

О.О. Чужа, к.т.н., доцент,  
О.Г. Ситник, к.т.н., доцент.,  
(Національний авіаційний університет, Україна, м. Київ)

## ВІЗУАЛЬНІ ОПТОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ПОСАДКИ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Розглянуто новітні методи та засоби здійснення посадки літаків із застосуванням візуальних лазерних систем посадки в простих та складних метеоумовах.

За статистикою, найбільша кількість льотних подій виникає при заході на посадку та приземленні (рис. 1). Однією із причин такої високої аварійності

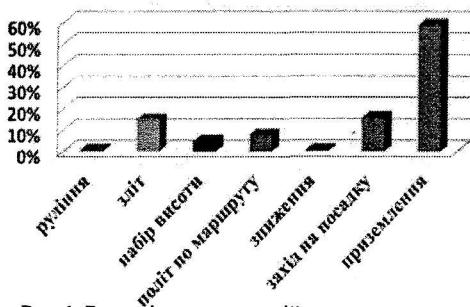


Рис. 1. Розподіл льотних подій за етапами польоту

є недоліки курсо-глісадних систем посадки (ILS), до яких можна віднести неточності виведення літака для приземлення пов'язані із інтерференцією радіохвиль та вплив метеоумов. Безпосереднє приземлення виконуються тільки пілотом по візуальним орієнтирами починаючи з точки прийняття рішення, незалежно від правил виконання польоту на початку заходу на посадку. Якщо з

даної точки пілот візуальних орієнтирів не бачить необхідно виконати повторний захід на посадку. Більшість льотних подій при посадці виникає із за безпечності екіпажу, коли в умовах поганої видимості екіпаж покладається на показання приладів та радіотехнічних систем посадки нехтуючи встановленим візуальним контакту з орієнтирами ЗПС після проходження точки прийняття рішення (рис. 2). Чим раніше настає візуальний контакт пілота з наземними орієнтирами підходу до ЗПС, тим більше часу він має для усунення похибок заходу. Це особливо важливо для швидкісних і важких повітряних суден, що відрізняються високими швидкостями підходу до початку вирівнювання і високої інертністю.

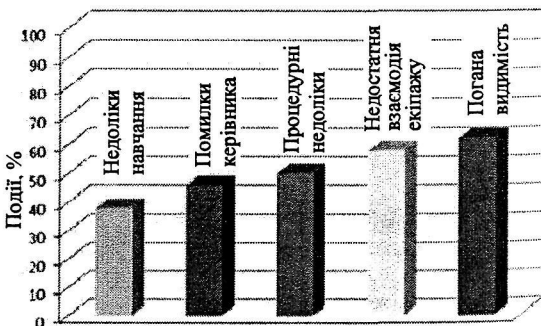


Рис. 2. Причини льотних подій при заході на посадку.

Найбільш ефективним шляхом вирішення задачі підвищення безпеки посадки літальних апаратів в різних метеоумовах і за наявності радіоелектронних перешкод, є побудова візуальних оптичних систем на основі впровадження сучасних лазерно-радіотехнічних технологій.

Одними з перших у 1932 році світлотехнічну систему візуальної посадки застосували японські інженери для посадки літаків на авіаносці. В подальшому подібні системи застосували майже всі провідні держави світу. Подальший розвиток світлотехнічна система посадки отримала при застосування лазерних випромінювачів.

Основними властивостями лазерного випромінювання у порівнянні з традиційними світловими орієнтирами, є висока спектральна яскравість, мала кутова розбіжність пучка випромінювання та підвищена проникаюча здатність в умовах поганої видимості (туман, дощ, снігопад і т.д.). На даний час відомі кілька типів візуальних лазерних систем посадки (ВЛСП), які можна розділити на системи орієнтації з використанням розсіяного лазерного випромінювання (системи посадки першого типу) та системи, засновані на безпосередньому спостереженні прямого лазерного випромінювання (системи посадки другого типу).

До систем посадки першого типу відносяться лазерні курсоглісадні системи, в яких використовується ефект розсіювання вузько-направленого лазерного випромінювання в атмосфері на молекулах газів, аерозольних частинках, на неоднорідностях, викликаних турбулентним рухом повітря.

Орієнтація ПС в такій системі виконується за рахунок спостереження пілотом вузьконаправлених лазерних променів, що символізують лінії курсу та глісади (рис. 3). Це дозволяє льотчику однозначно визначити положення літака на посадковій траєкторії. У 70-х роках в СРСР була розроблена лазерна систем посадки першого типу «Глісада», пізніше її модифікації - «Координата-Л», «Глісада-М». В даний час ця лазерна курсоглісадна система посадки (ЛКГСП) під шифром "Сталкер-ЛКГСП" проходить дослідну експлуатацію.

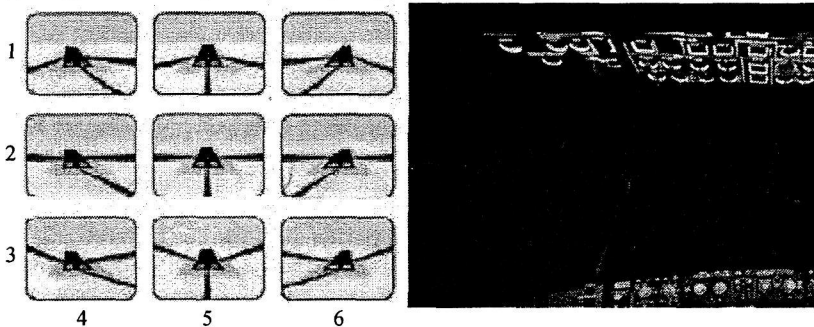


Рис. 3. Принцип заходу на посадку по лазерній системі посадки «Глісада-М».

