

## **ГЛІСАДНІ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ПОСАДКИ ГЕЛІКОПТЕРА НА ПАЛУБУ ТА ЇХ ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

### **Вступ**

При використанні гелікоптерів на кораблях, плавучих нафтовидобувних платформах тощо існує багато проблем, пов'язаних з безпекою польотів, що мають бути вирішені. Одним з них є достовірна траєкторія заходу на посадку. Для видачі інформації пілоту щодо положення літального апарату відносно глісади використовуються різні системи, в тому числі оптико-електронні. До таких систем висуваються певні вимоги, які з часом змінюються та уточнюються [1].

Більшість подібних систем встановлюється на військові кораблі, тому інформація про більшість з них майже відсутня. Але з тих даних, що доступні, можна зробити висновки щодо напрямку розвитку індикаторів глісади та їх основних характеристик. При аналізі існуючих зразків спостерігається тенденція заміни джерел випромінювання на більш сучасні, змінюються способи формування кольорових променів у просторі задля зменшення маси та габаритів тощо [2].

### **Постановка задачі**

Дослідити історію виникнення та розвитку існуючих зразків оптико-електронних систем посадки гелікоптера на палубу, зробити їх аналіз та порівняльну характеристика. В результаті, мають бути визначені основні вимоги до індикатора глісади для подальшої розробки сучасного зразка системи, що розроблюється в рамках програми «Український корвет».

### **Основна частина**

Гелікоптер все більше стає складовою частиною сучасних надводних кораблів і суден різного призначення, надаючи їм зовсім нові якості, підвищуючи їх ефективність. Розвідник льодової обстановки, провідник караванів суден, кран, що літає і дозволяє без заходу в порт робити розвантаження судів, швидка допомога на морських просторах та багато інших функцій, які виконує гелікоптер, перебуваючи на озброєнні кораблів і суден, роблять його незамінним засобом у сучасному флоті.

Одним з питань забезпечення сумісності гелікоптера з кораблем є вірний вибір траєкторії заходу на посадку та злету гелікоптера з палуби корабля. На відміну від аеродромних умов траєкторія заходу гелікоптера

для посадки на палубу відбувається над водною поверхнею; літальний апарат на кінцевому етапі посадки знаходиться на певній відстані від борту корабля та не має жодних перешкод для завершення льотного завдання.

Траєкторія спуска гелікоптера при посадці на корабель, яка називається *глісадою*, обирається досить крутою (від  $4^\circ$  до  $10^\circ$ ) відносно горизонту. Така глісада необхідна для більш точного розрахунку посадки пілотом гелікоптера на корабель, а також для збереження певного енергетичного рівня в момент відмови двигуна [1-4]. Іншими словами, в результаті польоту по глісаді літальний апарат попадає в зону приземлення над злітно-посадковою площадкою. Для вирішення цієї задачі було створено багато систем, в тому числі оптико-електронних. Оптико-електронна система, що дає візуальну інформацію пілотові при підльоті про правильність положення гелікоптера відносно глісади, називається *індикатором глісади*. Для виключення впливу бортової і кільової хитавиці носія на положення візуальної осі приладу в просторі використовуються системи стабілізації.

Дослідимо історію виникнення індикаторів глісади, тенденції їх розвитку та сформуємо вимоги до сучасних зразків даної техніки.

Оптико-електронні системи, що служать для посадки літального апарата на обмежену площадку (кораблі з одиночним базуванням, морська бурова платформа тощо), забезпечують відносну круту глісаду відносно горизонту, компактні по конструкції, а розмір зони посадки зазвичай не більше 15x15 метрів.

Індикатор глісади формує в просторі три горизонтальні кольорові смуги (рис. 1.), що постійно випромінюють та прилягають одна до одної. Візуальна вісь центральної смуги збігається із глісадою, смуга над нею – “вище глісади”, під центральною – “нижче глісади”. Спостерігаючи певний колір випромінювання, пілот робить висновок щодо вірності положення гелікоптера й змінює висоту польоту при відхиленні. Для коректного заходу на посадку літальний апарат має знаходитися в центральній зоні.

