

Контрольная работа для студентов очно-заочной формы обучения по дисциплине Системы стабилизации, ориентации и навигации.

Экзаменационный билет (индивидуальное задание) содержит: задачу на закон прецессии и вопрос по одному из гироскопических приборов. Ответ на вопрос подразумевает освещение назначения, кинематической схемы, принципа действия, математической модели, ошибок и проблем эксплуатации конкретного гироскопического прибора.

1. Задача

Закон прецессии описывает поведение гироскопа с тремя степенями свободы в кардановом подвесе при действии постоянного внешнего момента.

При действии постоянного внешнего момента по внутренней или наружной оси подвеса возникает прецессионное движение с угловой скоростью прецессии, величина которой прямо пропорциональна вектору внешнего момента и обратно пропорциональна величине кинетического момента гироскопа.

Вектор угловой скорости прецессии направлен перпендикулярно плоскости, в которой расположены векторы кинетического и внешнего моментов, и направлен в ту сторону, из которой совмещение вектора кинетического момента к в вектор внешнего момента будет казаться происходящим по кратчайшему пути и против хода часовой стрелки.

Особенностью прецессионного движения по наружной оси подвеса является то обстоятельство, что время действия внешнего момента по внутренней оси подвеса не ограничено. Это обусловлено тем, что в ходе прецессионного движения не изменяется кинематика гироскопа (взаимное положение рамок его подвеса) – рамки остаются взаимно перпендикулярны.

При действии внешнего постоянного момента по наружной оси подвеса в результате прецессионного движения внутренней рамки она с течением времени приходит в плоскость наружной рамки. Гироскоп теряет одну степень свободы и при продолжении действия внешнего момента начинает вести себя как обычное твердое тело под действием постоянного внешнего момента — ускоренно поворачиваться вокруг той оси, по которой действует момент. Внутренняя рамка перестает поворачиваться вокруг оси oB , но начинает ускоренно поворачиваться вместе с наружной рамкой вокруг оси oC .

Варианты задач представлены в таблице. В столбцах указано:

- в первом столбце указан порядковый номер задания, соответствующий порядковому номеру студента в ведомости (списке группы).
- во втором столбце – схема расположения системы координат $oABC$, связанная с гироскопом (ось oA – главная ось гироскопа, оси oB и oC –

внутренняя и наружная оси гироскопа соответственно). Положительное направление,

– в третьем столбце – указан кинетический момент гироскопа H и его направление (знак «+» свидетельствует о его направлении в положительную сторону оси oA , знак «-» вектор кинетического момента направлен в отрицательную сторону оси oA),

- четвертый столбец задает вектор внешнего момента по внутренней или наружной оси подвеса гироскопа (момент по внешней оси обозначен M_c , по внутренней – M_b , направление момента относительно соответствующей оси задается знаком момента «+» или «-»);

- пятый столбец задает вектор угловой скорости прецессии $\omega_{пс}$ или $\omega_{пв}$, а также его направление.

В ходе выполнения задания студент должен:

- изобразить гироскоп с тремя степенями свободы в соответствии с заданным расположением его системы координат $oABC$;

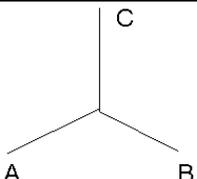
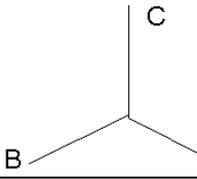
- обозначить стрелками на изображении гироскопа заданные в соответствии с индивидуальным заданием два вектора, которые фигурируют в законе прецессии (H , M_c , M_b , $\omega_{пс}$ или $\omega_{пв}$);

