

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

В.П. Харченко, О. Є. Луппо, Г.Ф. Аргунов, С. А. Загора

ЕШЕЛОНУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ КОРАБЛІВ

Навчальний посібник

КИЇВ 2008

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

В.П. Харченко, О. Є. Луппо, Г.Ф. Аргунов, С. А. Закора

ЕШЕЛОНУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ КОРАБЛІВ

Навчальний посібник

КИЇВ 2008

УДК 656.7.052:351.814.335 (075.8)

ББК 0571я7

Е 961

Рецензенти:

Затверджено методично-редакційною радою НАУ,
протокол № від 2008 року.

В.П. Харченко, О. Є. Луппо, Г.Ф. Аргунов, С. А. Загора
Е 961 Ешелонування повітряних кораблів: Навч. посіб. К.: НАУ,
2008. – 218 с.
Рис. 90, табл. 14, бібліогр. 29 назв.

Присвячено мінімумам ешелонування повітряних кораблів відповідно до стандартів та рекомендованої практики Міжнародної організації цивільної авіації в умовах використання методів зональної навігації, потрібних навігаційних характеристик, автоматичного залежного спостереження та в процесі впровадження систем *CNS/ATM*.

Наведено мінімуми ешелонування повітряних кораблів під час виконання польотів за правилами візуальних польотів та польотів за приладами в повітряному просторі України.

Для студентів напрямку підготовки «Аеронавігація», Інституту заочного та дистанційного навчання, а також для фахівців обслуговування повітряного руху.

УДК 656.7.052:351.814.335 (075.8)

ББК 0571я7 Е 961

© В.П Харченко, О. Є. Луппо,
Г.Ф. Аргунов, С.А. Загора 2008

ЗМІСТ

Передмова	5
Умовні позначення і скорочення	7
Терміни та визначення	12
Вступ	18
1. Теоретичні основи забезпечення ешелонування повітряних кораблів	22
1.1. Горизонтальне ешелонування	22
1.2. Вертикальне ешелонування	29
1.3. Комбіноване ешелонування	34
1.4. Методи оцінювання безпеки повітряного руху	37
1.5. Методика аналізу небезпеки/ризиків Євроконтролем	48
Запитання для самоперевірки (Тест 1)	58
2. Ешелонування повітряних кораблів у разі використання зональної навігації та потрібних навігаційних характеристик	62
2.1. Ешелонування з використанням <i>RNAV</i>	62
2.2. Потрібні навігаційні характеристики	73
Запитання для самоперевірки (Тест 2)	80
3. Ешелонування в умовах використання автоматичного залежного спостереження	84
3.1. Функціональні можливості <i>ADS</i>	85
3.2. Зміст повідомлень <i>ADS</i>	86
3.3. Використання <i>ADS</i> для забезпечення диспетчерського обслуговування повітряного руху	88
3.4. Мінімуми ешелонування у разі використання <i>ADS</i>	89
Запитання для самоперевірки (Тест 3)	94
4. Ешелонування повітряних кораблів в умовах застосування перспективних систем управління повітряним рухом	98
4.1. Концепція вільного польоту <i>Free Flight</i>	99
4.2. Бортові системи безпечного ешелонування <i>ASAS</i>	105
4.3. Особливості виникнення та розв'язання конфліктних ситуацій	125
Запитання для самоперевірки (Тест 4)	133

5. Стандарти та рекомендована практика ICAO стосовно мінімумів ешелонування	135
5.1. Вертикальне ешелонування	135
5.2. Бічне ешелонування з процедурним контролем	137
5.3. Поздовжнє ешелонування з процедурним контролем	141
5.4. Мінімуми радіолокаційного ешелонування	163
Запитання для самоперевірки (Тест 5)	166
6. Мінімуми ешелонування в повітряному просторі України	171
6.1. Мінімальні інтервали поздовжнього ешелонування під час польотів за правилами візуальних польотів	171
6.2. Мінімальні часові інтервали поздовжнього ешелонування за правилами польотів за приладами в разі нерадіолокаційного контролю	172
6.3. Мінімуми радіолокаційного ешелонування	176
6.4. Вертикальне ешелонування	179
6.5. Мінімуми ешелонування при обслуговуванні літера «А»	183
6.6. Потрібні навігаційні характеристики та розміри буферних зон	183
6.7. Інформація про рівень на підставі використання режиму С	185
Запитання для самоперевірки (Тест 6)	187
Список літератури	192
Додаток 1 Правила польотів	194
Додаток 2 Класифікація повітряного простору	201
Додаток 3 Класифікація повітряних кораблів	203
Додаток 4 Льотно-технічні характеристики повітряних кораблів	206
Додаток 5 Ключі для перевірки тестових завдань	216

ПЕРЕДМОВА

Кожна держава забезпечує обслуговування повітряного руху, зв'язку, навігації та спостереження відповідним та достатнім для підтримання прийняттого рівня безпеки польотів із дотриманням правил обслуговування повітряного руху.

Нині з розвитком бортового навігаційного обладнання, наземних систем обслуговування повітряного руху, впровадження змін у структуру повітряного простору активно ведуться роботи зі скорочення існуючих норм ешелонування. Тому і виникла потреба в створенні навчального посібника, у якому б були розглянуті мінімуми ешелонування, що використовуються в повітряному просторі України, рекомендації Міжнародної організації цивільної авіації щодо мінімумів ешелонування, а також критерії та фактори, від яких залежать мінімуми ешелонування.

Ешелонування – це загальний термін, який використовують для опису дій органів обслуговування повітряного руху, спрямованих на дотримання такої відстані між повітряними кораблями, що виконують польоти в тому самому загальному районі, у якому ризик зіткнення утримується нижче від прийнятного безпечного рівня. Таке ешелонування може здійснюватися в горизонтальній і вертикальній площинах. Ешелонування в горизонтальній площині можна виконувати або в поздовжньому напрямку (коли повітряні кораблі розташовуються один за одним на встановленій відстані, що може бути виражено через польотний час), або в бічному напрямку (коли повітряні кораблі розташовуються пліч-о-пліч на встановленій відстані один від одного або коли вказується ширина захищеного повітряного простору по обидва боки осьової лінії маршруту). Вертикальне ешелонування забезпечується виконанням вимоги, щоб повітряні кораблі, які застосовують запропоновані правила установа висотоміра, виконували політ на різних рівнях, виражених в ешелонах польоту або абсолютних висотах.

