

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ
Циклова комісія аеронавігації**

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «НАВІГАЦІЯ «РАДІОНАВІГАЦІЯ»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Аеронавігація

за темою №2.1 – «Захід на посадку за посадковими системами»

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

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

СХВАЛЕНО

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

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від _____ № _____

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного транспорту
протокол від _____ № _____

Розробник: викладач циклової комісії аеронавігації, спеціаліст вищої категорії, викладач – Журід В.І.

Рецензенти:

1. Професор циклової комісії аеронавігації, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, викладач-методист Тягній В.Г.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

План лекції.

1. Загальні відомості про системи посадок.
2. Типові схеми та заходи на посадку, які використовуються в ЦА.
3. Порядок розрахунку по малому прямокутному маршруту в штиль та з урахуванням вітру, виконання четвертого розвороту, визначення ширини маршруту.

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна література:

1. Чорний М.А. Повітряна навігація Кіровоград, 2004, 432 с.
2. Марков В.І. Аеронавігаційне забезпечення польотів на міжнародних повітряних лініях. Кіровоград, 2004, 320 с.
3. Луцький Ю.С Конспект лекцій з повітряної навігації.Кременчук,1994 142 с.
4. Луцький Ю.С. Повітряна навігація. Кременчук, 2001, 128 с.

Допоміжна література:

1. Лопатніков Ю.І. Застосування навігаційного комплексу вертольота Мі-26, Кременчук, 1995, 100 с.
2. Старков Н.В. Застосування навігаційного комплексу вертольота Мі-8МТВ. Кременчук, 1996, 158 с.
3. Миронович М.В. Льотна експлуатація навігаційного обладнання вертольота Ка-32. Кременчук, 2002, 85 с.
4. Положення про використання польотного простору України.
5. Правила польотів ПС в повітряному просторі України.
6. Наказ Мінтранспорту України № 283 від 16.04.2003 р.
7. Наказ Державної служби України з нагляду за забезпеченням безпеки авіації № 295 від 28.04.2005

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. uksatse.ua
2. youcontrol.com.ua

2. youcontrol.com.ua

Загальні відомості про системи посадки

На етап заходу на посадку і власне на посадку припадає найбільший відсоток авіаційних подій. Щоб забезпечити високий рівень безпеки польотів, на цьому етапі польоту впровадили більш жорсткі вимоги до точності навігаційних характеристик, а це призвело до встановлення дорогих радіотехнічних засобів навігації й посадки. Недоліком радіотехнічних систем є велика вартість їх обслуговування, не завжди є можливість оптимально їх розташувати, що призводить до збільшення шуму в районі аеродрому та збільшення викидів продуктів згорання палива. Нині активно впроваджуються системи супутникової навігації, за допомогою яких стало можливим використання оптимальних схем заходу, які не прив'язані до наземних радіотехнічних засобів, а також стало можливим безступінчасте зниження ПС з моменту сходження з ешелону до посадки. Особливо ця система актуальна в гірській місцевості, де лінія польоту, схеми заходу на посадку огинає гори, а оптимальне розташування радіотехнічних засобів не завжди можливе через рельєф місцевості.

Посадку ПС на аеродромі виконують на ВПП яка має два напралення заходу на посадку. По правилам посадки виконують при зустрічному вітрі або зустрічно-боковому, при цьому бічна складова вітру для кожного типу ПС не повинна перевищувати значення вказане в РЛЕ.

Посадковим називається курс, відповідний робочому напрямку ВПП. Заход на посадку виконується по схемі яка прийнята на тому чи іншому аеродромі. Передпосадковою прямою називається заключна частина кожної схеми від точки виходу з четвертого розвороту та до точки приземлення. Вона як правило не має закріпленої довжини, а розраховується та встановлюється такої міри, щоб забезпечити максимально безпечне та вигідне зниження ПС з висоти кола польоту над аеродромом до його приземлення.

В нинішній час використовують три типи систем посадок:

- Радіотехнічну (ОСП)
- Радіомаячну (РМС)
- Радіолокаційну (РСП)

Кожен аеродром як правило забезпечений двома приводними радіостанціями, дальньою (ДПРМ) та ближньою (БПРМ) та радіомаркерами, також на аеродромах та аеропортах встановлюють світлосигнальні системи для полегшення посадки та виконання рулювання по аеродрому. Наземне та бортове обладнання систем посадки забезпечує виведення ПС на аеродром, політ та зниження та захід на посадку по заданій траєкторії. Основні данні ДПРМ та БПРМ наводяться у збірниках аеронавігаційної інформації. Доречі ДПРМ є основною радіонавігаційною точкою аеродрому, призначена для приводу ПС, обладнаних автоматичними радіокомпасом (АРК), в районі аеродрому, виконання передпосадкового маневру і витримки напрямку польоту з необхідною точністю при заході на посадку. Також існує ДПРМ з маркером, встановлюється в створі ВПП, як правило, на відстані від її порогу в 4000 метрів. БПРМ призначена для приводу літаків, оснащених автоматичними радіокомпасом (АРК) в район аеродрому, виконання передпосадкового маневру і витримувannya напрямку польоту з необхідною точністю при заході на посадку. БПРМ з маркером, привідна радіостанція додатково оснащена маркерним радіомаяків (МРМ). Встановлюється в створі ВПП, як правило, на видаленні від її порога 1050 метрів.

Основним завдання будь якої системи посадки це забезпечення виводу ПС на лінію курсу та глісаду зниження. При використанні посадкової системи під лінією курсу приймається горизонтальна лінія яка проходить через продольну вісь ВПП. Глісада це траєкторія польоту ПС, по якій він знижується безпосередньо перед посадкою. В результаті польоту по глісаді літальний апарат попадає у зону приземлення на ВПП. Вихід на лінію заданого посадкового курсу та політ по ній при заході на посадку по системі ОСП виконують по ДПРМ, а після прольоту дальнього приводного радіо

маяку безпосередньо по БПРМ.

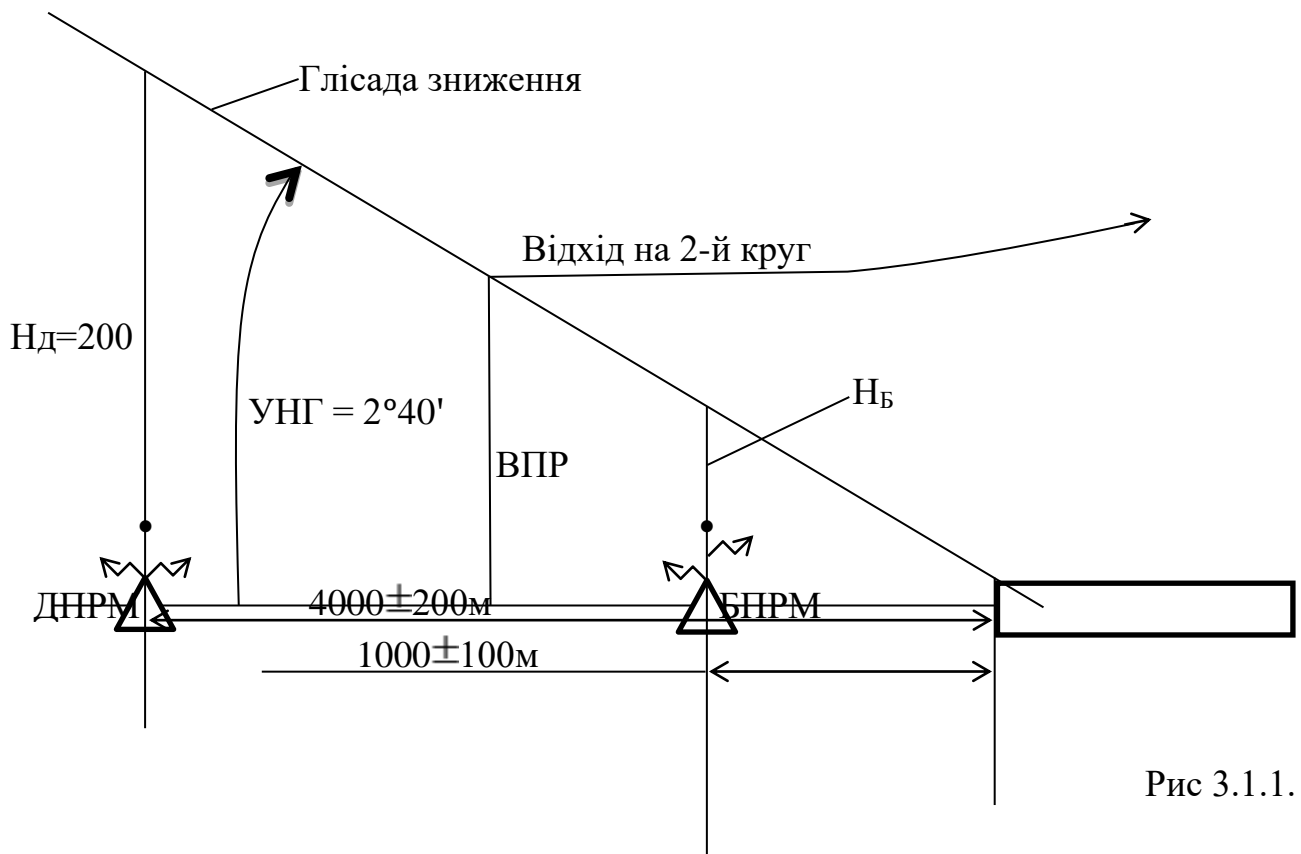
Для системи ОСП встановлюється розрахункова глиссада, а для РМС - радіотехнічна, яка задається за допомогою глісадного радіомаяка (ГРМ). Положення ПС щодо розрахункової глісади контролюють зазвичай тільки в двох точках при польоті ДПРМ і БПРМ. При заході на посадку по РМС інформація про стан ЗС щодо радіоглісади видається безперервно на спеціальний показчик.