Кут розкриву випромінювання в горизонтальній площині для різних систем у середньому становить від  $15^\circ$  до  $40^\circ$ . Для випадків, коли використовується пілотом прилад нічного бачення, для розрізнення зон використовується модуляція випромінювання (миготіння). Звичайно зона “на глісаді” - постійного світіння, “вище глісади” – з низькою частотою миготіння (до 2 Гц), “нижче глісади” – з високою частотою (5-10 Гц). Конфігурація світлових смуг (кольори, кути, модуляція та ін.) для деяких систем може встановлюватися на заводі виробника індивідуально на вимогу замовника.

Уперше схожа система під назвою «нова світлотехнічна система нічної посадки VLA» (Visual Landing Aids) була випробувана в 80-х роках ХХ століття на англійському авіаносці «Гермес». Незабаром її

випробування було продовжено на американському універсальному кораблі «Тарава». Система VLA складається з трьох елементів: індикатор горизонтального заходу по глісаді НАРІ, пробліскового індикатора заходу на посадку PCOLS, індикатора положення гелікоптера в режимі бачення НІР.

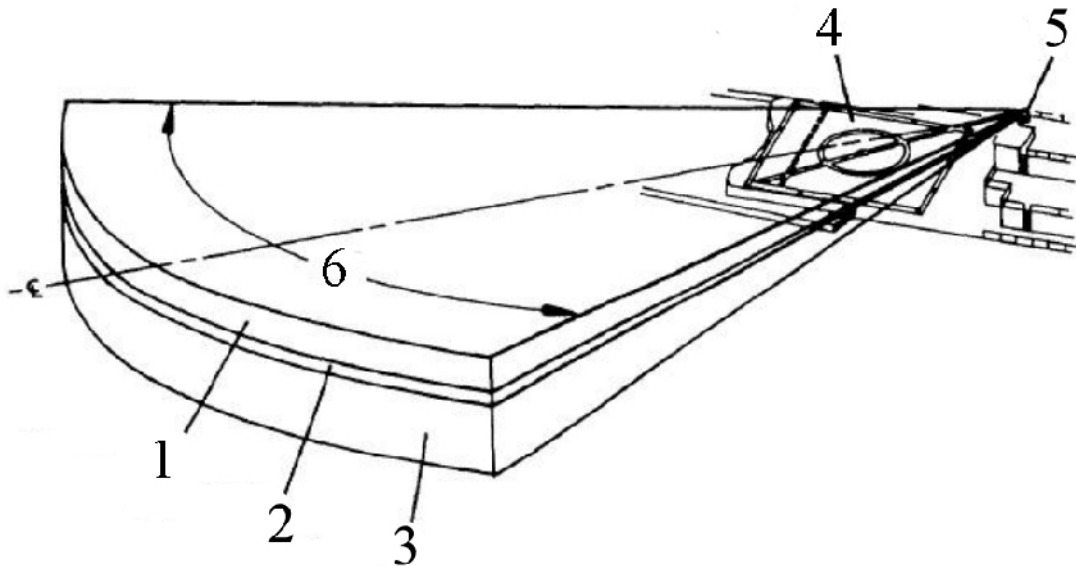


Рис. 1. Принцип роботи індикатора глісади

1- «вище глісади»; 2 – «на глісаді»; 3 – «нижче глісади»; 4 – злітно-посадкова площадка; 5 – індикатор глісади; 6 – розкриття випромінювання в горизонтальній площині

Індикатор НАРІ, що має два кольори випромінювання, показує льотчикові місцезнаходження щодо оптимальної глісади. Він складається із двох вогнів, розташованих по лівому борту корабля на відстані 91,5 м один від одного, кожний з яких стабілізований по хитавиці і розділений на дві зони. Якщо пілот буде входити в зону дії вогнів нижче заданої глісади, то він побачить червоний вогонь над червоним, якщо вище, то білий вогонь над білим. При заході по оптимальній глісаді льотчик бачить білий вогонь над червоним. Дана система дотепер використовується на кораблях НАТО, але незважаючи на неодноразову модернізацію, все ще далека від досконалості й не відповідає повністю вимогам безпеки польотів.