Необхідне ешелонування між повітряними кораблями виражається у вигляді мінімальних відстаней для кожного вимірювання, які не слід одночасно порушувати. У випадку горизонтального ешелонування мінімальна відстань може бути виражена або в морських милях, або в градусах кутового зсуву, або у поздовжньому напрямку у вигляді мінімумів, що ґрунтуються або на часі, або на

відстані у разі використання далекомірного устаткування, зональної навігації, радіолокаційного або автоматичного залежного спостереження відповідно. У вертикальній площині мінімум вказується або в метрах, або у футах, або у вигляді ешелонів польоту.

За деяких обставин в окремих районах повітряного простору відповідно до регіональної угоди може застосовуватися комбіноване ешелонування повітряних кораблів, що складається з комбінації елементів горизонтального та вертикального ешелонування.

Плануючи повітряний простір та маршрути, для яких не передбачається служба керування повітряним рухом, безпечне ешелонування повітряних кораблів можна також забезпечувати використанням стандартних мінімумів ешелонування. У разі створення служби обслуговування повітряного руху використання такого процесу буде сприяти її впровадженню та інтеграції із суміжними системами повітряного простору.

Один з розділів навчального посібника присвячено розвитку перспективних систем обслуговування повітряного руху, упровадженню глобальної концепції вільного польоту.

Для підготовки навчального посібника використано офіційні документи України, стандарти та рекомендовану практику Міжнародної організації цивільної авіації, рекомендації Європейської організації з безпеки аеронавігації, а також результати авторських досліджень.

Велику увагу приділено наочним матеріалам, використано велику кількість рисунків та схем, які полегшують сприйняття та розуміння мінімумів ешелонування.

Вищі навчальні заклади дедалі більше уваги приділяють запровадженню комплексних систем оцінювання знань. Такі системи спрямовані на диференціацію рівня знань студентів і мають реагувати навіть на невеликі зміни глибини засвоєння матеріалу кожним студентом. Переваги тестової системи оцінювання полягають в об'єктивності, у змозі індивідуалізувати процес навчання, диференціювання завдань, отримувати відповідь майже на будь-яке запитання, тому кожний розділ навчального посібника закінчується тестовими питаннями. Ключі для самоперевірки наведено в кінці посібника.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ І СКОРОЧЕННЯ

АДВ	– аеродромна диспетчерська вишка
АС КПП	– автоматизована система керування повітряним рухом
ВОРЛ	– вторинний оглядовий радіолокатор
ДВЧ	– дуже висока частота
ЗО	– зона очікування
ЗПС	– злітно-посадкова смуга
ІНС	– інерціальна навігаційна система
КПП	– керування повітряним рухом
КС	– конфліктна ситуація
ЛЗШ	– лінія заданого шляху
ЛТХ	– льотно-технічні характеристики
м. м.	– морська миля
ОПР	– обслуговування повітряного руху
ПВП	– правила візуальних польотів
ПОРЛ	– первинний оглядовий радіолокатор
ПК	– повітряний корабель
ПКС	– потенційно конфліктна ситуація
ПНП	– пілотажний навігаційний прилад
ППП	– правила польотів за приладами
РДЦ	– районний диспетчерський центр
РПІ	– район польотної інформації
РЛК	– радіолокаційний контроль
РЛС	– радіолокаційна станція
РТЗ	– радіотехнічні засоби

ACC (*Area Control Centre*) – районний диспетчерський центр

ACAS (*Aircraft Collision Avoidance System*) – бортова система запобігання зіткненням

AFR (*Autonomous Flight Rules*) – автономні правила польотів

ASAS (*Airborne Separation Assurance (Assistance) System*) – бортова система безпечного ешелонування

AIP (*Aeronautical Information Publication*) – збірник аеронавігаційної інформації

ADS (*Automatic dependent surveillance*) – автоматичне залежне спостереження

ADS-B (*ADS-broadcast*) – автоматичне залежне спостереження в режимі широкозонного мовлення,

AMSS (*Aeronautical Mobile-satellite Service*) – авіаційна рухома супутникова служба

APP (*Approach Control Unit*) – диспетчерський пункт підходу

ARN (*Air Traffic Services Route Network*) – єдина європейська система повітряних маршрутів

ATSAW (*Airborne Traffic Situational Awareness*) – поінформованість екіпажу про повітряний рух

ATM (*Air Traffic Management*) – організація повітряного руху

ATS (*Air Traffic Services*) – обслуговування повітряного руху

CDTI (*Cockpit Display of Traffic Information*) – бортовий індикатор повітряної ситуації

CNS/ATM (*Communication, Navigation, Surveillance/ Air Traffic Management*) – зв'язок, навігація, спостереження/ організація повітряного руху

CPA (*Closest Point of Approach*) – точка максимального зближення літаків

CPDLC (*Controller-Pilot Data Link Communications*) – зв'язок «диспетчер–пілот» по лінії передавання даних

CTA (*Control Area*) – диспетчерський район

CTR (*Control Zone*) – диспетчерська зона

DME (*Distance Measuring Equipment*) – далекомірне обладнання

EFR (*Extended Flight Rules*) – розширені правила польотів

EGPWS (*Enhanced Ground Proximity Warning System*) – система попередження зіткнень із землею

ESARR (*Eurocontrol Safety Regulatory Requirement*) – регламентувальні вимоги Євроконтролю з безпеки польотів

E-TIBA (*Enhanced Traffic Information Broadcast By Aircraft*) – поліпшена функція радіомовної передачі літаками інформації про повітряний рух

