

О.М. БЕЗВЕСІЛЬНА, М.В. ІЛЬЧЕНКО

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

С.С. КОТЛЯР

ПАТ «НВО «КЗА»

## КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ПРИБАДОВИХ КОМПЛЕКСІВ СТАБІЛІЗАЦІЇ

У статті створено та наведено детальну класифікацію сучасних автоматизованих приладових комплексів стабілізації, яка систематизує принципи побудови сучасних стабілізаторів.

У статті розкрито принципи класифікації стабілізаторів: за об'єктом стабілізації, за кількістю площин стабілізації, за видом вимірюваної координати, за функцією гіроскопа, по типу виконавчого приводу, по типу регулювання, по типу схемо-технічного виконання.

Показано принцип роботи цифрової приладової системи вимірювання механічних параметрів та стабілізації за допомогою функціональної і структурної схем каналу автоматизованого приладового комплексу стабілізації.

Ключові слова: стабілізатор, приладовий комплекс стабілізації.

O.M. BEZVESILNA, M.V. ILCHENKO

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

S.S. KOTLIAR

PAC "RPA"KAP"

## CLASSIFICATION OF AUTOMATED STABILIZATION INSTRUMENT COMPLEXES

The article is devoted to automated instrument stabilization systems. The authors systematized and presented the classification of modern stabilizers.

High-precision automated instrument stabilization systems are used in light armoured vehicles, performing the functions of search acceleration, determining the coordinates of moving objects in extreme conditions; observation of ground, air and surface targets. Also promising is the use of automated instrumentation stabilization systems in aviation gravimetry for the exhibition of the axes of sensitivity of navigation sensing elements (gravimeters).

A characteristic feature of the development of modern technology is the improvement of technical characteristics of all instrumentation systems that are part of the product management system, including stabilizers.

This process is due to the transition to a digital element base, the use of new information sensors, new optoelectronic surveillance devices and the development of new circuit design solutions, which, in turn, increases the speed of equipment and its manoeuvrability due to greater automation.

The article reveals the principle of classification of stabilizers: by object of stabilization, by number of stabilization planes, by type of measured coordinate, by gyroscope function, by type of actuator, by type of regulation, by type of circuit design. The functioning of the digital instrumental system for measuring mechanical parameters and stabilization by means of functional and structural diagrams of the channel of the automated instrumental stabilization complex is shown.

The above is a new, more detailed classification of automated instrumentation stabilization systems, which systematizes the principles of construction of modern stabilizers.

Keywords: stabilizer, instrument stabilization complex.

### Вступ

Високоточні автоматизовані приладові комплекси стабілізації можуть використовуватись у легкій броньованій техніці (ЛБТ), виконуючи функції прискорення пошуку, визначення координат рухомих об'єктів (РО) в екстремальних умовах; спостереження за наземними, повітряними та надводними цілями. Також перспективним є використання автоматизованих приладових комплексів стабілізації в авіаційній гравіметрії для виставки осей чутливості навігаційних чутливих елементів (гравіметрів).

Аналіз приладового складу, структури та динамічних параметрів блоків відомих автоматизованих приладових цифрових комплексів стабілізації [1–5] показав, що для підвищення точності стабілізації та швидкодії резервів немає. Тому вимоги до точності засобів та методів вимірювання визначених вище механічних величин стабілізаторів стали значно вищими.

Досягнення високої точності таких комплексів стало можливим завдяки високій якості сучасних елементів гіроскопічної техніки і значному розвитку теорії гіроскопічних пристроїв, що розроблені Криловим А.Н., Булгаковим Б.А., Ішлінським О.Ю., Ройтенбергом Я.М., Рівкіним С.С., Павловим В.А., Поповим Є.Г., Лур'є А.І., Солодовніков В.В. та ін. Теорія лінійних і нелінійних систем наведення була розроблена Солодовніковим В.В., Чемодановим Б.К., Лакотой Н.А. Теорія цифрових слідкуючих приводів була розроблена Бесекерським В.А., Федоровим С.М. Теорія гіроскопічних систем стабілізації розроблена Павловським М.А., Пельпором Д.З., Одинцовим А.О., Самотокіним Б.Б., Бубликом Г.Ф., Безвесільною О.М., Збруцьким О.В., Рижковим Л.М., Бондарем П.М., Ривкіним С.С., Ройтенбергом Я.Н., Фабрикантом Е.А., Сайдовим П.І. Теорія оптимальних систем керування – Беллманом Р., Полянським В.Г., Граммером Р., Гостьовим В.І., Єськовим Д.І. та ін. [1–4].

Однак, у літературі недостатньо робіт, присвячених детальній класифікації сучасних автоматизованих приладових комплексів стабілізації (АКС), в яких було б розв'язано задачі підвищення їх

точності та швидкодії.