Одна з перших подібних систем, що одержала широке поширення й дотепер використовується, є стабілізована система індикатора глісади (SGSI) (рис. 2, а) розроблена компанією TM Systems [5].

Деякі характеристики зазначеного приладу та інших наведені в табл. 1.

При використанні цієї системи пілотові необхідно постійно бачити жовтий колір, для чого він повинен змінювати висоту польоту гелікоптера, якщо потрібно, корегуючи положення літального апарату відносно глісади для посадки на злітно-посадкову площадку. Для компенсації бортової й

кільової хитавиці використовується електрогидравлічна система стабілізації.

Формування пучків світла відбувається в такий спосіб (рис. 3, *a*). Випромінювання від лампи розжарювання, проходячи через скляний розсіювач, попадає на шторки, які виконують роль діафрагми. Далі зображення шторок проектується в нескінченність лінзами Френеля



*a)*



*б)*



*в)*



*г)*



*д)*



*е)*

Рис. 2. Індикатори глісади

*a)* SGSI, TM Systems, США; *б)* ZA710/5, ALSTOM, США; *в)* SGSI, Aeronautical&General Instruments Ltd (AGI); *г)* цифровий індикатор глісади, CILAS, Франція; *д)* SGPI, Calzoni, Італія; *е)* індикатор

глісади, ЗАТ «Науково-технічний центр «Альфа-М», РФ

проходячи триколірні двояковипуклі лінзи, які, в свою чергу, “розкривають” випромінювання на  $40^\circ$  (рис. 3, б).

Це одна з перших систем, що добре зарекомендувала себе на практиці (після декількох модернізацій, використовується дотепер). Головними недоліками даної системи є недовговічність ламп розжарювання, складність обслуговування електрогідравлічної системи стабілізації й складне завдання відводу надлишкового тепла з корпусу, а також значні габарити й маса.

Слід зазначити, що в різних країн-членів НАТО різні схеми сигнальних колірних секторів. Їх можна знайти в матеріалах робочої групи **NATO HOSTAC WG** з питань організації, виконання й забезпечення польотів гелікоптерів з кораблів, що не є авіаносцями (редакція 2007р.).

Пізніше компанією ALSTOM, США [6], був розроблений індикатор глісади ZA710/5 (рис. 2, б), який використовується дотепер на деяких кораблях. Він також формує три кольорових пучки світла. Але на відміну від попередньої для втримання гелікоптера на глісаді пілот повинен постійно спостерігати зелений колір випромінювання, а жовтий є ознакою знаходження літального апарата над глісадою. Як джерела випромінювання також використовуються лампи розжарювання. Технічні характеристики цього індикатора наведені в табл. 1. До недоліків даної системи можна віднести використання ламп розжарювання в якості джерел світла й маятникова система стабілізації.

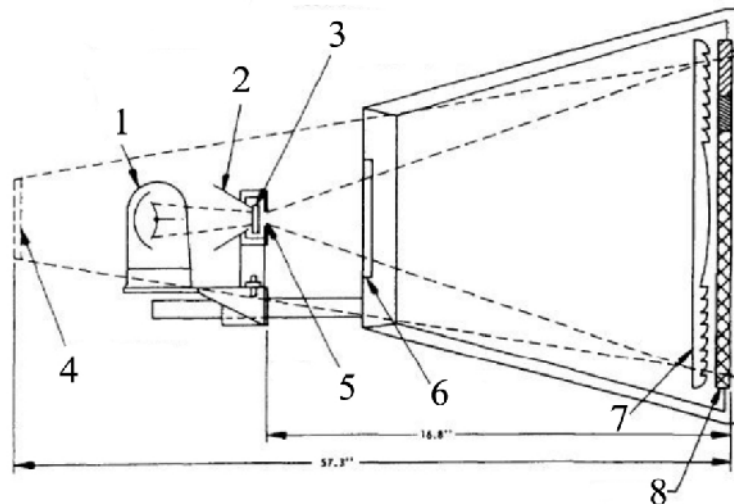
Компанія Aeronautical & General Instruments Ltd (AGI) розробила систему візуального наближення HELIVAS [7], в яку входить стабілізований індикатор глісади (SGSI) (рис. 2, в). Цей прилад уже має систему прямої трьохвісної стабілізації для компенсації кильової й бортової хитавиць. Має більшу силу світла (номінальна  $32000 \text{ кд/м}^2$ ), більш чіткий поділ кольорів світла на виході, що налаштовується для нічних операцій і сумісності з авіаносцями. Дальність видимості при метеорологічних дальностях 800 м і 7400 м - 1370 м і 5800 м, відповідно. Точність стабілізації  $\pm 2'$ , що відповідає 1,2 м на 2 км. Система застосовується ВМС Великобританії вже більше 7 років.