Для забезпечення безпечної висоти прольоту перешкод, розташованих в секторі заходу на посадку, для кожного напрямку заходу на посадку встановлюється певний кут нахилу глісади (УНГ). Оскільки зони обльоту 'перешкод при заході на посадку по системам ОСП і РМС мають різні розміри, УНГ для зазначених систем може бути неоднаковим. Правилами передбачено встановлювати УНГ в діапазоні $2^{\circ} 30' - 4^{\circ}$. Рекомендовані УНГ $2^{\circ} 40' - 3^{\circ}$. В окремих випадках для ВС третього і четвертого класів допускається встановлювати УНГ до 5° . При оптимальному УНГ = $2^{\circ} 40'$ пролітає ДПРМ і БПРМ при їх стандартному розташуванні на висотах відповідно 200 і 60 м.

Кут нахилу глісади (УНГ) — кут між поверхнею глісади та поверхнею горизонту. Кут нахилу глісади (УНГ) є однією з важливих характеристик злітно-посадкової смуги аеродрому. Для сучасних цивільних аеродромів зазвичай знаходиться в інтервалі $2...4,5^{\circ}$. На величину УНГ може впливати наявність перешкод в зоні аеродрому.

Висота ухвалення рішення (ВПР) - встановлена відносна висота, на якій має бути розпочатий маневр відходу на другий круг в тих випадках, якщо до досягнення цієї висоти командиром ПС не був встановлений необхідний візуальний контакт з орієнтирами для продовження заходу на посадку або положення ПС в просторі, або параметри його руху не забезпечують безпека посадки. ВПР прийнято відлічувати від рівня порогу ЗПС по барометричному висотоміру, який встановлений на атмосферний тиск аеродрому посадки. Під необхідним візуальним контактом з

орієнтирами мається на увазі контакт з наземними орієнтирами зони заходу на посадку або ВПП, які командир ПС повинен бачити впродовж часу, достатнього для оцінки положення ПС, і швидкості зміни його положення відносно заданої траєкторії польоту.



При заході на посадку для забезпечення безпечного польоту екіпаж повинен суто дотримуватися правил встановленого мінімуму аеродрому для посадки, котрі приводяться у збірниках аеронавігаційної інформації для кожного курсу посадки та для кожного типу ВС, який може експлуатуватися на даному аеродромі.

3.2. Схеми зниження і заходу на посадку

Для кожного аеродрому, аеропорту або вертодрому затверджують певні схеми зниження та заходу на посадку, вони розробляються за

допомогою певної методики. При розробці схем зниження та заходу на посадку слід брати до уваги важливі деталі, такі як рельєф місцевості, напрямлення ВПП, Розташування ВПП, особливості повітряної обстановки у районі аеродрому, напрямлення підходів до нього, радіотехнічне обладнання аеродрому та інтенсивність польотів.

Захід ВС на посадку по курсоглісідній системі ґрунтується на безперервному вимірюванні величин відхилення ВС від рівносигнальних напрямків, тобто від ліній курсу і глісади. Результати цих вимірів, як, втім, і більшості будь-яких інших вимірів, носять випадковий характер, тому достовірність їх повинна бути оцінена імовірнісними методами. Слід зазначити, що співпадіння рівносигнальних ліній курсу і глісади з віссю ВПП і заданим кутом до обрію також носить випадковий характер, оскільки на положення цих ліній у просторі одночасно впливають безліч практично незалежних один від одного факторів, тому відповідно до теорії вимірів, усі точносні характеристики систем інструментальної посадки задані з певною довірчою ймовірністю.

Схема заходу на посадку за приладами. Серія заздалегідь намічених маневрів, які виконуються за пілотажними приладами, при дотриманні встановлених вимог, які передбачають запобігання зіткнення з перешкодами, від контрольної точки початкового етапу заходу на посадку або, у відповідних випадках, від початку встановленого маршруту прибуття до точки, звідки може бути виконана посадка, а якщо посадка не виконана, то до точки, від якої застосовуються критерії прольоту перешкод у зоні чекання або на маршруті.

Заход на посадку за мінімумом категорії I - точне заходження на посадку і посадка за приладами з висотою прийняття рішення не менше 60 м (200 ft) або при видимості не менше 800 м, або при дальності видимості на злітно-посадковій смузі не менше 550 м.

Заходження на посадку за мінімумом категорії II – точне заходження на посадку і посадка за приладами з висотою прийняття

рішення менше 60 м (200 ft), але не менше 30 м (100 ft) і при дальності видимості на злітно-посадковій смузі не менше 300 м.

У цивільній авіації застосовуються такі схеми зниження і заходу на посадку: з прямою, по прямокутному великому та малому маршруту, відворотом на розрахунковий кут, з підходом до напрямку посадки під кутом 45 градусів, стандартним розворотів і з зворотного напрямку. Кожна схема має певний вид і геометричні розміри. Для стандартизації схем за типами ВС прийнято три варіанти схеми:

1. перший - для ВС, у яких приладова швидкість польоту по колу понад 300 км / год;
2. другий - для ВС, що мають приладову швидкість польоту по колу від 200 до 300 км / год;
3. третій - для ВС, у яких приладова швидкість польоту по колу менше 200 км / год.

Схеми заходу для кожного варіанта розраховують стосовно того ПС, яке при заході на посадку на даному аеродромі має найбільшу приладову швидкість польоту по колу. Для кожного курсу посадки складають окрему схему заходу. Розрахунок схем заходу по ППП прийнято виробляти для кута крену на розворотах 15 або 25 градусів, а схем візуального заходу (ПВП) - з кутом крену 20 градусів. Схеми з кутом крену 25 градусів на аеродромах цивільної авіації вводяться зазначенням МДА.

В залежності від варіанту схеми і кута крену на розворотах прийнята різна ширина маневру заходу на посадку, яка приведена в Таблиці 3.2.1

Для різних маневрів заходу на посадку встановлені певні рубежі виконання технологічних операцій по створенню посадковій конфігурації ПС. Так, під час заходу на посадку з прямої, випуск шасі починають за першим варіантом схеми за 8-9 км від ТВГ, за другим варіантом - 4-5 км.

Маршрут маневру	Варіанти схеми		
	1	2	3

	Угол крену, град.					
	15	25	15	25	15	25
Прямокутний	12	8	7	4	3	2
Відворотом на РУ	12	8	7	4	3	2
Підходом під кутом 45°	10	7	6	4	3	2
Прямокутний	9	6	5	3	3	2

Таб 3.2.1

Якщо на аеродромі або ПС, на котрих виконується посадка, присутні навігаційні засоби, які дозволяють визначити точне місцеположення ПС, то маршруту підходу до такого аеродрому розраховуються по самій короткій відстані до точки входу в маршрут маневру. Застосування типових маневрів захода на посадку залежить від напрямку підходу до аеродрому, аеропорту, вертодрому то що.