Тому **метою даної статі** є створення детальної класифікації сучасних автоматизованих приладових комплексів стабілізації, які мають значно більшу точність та швидкодію від відомих.

Характерною рисою розвитку сучасної техніки є покращення технічних характеристик всіх приладових комплексів, які входять до складу системи управління виробом або РО, у тому числі і стабілізаторів.

Цей процес обумовлений переходом на цифрову елементну базу, використанням нових сенсорів інформації, нових оптико-електронних приладів обзору місцевості та розробкою нових схемо-технічних рішень побудови техніки, що, у свою чергу, підвищує рівень швидкодії техніки та її маневреність за рахунок більшого рівня автоматизації управління.

З іншого боку, вимоги до точності, швидкодії систем управління та стабілізації, постійно підвищуються, що потребує їх удосконалення.

При цьому необхідно враховувати, що сучасні рухомі об'єкти мають значно більші швидкості, на них діють значно більші перевантаження та неконтрольовані механічні збурення: удари, вібрації (таблиця 1 [1]).

Таблиця 1

**Середні параметри коливань корпусу легкої броньованої техніки під час руху середнє-пересіченою місцевістю зі швидкістю до 20 км/год**

Види коливань	Кутові коливання		
	Амплітуда, град	Швидкість, %с	Частота, Гц
Повздовжні	2,5	8,25	1,1
Горизонтальні	1,2	1,6	0,6
Поперечні	1,8	6,3	0,8

Тому, вимоги до точності засобів та методів вимірювання визначених вище механічних величин стабілізаторів стали значно жорсткішими.

Науково-технічний прогрес у галузі автоматизованих приладових комплексів вимірювання механічних величин та стабілізації потребує удосконалення компонентів елементної бази системи керування, використання сучасних цифрових приладів вимірювання кутових швидкостей для покращення тактико-технічних характеристик стабілізаторів, які мають прийти на заміну аналоговим приладам.

Рішення зазначених задач становить предмет дослідження даної статі.

У багатьох наукових виданнях [1–3] наводяться окремі напрямки принципів побудови та класифікації стабілізаторів. Для правильного розуміння принципів побудови наведемо основні принципи їх класифікації (рис. 1):



**Рис. 1. Класифікація автоматизованих приладових комплексів стабілізації**

- 1) *за об'єктом стабілізації* – це об'єкт, положення якого стабілізується:
- стабілізатори головних приладів,
  - стабілізатори додаткових приладів,

- стабілізатори спеціальних приладів;
- 2) за кількістю площин стабілізації:
  - одноплощинні (стабілізатори тільки в одній, як правило, вертикальній площині),
  - двоплощинні (стабілізатори у двох, вертикальній та горизонтальній, площинах),
  - триплощинні (стабілізатори у вертикальній, горизонтальній площинах та по куту крену);
- 3) за видом вимірюваної координати:
  - позиційні (стабілізатори такого типу запам'ятовують задане положення (позицію) та вимірюють кутове відхилення горизонтального та вертикального каналів від заданого положення гіроскопічними датчиками кута);
- 4) за функцією гіроскопа:
  - силові (із стабілізуючим моментом, достатнім для стабілізації об'єкта),
  - індикаторні (з гіроскопічним приладом, що виконує функцію індикатора відхилення),
  - швидкісні (стабілізатори такого типу вимірюють тільки абсолютну кутову швидкість переміщення об'єкта, який стабілізується, за допомогою гіроскопічних датчиків абсолютної кутової швидкості - гіротахometrів);
- 5) по типу виконавчого приводу:
  - електромашинні (із стабілізуючим моментом, що створює електричний двигун),
  - гідравлічні (використовують стабілізуючий момент, що створює гідропривід);

- 6) по типу регулювання:
  - по відхиленню,
  - по збуренню,
  - комбіновані;
- 7) по типу схеми - технічного виконання:

- аналогові (виконані на транзисторах, резисторах, діодах),
- цифрові (виконані на цифрових мікропроцесорах з можливістю проведення перепрограмування без апаратного доопрацювання апаратури),
- комбіновані (в яких присутні цифрові та аналогові елементи схем).