Оскільки в різних країнах свої стандарти для індикаторів глісади, за бажанням замовника, модульна конструкція системи дозволяє на заводі виробника встановити потрібну геометрію світлового пучка з необхідним кольором, що спостерігається пілотом. Це дозволяє не перевчати пілотів при зміні системи.

До останніх розробок таких приладів слід віднести дві схожі системи: цифровий індикатор глісади розроблений компанією CILAS, Франція

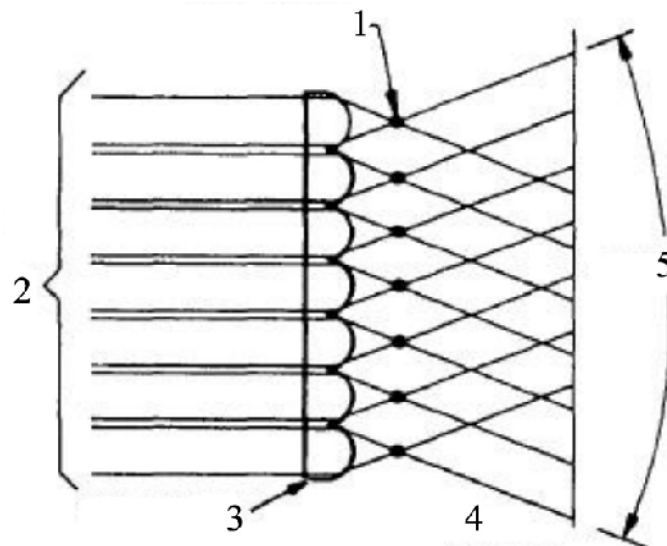
(рисунок 2,г) [9] і стабілізований індикатор глісади (SGPI), розроблений компанією Calzoni, Італія (рис. 2, д) [8].

Робота обох цих приладів заснована на світлодіодних технологіях і волоконно-оптичному з'єднувачі. Використовується двовісна система стабілізації. По азимуту розкриття пучка світла в них не менш 30°, а дальність спостереження перевищує 10 миль.



*a)*

1 – лампи розжарювання з дзеркальним рефлексом; 2 – рефлектори (3 пари); 3 – скляний розсіювач; 4 – віртуальне зображення шторки; 5 – шторки; 6 – скляне вікно; 7 – лінзи френзеля; 8 – трьохколірні двояковипуклі лінзи



*б)*

1 – фокус; 2- світло від множини джерел випромінювання; 3- вид зверху двояко випуклих лінз; 4 – діапазон по азимуту; 5 - розкриття випромінювання в горизонтальній площині

Рис. 3. Принцип роботи системи SGSI:

- а) спрощена функціональна схема;
- б) принцип дії двояковипуклих лінз

У Російській Федерації ЗАТ «Науково-технічний центр «Альфа-М» був розроблений і виготовлений індикатор глісади на основі світлодіодів (рисунок 2,е) [10]. Дана система з маятниковою системою стабілізацією встановлена на корветі «Стерегущий»

Зазначена система розроблена з використанням надпотужних світлодіодів з наступним формуванням необхідної індикатрисипроменювання на виході приладу. А кількістю джерел випромінювання домоглися потрібної сили світла. Вбудовані блоки керування контролюють частоту миготіння і рівень вихідного випромінювання, для запобігання осліплення пілота. Схема сигнальних кольорових секторів показана на рис. 4.

