

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни «Авіоніка»
вибіркових компонент
освітньо – професійної програми першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти

***272 Авіаційний транспорт
(Аеронавігація)***

**за темою № 2 - Основні параметри наземних радіонавігаційних засобів
обслуговування польотів**

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.23 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.23 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.23 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023 № 1

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Стущанський Ю.В.

Рецензенти:

1. К.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Шмельов Ю.М.
2. Заступник директора з ОЛР, командир авіаційного загону ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Гетьман Ю.Ю.

План лекції:

1. Системи посадки, склад та функціонування обладнання забезпечення посадки ПС
2. Розміщення радіотехнічних та радіолокаційних систем на аеродромі.
3. Наземне світлотехнічне обладнання, призначення можливості, основні комплекти світлотехнічного обладнання аеропортів.

Рекомендована література:

Основна

1. В.П. Харченко, І.В. Остроумов. Авіоніка. Навчальний посібник. К.: НАУ, 2013.-272с.
2. О.О. Чужа. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.:НАУ, 2017. – 264с.;
3. В.О. Рогожин. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с
4. В.П. Харченко Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П. Харченко, В.І.Чепіженко, А.А.Тунік, С.В.Павлова. – К.: ТОВ «Абрис-принт», 2012. – 464 с.
5. А.В. Скрипець. Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.;
6. А.П. Бамбуркін, В.Н. Неделько, М.І. Рубец. Аеронавігаційні радіотехнічні системи. Навчальний посібник/ Під.ред. М.І. Рубця — Кіровоград. Вид-во ГЛАУ, 2002.- 520с.
7. Ю.В. Стуцанський. Комп'ютерні інтегровані системи авіоніки. Навчальний посібник. КЛК НАУ. 2011. – 182 с.

Допоміжна

1. Керівництво з льотної експлуатації вертольота Мі-2 - М.: Департамент повітряного транспорту, 1996.
2. Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 (Модуль 3, 4, 5, 13, 14)

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. Системи індикації ПС. <https://studfiles.net/preview/6810198/page:28/>
2. Бортова система попередження зіткнень
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/TM058196.htm
3. HELLI — TAWS http://www.fcs-modification.com/?go=news&n=6&new_language=0

Текст лекції

1. Системи посадки, склад та функціонування обладнання забезпечення посадки ПС

Радіотехнічне забезпечення обслуговування повітряного руху – сукупність радіотехнічних об'єктів та організаційно-технічних заходів, які проводять різні служби і відділи підприємств ЦА з метою убезпечення та забезпечення регулярності повітряного руху.

До об'єктів, обладнання та авіаційної наземної техніки, що підлягають обов'язковій сертифікації відповідно до окремих правил сертифікації, належать:

- аеродром;
- світлосигнальне обладнання аеродромів;
- радіотехнічне обладнання;
- метеорологічне обладнання, що встановлене на аеродромі;
- пошукове та аварійно-рятувальне обладнання;
- обладнання для забезпечення авіаційної безпеки;
- авіаційна наземна техніка;
- матеріали та техніка для експлуатаційного утримання штучних покриттів аеродрому;
- авіаційні паливно-мастильні матеріали та спеціальні рідини;
- автоматизовані системи управління технологічними процесами аеропорту.

Для забезпечення зльоту та посадки літаків, особливо в умовах обмеженої видимості та низької хмарності, ПС та аеродроми обладнуються різними *посадковими системами*. Вони являють собою комплекс радіотехнічних, радіолокаційних і світлотехнічних засобів.

Основною системою, яка забезпечує інструментальну посадку літаків у аеропортах ЦА, є *радіотехнічна система посадки*. Вона на теперішній час – єдиний засіб, здібний забезпечити автоматичну посадку ПС.

Радіотехнічні засоби навігації - системи навігації, які працюють у різних режимах та у різних діапазонах хвиль, а також радіомаячні системи.

Радіомаячна система посадки – система, яка складається з радіотехнічного обладнання, що розташоване на аеродромі та на літаках.

