



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01C 19/00 (2023.01)

(21)(22) Заявка: 2021138084, 21.12.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.12.2021

Дата регистрации:
14.02.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.12.2021

(45) Опубликовано: 14.02.2023 Бюл. № 5

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦИС для ИУ-2
Кулешов., Амелина Ксения Евгеньевна

(72) Автор(ы):

Фатеев Владимир Васильевич (RU),
Кулешов Александр Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Московский государственный
технический университет имени Н.Э.
Баумана (национальный исследовательский
университет)" (МГТУ им. Н. Э. Баумана)
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1839920 A1, 20.05.2006. SU
1839898 A1, 20.06.2006. EA 29390 B1, 30.03.2018.
RU 2399960 C1, 20.09.2010. WO 2021/080437 A1,
29.04.2021.

(54) Индикаторный гиросtabilизатор

(57) Реферат:

Изобретение относится к области приборостроения, а именно - к гиросtabilизаторам углового положения различных объектов. Индикаторный гиросtabilизатор содержит корпус, платформу в угловом подвесе, установленный на платформе гироскопический датчик её углового положения, привод, состоящий из статора, установленного на корпусе, ротора, соединенного с платформой механической связью, и обмотки управления, усилитель-регулятор с двумя входами. Выход

усилителя-регулятора подключен к обмотке управления привода, а выход гироскопического датчика подключен к первому входу усилителя-регулятора. При этом в него введен гироскопический датчик угловой скорости, установленный на роторе привода так, что его ось чувствительности параллельна оси вращения ротора, а его выход подключен ко второму входу усилителя-регулятора. Технический результат - повышение точности индикаторного гиросtabilизатора. 3 ил.

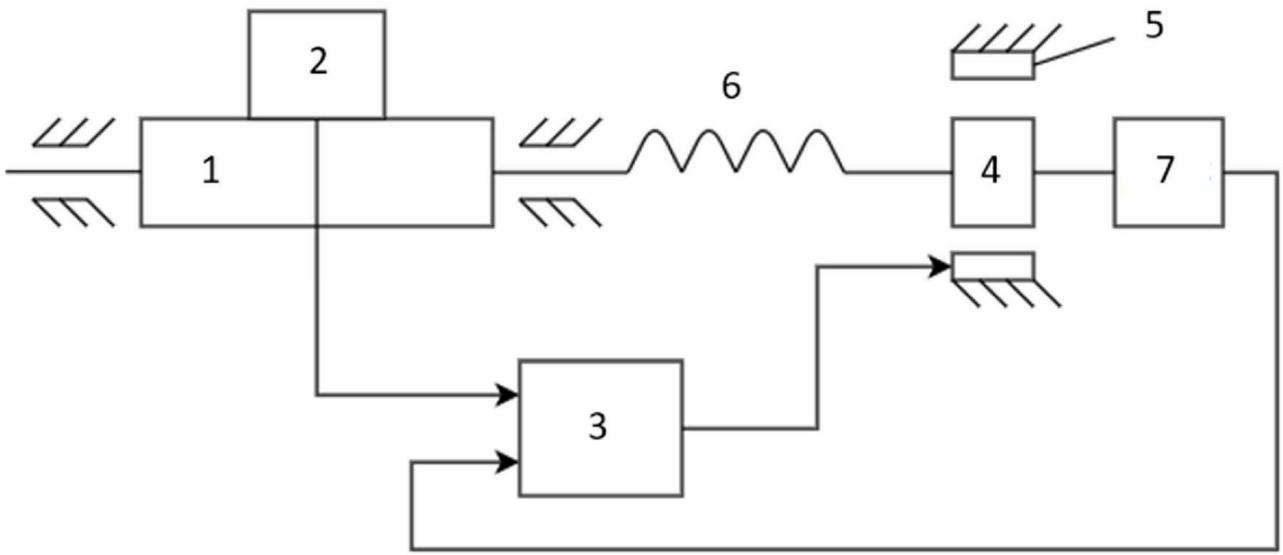


Рис.1

RU 2790028 C1

RU 2790028 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01C 19/00 (2023.01)

(21)(22) Application: **2021138084, 21.12.2021**

(24) Effective date for property rights:
21.12.2021

Registration date:
14.02.2023

Priority:

(22) Date of filing: **21.12.2021**

(45) Date of publication: **14.02.2023** Bull. № 5

Mail address:

**105005, Moskva, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1,
MGTU im. N.E. Baumana, TSIS dlya IU-2
Kuleshov., Amelina Kseniya Evgenevna**

(72) Inventor(s):

**Fateev Vladimir Vasilevich (RU),
Kuleshov Aleksandr Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia "Moskovskii gosudarstvennyi
tekhnikeskii universitet imeni N.E. Baumana
(natsionalnyi issledovatel'skii universitet)"
(MGTU im. N. E. Baumana) (RU)**

(54) **INDICATOR GYROSTABILIZER**

(57) Abstract:

FIELD: instrument making.