EVA (*Enhanced Visual Acquisition*) – поліпшення сприйняття візуальної ситуації

FAA (*Federal Aviation Administration*) – федеральна авіаційна організація

FANS (*Special Committee on Future Air Navigation Systems*) – спеціальний комітет з майбутніх аеронавігаційних систем

FDPS (*Flight Data Processing System*) – система оброблення польотних даних

FFAS (*Free Flight Airspace*) – повітряний простір вільного авіаційного польоту

FPL (*Filed Flight Plan*) – наданий план польоту

FRAS (*Free Route Airspace*) – повітряний простір вільного польоту за маршрутами обслуговування повітряного руху

FL (*Flight level*) – рівень польоту (у відповідних випадках ешелон польоту)

FTE (*Flight Technical Error*) – похибка, зумовлена технікою пілотування

GNSS (*Global Navigation Satellite System*) – глобальна навігаційна супутникова система

GPS (*Global positioning system*) – глобальна система визначення місцеположення повітряних кораблів

HDOP (*Horizontal dilution of precision*) – зниження точності вимірювань у горизонтальній площині

HDG (*Heading*) – курс

IAS (*Indicated Airspeed*) – приладова швидкість

ICAO (*International Civil Aviation Organisation*) – Міжнародна організація цивільної авіації

IFR (*Instrument Flight Rules*) – правила польотів за приладами

ILS (*Instrument Landing System*) – інструментальна система посадки

INS (*Inertial Navigation System*) – інерціальна навігаційна система

LNAV (*Lateral Navigation*) – бічна навігація

MAS (*Manageable Airspace*) – організований повітряний простір

MLS (*Microwave Landing System*) – мікрохвильова система посадки

MNPS (*Minimum navigation performance specifications*) – вимоги до мінімальних навігаційних характеристик

MFZ (*Mediterranean Free Flight*) – випробування режиму вільного польоту в районі Середземного моря

NAS (*National Airspace System*) – національна система повітряного простору (Сполучені Штати Америки)

NAT (*North Atlantic*) – Північна Атлантика

NAVAID (*Navigation Aid*) – аеронавігаційний засіб

NDB (*NON-directional radio beacon*) – ненапрявлений радіомаяк

NOTAM (*Notice to Airmen*) – повідомлення для авіаційного персоналу

NTZ (*No transgression zone*) – проміжна захисна зона

PANS (*Procedures for Air Navigation Services*) – правила аеронавігаційного обслуговування

QNH (*Altimeter sub-scale setting to obtain elevation when on the ground and indications elevation when of in air*) – кодове позначення тиску, приведенного до середнього рівня моря за стандартною атмосферою

RNAV (*Area Navigation*) – зональна навігація

RGCSF (*Review of the General Concept of Separation Panel*) – група експертів з розгляду загальної концепції ешелонування

RNDSG (*Route Network Development Sub Group*) – підгрупа з розроблення мережі маршрутів

RNP (*Required Navigation Performance*) – потрібні навігаційні характеристики;

RVSM (*Reduced Vertical Separation Minimum*) – скорочений мінімум вертикального ешелонування

SID (*Standard Instrument Departure*) – стандартний маршрут вильоту за приладами

STAR (*Standard Instrument Arrival*) – стандартний маршрут прибуття за приладами

STCA (*Short Term Conflict Alert*) – короткострокове попередження про конфлікт

SUPPS (*Regional Supplementary Procedures*) – додаткові регіональні правила

TCAS (*Traffic alert and Collision Avoidance System*) – система попередження та запобігання зіткненням повітряних кораблів

TIS-B (*Traffic Information Service – Broadcast*) – радіомовна служба інформації про повітряний рух

TLS (*Target Level of Safety*) – заданий рівень безпеки

TMA (*Terminal Control Area*) – термінальний диспетчерський район

TNAV (*Time Navigation*) – зональна навігація за часом

TSE (*Total System Error*) – сумарна системна помилка

UMAS (*Unmanageable Airspace*) – неорганізований повітряний простір

VFR (*Visual Flight Rules*) – правила візуальних польотів

VMC (*Visual Meteorological Conditions*) – візуальні метеорологічні умови

VNAV (*Vertical Navigation*) – вертикальна навігація

VHF (*Very High Frequency*) – дуже висока частота

VOR (*VHF Omnidirectional Radio Range*) – всенаправлений ДВЧ – радіомаяк

VSM (*Vertical Separation Minima*) – мінімум вертикального ешелонування

WGS (*World Geodetic System*) – всесвітня геодезична система

WPT (*Way-Point*) – точка шляху

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Автоматичне залежне спостереження (*Automatic Dependent Surveillance*) – метод спостереження, згідно з яким повітряні кораблі автоматично передають лінією передавання даних інформацію, одержану від бортових навігаційних систем і систем визначення місцеположення повітряного корабля, у тому числі пізнавальний індекс повітряного корабля, дані про його місцеположення у чотирьох вимірах і, в разі потреби, додаткові дані.

Бортова система попередження зіткнення (*Airborne collision avoidance system*) – бортова система, що ґрунтується на сигналах вторинної радіолокації, функціонує незалежно від наземного обладнання і повідомляє пілоту про потенційно конфліктну ситуацію з повітряними кораблями, які обладнані приймачами–відповідачами вторинної радіолокації.

Відповідач (*Transponder*) – бортове приймально-передавальне радіолокаційне обладнання, що автоматично передає свій сигнал відразу після отримання сигналу-запиту наземного радіолокатора з будь-якого напрямку.

Візуальні метеорологічні умови (*Visual Meteorological Conditions*) – метеорологічні умови, виражені у значеннях дальності видимості, відстані до хмар та висоти нижньої межі хмар, що відповідають установленим значенням або перевищують їх.

Вторинний оглядовий радіолокатор (*Secondary surveillance radar*) – радіолокаційна система спостереження, яка передає сигнали запитів та приймає у відповідь сигнали бортових відповідачів.

Диспетчерська вказівка (*Air traffic control instruction*) – директива, видана диспетчером повітряного руху пілотові з метою виконання ним відповідних дій.