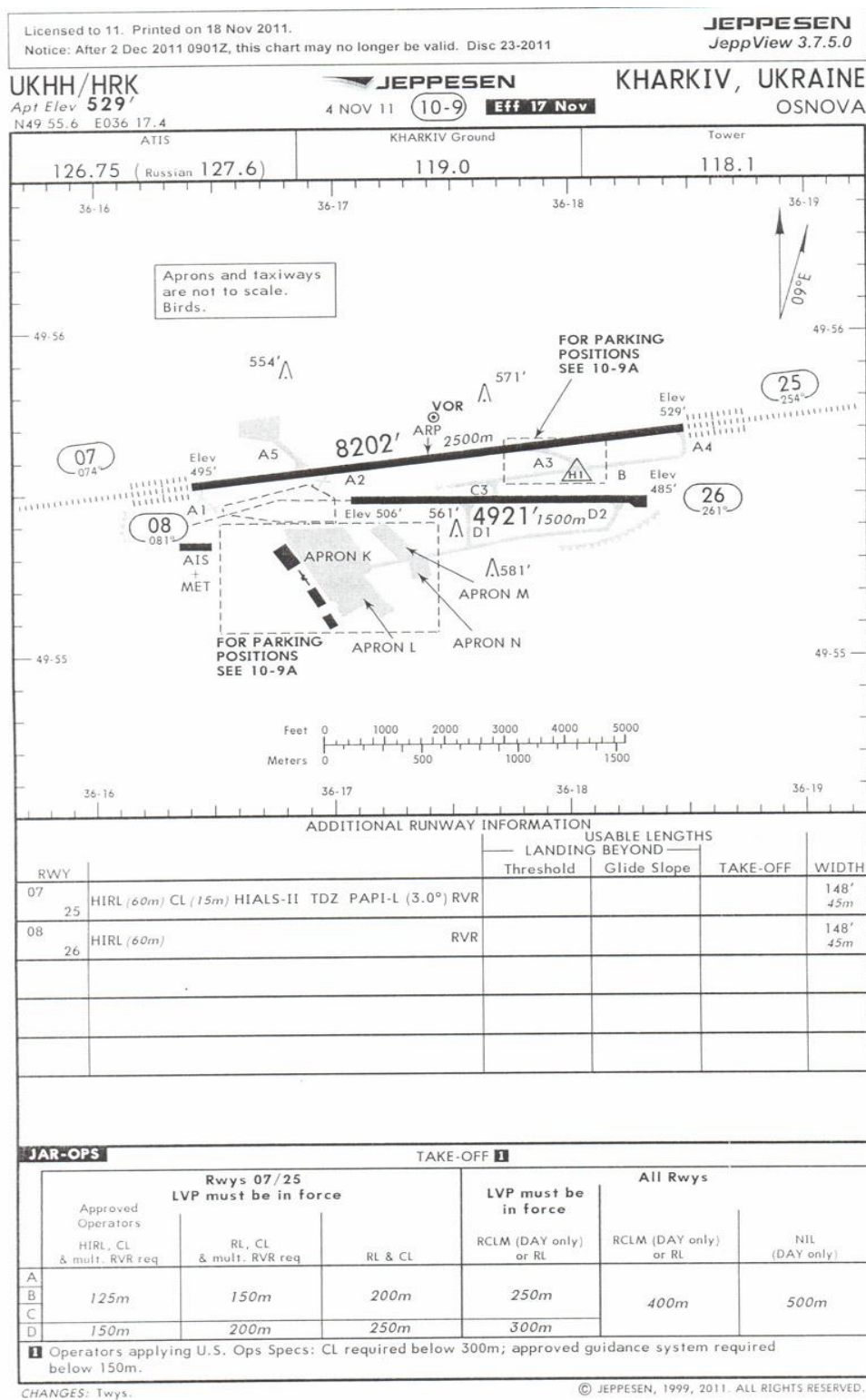


Рис 3.2.4

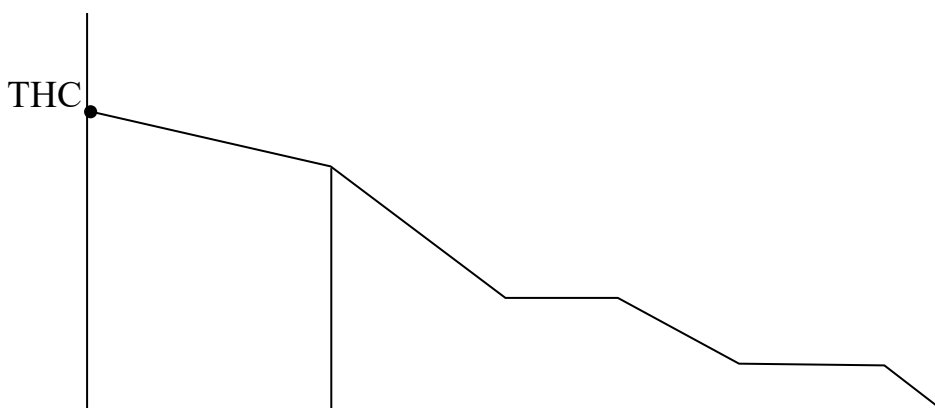
Приклад схеми заходу на посадку міжнародного аеропорту Харків

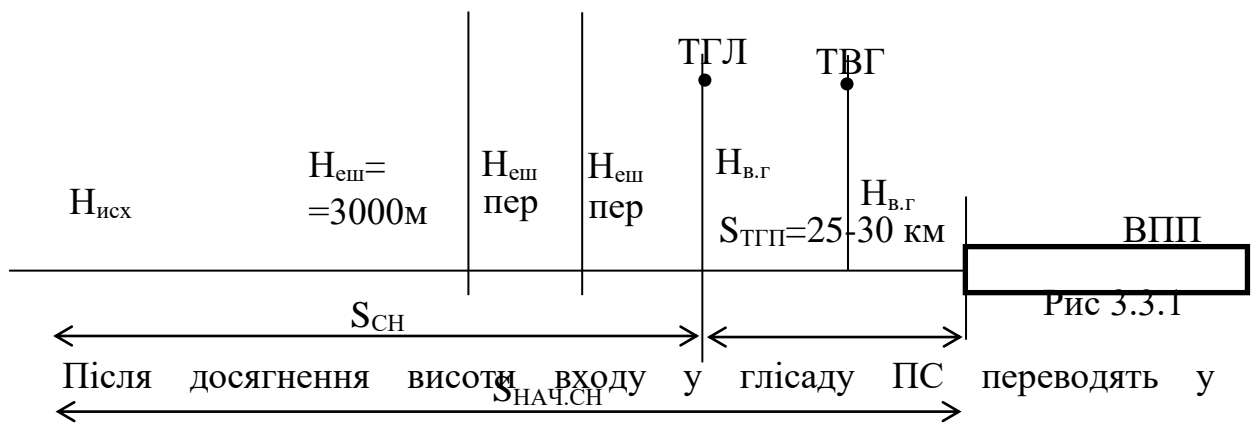
3.3. Характеристика маневрів зниження і заходу на посадку
Залежно від напрямку підходу до аеродрому посадки і обладнання його
ПТС захід на посадку може бути виконаний з прямою, розпочато після

виходу на ДПРМ за встановленою схемою або по найкоротшій відстані з виходом в одну з точок схеми заходу

Захід з прямої цей маневр є сновним і найекономічніший способом заходу на посадку. Дозволяється використовувати на всіх типах ВС якщо повітряна обстановка та рельєф місцевості дозволяють виконати зниження безпосередньо з маршруту підходу в ТПП на $H_{вг}$ коли напрямлення підходу співпадає з напрямлення посадки або відрізняється від нього в ТПП на кут не більше 45° і ТПП при цьому повинна бути на продовженні осі ВПП на віддаленні від торця ВПП не більше 25 – 30 км. при виконанні заходу даними способом екіпаж зобов'язаний суто виконувати команди диспетчерської служби, особливо у вертикальній площині, знаючи при цьому мінімальні безпечні ешелони і висоти в районі даного аеродрому.

Отже давайте розглянемо більш детально цей маневр. Екіпаж дотримуючись усіх вказівок диспетчерської служби займає по маршруту польоту вихідну висоту початку маневру, подальше зниження екіпаж виконує по своїм розрахункам. При цьому екіпаж виконує зниження з ешелону до висоти круга не перевищуючи швидкості зниження для конкретного типу ПС для якого ці обмеження записані в РЛЕ у розділі (Обмеження). За необхідністю у районах аеродрому де переважають інтенсивні повітряні маси, можуть бути встановлені обмеження по швидкості зниження для всіх типів ПС, як правило починаючи з висоти 3000 м до висоти круга (не більше 500 км/год.), ці данні записані у збірниках аеронавігаційної інформації аеродрому.