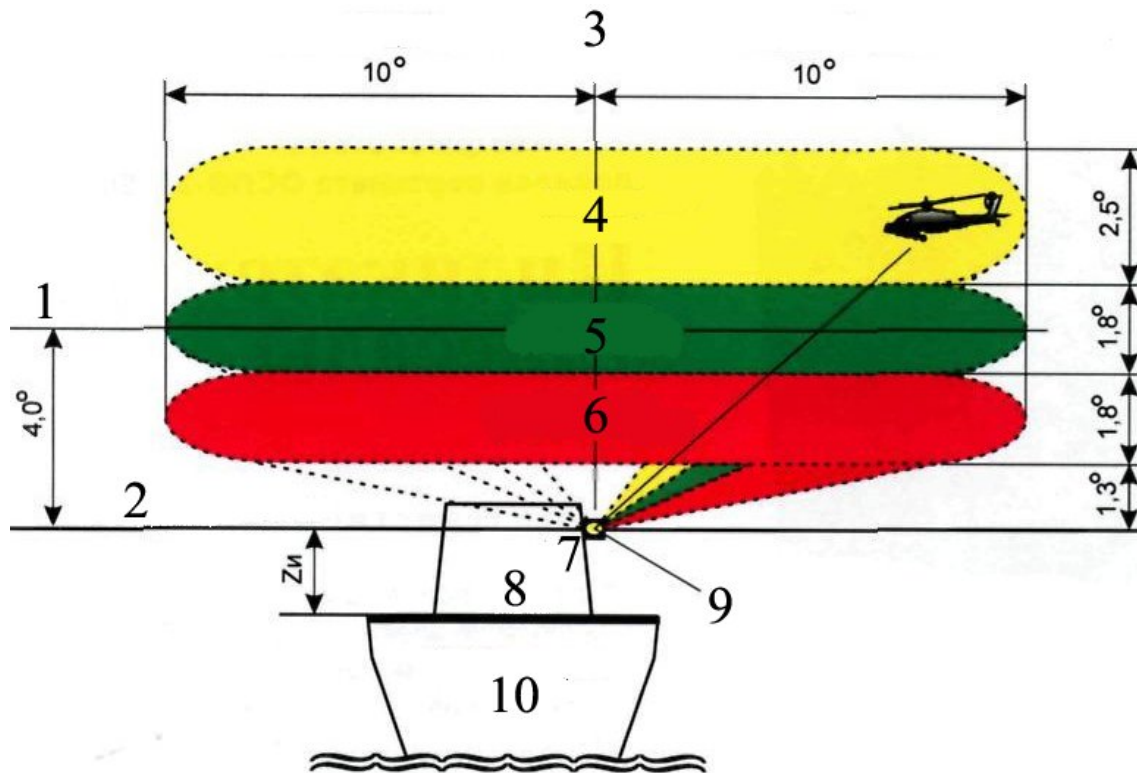


Рис. 4. Кольоровий та кутовий розподіл випромінювання індикатора глісади ЗАТ «Науково-технічний центр «Альфа-М»

- 1- рівень глісади; 2 – лінія горизонту ІГ; 3 – площина глісади ІГ; 4 – жовтий («вище глісади»); 5 – зелений («на глісаді»); 6 – червоний («нижче глісади»); 7 – ІГ; 8 – злітно-посадкова площадка; 9 – вогонь, що бачить пілот; 10 – Корма корабля(умовно)

На Міжнародному морському салоні в Санкт-Петербурзі в 2007 році ЗАТ «Науково-технічний центр «Альфа-М» був представлений індикатор глісади із тривісною системою стабілізації.

ДП НДІ «Квант» у рамках програми «Український корвет» проводиться розробка індикатора глісади із тривісною системою стабілізації. У цьому напрямку були досягнуті значні успіхи, проведені польові випробування макетів і все підготовлено для виготовлення серійного зразка.

З вище наведеного робимо висновок, що головні функції індикатора глісади - це проектування випромінювання з потрібною силою світла, кольоровим розподілом і геометрією пучків та стабілізація від бортової й кильової хитавиці корабля.