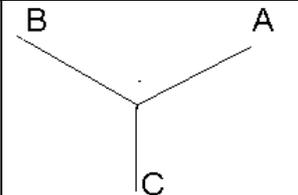
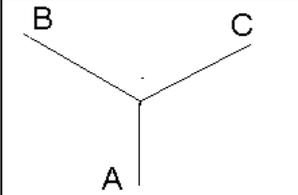
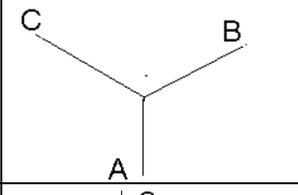
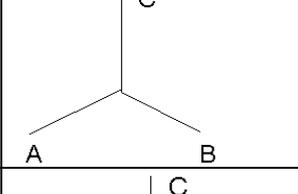
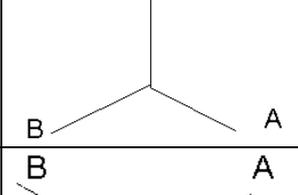
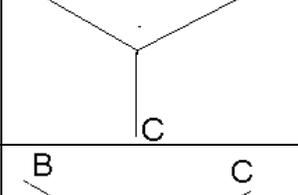
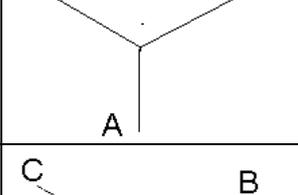
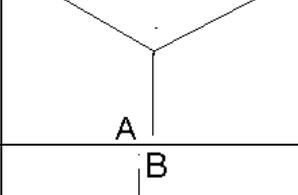
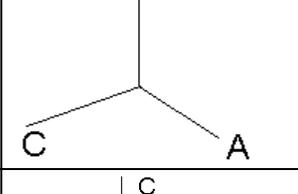
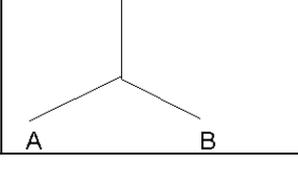
- применяя закон прецессии определить направление недостающего вектора (кинетического момента, внешнего момента или угловой скорости прецессии);

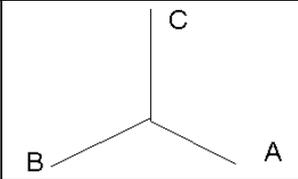
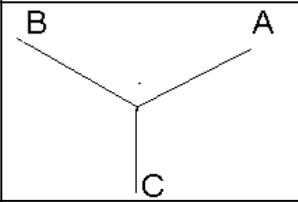
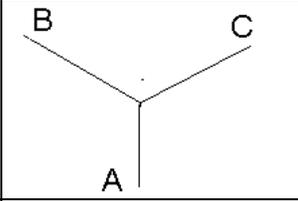
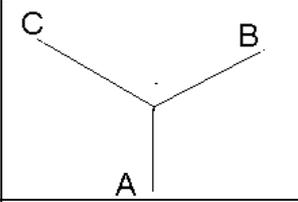
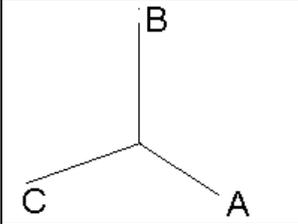
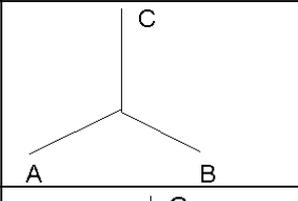
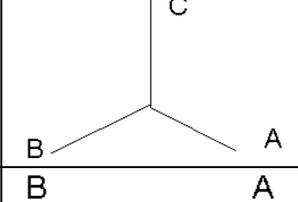
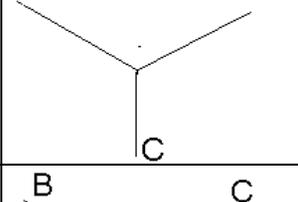
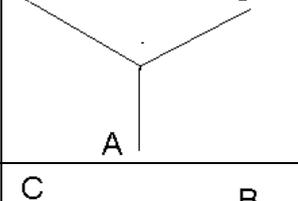
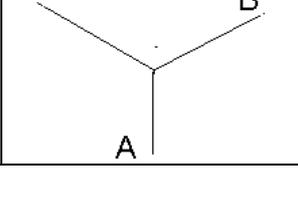
- указать стрелкой и соответствующим обозначением расположение найденного вектора на изображении гироскопа;