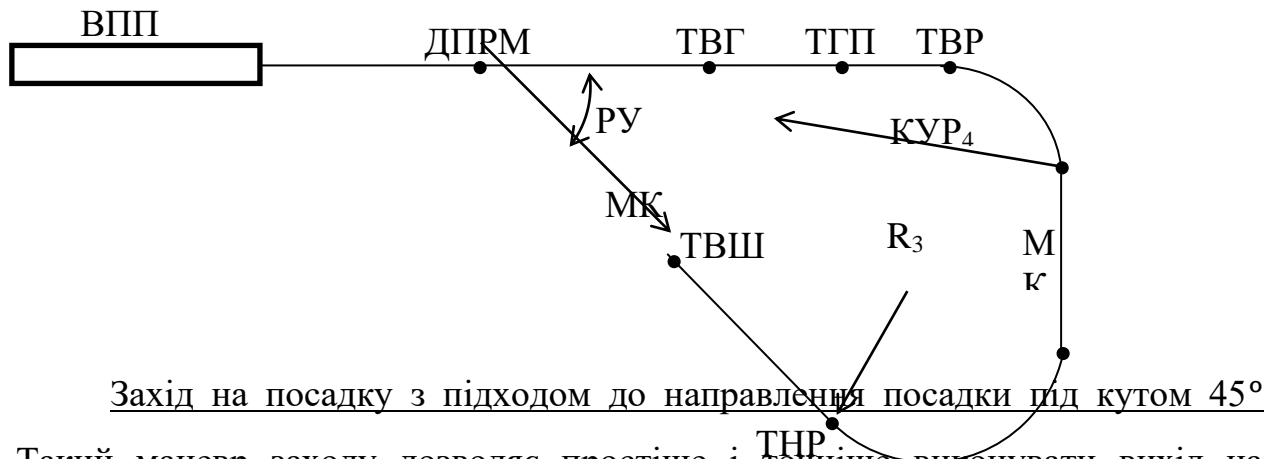


Після досягнення висоти входу у глісаду ПС переводять у горизонтальний політ, зменшують швидкість польоту. Після входу у глісаду ПС переводять на зниження зі швидкістю по приладам згідно вимогам РЛЕ для дання типу ПС та розрахунковою вертикальною швидкістю, забезпечуючий проліт ДПРМ та БПРМ на висотах вказаних у схемі для даного аеродрому. Завершальний етап заходу на посадку з висоти прийняття рішення виконують візуально.

Захід на посадку з відворотом на розрахунковий кут.

Використовується, коли ВС підходить до аеродрому посадки з курсом, зворотнім посадковому або близьким до нього, а рельєф місцевості або інші обмеження не дозволяють виконати захід по прямокутному маршруту. Після прольоту ДПРМ на вихідної висоті виконується відворот на розрахунковий кут і проводиться зниження. Курс після отвороту і відстань початку розвороту на посадковий курс вказується на схемі заходу. Після прольоту встановленого відстані здійснюється розворот на посадковий курс зі зниженням для виходу ПС в точку горизонтального польоту на висоті входу в глісаду. Маневр заходу на посадку з відворотом на розрахунковий кут виконують у такій послідовності, маневр починають від виходу ПС на ДПРМ на встановленому ешелоні або висоті прольоту, але не нижче висоти прольоту кругу. У момент прольоту ДПРМ ПС відвертають на розрахунковий кут, виводять на МК вказаний у схемі та починають зниження з розрахунковою вертикальною швидкістю. Політ з цим курсом виконують до точки початку розвороту (ТНР). Момент виходу на ТНР визначають за часом. Після виходу в ТНР ВС розвертають в сторону встановленого маневру, та знову розпочинають зниження та прямують до початку 4-го розвороту.

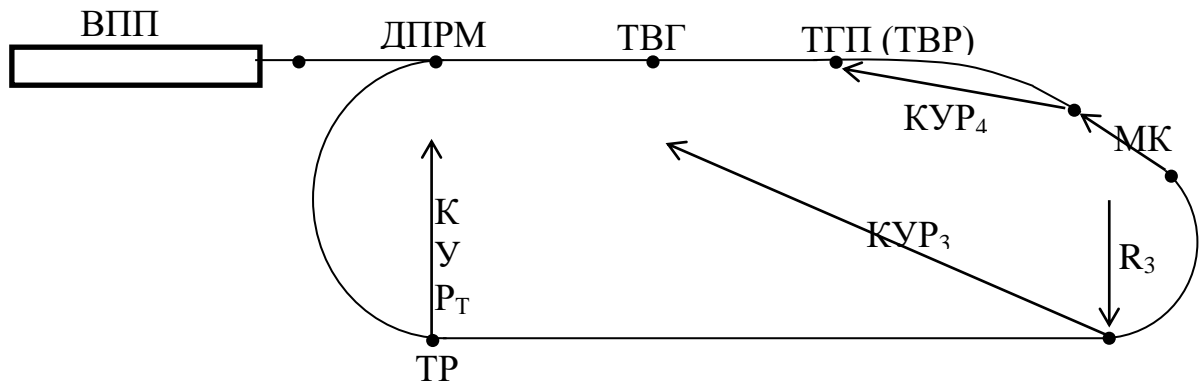
Момент прольоту 4-го развороту визначають по КУР₄, після прольоту 4-го развороту ПС виводять на посадковий курс, та продовжують зниження до ТГП. Зниження ПС починається з моменту прольоту ДПРМ і триває до виходу на висоту горизонтального польоту, рівну висоті входу в глісаду. Після виходу на посадочний курс захід виконується аналогічно заходу на посадку з прямої.



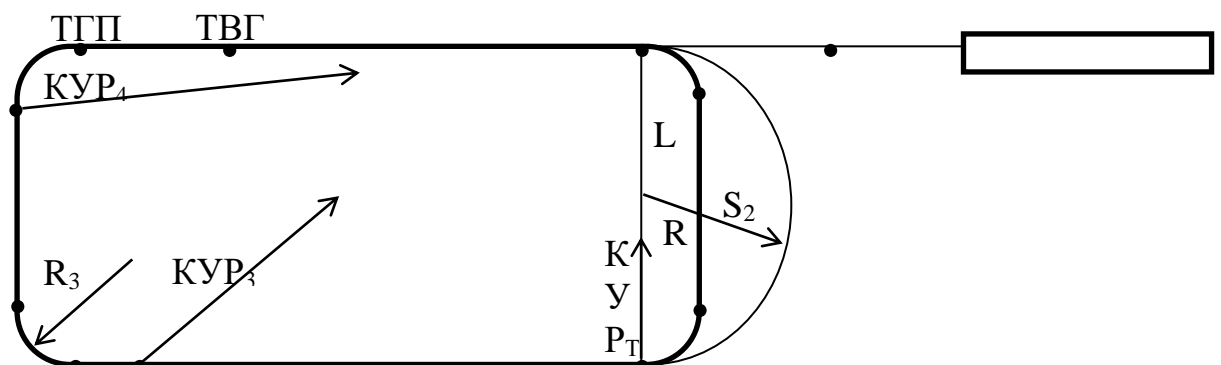
Такий маневр заходу дозволяє простіше і точніше виконувати вихід на передпосадкову пряму, особливо при заході на посадку в автоматичному режимі. Сутність цього маневру складається в тому що підхід до напрямлення посадки з району 3-го развороту виконують не під прямим кутом, а під гострим, забезпечуючий більш плавний підхід ПС до передпосадкової прямої. Виходячи з конкретних умов даний маневр може застосовуватися при заході на посадку по прямокутному маршруту та відворотом на РУ. Як ми можемо спостерігати з (Рис 3.3.3), захід на посадку по малому прямокутному маршруту з підходом до напрямлення посадки під кутом 45° по моменту початку 3-го развороту залишається таким самим, як і захід по звичайній схемі.

Після виходу в точку 3-го развороту екіпаж виконує разворот ПС з, установленим креном в сторону передпосадкової прямої на $МК = ПМПУ \pm 45^\circ$. Значення МК підходу до передпосадкової прямої вказано на схемі заходу. Проте треба пам'ятати, що при лівому развороті МК більше ПМПУ на 45°; а при правому – менше. Політ з МК підходу виконують до точки посадки развороту на посадковий курс. Початок

развороту визначають по КУР₄. У процесі развороту ПС виводять на передпосадкову пряму. Після завершення развороту подальший захід виконують по загально прийнятій методиці.