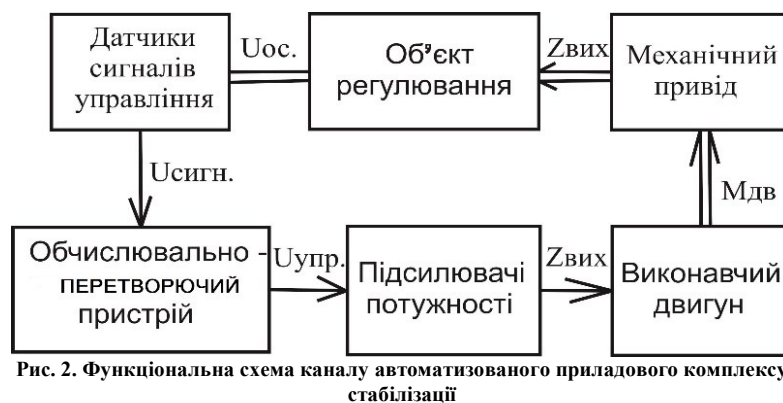


Рис. 2. Функціональна схема каналу автоматизованого приладового комплексу стабілізації

Крім того, є ще окремі типи – стабілізатори поля зору, які поділяються на стабілізатори із:
 

- спільною стабілізацією (або «залежною»), в яких блок, що стабілізується, пов'язаний (жорстко чи через кінематику) з приладом спостереження за місцевістю,
- автономною стабілізацією (або «незалежною»). В них до складу системи управління виробом (СУВ) вводиться прилад із стабілізованим полем зору (СПЗ) або стабілізованою лінією візування (СЛВ).

Стабілізатори, в тому числі і стабілізатори СВУ-500, як об'єкти автоматичного регулювання [3, 4], побудовані за класичною схемою, що включає в себе об'єкт регулювання та регулятор (рис. 2).

Виходячи зі схеми на рис.2, розглянемо, як основні елементи цієї схеми знайшли своє відображення у структурній схемі цифрової приладової системи вимірювання механічних параметрів та стабілізації (рис. 3).

Сигнал U СИГН. – сигнал з сенсорів інформації для автоматизованого приладового комплексу стабілізації. Це сигнал з датчиків кутової швидкості по каналу вертикального наведення ДКШ-ВН (ГТ46) та з ДКШ-ГН (ГТ46-01) по каналу горизонтального наведення.

Сигнал U УПР. – сигнал управління з обчислювача стабілізатора. Це сигнал з блоку управління БУ1022-04 (рис.3), що надходить на блоки керування двигуном БКД14-02 ГН (ВН).

Сигнал Zвих. – сигнал на вході двигуна. Це сигнал, що надходить з БКД14-02 на двигуни ЕДМ20М ГН(ВН).

Сигнал МДВ. – механічний обертаючий момент, що передається з валу двигуна на механічний привід – механізм повороту (механізм підйому) для усунення розузгодження між заданим положенням та поточним положенням об'єкта стабілізації.

Сигнал Uос – сигнал зворотного зв'язку по струму або напрузі. У стабілізаторі (рис. 3) одночасно використовуються обидва сигнали по струму та напрузі.

На підставі наведеного вище, робимо висновок, що регулятор – це комплекс приладів, датчиків та механізмів, що працює за заданою програмою та автоматично компенсує механічні впливи на об'єкт регулювання. Об'єкти регулювання – це механізми (блок наведення по каналу ВН та блок наведення по каналу ГН), в яких постійно регулюються вихідні характеристики Zвих.

**Висновки:** на основі викладеного вище, можемо сказати, що створено та наведено вище нову більш детальну класифікацію автоматизованих приладових комплексів стабілізації, яка систематизує принципи побудови сучасних стабілізаторів. Показано принцип роботи цифрової приладової системи вимірювання механічних параметрів та стабілізації за допомогою функціональної і структурної схем каналу автоматизованого приладового комплексу стабілізації.