Дозвіл органу диспетчерського обслуговування повітряного руху (диспетчерський дозвіл) (*Air Traffic Control Clearance*) – дозвіл повітряному кораблю діяти згідно з умовами, встановленими органом диспетчерського обслуговування повітряного руху.

Для зручності термін «диспетчерський дозвіл» часто замінюють на скорочений термін «дозвіл АТС» або «дозвіл», у відповідних контекстах. Скорочений термін «дозвіл» може використовуватися з пояснювальними словами «на вирулювання», «на зліт», «на виліт», «на заходження на посадку» або «на посадку» для позначення етапу польоту, до якого належить диспетчерський дозвіл.

Диспетчерське обслуговування повітряного руху (*Air Traffic Control Service*) – обслуговування, що надається з метою:

а) запобігання зіткненням:

1) між повітряними кораблями;

2) повітряних кораблів з перешкодами в зоні маневрування;

б) прискорення та підтримання впорядкованого потоку повітряного руху.

Диспетчерський район (*Control Area*) – контрольований повітряний простір, що простягається вгору від встановленої над землею поверхньої межі.

Диспетчерська зона (*Control Zone*) – контрольований повітряний простір, що простягається вгору від земної поверхні до встановленої верхньої межі.

Ешелонування (*Separation*) – інтервал між повітряними кораблями, рівнями або лініями шляху.

Заборонена зона (*Prohibited Area*) – повітряний простір установлених розмірів над територією або територіальними водами держави, у межах якого польоти повітряних кораблів заборонені.

Збірник аеронавігаційної інформації (*Aeronautical Information Publication*) – видана або санкціонована державою публікація, яка вміщує довгострокову аеронавігаційну інформацію, що має важливе значення для аеронавігації.

Зона маневрування (*Manoeuvring Area*) – частина аеродрому, крім перонів, що призначена для зльоту, посадки та руління повітряних кораблів.

Зональна навігація (*Area Navigation*) – метод навігації, який дозволяє повітряним кораблям виконувати польоти за будь-якою бажаною траєкторією в межах зони дії радіомаячних навігаційних засобів або у межах, обумовлених можливостями автономних засобів, або їх комбінації.

Індикація радіолокаційного місця повітряного корабля (*Radar position indication*) – візуальна індикація місця повітряного корабля на радіолокаційному дисплеї у несимволічній та/або в символічній формі, отримана первинним оглядовим та/або вторинним оглядовим радіолокаторами.

Код вторинного оглядового радіолокатора (*Code Secondary surveillance radar*) – номер, призначений конкретному сигналу відповіді, переданий відповідачем у режимі *A* або режимі *C*.

Контрольований повітряний простір (*Controlled airspace*) – частина повітряного простору, у межах якого забезпечується диспетчерське обслуговування повітряного руху відповідно до встановленої класифікації повітряного простору.

Контрольований політ (*Controlled flight*) – будь-який політ, який виконується за наявності диспетчерського дозволу.

Крейсерський рівень (*Cruising Level*) – рівень (ешелон, висота), який підтримується повітряним кораблем протягом значної частини польоту.

Курс (*Heading*) – напрямок, який вказує поздовжня вісь повітряного корабля, виражений в градусах від північного напрямку (дійсного, магнітного, компасного або умовного).

Маршрут обслуговування повітряного руху (*Air Traffic Services Route*) – визначена частина структури повітряного простору, призначена для спрямування потоку руху з метою надання обслуговування повітряного руху.

Неідентифікований повітряний корабель (*Unidentified aircraft*) – повітряний корабель, політ якого в районі спостерігається або про політ якого в цьому районі доповідається, але належність якого не встановлено.

Нерадіолокаційне ешелонування (*Non-radar separation*) – ешелонування, за якого інформація про місцеперебування повітряного корабля отримується не від радіолокатора (-ів), а з інших джерел.

Потрібні навігаційні характеристики (*Required navigation performance*) – перелік навігаційних характеристик, потрібних для виконання польотів у межах установленого повітряного простору.

Оглядовий радіолокатор (*Surveillance radar*) – радіолокаційне обладнання, що використовується для визначення місцеперебування повітряного корабля через дальність та азимут.

Обслуговування повітряного руху (*Air Traffic Service*) – загальний термін, що означає у відповідних випадках надання таких послуг: польотно-інформаційне обслуговування, аварійне обслуговування, консультативне обслуговування, диспетчерське обслуговування повітряного руху (районне диспетчерське обслуговування, диспетчерське обслуговування підходу або аеродромне диспетчерське обслуговування).

Орган обслуговування повітряного руху – (*Air Traffic Services Unit*) – орган диспетчерського обслуговування повітряно-

го руху, центр польотної інформації або пункт збору повідомлень щодо обслуговування повітряного руху.

Організація повітряного руху (*Air Traffic Management*) - комплекс бортових та наземних функцій (обслуговування повітряного руху, менеджмент повітряного простору та менеджмент потоків повітряного руху), потрібних для забезпечення безпечного та ефективного руху повітряних кораблів на всіх етапах польоту.

Основна точка (*Significant point*) – установлене географічне місце, що використовується для визначення маршруту обслуговування повітряного руху, траєкторії польоту та для цілей.

Первинний оглядовий радіолокатор (*Primary surveillance radar*) – радіолокаційна система спостереження, що використовує відбиті радіосигнали.

Приладові метеорологічні умови (*Instrument Meteorological Conditions*) – метеорологічні умови, виражені у значеннях дальності видимості, відстані до хмар та висоти нижньої межі хмар; ці значення нижчі від значень, установлених для візуальних метеорологічних умов.

Повітряна траса (*Airway*) – диспетчерський район або його частина (коридор) у повітряному просторі з чітко визначеними висотою та шириною, призначений для безпечного виконання польотів повітряних кораблів.

Повітряний корабель (*Aircraft*) – це літальний апарат, що тримається в атмосфері за рахунок його взаємодії з повітрям, відмінної від взаємодії з повітрям, відбитим від земної поверхні, і здатний маневрувати в тривимірному просторі.