Захід на посадку по малому прямокутному маршруту. Застосовується на аеродромах, в районі яких неможливий або ускладнений захід на посадку з прямої і відворотом на розрахунковий кут, але можливий безпечний вихід ВС на ДПРМ (БПРМ) або в іншу точку схеми заходу на встановленій висоті. Мінімальною висотою виходу на ДПРМ (БПРМ) є висота польоту по колу. При виході на аеродром з посадковим курсом або курсом який відрізняється від нього не більше ніж 45° , маневр заходу на посадку починають від ДПРМ (БПРМ) с $H_{ВЫХ}$ разворотом на 180° радіусом R , равним половині ширини прямокутного маршруту ($0,5L$), зі зниженням до висоти круга у траверза ДПРМ, це можна спостерігати на схемі



Від траверзу ДПРМ ВС прямує курсом, зворотнім посадковому. По витіканню розрахункового часу t_3 та при КУР₃, вказаному у таблиці для данної схеми заходу, виконують третій разворот у напрямку встановленого маневру. За часом t_3 та КУР₃ екіпаж перевіряє правильність витримування

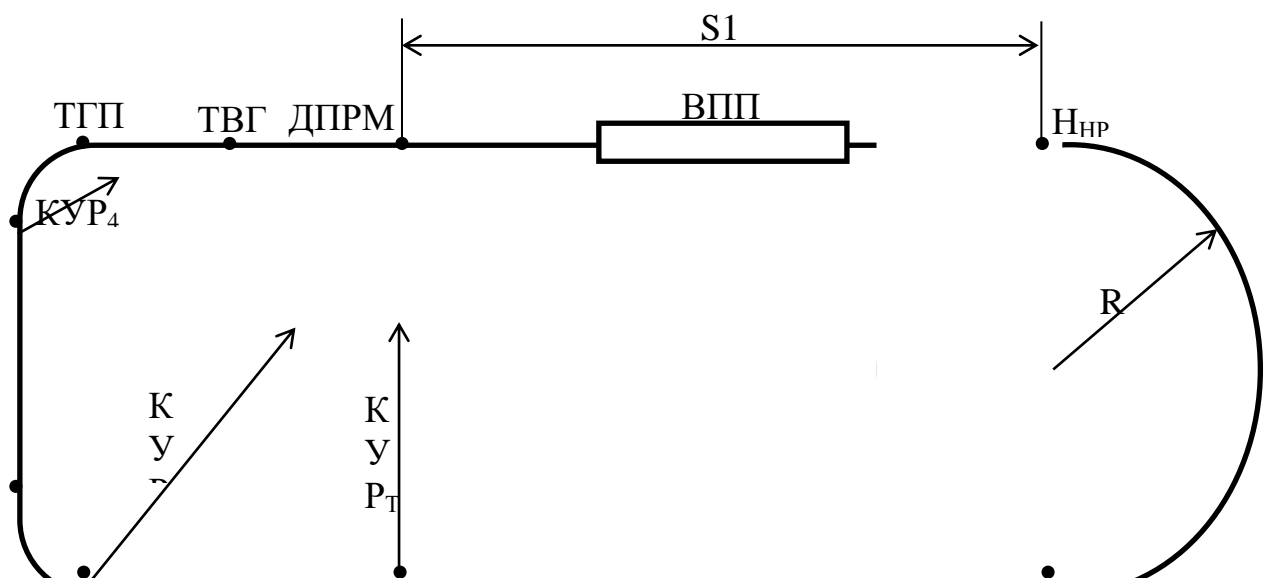
встановленої схеми заходу.

Після виконання 3-го развороту при заході по схемі з $\beta = 15^\circ$ зменшують швидкість. Початок 4-го развороту для виходу на передпосадкову пряму визначають по КУР₄. Після входу ПС в глісаду подальший захід виконують так само, як і при заході на посадку з прямої

При виході на ДПРМ на висоті круга або при відході на друге коло по схемі з $\beta = 15^\circ$ для дотримання встановленої ширини прямокутного маршруту після 1-го развороту на 90° прямують по прямій протягом розрахункового часу t_2 , а потім виконують другий разворот на курс, зворотній посадковому.

На деяких аеродромах на ДПРМ виходять з напрямків, які значно відрізняються від посадкового курсу. В таких випадках на схемі заходу вказують порядок будування маневру заходу.

Захід на посадку по великому прямокутному маршруту. Такий маневр застосовують в тому випадку, коли ВС підходить до ДПРМ аеродрому з курсом посадки або близьким до нього на ешелоні, зниження з якого до висоти кола у траверси ДПРМ не забезпечується за час розвороту на 180° градусів. Основу цього маневру складає малий прямокутний маршрут. Початком маневру є ДПРМ, на котрий ПС виводять на ешелоні, завищуючим ешелон виходу для малого прямокутного маршруту. Після прольоту ДПРМ політ виконують з посадковим курсом зі зниженням до висоти початку развороту на 180° це можна спостерігати на данній схемі.



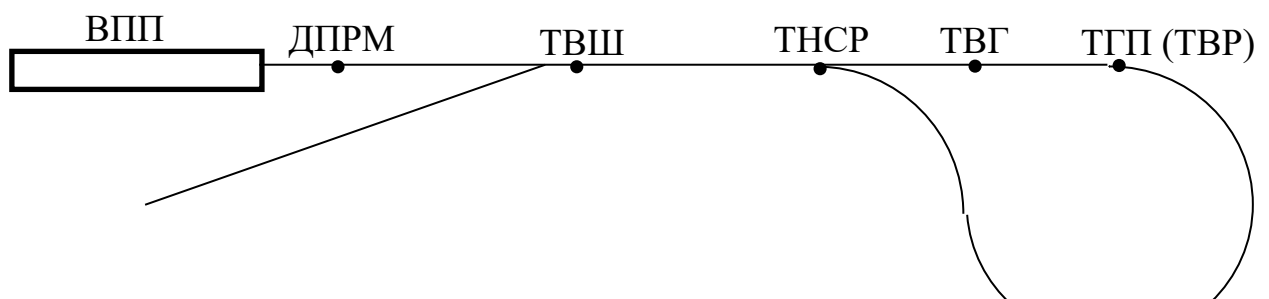
H_{BP}

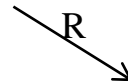
Рис 3.3.5

Відстань польоту від ДПРМ S1 вказують у таблиці схеми заходу. Після прольоту відстані S1 виконують разворот на курс, зворотній посадковому, зі зниженням. На схемі заходу вказують висоту початку (H_{HP}) та висоту виходу з развороту (H_{BP}). Порівнюючи фактичну висоту з вказаною на схемі, екіпаж при необхідності може скоригувати вертикальну швидкість зниження. Після виходу з развороту зниження ПС продовжують до висоти польоту по колу з одночасним зменшенням швидкості. Подальший захід від траверза ДПРМ виконують так само, як і по малому прямокутному маршруту.

Захід на посадку по великому прямокутному маршруту застосовують також при учбово-тренувальних польотах, але у цьому випадку будування маневру заходу на посадку має деякі особливості. Перший разворот виконують після зльоту та набору висоти, встановленої для даного аеродрому. Початок другого развороту визначають за часом та КУР₂. Подальше виконання маневру залишається таким самим як я вже зазначив вище.

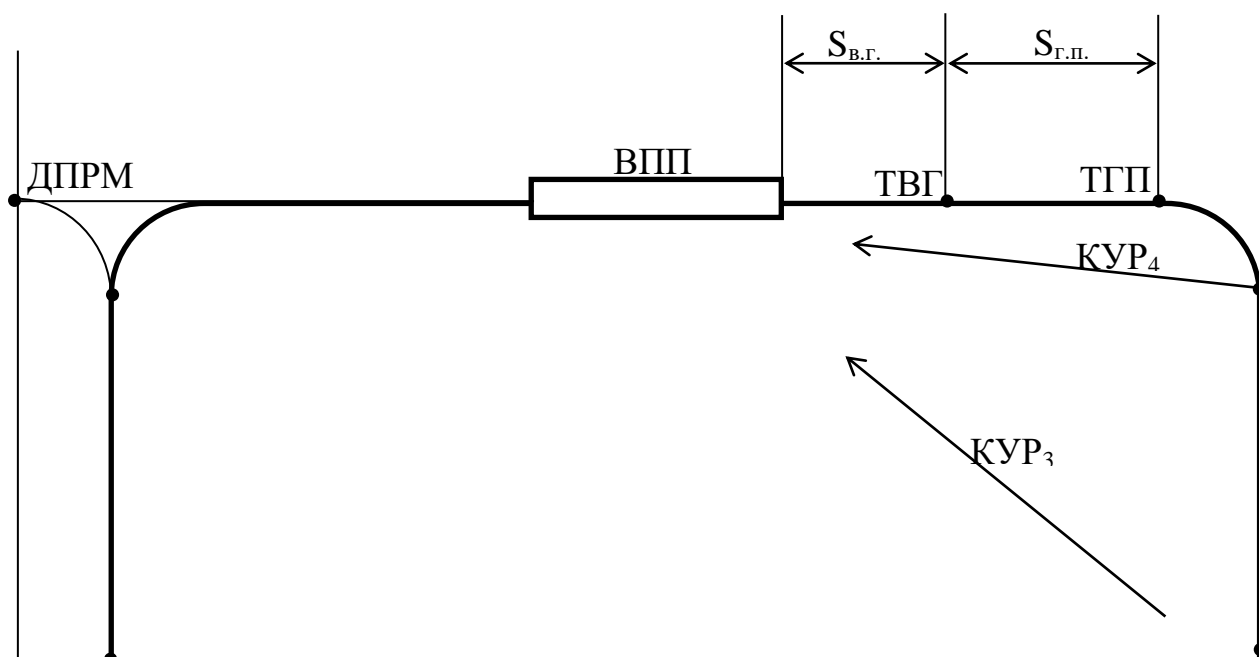
Захід на посадку стандартним разворотом. Даний маневр застосовують при обмеженому просторі для маневру в районі аеродрому, коли напрямок підходу до ДПРМ збігається зі зворотним напрямком посадки або відрізняється від нього на кут не більше 45 градусів. Стандартний розворот може бути лівим і правим. Лівим прийнято вважати стандартний розворот, при якому ВС в кінці його виконання розвертають вліво. Якщо ВС в кінці маневру розвертають вправо, стандартним розворотом вважають правий разворот. Маневр заходу починають від ДПРМ, Вихід на який виконують на висоті кола, це можна спостерігати на схемі.