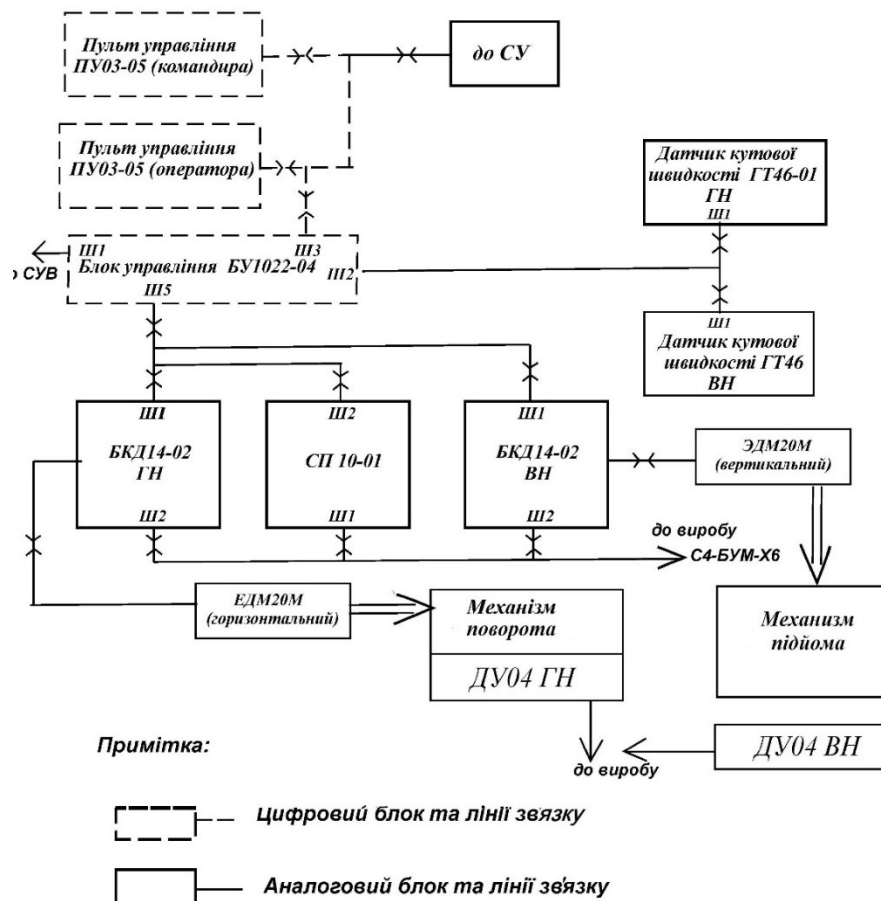


Рис. 3. Структурна схема цифрового приладового комплексу вимірювання механічних параметрів та стабілізації

## Література

1. Лепешинский И.Ю. Автоматические системы управления вооружением [Электроний ресурс] : учебное пособие / И.Ю. Лепешинский, П.М. Варлаков, Д.Н. Захаров, О.И. Чикирев. – Омск. – 2010. – Режим доступу : <http://mslstarussia.ru/forum/dowland/life.php?id=36773>.
2. Безвесільна О.М. Наукові, технологічні, організаційні та впроваджувальні основи створення нового комплексу стабілізатора озброєння легких броньованих машин : монографія / О.М. Безвесільна, В.Г. Цірук. – Київ : НПО «Пріоритети», з грифом ЖДТУ, 2015. – 176 с.
3. Оптимізація, ідентифікація, алгоритмічна обробка параметрів чутливих елементів стабілізатора легкої броньованої техніки : монографія / О.М. Безвесільна, В.Г. Цірук, С.П. Малярів, Л.О. Чепук. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – 217 с.
4. Системи наведення та стабілізації озброєння : монографія / О.М. Безвесільна, В.П. Квасніков, В.Г. Цірук, В.В. Чиковані. – Київ : ЖДТУ, 2014. – 176 с.
5. Bezvesilna O. Devising and introducing a procedure for measuring a dynamic stabilization error in weapon stabilizers / O. Bezvesilna, O. Petrenko, V. Halytskyi, M. Ilchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Information and controlling system. – Kharkiv, 2020. – № 1/9(103). – P. 39–45.

## References

1. Lepeshinskij I.Yu. Avtomaticheskie sistemy upravleniya vooruzheniem [Elektronij resurs] : uchebnoe posobie / I.Yu. Lepeshinskij, P.M. Varlakov, D.N. Zaharov, O.I. Chikirev. – Omsk. – 2010. – Rezhim dostupu : <http://mslstarussia.ru/forum/dowland/life.php?id=36773>.
2. Bezvesilna O.M. Naukovi, tehnolohichni, orhanizatsiini ta vprovadzhuvalni osnovy stvorennia novoho kompleksu stabilizatora ozbroiennia lehkikh bronovanykh mashyn : monohrafiia / O.M. Bezvesilna, V.H. Tsiрук. – Kyiv : NPO «Priorityty», z hryfom ZhDTU, 2015. – 176 s.
3. Optymizatsiia, identyfikatsiia, alhorytmichna obrobka parametriv chutlyvykh elementiv stabilizatora lehkoj bronovanoi tekhniki : monohrafiia / O.M. Bezvesilna, V.H. Tsiрук, S.P. Maliarov, L.O. Chepiuk. – Zhytomyr : ZhDTU, 2015. – 217 s.
4. Systemy navedennia ta stabilizatsii ozbroiennia : monohrafiia / O.M. Bezvesilna, V.P. Kvasnikov, V.H. Tsiрук, V.V. Chykovani. – Kyiv : ZhDTU, 2014. – 176 s.
5. Bezvesilna O. Devising and introducing a procedure for measuring a dynamic stabilization error in weapon stabilizers / O. Bezvesilna, O. Petrenko, V. Halytskyi, M. Ilchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Information and controlling system. – Kharkiv, 2020. – № 1/9(103). – P. 39–45.

Надійшла/Paper received : 30.03.2021 р. Надрукована/Printed : 02.06.2021 р.