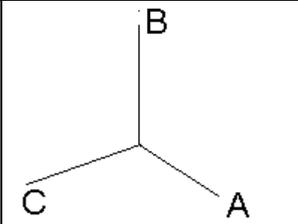
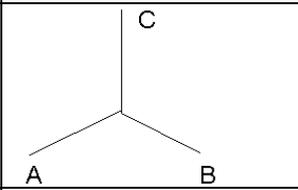
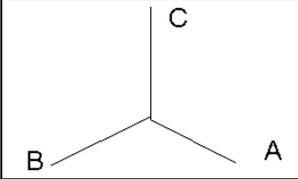
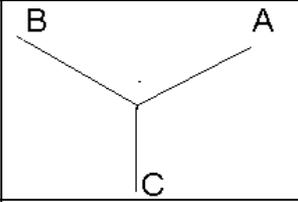
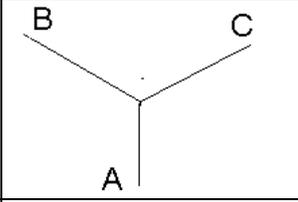
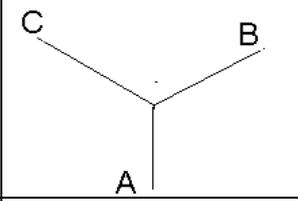
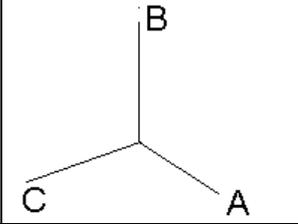
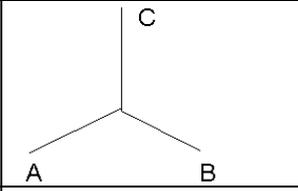
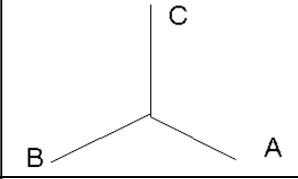
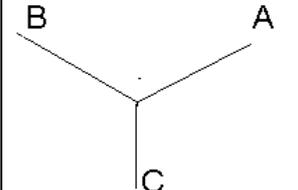
- проиллюстрировать поведение гироскопа при действии заданного постоянного момента путем изображения графиков зависимостей углов поворота внутренней и наружной рамки от времени – $\beta(t)$ и $\alpha(t)$ соответственно.

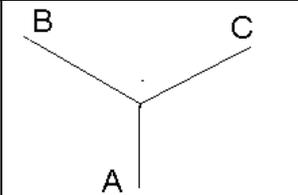
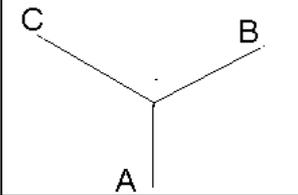
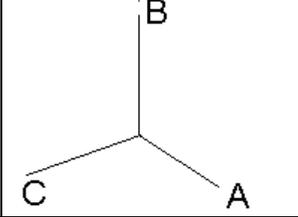
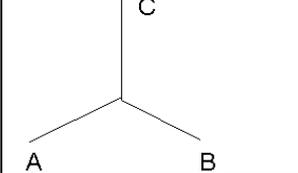
Таблица Индивидуальные задания по задаче на закон прецессии

№ п.п.	Система координат	H	M_c , или M_b	$\omega_{пс}$ ИЛИ $\omega_{пв}$
1			$+ M_b$	$+ \omega_{пс}$
2		$+H$		$- \omega_{пс}$

3		+H	+ M_C	
4			- M_C	- ω_{пВ}
5		-H		- ω_{пс}
6		-H	+ M_C	
7			+ M_C	+ ω_{пВ}
8		+H		- ω_{пс}
9		+H	+ M_C	
10			- M_C	- ω_{пВ}
11		-H		- ω_{пс}
12		-H	+ M_C	