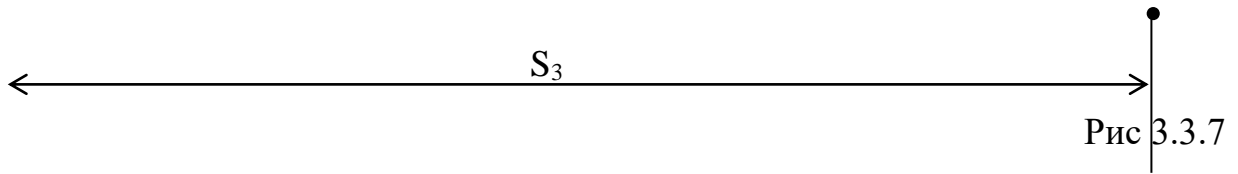




Після прольоту ДПРМ беруть МК, рівний зворотному посадковому курсу, і в горизонтальному польоті слідує до точки початку стандартного розвороту (ТНСР), відстань до якої від ДПРМ вказують в таблиці схеми заходу. На встановленій відстані від ДПРМ випускають шасі і закрилки. Після закінчення розрахункового часу польоту виконують стандартний розворот з встановленим для даної схеми креном. Після виходу з розвороту політ виконують з посадковим курсом протягом розрахункового часу $t_{п}$. Перед входом в глісаду довивпускають закрилки. Після входу в глісаду подальший візит виконують аналогічно заходу на посадку з прямої.

Захід на посадку зі зворотного напрямку. застосовується на аеродромах, обладнаних системами посадки з одного напрямку, тобто РТС розташований в одному напрямку ВПП. Зниження ВС до візуального польоту на висоту кола здійснюється за будь-який з раніше розглянутих схем. Подальший захід виконується за маршрутами з зворотного напрямку, при цьому можуть будуватися прямокутний маршрут, маршрут з відворотом на заданий кут або стандартним розворотом.





Вихідною точкою маневру є ДПРМ як це можна побачити на схемі, на котрій ПС виводять на ешелоні переходу або нижче. Мінімальною висотою виходу є висота колу. Після польоту ДПРМ екіпаж виконує захід по встановленій схемі відповідно з загальноприйнятою методикою. Контроль польоту виконують по ДПРМ зворотного старту. Головною особливістю схеми заходу на посадку по РТС зворотного старту є те, що вони зобумовлюють виконання заходу за підвищеним мінімумом для посадки.

Інструментальний метод заходу. Є основним методом заходу на посадку в міжнародних аеропортах. Однак не на всіх аеродромах, обладнаних пристроями для інструментального заходу на посадку, є схеми заходу на посадку за приладами. Особливістю візуального заходу на посадку є те, що як і при використанні схеми "коробочка" екіпаж зобов'язаний бачити ВПП у процесі всього заходу. Візуальний захід на посадку і політ по прямокутному маршруту типу "коробочка" застосовується вкрай рідко. Термін "захід на посадку по колу" взагалі означає виконання візуального польоту по колу над аеродромом перед посадкою. Захід на посадку по колу є візуальний маневр в польоті. Умови польоту по колу кожен раз бувають різними, оскільки вони залежать від таких змінних факторів, як розташування ВПП, лінія шляху кінцевого етапу заходу на посадку, швидкість вітру і метеорологічні умови. Отже, неможливо розробити єдину схему, яка була б придатна для виконання заходу на посадку по колу в будь-яких умовах. Після встановлення початкового візуального контакту з орієнтирами основне допущення полягає в тому, що середовище ВПП (тобто поріг ВПП або світлотехнічні засоби заходу на посадку або інші маркування, що відносяться до ВПП) варто безупинно тримати безперервно тримати в полі зору при польоті по колу на MDA / H. Коли встановлено надійний

контакт з наземними орієнтирами і екіпаж вирішив здійснити візуальний захід на посадку, він зобов'язаний повідомити про це службі руху. При виконанні польоту по колу дозволяється виконувати найбільш раціональні траєкторії польоту в горизонтальному польоті або зі зниженням з метою скорочення відстані і економії палива. Якщо при встановленні візуального контакту з землею доповідь службі руху про візуальному контакті не проводився, екіпаж зобов'язаний витримувати обов'язкові траєкторії. Для виконання візуального маневрування (візуального польоту по колу) встановлюється зона візуального маневрування, що позначається на диспетчерському радіолокаторі і обмежена дугами, проведеними з центрів порогів кожної ВПП. Радіус дуги залежить від посадкової категорії ВС, рекомендованої швидкості ПС для заходу на посадку для кожної категорії, швидкості вітру (враховується швидкість 46 км / год або 25 вузлів) і радіусу розвороту (із середнім креном 20° або кутовий швидкістю розвороту 3° / сек) незалежно від величини кута розвороту). Приклад розрахунку радіусу зони візуального маневрування представлений в таблиці 3.3.8

Категорія ПС	A	B	C	D	E
Рекомендована швидкість заходу, км/ч	185	250	335	380	445
Істинна повітряна швидкість (TAS) на висоті 600 м, км/ч	241	310	404	448	516
R розвороту, км	1,28	2,08	3,46	4,31	5,76
n – прямокутна ділянка (постійна величина)	0,56	0,74	0,93	1,11	1,30
R від порогу ВПП, км $R = 2r+n$	3,12	4,90	7,85	9,79	12,82

Таб 3.3.8

Після встановлення зони візуального маневрування (польоту по колу) визначається відносна / абсолютна висота прольоту перешкод (OCA / H) для кожної категорії ПС наведено у таблиці 3.3.9

Категорія ПС	Запас висоти над перешкодами у м (фт)	Мінімальна ОСА / Н над перевищенням аеродрому у м (фт)	Мінімальна видимість у км
A	90 (295)	120 (394)	1,9
B	90 (295)	150 (492)	2,8
C	120 (394)	180 (591)	3,7
D	120 (394)	210 (698)	4,5
E	150 (492)	240 (787)	6,5

Таб 3.3.9

У тих випадках, коли з урахуванням експлуатаційних міркувань відповідно до Додатку 6 до ОСА / Н додається додатковий запас, вказується MDA / Н. Зниження до висоти, меншою ніж MDA / Н, не проводиться до тих пір, поки:

1. Не буде встановлений і підтримуватися візуальний контакт з орієнтирами;
2. Екіпаж не побачить порога ВПП;
3. Не буде витримуватися необхідний запас висоти над перешкодами і ВС не займе відповідного положення для виконання посадки.

4. Розрахунок елементів заходу на посадку

Для заходу на посадку по будь якій схемі екіпаж виконує розрахунок елементів заходу. Розрахунок може бути виконаний для заходу на посадку у штиль, необхідно знати параметри встановленої схеми заходу та швидкість польоту ВС. Параметри схеми виписують з Збірника аеронавігаційної інформації. Швидкість польоту для даного типу ПС беруть відповідно РЛЕ, де її значення дано в залежності від кута крену на розворотах.

Кінцевою точкою маневру заходу на посадку є точка приземлення, положення котрої на осі ВПП визначається траверзом ГРМ. Оптимальне розположення від початку ВПП до точки приземлення 250м. Фактична відстань залежить от УНГ.

4.1. Розрахунок елементів заходу на посадку за малим прямокутним маршрутом в штиль

Даний маневр заходу на посадку застосовується у більшості аеродромів. Штильовий розрахунок елементів виконується без урахування вітру. Вихідні дані для штильового розрахунку беруть з РЛЕ та збірника аеронавігаційної інформації.