Наземне обладнання складається з кругового, глісадного та двох маркерних радіомаяків.

Круговий та глісадний радіомаяки являють собою ультракороткохвильові радіопередавачі. Вони дають спрямоване випромінювання у вигляді двох перехресних пелюстків: перший у

горизонтальній, а другий у вертикальній площині. Лінія перетину цих пелюстків є *глісадою*, по якій повинен знижатися літак.

Маркерні маяки являють собою також радіостанції, які передають через певні інтервали часу (дуже невеликі) до ефіру свої позивні (звичайно це дві літери азбуки Морзе).

Кожен маркер, а їх чотири – 2 з однієї і два з другої сторони ЗПС, мають свої позивні та свою частоту. Вони служать сигналізацією пілоту про проходження літаком контрольних пунктів, якими є:

- дальній приводний радіомаркер (ДПРМ) або дальній привод, який розташований на відстані 4 км від початку (торцю) ЗПС;
- ближній приводний радіомаркер (БПРМ) або ближній привод, який розташований на відстані 1 км від початку (торцю) ЗПС

На борту ПС група радіотехнічних засобів навігації представлена *автоматичним радіокомпасом* (АРК), який показує напрям на працюючу радіостанцію. Наприклад, якщо ПС знаходиться праворуч ДПРМ, то стрілка на АРК звернена вліво, якщо ПС ліворуч від ДПРМ – вправо (Рис.1).

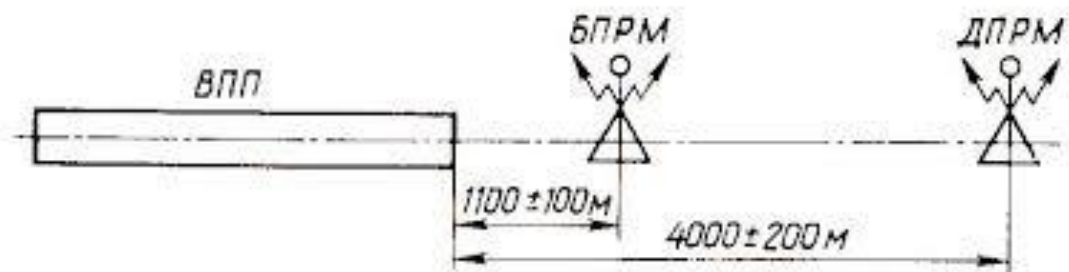


Рисунок 1- Система заходу на посадку ОСП.

При проходженні літака безпосередньо над приводом, сигнал даного радіомаяка ловиться ПС, і на щитку приймача спалахує лампочка і додатково дзвенить дзвоник.

Зниження ПС починається приблизно за 35 км з висоти біля 1000 м. Над ДПРМ літак пролітає на висоті 200...300 м, над БПРМ – 50...100 м. Кут глісади коливається у межах від 3° до 2°40

Сигнали, які приймаються курсовим та глісадним радіоприймачами, передаються на загальний індикатор з двома стрілками. При відхиленні літака вліво від лінії посадкового курсу стрілка відхиляється вправо, тобто вказує куди треба повернути. При відхиленні ПС уверх від глісади стрілка

відхиляється донизу. Політ буде проходити точно по глісаді, коли обидві стрілки взаємо перпендикулярні.

Радіолокаційна система посадки (РСП) заснована на використанні наземної радіолокаційної техніки з комплектом додаткового обладнання.

Посадковий радіолокатор, являє собою в загальному вигляді радіолокаційну станцію приблизно такого ж обладнання, як й метеорологічний радіолокатор та встановлюється по напрямку посадки ліворуч від ЗПС. Він випромінює по черзі імпульсні радіосигнали курсу та зниження, тобто глісади.

На світлоплані курсу, або індикаторі кругового огляду (ІКО), зображені посадкова смуга та напрям посадки. На глісадному світлоплані, або ін

Перед диспетчером РСП знаходяться два екрани цієї радіолокаційної станції, і він слідкує за відхиленням літака від курсу та глісади. У випадку відхилення ПС від курсу та глісади диспетчер передає команду на більш швидке зниження та поворот ліворуч.