## **Висновки**

Проаналізувавши існуючі індикатори глісади можна визначити певні вимоги до сучасного зразка вказаного приладу:

- 1) дальність бачення – не менше 4 км (при МДВ 25 км)
- 2) джерело випромінювання – надпотужні світлодіоди;
- 3) має бути пряма тривісна стабілізація положення вогнів у просторі;
- 4) мала маса та габарити;
- 5) по можливості для формування вихідного випромінювання використовувати волоконно-оптичні технології для зменшення габаритів формуючої оптики;
- 6) має бути можливість налаштування кольорів та кутів випромінювання за бажанням замовника на заводі-виробника;
- 7) простота в використанні та обслуговуванні.

З моменту появи гелікоптерів на кораблях, будь-то авіаносці, вертольотоносці, фрегати, корвети й т.п. розробники оптико-електронних систем запропонували багато різних глісадних систем для забезпечення безпечного заходу на посадку літальних апаратів на палубу носія. Спочатку це були досить громіздкі й незручні у використанні системи з досить слабкими характеристиками. Згодом нові технології вносили свій внесок у розробку цих приладів. Сучасні прилади вже використовують світлодіодні й волоконно-оптичні технології, мають точну систему стабілізації, мають більший строк служби, меншу масу й підвищену надійність. І надалі глісадне оптико-електронне устаткування буде вдосконалюватися для забезпечення нових вимог до зазначених систем.

Перспективи подальшого дослідження пов'язані з розробкою методів проектування оптичної системи індикатора глісади, який задовольняє сучасним вимогам.

## **Список використаної літератури**

1. Соковиков Ю.Г. Застосування вертольотів з авіанесучих кораблів / Ю.Г. Соковиков - М. : Військове видавництво, 1989. - 180с.



2. Володько А. М. Вертоліт в ускладнених умовах експлуатації: учбово-методичний посібник/ А.М. Володько - М. : КДУ, 2007.-232 с.;табл. – ISBN 978-5-98227-296-6  
“Сертифікаційні вимоги до цивільних аеродромів України” Наказ Державіаслужби України від 17 березня 2006 р., № 201. – Режим доступу :  
[www.pvt-service.com.ua/img/UserFiles/certification\\_requirements.doc](http://www.pvt-service.com.ua/img/UserFiles/certification_requirements.doc)
3. Загальні авіаційні вимоги до засобів забезпечення вертольотів на судах і піднятих над водою платформах (ОАТ ГА-90). – Режим доступу :  
<http://law.rufox.ru/view/19/93003076.htm>
4. Матеріали представлені на сайті фірмою TM Systems. Режим доступу :  
<http://www.apitech.com/products/stabilized-glide-slope-indicator-system-sgsi>
5. Матеріали представлені на сайті фірмою ALSTOM. Режим доступу :  
[http://www.power.alstom.com/\\_looks/alstom/frontofficeScripts/index.php?languageId=EN&dir=/home/equipment\\_systems/airfieldlighting/offshorehelipadlighting/](http://www.power.alstom.com/_looks/alstom/frontofficeScripts/index.php?languageId=EN&dir=/home/equipment_systems/airfieldlighting/offshorehelipadlighting/)
6. Матеріали представлені на сайті фірмою Aeronautical&General Instruments Ltd. Режим доступу :  
[http://www.goqpi.com/products/navy/helivas\\_glide.html](http://www.goqpi.com/products/navy/helivas_glide.html)
7. Bertin D. Glide Path Indicator and Visual Landing Aids for Offshore Platforms / D. Bertin, V. Rossi. - Exploration & Production – Oil & Gas review 2009 – Volume 7 Issue I/ Режим доступу :  
[http://www.touchoilandgas.com/suppliers/21810/attatchments/87/calzoni\\_web\\_hr.pdf](http://www.touchoilandgas.com/suppliers/21810/attatchments/87/calzoni_web_hr.pdf)
8. Матеріали представлені на сайті фірмою CILAS. Режим доступу :  
<http://www.cilas.com/glide-slope-indicator-helicopter-visual-landing-aids.htm>
9. Матеріали представлені на сайті ЗАТ «Науково-технічний центр «Альфа-М». Режим доступу : <http://www.alpha-m.su>