SUBSTANCE: invention relates to the field of instrument making, namely to gyrostabilizers of an angular position of different objects. The indicator gyrostabilizer contains a case, a platform in angular suspension, a gyroscopic sensor of its angular position, installed on the platform, a drive consisting of a stator installed on the case, a rotor connected to the platform with mechanical connection, and control winding, an amplifier-adjuster with two inputs. An output of the amplifier-adjuster is connected to control winding of

the drive, and an output of the gyroscopic sensor is connected to the first input of the amplifier-adjuster. At the same time, it includes a gyroscopic sensor of an angular velocity, installed on the drive rotor so that its sensitivity axis is parallel to the axis of rotation of the rotor, and its output is connected to the second input of the amplifier-adjuster.

EFFECT: increase in the accuracy of an indicator gyrostabilizer.

1 cl, 3 dwg

RU 2 790 028 C1

RU 2 790 028 C1

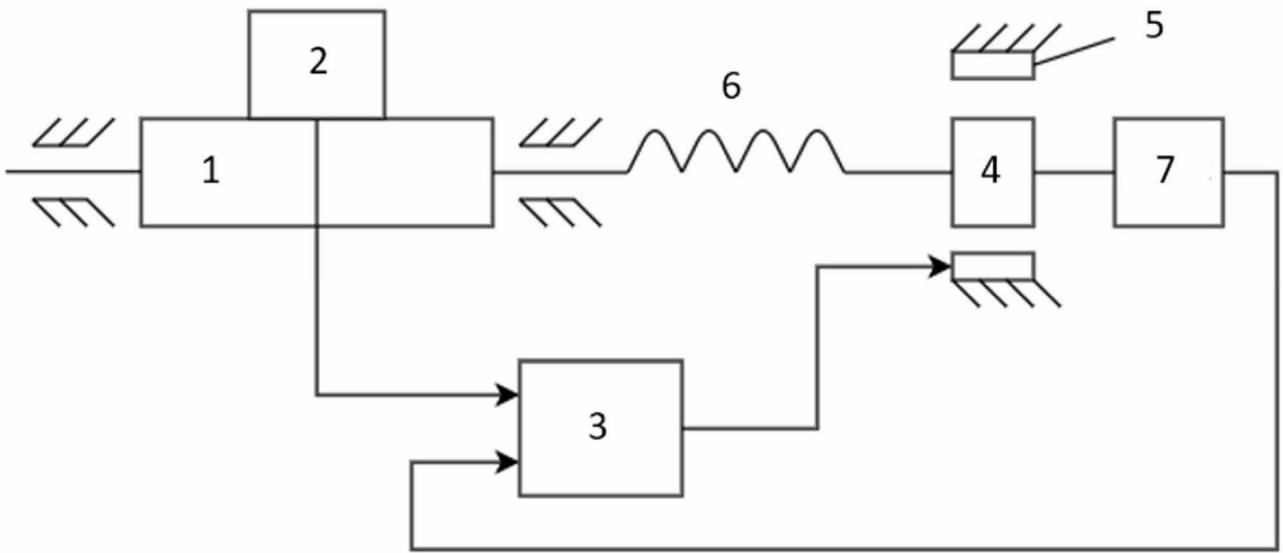


Рис.1

RU 2790028 C1

RU 2790028 C1

Изобретение относится к области приборостроения, а именно - к гироскопическим стабилизаторам углового положения различных объектов.

Известен индикаторный гиростабилизатор углового положения (Б.И. Назаров Гироскопические устройства 1970 г., стр. 193-208). Он содержит платформу в кардановом подвесе, трехстепенной гироскоп, усилитель-регулятор и привод, ротор которого закреплен на оси подвеса платформы. Выход гироскопа подключен через усилитель-регулятор к приводу. Этот прибор предназначен для стабилизации углового положения объекта, который установлен на платформе.