Порядок штильового розрахунку

Вихідні дані:

$$\text{ПМПУ} = 340^\circ$$

$$S_{\text{БПРМ}} = 1030 \text{ м}$$

$$S_3 = 3600 \text{ м}$$

$$S_{\text{ДПРМ}} = 3950 \text{ м}$$

$$L = 4000 \text{ м}$$

$$S_{\text{ГРМ}} = 150 \text{ м}$$

$$V = 160 \text{ км/ч} = 44.5 \text{ м/с}$$

$$\delta = 360^\circ$$

$$\beta = 15^\circ$$

$$u = 8 \text{ м/с}$$

$$H_{\text{ТВГ}} = 400 \text{ м}$$

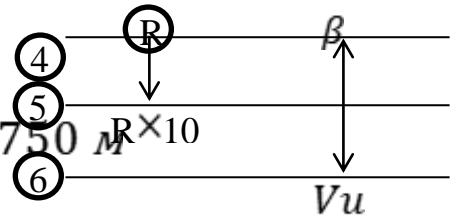
Круг польоту лівий

$$\text{УНГ} = 3^{\circ}10'$$

1. Визначити радіус розвороту

$$R = \frac{Vu^2 \text{ м/с}}{g \cdot \text{tg } \beta} =$$

$$\frac{44,5^2}{9,8 \cdot 0,27} = 750 \text{ м}$$

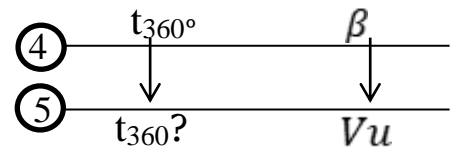


2. Визначити час розвороту на 360° та 90°

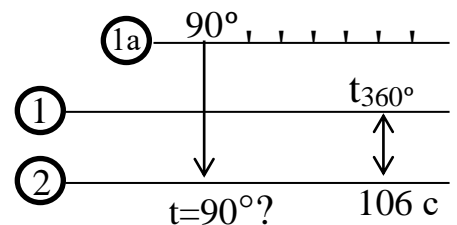
$$t_{360} = \frac{2\pi R}{Vu \text{ м/с}} =$$

$$\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 750}{44,5} =$$

$$106 \text{ сек.} = 1 \text{ хв. } 46 \text{ сек.}$$



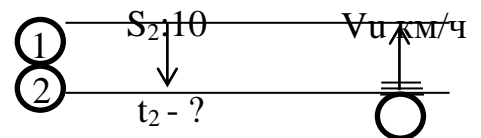
$$t_{90} = \frac{360}{4} = \frac{106}{4} = 26,5 \text{ сек.}$$



3. Визначити S_2 та t_2

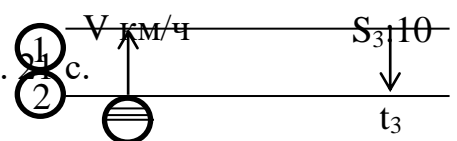
$$S_2 = L - 2R = 4000 - 1500 = 2500 \text{ м}$$

$$t_2 = \frac{S_2}{Vu} = \frac{2500}{44,5} = 56 \text{ сек}$$



4. Визначити час польоту від траверзу ДПРМ до 3-го розвороту

$$t_3 = \frac{S_3}{V \text{ м/с}} = \frac{3600}{44,5} = 81 \text{ с.} = 1 \text{ хв.}$$



5. Визначити КУР₃, α_3 та МПР₃

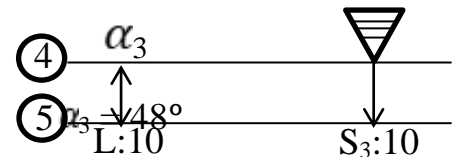
$$\text{tg } \alpha_3 = \frac{L}{S_3} = \frac{4000}{3600} = 1,1$$

МПР₃ = ПМПУ

$$\pm \alpha_3 = 340 + 48 = 28^\circ$$

$$\text{КУР}_{\text{ТР}} = 270^\circ$$

$$\text{КУР}_3 = 180^\circ + 48^\circ = 228^\circ$$



6. Визначити S₄, α_4 , КУР₄ та МПР₄

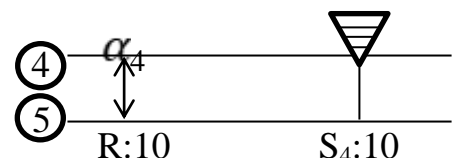
$$S_4 = S_3 + R = 3600 + 750 = 4350 \text{ м}$$

$$\text{tg } \alpha_4 = \frac{R}{S_4} = \frac{750}{4350} = 0,18 = 10^\circ$$

$$\text{КУР}_4 = 270^\circ + 10^\circ = 280^\circ$$

МПР₄ = ПМПУ

$$\pm \alpha_4 = 340^\circ + 10^\circ = 350^\circ$$

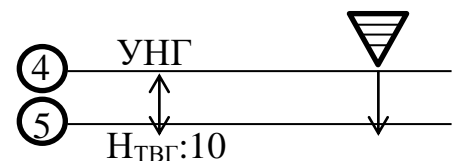


7. Визначити час зниження з Н_{ИСХ} до висоти 4-го развороту

$$t_{\text{сн}} = 2t_1 + 2t_2 + t_3 + t_{270^\circ} = 20 + 112 + 81 + 79 = 292 \text{ сек.} = 4 \text{ хв. } 52 \text{ сек.}$$

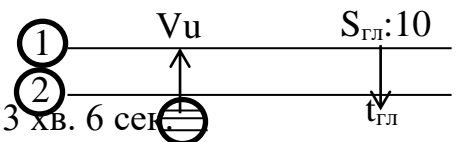
8. Визначити S_{ГЛ}

$$S_{\text{ГЛ}} = \frac{H_{\text{ТБГ}}}{\text{tg } \gamma_{\text{НГ}}} = \frac{400}{0,055} = 7272$$

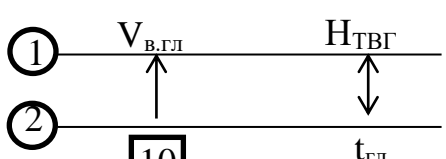


9. Визначити час польоту по глісаді

$$t_{\text{ГЛ}} = \frac{S_{\text{ГЛ}}}{V_{\text{М/с}}} = \frac{7272}{39} = 186 \text{ сек.} = 3 \text{ хв. } 6 \text{ сек.}$$



10. Визначити вертикальну швидкість на глісаді

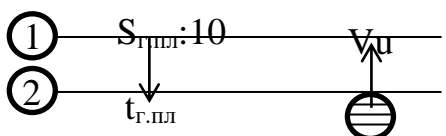
$$V_{\text{в.гл.}} = \frac{H_{\text{ТВГ}}}{t_{\text{гл.м/с}}} = \frac{400}{186} = 2,1 \text{ м/с}$$


11. Визначити відстань від точки виходу з 4-го развороту до точки приземлення

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{ДПРМ}} + S_3 + S_{\text{ГРМ}} = 3950 + 3600 + 150 = 7700 \text{ м}$$

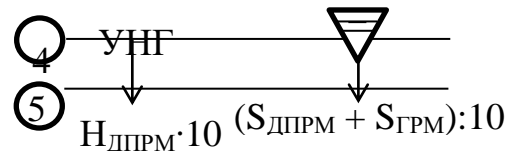
12. Визначити відстань та час прольоту на горизонтальній площадці

$$S_{\text{Г.ПЛ.}} = S_{\text{общ}} - S_{\text{ГЛ}} = 7700 - 7272 = 428 \text{ м.}$$

$$t_{\text{Г.ПЛ.}} = \frac{S_{\text{ГЛ.ПЛ.}}}{V_{\text{м/с}}} = \frac{428}{39} = 11 \text{ сек.}$$


13. Визначити висоту прольоту ДПРМ

$$H_{\text{ДПРМ}} = (S_{\text{ДПРМ}} + S_{\text{ГРМ}}) \cdot \text{tg}_{\text{УНГ}} = (3950 + 150) \cdot 0,055 = 225 \text{ м.}$$



14. Визначити висоту прольоту БПРМ

$$H_{\text{БПРМ}} = (S_{\text{БПРМ}} + S_{\text{ГРМ}}) \cdot \text{tg}_{\text{УНГ}} = (1030 + 150) \cdot 0,055 = 65 \text{ м.}$$



15. Визначити загальний час польоту по малому малому прямокутному маршруту

$$t_{\text{общ}} = 2t_1 + 2t_2 + t_3 + t_{\text{Г.ПЛ.}} + t_{\text{ГЛ}} + t_{360} = 20 + 112 + 81 + 10 + 185 + 106 = 514 \text{ сек.} = 8 \text{ хв. } 34 \text{ сек.}$$

4.2. Розрахунок елементів заходу на посадку за малим прямокутним маршрутом за врахування впливу вітру

Безпека та точність заходу на посадку у складних метеоумовах залежить від рівня підготовки екіпажу, а також від вміння виконувати розрахунок заходу на посадку.

Виконати розрахунок:

$$\text{ПМПУ} = 340^\circ \quad u = 8 \text{ м/с}$$

$$\delta_M = 360^\circ$$

Круг лівий

1. Визначити посадковий кут вітру (УВпос = α)

$$\text{УВпос} \quad (\alpha) = \delta_M - \text{ПМПУ} = 360 - 340 = 20^\circ$$



2. Розкласти вектор вітру на бокову ($u_{\text{бок}}$) та зустрічну відповідно (u_B) та спроектувати їх на ось ВПП.

$$u_{\text{бок}} = u \cdot \sin \alpha$$

$$= 8 \cdot 0,3 = 3 \text{ м/с}$$

$$u_B = u \cdot \cos \alpha$$

$$= 8 \cdot 0,9 = 8 \text{ м/с}$$

3. Визначити кут зносу по ділянкам прямокутного маршруту.