Повітряний простір обслуговування повітряного руху (*Airspace Air Traffic Services*) – частина повітряного простору з літерним позначенням, у межах якого виконуються певні види польотів (з установленням для цих польотів відповідних видів обслуговування повітряного руху і правил польотів);

Повітряний рух (*Air Traffic*) – усі повітряні кораблі, що перебувають у польоті або рухаються у зоні маневрування аеродрому.

Польотно-інформаційне обслуговування (*Flight information service*) – обслуговування, метою якого є надання консультацій та інформації для забезпечення безпечного й ефективного виконання польотів.

Процедурний контроль (*Procedural control*) – загальноприйняте визначення, яке слід розуміти як застосування ешелонування, що ґрунтується тільки на доповідях про місцеперебування повітряних кораблів, переданих за допомогою зв'язку «повітря–земля».

Радіолокатор (*Radar*) – засіб радіовиявлення, який видає інформацію про дальність, азимут і/або кут місця об'єкта.

Радіолокаційна ідентифікація (*Radar identification*) – ситуація, коли радіолокаційне місцеположення конкретного повітряного корабля спостерігається на радіолокаційному дисплеї та із впевненістю ідентифіковано диспетчером повітряного руху.

Радіолокаційне ешелонування (*Radar separation*) – ешелонування, коли інформацію про місцеперебування повітряного корабля отримано з радіолокаційних джерел.

Радіолокаційне обслуговування (*Radar service*) – термін, що використовується для позначення обслуговування, яке забезпечується за допомогою радіолокатора.

Радіолокаційний диспетчер (*Radar controller*) – кваліфікований диспетчер повітряного руху, що має кваліфікаційну відмітку на право виконувати відповідні функції з використанням радіолокатора (-ів).

Радіолокаційний дисплей (*Radar display*) – електронний дисплей, на якому виведено радіолокаційну інформацію з відображенням місцеположення та руху повітряного корабля.

Радіолокаційний контакт (*Radar contact*) – ситуація, коли радіолокаційне місцеположення відповідного повітряного корабля видно та ідентифіковано на радіолокаційному дисплеї.

Радіолокаційний контроль (*Radar control*) – термін, використовуваний для позначення того, що отримані радіолокаційні позиційні дані використовуються безпосередньо для забезпечення диспетчерського обслуговування повітряного руху.

Район польотної інформації (*Flight information region*) – частина повітряного простору, у межах якого забезпечуються польотно-інформаційне обслуговування та аварійне обслуговування.

Районний диспетчерський центр (*Area control center*) – орган, призначений для забезпечення диспетчерського обслуговування контрольованих польотів у диспетчерських районах, що перебувають під його контролем.

Район відповідальності (*Area of responsibility*) – частина повітряного простору, у межах якого тільки один орган обслуговування повітряного руху відповідає за надання обслуговування повітряного руху.

Режим «А» вторинного оглядового радіолокатора – режим, за якого передбачено одержання інформації про код розпізнавання повітряного корабля.

Режим «С» вторинного оглядового радіолокатора – режим, за якого передбачено одержання інформації про барометричну висоту відносно рівня 760 мм рт. ст. повітряного корабля.

Режим «S» вторинного оглядового радіолокатора – режим роботи вторинного оглядового радіолокатора, узгоджений з вимогами Міжнародної організації цивільної авіації, за якого передбачено одержання інформації про повітряний корабель за індивідуальним запитом.

Рівень (*Level*) – загальний термін, що визначає положення повітряного корабля, який перебуває в польоті, у вертикальній площині (відносно висоту, абсолютну висоту чи ешелон польоту).

Тип потрібних навігаційних характеристик. Величина втримування, виражена через відстань у морських милях (кілометрах) від запланованого місцеперебування, у межах якого повітряні кораблі перебуватимуть щонайменше 95% загального польотного часу.

Термінальний диспетчерський район (*Terminal Control Area*) – диспетчерський район, установлюється в місцях сходження маршрутів обслуговування повітряного руху навколо одного або декількох основних аеродромів.

Умовний маршрут (*Conditional Route*) – маршрут обслуговування повітряного руху або його частина, що можна планувати та використовувати відповідно до спеціальних умов.

Центр польотної інформації (*Flight information center*) – орган обслуговування повітряного руху, призначений для забезпечення польотно-інформаційного та аварійного обслуговування у відповідному районі польотної інформації.

ВСТУП

З метою забезпечення ешелонування службою обслуговування повітряного руху (ОПР) використовують дві форми керування: процедурну та радіолокаційну. Процедурним керуванням називають ешелонування, що ґрунтується тільки на одержуваній від повітряних кораблів (ПК) за допомогою двостороннього зв'язку «повітря–земля» інформації про місцеперебування. Передбачається, що бортові навігаційні комплекси, які базуються на використанні автоматичного залежного спостереження (*ADS – Automatic dependent surveillance*), будуть надавати органу ОПР додаткові дані, що забезпечать удосконалення процедурного керування. Упровадження *ADS* в умовах застосування процедурного керування повітряним рухом (КПР) уможливує частіше відновлення інформації про місцеперебування ПК, а також інформації про наміри ПК. В умовах, коли повідомлення про місцеперебування передаються безпосередньо з борту ПК органу ОПР і коли орган ОПР автоматично одержує оновлену інформацію про наміри екіпажу ПК, має бути існувати можливість значного скорочення мінімумів ешелонування.

Радіолокаційне керування ґрунтується на використанні відображуваної на екрані радіолокатора інформації про місцеперебування ПК. Горизонтальне ешелонування виконують підтриманням установленої дистанції в горизонтальній площині між відбитими сигналами (оцінками) на екрані радіолокатора, в разі використання первинного оглядового радіолокатора (ПОРЛ), що надходять від різних ПК. За допомогою відбитих радіолокаційних сигналів можна ешелонувати ПК і по вертикалі, особливо в районах, де використовується вторинний оглядовий радіолокатор (ВОРЛ). Слід зазначити, що інформація про відносну висоту, отримана в режимі *S* ВОРЛ, являє собою різновид залежного спостереження, за якого відносна висота ПК визначається за даними систем вимірювання висоти конкретних ПК.