Наиболее близким по составу и принципу работы к предложенному устройству является индикаторный гиростабилизатор, представленный в (А.В. Кулешов, В.В. Фатеев. Погрешности двухосного индикаторного гиростабилизатора оптического прибора при качке носителя. Приборы и системы. управление, контроль, диагностика. 2017. №12. с. 7-13). Он содержит корпус, платформу в кардановом подвесе, на которой установлен трехстепенной гироскоп, являющийся датчиком углового положения платформы в инерциальном пространстве, усилитель-регулятор и привод в виде электрического датчика момента. Статор привода закреплен на корпусе, а ротор - на оси платформы. Выход гироскопа подключен через усилитель-регулятор к обмотке управления привода. Этот прибор принят за прототип.

Недостатком прототипа является его невысокая точность, что обусловлено наличием нежесткости в механической цепи передачи момента от ротора привода к платформе. Такая нежесткость практически всегда имеет место в гиростабилизаторах, поскольку конструкционные элементы, соединяющие ротор привода и ту часть платформы, которая обеспечивает основную часть её момента инерции, всегда имеют ограниченную угловую жесткость. Наличие указанной нежесткости не позволяет получить высокий коэффициент обратной связи, величина которого, как правило, определяет, прежде всего, точность прибора, поскольку при этом снижается запас устойчивости автоматической системы стабилизации.

Влияние нежесткости в цепи передачи момента на устойчивость автоматической системы широко известно и описано, например, в (В.А. Бессекерский, Е.А. Фабрикант Динамический синтез систем гироскопической стабилизации, Судостроение, 1968 г., стр. 130-147). Физически это объясняется тем, что при наличии нежесткости автоматическую систему индикаторного гиростабилизатора следует рассматривать состоящей из двух масс: платформы и ротора. Это приводит к тому, что для обеспечения устойчивости необходимо вводить демпфирование движения каждого из этих тел. Обычно коэффициенты «естественного» демпфирования платформы и ротора невелики. Для повышения демпфирования в индикаторном гиростабилизаторе вводят отрицательную обратную связь по скорости (В.А. Матвеев, В.П. Подчерзцев, В.В. Фатеев Гироскопические стабилизаторы на динамически настраиваемых вибрационных гироскопах. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005, стр. 80-101). Для этого сигнал, пропорциональный угловой скорости движения платформы, после усиления и инвертирования, подают на привод. Однако если для абсолютно жесткой системы, в которой угловые скорости платформы и ротора привода одинаковы, это приводит к увеличению демпфирующих моментов и платформы, и ротора привода, то для нежесткой двухмассовой системы, в которой угловые скорости движения платформы и ротора различны, а момент обратной связи, пропорциональный угловой скорости движения одного тела (платформы), прикладывается к другому телу (ротору), это приводит к снижению устойчивости, что может привести к возникновению автоколебаний.

В предложенном индикаторном гиростабилизаторе недостаток прототипа устранен

путем установки на ротор гироскопического датчика угловой скорости и подключения его выходного сигнала через усилитель-регулятор к приводу, что позволило значительно увеличить демпфирование движения ротора привода и устойчивость всей системы, что, в свою очередь, позволило повысить коэффициент позиционной обратной связи и

соответственно - точность индикаторного стабилизатора.

На рис. 1 и 2 приведены электро-кинематическая и структурная схемы предлагаемого изобретения для одноосного индикаторного гиростабилизатора; они же могут рассматриваться как схемы одного канала многоосного гиростабилизатора.

На рис. 3 представлены спрямленные логарифмические амплитудно-частотные характеристики индикаторного гиростабилизатора (пунктиром представлена ЛАХ прототипа, т.е. - в отсутствие ДУС на роторе привода).

На рис. 1 обозначены позициями:

1 - платформа,

2 - гироскопический измеритель углового положения платформы,

3 - усилитель-регулятор,

4 - ротор привода,

5 - статор привода,

6 - R- угловая жесткость механической цепи передачи момента от привода к платформе,

7 - ДУС - гироскопический датчик угловой скорости ротора.

На рис. 2 обозначены:

J_p, J_n - осевые моменты инерции ротора и платформы,

D_p, D_n - коэффициенты демпфирования ротора и платформы,

α_p, α_n - абсолютные углы поворота ротора и платформы,

K - коэффициент усиления обратной связи по положению платформы,

K_1 - коэффициент усиления обратной связи по скорости вращения ротора,

M^B, M^D, M^P - моменты внешних сил, демпфирования и пружины, условно обозначающей на рис. 1 нежесткость в механической цепи передачи момента.