Знаходимо коефіцієнт залежності від повітряної швидкості.

$$\frac{57,3}{V_{\text{м/с}}}$$

$$K = \frac{57,3}{44,5} = 1,3$$

$$\text{УС}_1 = 1,3 \cdot u_{\text{бок}} = -4^\circ$$

$$\text{УС}_2 = 1,3 \cdot u_B = -10^\circ$$

$$\text{УС}_1 = 1,3 \cdot u_{\text{бок}} = +4^\circ$$

$$\text{УС}_1 = 1,3 \cdot u_B = +10^\circ$$

$$УС_{\text{пос}} = 1,5 \cdot u_{\text{бок}} = -5^\circ$$

4. Розрахувати МК по дільницям прямокутного маршруту

$$МК_1 = ПМПУ - (\pm УС_1) = 340 + 4 = 344^\circ$$

$$МК_2 = ПМПУ \pm 90 - (\pm УС_2) = 340 - 90 + 10 = 260^\circ$$

$$МК_3 = ПМПУ \pm 180 - (\pm УС_3) = 340 + 180 - 4 = 156^\circ$$

$$МК_4 = ОПМПУ \pm 90 - (\pm УС_4) = 70 - 10 = 60^\circ$$

$$МК_{\text{пос}} = ПМПУ - (\pm УС_{\text{пос}}) = 340 + 5 = 345^\circ$$

5. Визначити час польоту по дільницям прямокутного маршруту.

$$K = \frac{t_{\text{общ}}}{V_{u_{\text{м/с}}}} = \frac{t_{1\text{штр}} + t_{90} + t_{90} + t_2}{V_u} = \frac{10+26+26+56}{44,5} = \frac{108}{44,5} \approx 2$$

А) $t_1 = t_{1\text{штр}} + 3 \cdot u_b = 10 + 3 \cdot 8 = 34 \text{ сек.}$

Б) Час польоту від кінця першого до початку 2-го развороту t_2 :

$$K = \frac{t_{2\text{штр}} + t_{90} + t_{90}}{V_u} = \frac{56+26+26}{44,5} = \frac{108}{44,5} \approx 2$$

$$t_2 = t_{2\text{штр}} - 2 \cdot u_{\text{бок}} = 56 - 2 \cdot 3 = 50 \text{ сек.}$$

В) Час польоту від траверзу ДПРМ до початку 3-го развороту t_3 :

$$K = \frac{t_{3\text{штр}} + 2t_{90}}{V_u} = \frac{81+52}{44,5} = \frac{133}{44,5} = 3$$

$$t_3 = t_{3\text{штр}} - 3 \cdot u_b = 81 - 24 = 56 \text{ сек.}$$

Г) Час горизонтального польоту від моменту закінчення 4-го развороту до точки виходу на глісаду ($t_{\text{г.пл}}$)

$$t_{\text{г.пл}} = \frac{s_{\text{г.пл}}}{V_u - u_s} = \frac{428}{39-8} = 14 \text{ сек.}$$

6. Визначити КУР та МПР контрольних точок:

$$КУР_{тр} = КУР_{тр.шт} + (\pm \mathcal{U}_3) = 270 + 4 = 274^\circ$$

$$МПР_{тр} = ПМПУ \pm 90^\circ = 70^\circ$$

$$КУР_3 = КУР_{3шт} + (\pm \mathcal{U}_3) + (\pm \frac{\mathcal{U}_4}{2}) = 228 + 4 + \frac{10}{2} = 237^\circ$$

$$МПР_3 = ПМПУ \pm \alpha_3 + (\pm 0,5 \mathcal{U}_4) = 340 + 48 + 5 = 33^\circ$$

$$КУР_4 = КУР_{4шт} + (\pm \mathcal{U}_4) + (\pm \frac{\mathcal{U}_{пос}}{2}) = 280 + 10 + (-2) = 288^\circ$$

$$МПР_4 = ПМПУ \pm \alpha_4 + (\pm 0,5 \mathcal{U}_1) = 340 + 10 + (-2) = 348^\circ$$

$$КУР_{пос} = 360 + (\pm \mathcal{U}_{пос}) = 360 - 5 = 355^\circ$$

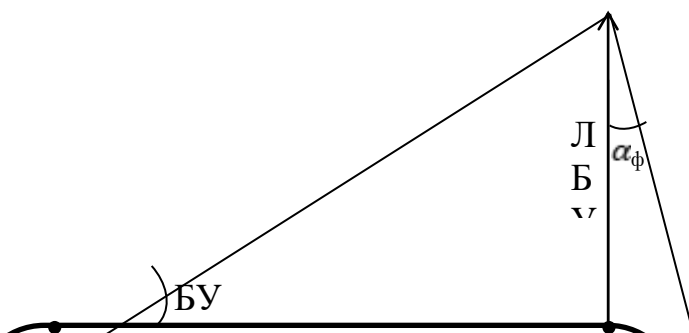
7. Визначити вертикальну швидкість зниження по глісаді планування.

$$V_{у.гл 1} = V_{в шт} - 0,055 u_b = 2,1 - 0,055 \cdot 8 = 1,8 \text{ м/с}$$

$$V_{у.гл 2} = V_{у.гл 1} + 0,5 = 1,8 + 0,5 = 2,3 \text{ м/с}$$

4.3. Розрахунок даних для контролю ширини малого прямокутного маршруту

Виконання заходу на посадку по малому прямокутному паршруту, екіпаж повинен контролювати фактичну ширину прямокутного маршруту, та при необхідності корегувати курс для виходу в точку початку 3-го развороту. Фактичну ширину прямокутного маршруту α_ϕ визначають у момент проходження траверза ДПРМ (БПРМ) по розходженню курсових кутів ДПРМ та БПРМ.



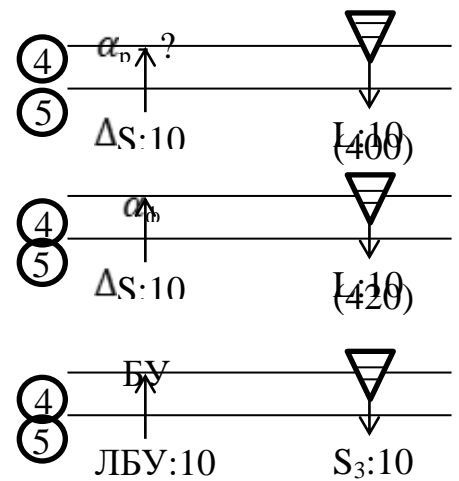
$$\Delta S = S_{\text{ДПРМ}} - S_{\text{БПРМ}} = 3950 - 1030 = 2920 \text{ м.}$$

$$\alpha_p = 36^\circ$$

$$\alpha_\phi = 35^\circ \text{ (якщо } L = 4200)$$

Маємо відклонення ШПМ на 200м,

При цьому БУ = 3°



4.4. Розрахунок даних для контролю виконання четвертого розвороту

Четвертий розворот один з найвідповідальніших етапів заходу на

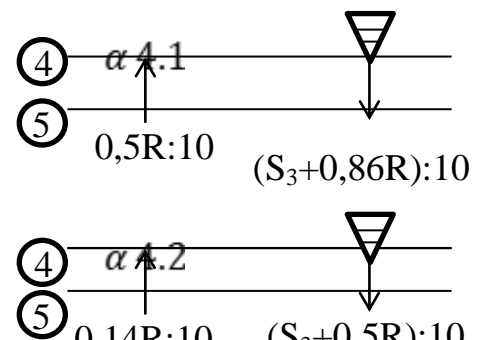
посадку, його сутність в тому щоб ввести ПС на посадкову пряму, при заході на посадку по прямокутному маршруту. Невідповідність вітру певного над ВПП, вітру в районі 4-го развороту, а також інструментальні помилки АРК та курсових приладів не завжди дозволяють точно визначити момент початку 4-го развороту. Отже при виконанні його екіпаж зобов'язаний активно вести контроль за його виконанням, щоб вивести ПС на передпосадкову пряму. Контроль за правильністю виконання 4-го развороту спостерігається відповідно показників ГІК та КУР в двох точках, коли до закінчення развороту залишається 60° та 30°



Розрахувати кути $\alpha_{4.1}$ та $\alpha_{4.2}$

$$\alpha_{4.1} = 5^\circ$$

$$\alpha_{4.2} = 1,5^\circ$$



За 60° до виходу на МК₄ різниця між показниками АРК та КЗД повинна бути 5° ; за 30° до виходу повинна складати $1,5^\circ$. Якщо різниця показників менше – крен збільшити, якщо більше то відповідно треба зменшити крен.