У великих аеропортах часто використовуються об'єднані посадкові системи.

Слід відзначити, що коректування курсу та висоти може проводитися у ручному та автоматичному режимах, але на останній ділянці зниження, з висоти приблизно 30 м і віддалення від торця ЗПС біля 300 м, пілот повинен взяти керування на себе, тому що візуальна оцінка при посадці завжди точніша, ніж посадка за приладами.

2. Розміщення радіотехнічних та радіолокаційних систем на аеродромі

До комплексу засобів для забезпечення зльоту, посадки та руління літаків, особливо при обмеженій видимості та низькій хмарності, входить також світлосигнальне обладнання аеродрому (*оптична система посадки*). З його допомогою пілот одержує візуальну інформацію про просторове положення літака, а за допомогою посадкового обладнання - інформацію про відстань до точки торкання ЗПС.

Аеродроми I, II та III категорії забезпечуються обладнанням, що являє собою джерела світла високої інтенсивності, кожний з яких випромінює до 10000 кандел.

У залежності від категорії складності посадки використовуються різноманітні світлосигнальні системи. При ПМУ (видимість більше 2000 м) достатньо простішого обладнання: вогнів, які розташовані уздовж ЗПС, та одинарного ряду вогнів, які приблизно вказують напрям на вісь ЗПС. Якщо захід на посадку здійснюється при меншій видимості, необхідно більш складне обладнання.

Світлосигнальні системи заходу на посадку за схемою побудови та світлотехнічним параметрам стандартизовані відповідно з нормами ІКАО. Так, по I категорії ІКАО, лінія вогнів зближення у цій системі дорівнює 900 м, інтервали між вогнями – 30 м; входні, бокові та обмежувальні вогні – в суворо встановлених кількостях та певного кольору (оранжевий, синій і т.п.).

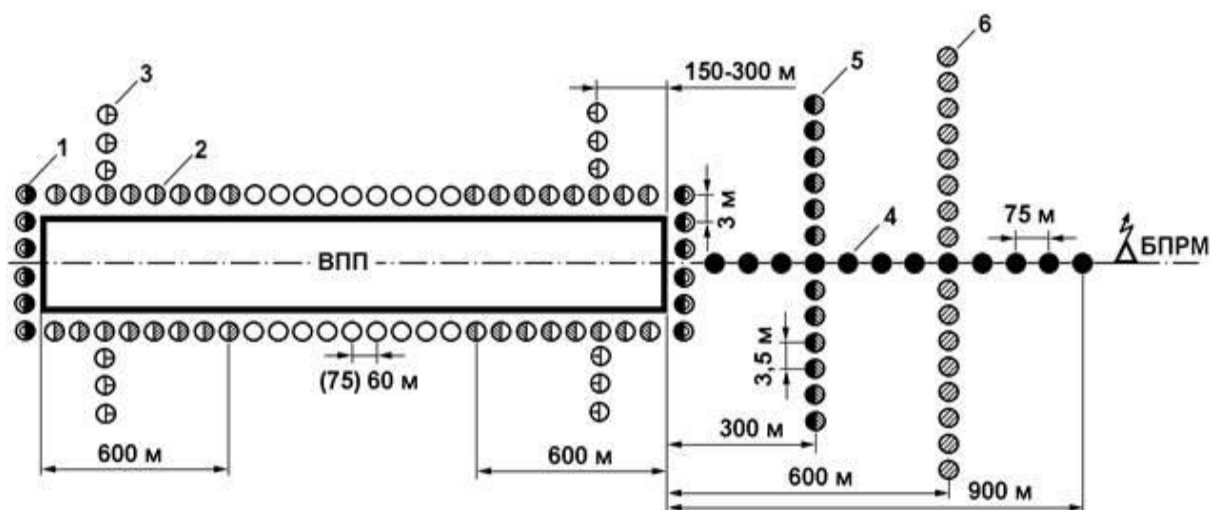


Рисунок 2 – Схема розміщення вогнів ОМІ

Вогні світлообладнання бувають: пробліскові – запалюють тільки при дуже поганій видимості; поперечні вогні – оранжевого кольору; посадкові вогні – 1...2 м від бокових меж ЗПС, 50 м – відстань між вогнями; вогні спрямовані під кутом 2-3° уверх.