Составим передаточную функцию $W(s)$ автоматической системы индикаторного гиростабилизатора по рис. 2, разомкнутой в точке «а». Для исследования устойчивости гиростабилизатора представим, следуя (В.А. Бессекерский, Е.А. Фабрикант

Динамический синтез систем гироскопической стабилизации, Судостроение, 1968 г., стр. 130-147), передаточную функцию разомкнутой системы в приближенном виде, имея в виду, что практически всегда $J_n \gg J_p$, коэффициенты «естественного» демпфирования

D_p, D_n - невелики, а жесткость R , наоборот, - достаточно большая, по крайней мере

$R > K$

$$W(s) \cong \frac{K}{s(1 + T_0 s)(1 + 2\xi Ts + T^2 s^2)},$$

$$\text{где } T_0 \cong \frac{J_n}{D_n + D_p + K_1}, \quad T \cong \sqrt{\frac{J_p}{K}}, \quad 2\xi \cong \frac{D_p + K_1}{\sqrt{J_p K}} (*)$$

(*) - аналогичное значение относительного коэффициента затухания 2ξ получается

при переносе входа усилителя-регулятора с передаточной функцией $K_1 s$ в точку «b»

$$\omega_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{K}{J_{\text{п}}}}$$

Соответствующие спрямленные логарифмические амплитудно-частотные характеристики представлены на рис. 3.

Следуя (В.А. Бессекерский, Е.А. Фабрикант Динамический синтез систем гироскопической стабилизации, Судостроение, 1968 г., стр. 130-147), отмечаем, что

ЛАХ известного гиростабилизатора в зоне $\omega = \frac{1}{T}$ имеет пик, равный $20 \lg \frac{1}{2\xi}$, где

$\xi = \frac{\sqrt{KJ_{\text{п}}}}{D_{\text{п}}}$. Как отмечалось ранее, величина $D_{\text{п}}$ очень мала, что соответствует очень

большой величине пика ЛАХ. Если пик ЛАХ в зоне $\omega = \frac{1}{T}$ пересекает ось ноля децибел, то возникает опасность потери гиростабилизатором устойчивости и возникновению автоколебаний.

По рис. 3 видно, что введение обратной связи по скорости ротора путем установки на него ДУС, подключенного ко входу усилителя-регулятора, существенно увеличивает относительный коэффициент затухания

$$\xi = \frac{\sqrt{KJ_{\text{п}}}}{D_{\text{п}} + K_1}$$

Это, в свою очередь уменьшает величину пика ЛАХ в зоне $\omega = \frac{1}{T}$ и вероятность возникновения автоколебаний. Соответствующая ЛАХ показана на рис. 3 сплошной линией.

(57) Формула изобретения

Индикаторный гиростабилизатор, содержащий корпус, платформу в угловом подвесе, установленный на платформе гироскопический датчик её углового положения, привод, состоящий из статора, установленного на корпусе, ротора, соединенного с платформой механической связью, и обмотки управления, усилитель-регулятор с двумя входами, при этом выход усилителя-регулятора подключен к обмотке управления привода, а выход гироскопического датчика подключен к первому входу усилителя-регулятора, отличающийся тем, что в него введен гироскопический датчик угловой скорости, установленный на роторе привода так, что его ось чувствительности параллельна оси вращения ротора, а его выход подключен ко второму входу усилителя-регулятора.