Мінімуми ешелонування, використовувані в разі застосування методів винятково процедурного керування та методів радіолокаційного керування, значно розрізняються. Застосовуючи мінімуми ешелонування в ході процедурного керування, слід зважати на те, що рішення диспетчера ОПР ґрунтуються на «моментальному кадрі» ситуації, за допомогою якого диспетчер може переконатися, що всі ПК, які перебувають під контролем, належним чином еше-

лоновані між собою. Оцінювання пілотами ходу своїх польотів повинні вказувати на те, що встановлене ешелонування збережеться доти, доки диспетчер ОПР знову матиме змогу зробити огляд повітряної ситуації. Таким чином, мінімуми ешелонування, застосовувані в цьому випадку, мають забезпечувати, щоб навіть у разі найгіршого збігу обставин (тобто в проміжку між послідовними «ментальними знімками») потрібні мінімуми зберігалися або могли бути відновлені в разі їх порушення. Треба, однак, усвідомити, що застосування методу процедурного керування не звільняє диспетчерів від обов'язку постійно контролювати повітряну ситуацію.

За радіолокаційного керування служба ОПР забезпечується часто обновлюваною інформацією про місцеперебування ПК у режимі реального часу, що дозволяє застосовувати, якщо треба, значно менші мінімуми ешелонування. Однак, застосовуючи відповідним чином мінімуми, потрібно брати до уваги ще й той факт, що радіолокатор надає мало інформації про майбутній рух ПК.

В умовах радіолокаційного керування, коли між сусідніми маршрутами утримується відповідний бічний інтервал, такі маршрути можуть обслуговуватися диспетчером як окремі об'єкти. У цьому разі, коли ПК одержав дозвіл і зайняв той або інший маршрут ОПР:

- пілот відповідає за витримування осьової лінії;
- ПК, що займають сусідні маршрути, розділені відповідним інтервалом між маршрутами;
- роль диспетчера полягає здебільшого в контролі за рухом ПК, що одержали дозвіл.

В умовах радіолокаційного керування, коли між маршрутами не забезпечується відповідний бічний інтервал, ПК можуть бути ешелоновані диспетчером відносно ПК, що прямують по сусідніх маршрутах, на основі застосування мінімального радіолокаційного ешелонування, установленого повноважним органом ОПР. У таких випадках застосування автоматичних засобів сигналізації, таких, як сповіщення про відхилення та короткострокове попередження про конфліктну ситуацію (*STCA – Short Term Conflict Alert*), може дозволити диспетчеру керувати рухом на маршрутах з певною часткою самостійності. Тим самим основним завданням диспетчера може стати контроль за рухом ПК, що одержали дозвіл, за кожним маршрутом, що дозволяє у разі потреби, вдаватися до більш

активного керування, як у випадку руху з набором висоти та зниженням. Таким чином, час, необхідний для виявлення й усунення відхилення та/або потенційно конфліктних ситуацій (ПКС), буде залежати від ряду факторів, зокрема таких:

- робочого навантаження диспетчера;
- наявності автоматичних засобів сигналізації, наприклад сповіщення про відхилення і *STCA*;
- часу реагування пілота/диспетчера до початку коригувальних дій і їх виконання;
- затримання під час зв'язку між пілотом і диспетчером;
- роздільної здатності та точності системи;
- часу реагування ПК при маневруванні (залежить від швидкості та відносної висоти ПК).

Упровадження *ADS* в умовах застосування процедурного ОПП забезпечує можливість більш частого відновлення інформації про місцеперебування, а також одержання інформації про наміри ПК. В умовах застосування *ADS*, коли повідомлення про місцеперебування передаються безпосередньо з борту ПК органу ОПП і коли орган ОПП автоматично одержує обновлену інформацію про наміри ПК, має існувати можливість значно скорочувати мінімуми ешелонування. Розміри скорочення мінімумів ешелонування необхідно визначати або на основі моделювання ризику зіткнення, або за допомогою інших методів.

Визначаючи мінімуми вертикального ешелонування або заснованого на часі та відстані поздовжнього ешелонування, варто враховувати якість наявної в службі ОПП і пілота інформації. Час, потрібний для ухвалення рішення, координації й радіопередач, може впливати на застосовувані мінімуми поздовжнього ешелонування, особливо якщо немає прямого зв'язку між пілотом і диспетчером. Визначення бічного ешелонування в умовах процедурного керування має ґрунтуватися переважно на точності, з якою пілоти можуть витримувати задану лінію шляху. Якщо є можливість втрутитися органу ОПП, варто оцінити, як це вплине на мінімуми бічного ешелонування.

Визначення відповідних пропонованих мінімумів ешелонування – складний процес. Якщо відповідальний повноважний орган установив мінімуми ешелонування, на службу ОПП покладається обов'язок забезпечувати їх дотримання. Крім того, для оцінювання

безпеки й ефективності використання повітряного простору важливе значення мають не тільки мінімуми, але й те, наскільки часто застосовуються на практиці інтервали ешелонування, близькі до мінімумів.

В останні роки для вдосконалення мінімумів ешелонування ПК дедалі ширше застосовують методи математико-статистичної обробки даних польоту ПК. Такий підхід використовують для розроблення моделей, з яких можна було б отримати обґрунтовану інформацію про ймовірну безпеку пропонованих заходів. Така робота, будучи вкрай корисною як додатковий засіб досягнення достовірних результатів, проте не може замінити кваліфікованої оцінки з експлуатаційного погляду. Тому варто з обережно використовувати результати математичного моделювання. Слід прагнути до того, щоб у кожному випадку збір даних і їх оброблення забезпечували корисні та змістовні результати, а не тільки підтверджували очевидне.