Вважається, що видимий контакт надійно встановлено, коли пілот бачить земні орієнтири на протязі не менше 150 м. При заході на посадку з використанням системи I категорії ІКАО такий контакт забезпечується на висоті 90 м. Видима ділянка вогнів збільшується по мірі зниження по глісаді, до моменту торкання літаком ЗПС вона досягає 800 м. Рисунок 2.

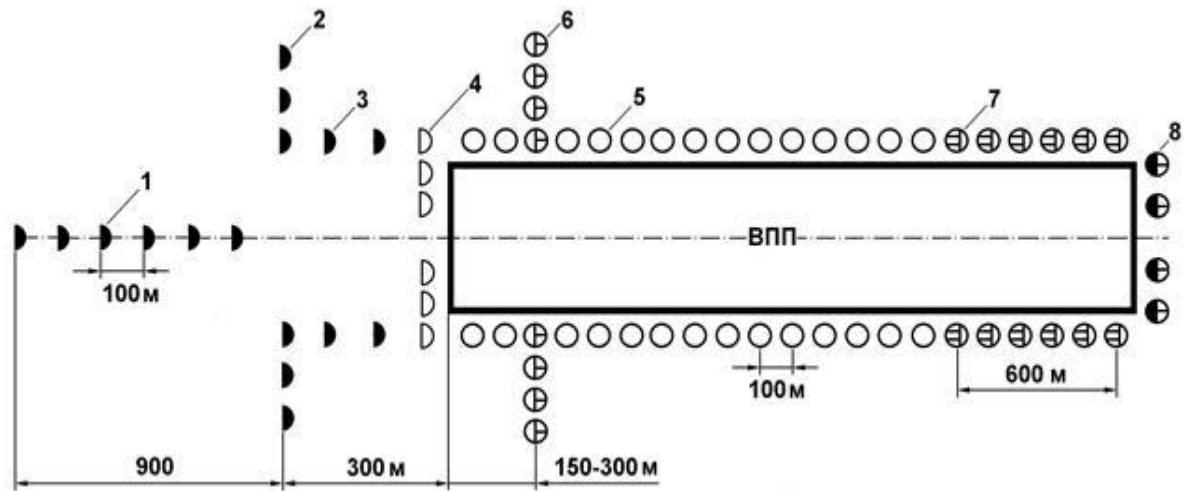


Рисунок 3- Система вогнів ЛУЧ.

Якщо посадкова швидкість $220 \text{ км} \times \text{год}^{-1}$, видимий контакт продовжується 16 с. За цей час пілот повинен оцінити просторове положення літака та прийняти рішення про посадку або відхід на друге коло.

При II категорії ІКАО (видимість на ЗПС 400 м) видимий контакт продовжується тільки 6 с, що недостатньо для орієнтування. Для цієї категорії є додаткові вогні: кінцевої смуги безпеки, зони приземлення та лінії вісі ЗПС. Крім цього встановлені вхідні вогні, які являються одними з головних орієнтирів при посадці. Рисунок 3.