1

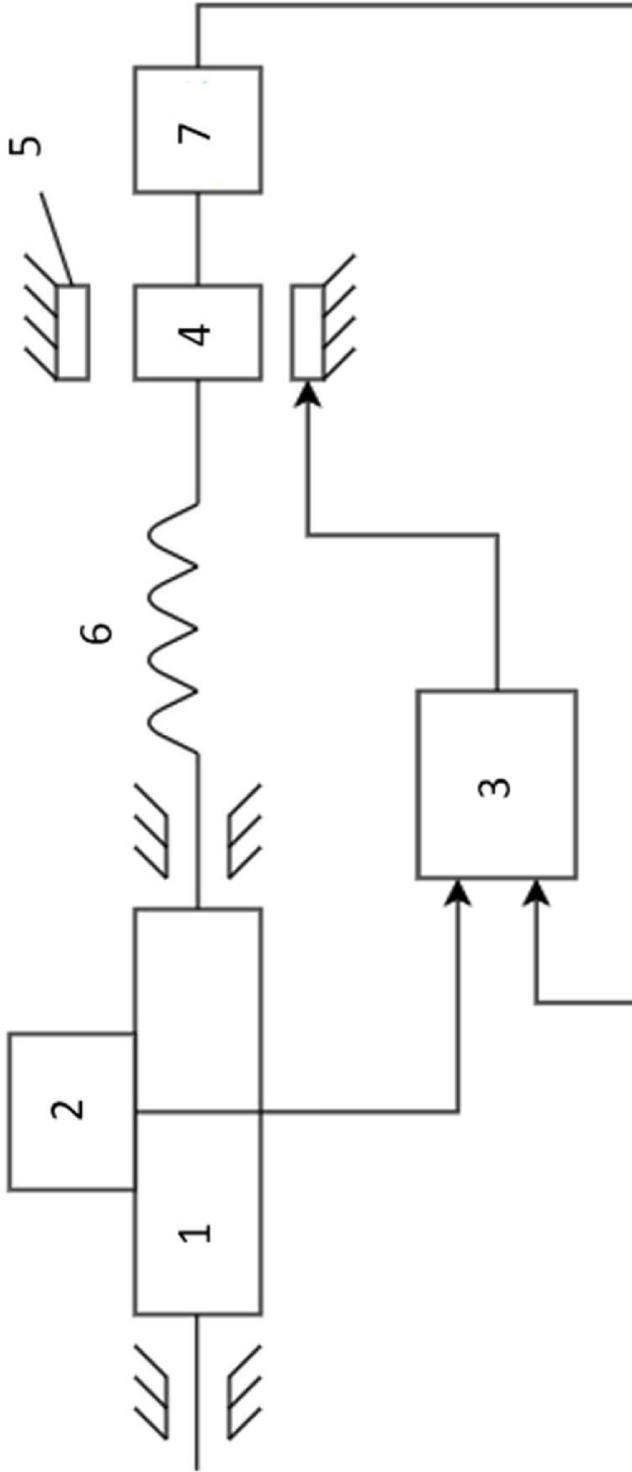


Рис.1

2

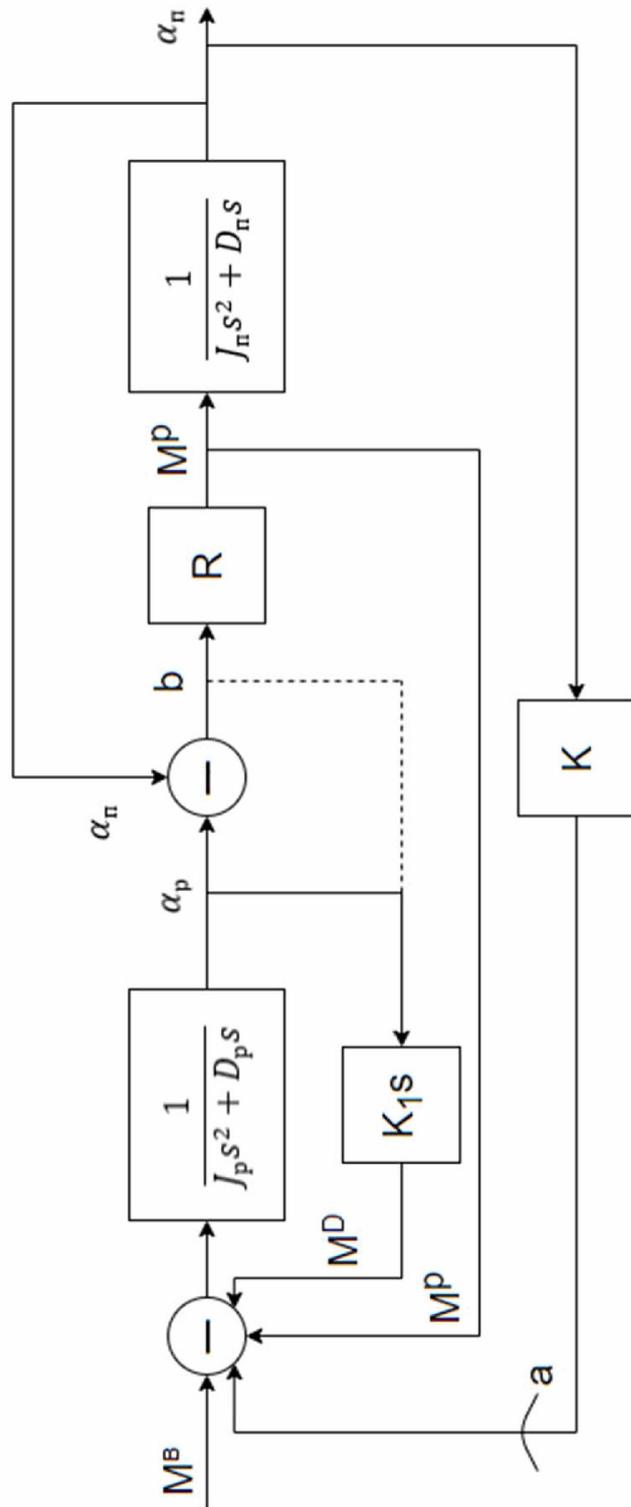