Із самого початку існування Міжнародної організації цивільної авіації (*ICAO – International Civil Aviation Organisation*) для сприяння глобальній гармонізації було досягнуто домовленість про те, що мінімуми ешелонування варто встановлювати на міжнародній основі та що такі мінімуми підлягають змінам тільки через міжнародну угоду. Мінімуми, встановлені *ICAO*, публікуються в правила аеронавігаційного обслуговування (*PANS – Procedures for Air Navigation Services*), а мінімуми, встановлені в рамках регіональних угод – у *Doc 7030 «Додаткові регіональні правила» (SUPPS – Regional Supplementary Procedures)* [9]. Цей матеріал служить першоджерелом довідникового матеріалу, на підставі якого фахівці з планування повітряного простору можуть безпосередньо визначати відповідні мінімуми.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕШЕЛОНУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ КОРАБЛІВ

1.1. Горизонтальне ешелонування

Перш ніж розглядати фактори, які слід враховувати під час розроблення критеріїв для встановлення мінімумів бічного і поздовжнього ешелонування, необхідно визначити деякі основні вихідні розуміння, пов'язані з ОПР, що відіграють істотну роль в ешелонуванні ПК.

В основу системи ОПР покладено принцип, згідно з яким за навігацію відповідає екіпаж ПК. Система ОПР зазвичай не бере на себе відповідальність за навігацію ПК, за винятком деяких обумовлених випадків, коли диспетчер ОПР має набагато більші можливості одержувати інформацію про місцеперебування ПК, ніж екіпаж ПК. В умовах більш активного застосування в ОПР наземних радіолокаторів диспетчеру дедалі частіше потрібно брати на себе деяку частину відповідальності за навігацію. У подібних випадках персонал служби КПП визначає і видає навігаційні вказівки (вектори), потрібні для витримування належної траєкторії польоту.

Визначення мінімумів поздовжнього ешелонування ґрунтується на якості наявної в службі ОПР інформації. Визначення бічного ешелонування має ґрунтуватися переважно на точності, з якою пілоти можуть витримувати задану лінію шляху. Мінімуми бічного ешелонування задаються здебільшого у вигляді ширини повітряного простору, уздовж маршруту або авіатраси.

Час, потрібний для прийняття рішень координації і радіопередач, може впливати на застосовувані мінімуми поздовжнього «тимчасового» ешелонування, особливо якщо немає прямого зв'язку між пілотом і диспетчером. Однак, навіть незважаючи на це та резерв часу, потрібний для видачі диспетчерських указівок щодо витримування застосовуваних мінімумів, що впливає на встановлення цих мінімумів, вони не є основними факторами, на яких ґрунтуються критерії ешелонування. Більш того, диспетчери служби КПП завжди оперують розрахунковими майбутніми конфігураціями руху ПК, оскільки їм не слід чекати створення умов, за яких інтервали між ПК стануть мінімально припустимими і тільки тоді починати дії з керування.

1.1.1. Встановлення мінімумів

Поздовжнє ешелонування. Є два методи ешелонування ПК у поздовжньому напрямку: ешелонування за часом і ешелонування за відстанню. Ці два методи потребують, щоб надана інформація аналізувалася пристроєм відображення даних у диспетчера.

Бічне ешелонування. Горизонтальне ешелонування на основі мінімумів бічного ешелонування варто визначати, виходячи з точності та використовуючи, що досягається зазвичай в умовах регулярних польотів, кожну із запропонованих навігаційних систем, з додаванням обґрунтованих допусків на пілотаж та буферних відстаней. Цю загальну точність, можна в разі потреби, розділити на точність, забезпечувану наземним устаткуванням, точність бортового устаткування і точність приладових компонентів.

1.2.2. Фактори, які варто враховувати під час розроблення мінімумів

Процедурне ешелонування на підставі мінімумів горизонтального ешелонування потрібно спрямовувати на максимальне досягнення безперешкодного потоку руху за відповідного рівня безпеки. У процесі визначення цих мінімумів доводиться враховувати безліч факторів. Розглянемо основні з них.

Фактори місцеперебування ПК. До них належать точність указівки місцеперебування ПК і точність, з якою може витримуватися хід польоту. Розглянемо параметри, від яких вони залежать.

1. Похибки устаткування, або точності навігаційної системи:

- похибка наземного устаткування;
- похибка бортового устаткування;
- приладова похибка або похибка відображення інформації.

Імовірно, можна розробити таблицю, яка б демонструвала похибки устаткування під час використання кожного методу визначення місцеперебування, однак ПК повинен витримувати кінцеві точності визначення місцеперебування. У деяких випадках комбіновану похибку легше визначити, ніж кожну з її складових, наприклад, серією випробувань або експериментів. Може також виникнути потреба у визначенні місцеперебування з використанням комбінації двох або більше ліній положення, отриманих від різних засобів.

2. Розрахункові похибки, що трапляються, коли постійна індикація місцеперебування ПК не забезпечується або не використовується, і навігація між контрольними точками здійснюється з автономним зчисленням шляху. Це може стосуватися кожного з горизонтальних напрямків або обох відразу. Розрахункові дані КПП тією мірою, якою вони впливають на мінімуми ешелонування, стосуються тільки поздовжнього ешелонування. Бічне ешелонування ґрунтується на здатності ПК витримувати намічену лінію шляху, що визначається можливостями використовуваної навігаційної системи, навіть якщо її основою є тільки автономне зчислення шляху. Якщо навігаційна система забезпечує пілотові безперервне наведення по лінії шляху, бічні відхилення можуть бути зовсім незначними. Проте варто передбачити допуски на можливість ОПР при розрахунку майбутнього тимчасового і просторового взаємного розташування ПК.