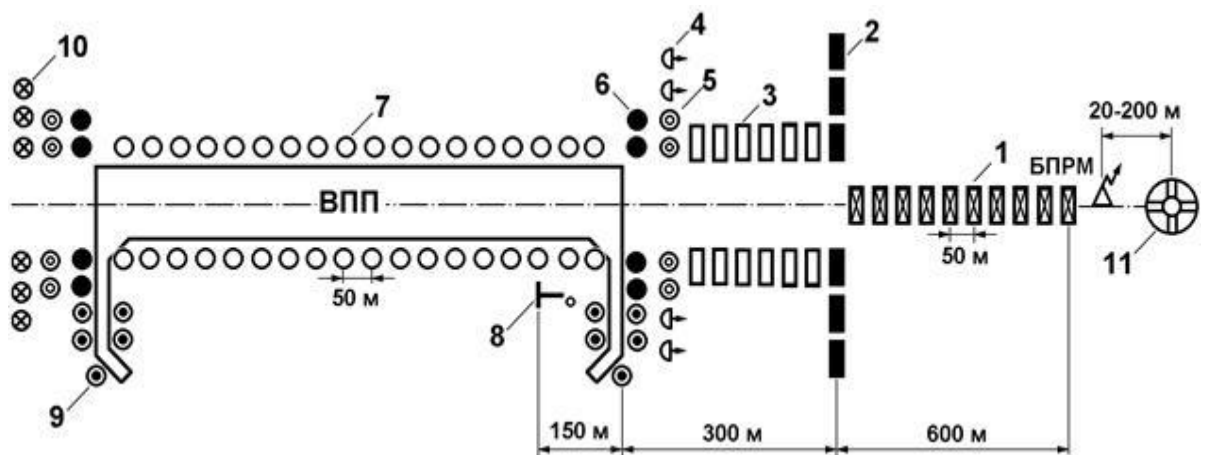


Рисунок 4 – Система вогнів ОСП.

Експлуатовані в теперішній час посадкові системи не можуть забезпечити посадку при повній відсутності горизонтальної видимості та хмарності, яка опустилася до землі, або при опадах з погіршенням видимості до нуля. Вони лише допомагають пілоту пробити хмари, виконати захід по глісаді, посадку при низьких хмарах та обмеженій видимості. Незважаючи на швидкий розвиток та удосконалення радіотехнічних, аеронавігаційних та світлосигнальних засобів, точність

виводу літака на траєкторію зниження та утримання його на глісаді ще не настільки висока, щоб здійснювати посадку наосліп. Дуже складно досягти точного збігу осі ПС, що приземляється, з віссю ЗПС та утримати літак на потрібній висоті на глісаді зниження та над посадковою смугою в близький до приземлення момент за допомогою автоматичних приладів. Тому найбільш відповідальний момент глісади – приземлення – поки що здійснюється пілотом ПС вручну, оскільки око людини «відчуває» висоту польоту точніше найудосконалених приладів. Повністю автоматичної посадки поки ще немає, як і немає повністю посадки наосліп.

Бурхливий розвиток радіотехніки, електроніки, автоматики та інших галузей науки і техніки дає надію на вирішення даних актуальних проблем. Розробляються засоби посадки по III категорії ІКАО. Дослідження та експерименти свідчать про те, що видимі засоби ефективні, коли дальність видимості вогнів для посадки не менше 200 м. Це граничне значення і повинне забезпечити світлосигнальне обладнання III категорії ІКАО.

Обладнання аеродромів системою посадки, поряд з підвищенням безпеки польотів, дозволяє значно збільшити регулярність руху ПС, що, в свою чергу, дає великий економічний ефект.

3. Наземне світлотехнічне обладнання, призначення можливості, основні комплекти світлотехнічного обладнання аеропортів

Світлосигнальне обладнання (ССО) повинно функціонувати в умовах одночасної роботи з іншими радіоелектронними засобами в реальних умовах експлуатації з необхідною якістю при впливі на них ненавмисних радіоперешкод.. Система ССО повинна забезпечувати світлове позначення ЗПС і її ділянок, підходів до неї, позначення РД та їх розташування, керування рухом по аеродрому з метою забезпечення пілотів візуальною інформацією при виконанні зльоту, посадки і руління повітряних судів (ПС). Системи ССО підрозділяються на: ВМІ - система вогнів малої інтенсивності призначена для забезпечення заходу на посадку, посадки, руління й зльоту ПС при візуальних польотах і польотах в умовах експлуатаційного мінімуму буз категорій; ВСІ - системи вогнів середньої інтенсивності призначені для забезпечення заходу на посадку і посадки ПС при точному заході по мінімуму I категорії, а також руління й зльоту; ВВІ - I, II, III - системи вогнів високої інтенсивності призначені для забезпечення заходу на посадку і посадки ПС при точному заході по мінімумах I, II, III категорій відповідно, а також руління і зльоту.