Рис.2

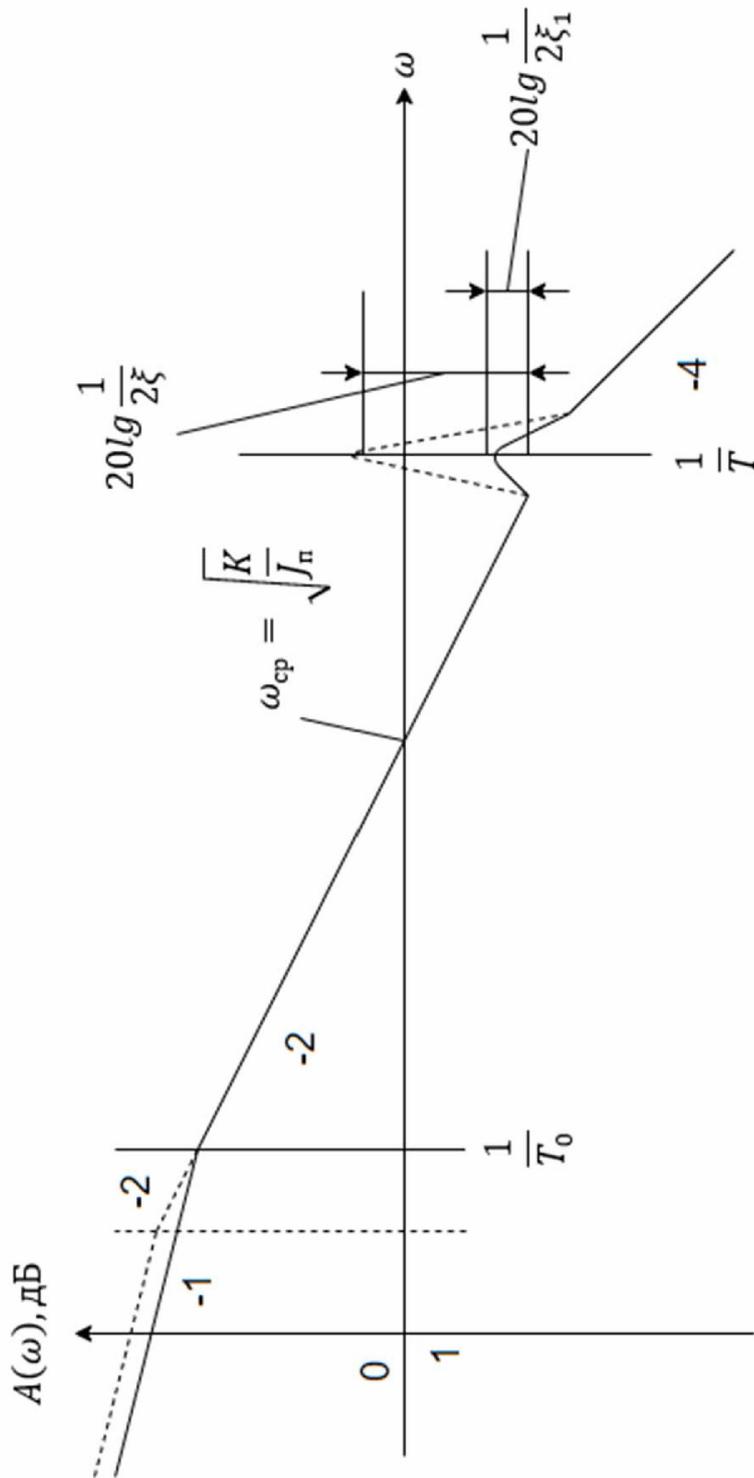


Рис.3