13			$+ M_C$	$+ \omega_{nB}$
14		$+H$		$- \omega_{nC}$
15		$+H$	$+ M_C$	
16			$- M_C$	$- \omega_{nB}$
17		$-H$		$- \omega_{nC}$
18		$-H$	$+ M_C$	
19			$+ M_B$	$+ \omega_{nC}$
20		$+H$		$- \omega_{nC}$
21		$+H$	$+ M_C$	
22			$- M_C$	$- \omega_{nB}$

23		-H		- ω_{nC}
24		-H	+ M_C	
25			+ M_B	+ ω_{nC}
26		+H		- ω_{nC}
27		+H	+ M_C	
28			- M_C	- ω_{nB}
29		-H		- ω_{nC}
30		-H	+ M_C	
31			+ M_C	+ ω_{nB}
32		+H		- ω_{nC}

33		+H	+ M_c	
34			- M_c	- ω_{пв}
35		-H		- ω_{пс}
36		-H	+ M_c	

2. Вопросы

1. Гировертикаль с маятниковой коррекцией
2. Гироинтегратор линейных ускорений
3. Гирокомпас с 3 степенями свободы
4. Гирокомпас Фуко
5. Гиромагнитный компас
6. Гиромаятниковая вертикаль
7. Гироскоп направления (ГН)
8. ГН с дополнительным кольцом
9. Горизонтальная коррекция ГН – маятниковое нивелирование
10. Горизонтальная коррекция ГН – межрамочная
11. ГП для измерения углов отклонения объекта от заданного направления движения
12. Двухосный гиросtabilизатор
13. ДУС с механической пружиной
14. Интегратор угловой скорости
15. Кинематическая азимутальная коррекция ГН
16. Малогабаритная гировертикаль
17. Моментная азимутальная коррекция
18. Настройка гирокомпаса на период колебаний Шулера
19. Одноосный гиросtabilизатор
20. Принцип гироскопической стабилизации
21. Причины погрешностей ГН
22. Причины погрешностей ГП на базе астатического гироскопа

23. Причины погрешностей ДУС

Условные обозначения: ГП - гиросприбор, ГН гироскоп направления, ДУС – датчик угловой скорости, ДНГ – динамически настраиваемый гироскоп.

Схема ответа (письменного) на вопрос:

- Назначение (для чего нужен и что измеряет),
- устройство (кинематическая схема), **НЕ вставка ИЗ СЛАЙДОВ**

ПРЕЗЕНТАЦИИ ЛЕКЦИИ!

- принцип действия (как работает и почему удастся получить именно то, что измеряет),
- математическая модель (уравнения движения, физический смысл слагаемых и сомножителей),
- характерные ошибки и проблемы, связанные с эксплуатацией.

Предварительно, важно изучить и понять основы теории гироскопических приборов и систем и уметь отвечать на следующие вопросы:

Контрольные вопросы:

- Основная задача навигации
- Основное свойство быстровращающихся тел
- Видимый уход гироскопа с 3 степенями свободы
- Закон прецессии
- Кориолисово (поворотное) ускорение и гироскопический момент
- Уравнения движения гироскопа с 3 степенями свободы в инерциальной системе координат
 - Уравнения движения гироскопа с 3 степенями свободы в подвижной системе координат (видимый уход)
 - Собственное движение гироскопа и его параметры
 - Влияние вязкого трения на поведение гироскопа с 3 степенями свободы
 - Влияние сухого трения на поведение гироскопа с 3 степенями свободы
 - Уравнения движения гироскопа с 2 степенями свободы в инерциальной системе координат
 - Уравнения движения гироскопа с 2 степенями свободы в подвижной системе координат

- Влияние сухого трения на поведение гироскопа с 2 степенями свободы
 - Принципы построения гироскопов
 - Свойства гироскопов с двумя степенями свободы.
 - Влияние вязкого трения на поведение гироскопа с 2 степенями свободы
-

Преподаватель: Скорина Сергей Феодосиевич, доцент каф.13, к.т.н., доцент, ssf@aanet.ru, раб.тел. 8 812 4947012.