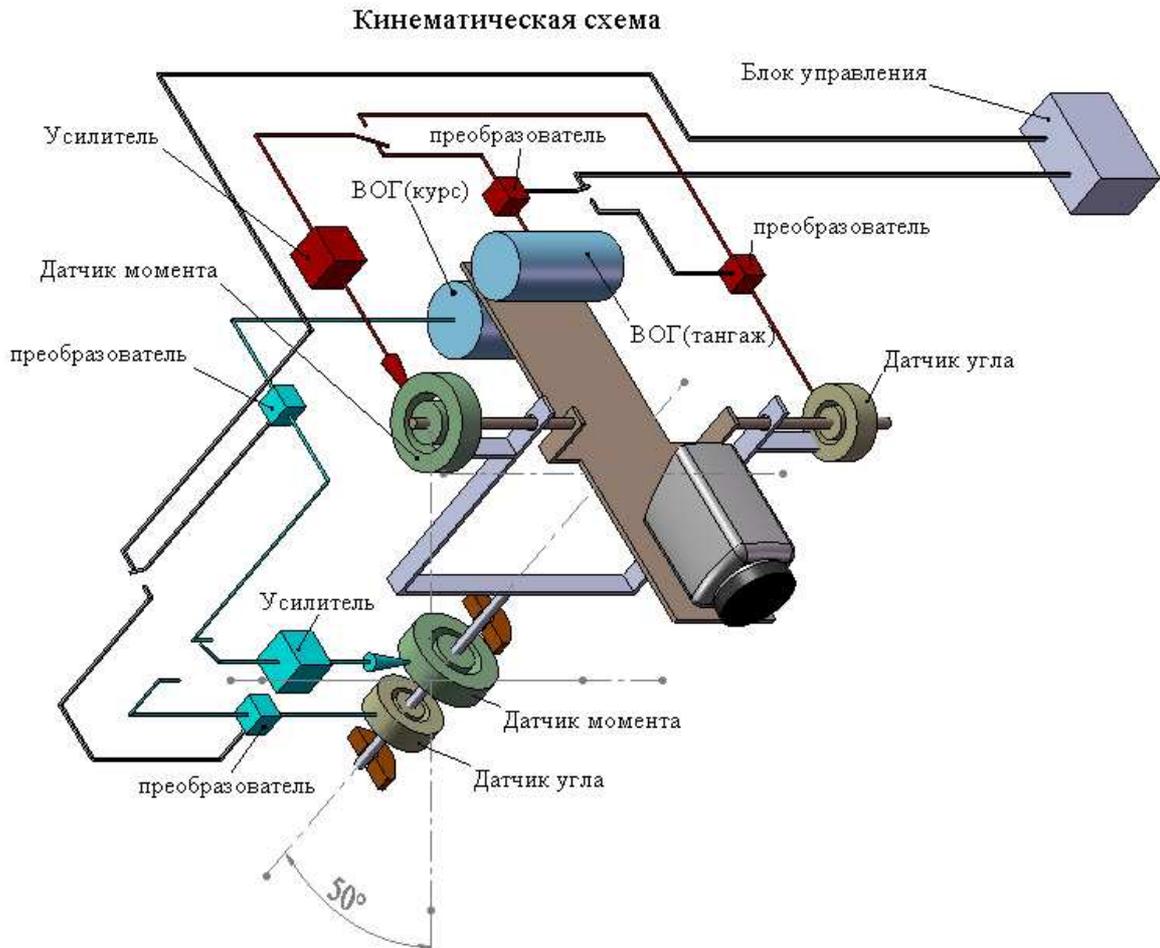


Рис. 9. Кинематическая схема гиросtabilизатора для бпла

Для необходимого в малогабаритных гиросtabilизаторах снижения частоты среза по осям наружной и внутренней рамы телекамера и гироскопы с балансировочными грузами разнесены на максимально возможное расстояние от осей стабилизации. Это позволяет также расположить объектив телекамеры в непосредственной близости от прозрачной части фюзеляжа, что в случае широкого угла обзора телекамеры не приведет к затенению изображения вблизи крайних значений углов прокачки.

Во время взлета, посадки и подлета к месту съемки платформа гиросtabilизатора выставляется по корпусу и поддерживается в этом положении системой стабилизации по корпусу по сигналам с датчиков угла на осях стабилизации.

Режим гироскопической стабилизации является основным режимом, используемым во время съемки.

Управление положением платформы с телекамерой в этом режиме осуществляется дистанционно по радио с помощью джойстика, либо автоматически по сигналам отклонения от корпуса через блок фильтров.

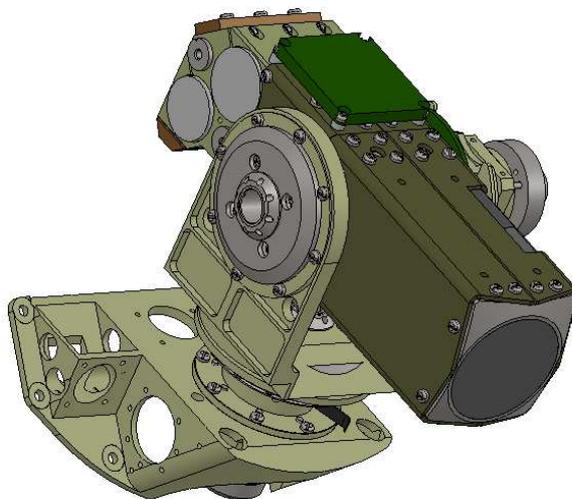


Рис. 10 Гиростабилизатор для бпла

Технические характеристики гиростабилизатора

Объект стабилизации: телекамера Sony FCB-EH;

Носитель: беспилотный летательный аппарат;

Максимальная ошибка стабилизации – 0,5 угл.мин.;

Количество координат управления – 2;

Максимальная угловая скорость управления - 50 град/с;

Предельные углы отклонения:

по курсу - ± 110 град,

по тангажу - от ± 40 град;

Масса (без видеокамеры) – 1,8 кг;

Габариты ГС – 320x120x105 мм.