- 1 – вище лінії глісади; 2 – по центру глісади; 3 – нижче лінії глісади;
- 4 – лівіше лінії курсу; 5 – по лінії курсу; 6 – правіше лінії курсу.

Завданням пілота, який виконує захід на посадку з використанням вказаної системи є утримання повітряного судна в межах глісадного коридору

між бічними глісадними променями, безпосередньо над курсовим променем. При цьому положення бічних променів системи гарантує попадання повітряного судна на ЗПС при відсутності видимості самої смуги. Така система істотно спрощує захід на посадку в простих і складних метеоумовах в сутінках і вночі. До недоліків такої системи слід віднести неможливість її використання при заході на посадку вдень, особливо при сонячній погоді на фоні яскраво освітленої поверхні землі (через втрату контрастності), а також у складних метеорологічних умовах у хмарах і в зливових опадах (розсіюване лазерне випромінювання значно послаблюється водяним середовищем). Цим пояснюється необхідність обов'язкового застосування даної системи в комплексі з радіолокаційною системою посадки (РСП). Крім того, лазерна система такого типу є чисто інформаційною системою і не забезпечує сполучення з бортовою системою управління повітряного судна тому автоматизація заходу на посадку, а також контроль з землі за заходом на посадку повітряного судна за допомогою такої системи неможливі.

До другого типу лазерних систем посадки відноситься лазерна триколірова система посадки, заснована на спостереженні прямого лазерного випромінювання напівпровідникових лазерів (рис. 4).



Рис. 4. Варіанти спостережень пілота та диспетчера при посадці.

Основним елементом такої системи посадки є скануючий напівпровідниковий лазер з електронним накачуванням, який забезпечує одночасне висвітлювання триколірної курсоглісади у вигляді просторового керованого світлового коридору і оптичну локацію в кожній кольоровій зоні глісади. Для формування трьох кольорових зон в такій системі застосовується лазерне випромінювання трьох діапазонів довжин хвиль: 0,51-0,53 мкм (зелений); 0,56-0,58 мкм (жовтий) та 0,63-0,66 мкм (червоний).

Пряме лазерне випромінювання у порівнянні із звичайними джерелами світла має підвищену проникність через різноманітні шари атмосфери тому дальність його виявлення перевищує метеорологічну дальність видимості в 3-4 і більше разів (рис. 5).

Крім підвищеної дальності видимості лазерні системи посадки другого типу можуть застосовуватися цілодобово та забезпечують:  
 – захід на посадку в складних метеоумовах при мінімумі погоди та по метеомінімумам II і III категорій ІКАО;

- мінімальну споживчу потужність (напруга живлення - 27 В);
- використання в якості мобільної посадкової системи;
- можливість диспетчеру в автоматичному режимі, одержувати інформацію про відстань до ВПП та положення (відхилення від глісади) повітряного судна, що йде на посадку;
- можливість використання в складі автоматизованої системи керування повітряним рухом;
- можливість застосування з відповідним бортовим обладнанням для напівавтоматичного заходу на посадку.

### Висновки

Підвищення безпеки заходу на посадку та приземлення повітряних суден потребує застосування комплексних систем посадки, що поєднують радіотехнічні системи типу MLS на етапах зниження і входження на глісаду до точки прийняття рішення та візуальних лазерних систем посадки, які дозволять пілоту виправити похибки радіотехнічної системи та орієнтуватися в умовах обмеженої видимості при заході на посадку без візуального контакту із ЗПС.

Найбільш перспективною являється лазерна триколіорова система посадки, яка має широкий спектр можливостей застосування, дозволяє диспетчерським службам контролювати рух літака по глісаді та має перспективу застосування в системах автоматичної посадки.

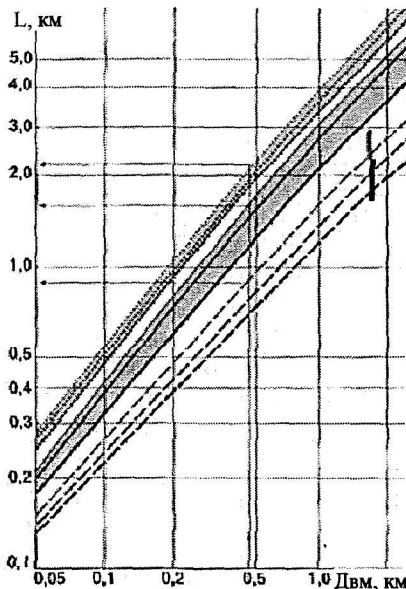


Рис. 5. Експериментальна дальність (L) виявлення прямого кольорового лазерного випромінювання при різних значеннях метеорологічної дальності видимості (Двм).

### Список літератури

1. Информационный документ ФГУП «НИИ «Экран»: Визуальная лазерная система посадки летательных аппаратов «Глиссада», Самара, 2008.
2. Олихов И.М., Косовский Л.А. Мобильная лазерная трехцветная навигационная система. Надежность в экстремальных ситуациях. - Электроника: Наука, Технология, Бизнес, 1999, № 3, с. 46-49.