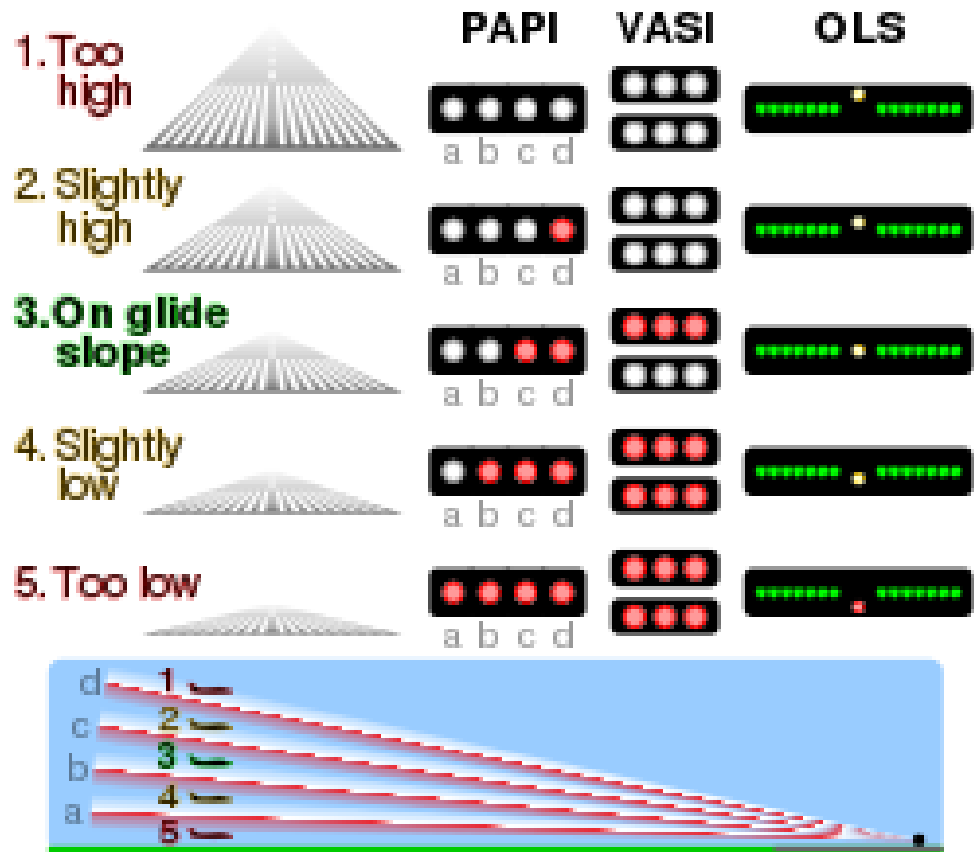


Рисунок 5 Система вогнів VASI, PAPI, OLS

Система вогнів наближення складається з ряду вогнів, установлених на продовженні осі ЗПС протягом 900 м, але не менше 870 м від порога ЗПС, і ряду вогнів, що утворюють світловий горизонт шириною 30 ± 3 м на відстані 300 ± 12 м від порога ЗПС. Вогні наближення розміщуються з поздовжніми інтервалами 30 ± 3 м, при цьому найближчий до порога ЗПС вогонь встановлюється з таким же інтервалом від порога. Допускаються повздовжні інтервали $25 \pm 2,5$ м. Лінія вогнів наближення повинна складатися: а) з лінійних вогнів шириною не менш 4 м (в системах які експлуатуються дозволяється 3,6 м), у яких світлові арматури розміщені рівномірно з інтервалами, що не перевищують 1,5 м, кожний лінійний вогонь складається з не менш ніж чотирьох світлових арматур; або б) з одинарних вогнів на найближчий до ЗПС ділянці в 300 м, подвійних вогнів на ділянці 330-600 м і потрійних вогнів на ділянці 630-900 м від порога ЗПС.