3. Експлуатаційні допуски, включаючи відхилення від поточного плану польоту, не потребують повідомлення служби КПП або коригувальних дій пілота, що дозволяє уникнути втручання пілота і/або передач по двосторонньому зв'язку «повітря–земля», від яких було б мало користі як для пілотів, так і для служби КПП. Такі допуски можна визначати кількісно для обох горизонтальних напрямків. Той факт, що пілот повинен повідомляти службу ОПР тільки у випадку похибки розрахункового часу прольоту наступного пункту три хвилини або більше, свідчить про те, що в загальній практиці навряд чи доцільно зобов'язувати пілотів доповідати про менші відхилення. Однак це значення може бути різним залежно від навколишніх умов, а також, змінюватись у більший або менший бік згідно з регіональною угодою або за рішенням відповідного повноважного органу ОПР. У випадку бічного ешелонування цей аспект знаходить відображення в тому, що в разі відхилення ПК від лінії шляху екіпаж зобов'язаний якомога швидше після виявлення відхилення почати дії з відновлення заданої лінії шляху.

Фактори керування. Ці фактори пов'язані з ефективністю системи КПП у цілому; із них можна відокремити такі:

1. Затримання зв'язку в період з моменту події (стосовно ПК, прольоту визначеного місця або ОПР, видачі нового диспетчерського дозволу) до моменту оповіщення про цю подію особи, що потребує такої інформації. Такі затримання в часі можуть спричинятися:

- перенасиченням робочої частоти повідомленнями, передаваними пілотами або диспетчерами через зростання обсягу руху;
- виконанням пілотами інших вищих за пріоритетом обов'язків на борту, включаючи розрахунок часу прольоту наступного пункту;
- виконанням диспетчерами інших вищих за пріоритетом обов'язків через потребу визначити, формулювати, координувати і передавати повідомлення про ці дії;
- потребою передавати дані від диспетчера до диспетчера по телефонному зв'язку або шляхом ретрансляції із застосуванням машинної техніки.

2. Тимчасові похибки, що можуть траплятися за тимчасової прив'язки в ОПР і/або на борту і під час записування часу. Різниця в одну хвилину між фактичним і повідомленим місцеперебуванням або розрахунковими даними може стати досить значущою для розгляду двох ПК відносно один до одного або до інших ПК. Цей параметр має значення лише в умовах застосування поздовжнього тимчасового ешелонування або методу числа Маха.

Потрібно враховувати психофізіологічні фактори стосовно як пілотів, так і диспетчерів, зокрема такі:

- відповідний досвід роботи в умовах польоту;
- психологічний стан відповідного персоналу;
- реакцію персоналу, особливо в непередбачених обставинах.

Буферний запас. Буферний запас являє собою визначену мінімальну фізичну відстань, що враховує:

- зміни траєкторії польоту ПК;
- розмір ПК;
- додаткову відстань «зазору».

Крім зазначених факторів, для визначення мінімумів поздовжнього тимчасового ешелонування під час заходу на посадку потрібно враховувати таке:

а) час, протягом якого, як очікується, ПК, що виконує посадку, буде займати злітно-посадкову смугу (ЗПС). Цей час може залежати від:

- видимості під час посадки;
- вогнів ЗПС, конфігурації, розміщення і світлообладнання сходу із ЗПС;
- стану поверхні ЗПС (наприклад, сніг, сльота, лід, вода);

б) несприятливі метеорологічні умови. Якщо метеорологічні умови такі, що під час виконання посадки можуть виникнути труднощі, інтервали поздовжнього ешелонування збільшуються, щоб перший ПК міг приземлитися до того, як другий почне знижуватися вздовж останньої ділянки заходу на посадку;

в) типи ПК, що послідовно виконують захід на посадку, і розбіжність їх швидкостей;

г) додаткові інтервали ешелонування, потрібні для врахування турбулентності;

д) вплив вильотів із ЗПС на заходи з тимчасовим ешелонуванням;

е) вплив можливих відхилень від установленної траєкторії заходу на посадку у випадку, якщо захід з тимчасовим ешелонуванням починається від точки, що розміщена не в створі ЗПС;

ж) вплив відходів на друге коло;

з) інші фактори.

1.1.3. Обґрунтування норм поздовжнього ешелонування повітряних кораблів

Норма поздовжнього ешелонування:

$$\Delta L_{\text{еш}} \geq l_{\text{реак}} + l_{\text{к}} + l_{\text{розп}} + l_{\text{впр}} + l_{\text{ман}},$$

де $l_{\text{реак}}$ – шлях, пройдений ПК2 за час $t_{\text{реак}}$ (час реакції системи «диспетчер – екіпаж – ПК»); $t_{\text{реак}} = \Delta W \overline{t_{\text{реак}}}$; $\Delta W = W_2 - W_1$; $\overline{t_{\text{реак}}} = \overline{t_{\text{р.зв}}} + \overline{t_{\text{р.п}}} + \overline{t_{\text{р.л}}}$; $t_{\text{р.зв}}$ – час радіозв'язку по первинному контуру КНР; $t_{\text{р.п}}$ і $t_{\text{р.л}}$ – час реакції пілота і ПК відповідно; $l_{\text{к}}$ – шлях, пройдений ПК2 за середньостатистичний час $t_{\text{к}}$ перерви в процесі контролю диспетчером; $l_{\text{к}} = \Delta W \overline{t_{\text{к}}}$; $l_{\text{розп}}$ – шлях, пройдений ПК за середньостатистичний час $t_{\text{розп}}$ виявлення диспетчером тенденції до зближення; $l_{\text{розп}} = \Delta W \overline{t_{\text{розп}}}$; $l_{\text{вип}}$ – виправлення за час виконання маневру $t_{\text{ман}}$ унаслідок неточного витримання шляхової швидкості ПК2;

$$l_{\text{випр}} = \delta_{\tau} W_2 t_{\text{ман}},$$

де $t_{\text{ман}}$ – інтервал між ПК, потрібний для виконання безпечного маневру, щоб не було перекриття зон імовірного перебування ПК радіусом δ_{τ} . У загальному випадку величину δ_{τ} визначають з виразу $\delta_{\tau} = \max\{\sigma_{\tau}; \varepsilon_{\tau}\}$, де $\sigma_{\tau}; \varepsilon_{\tau}$ – відповідно точність і роздільна здатність радіолокаційної станції (РЛС); w_1, w_2 – шляхові швидкості ПК (рис. 1.1).

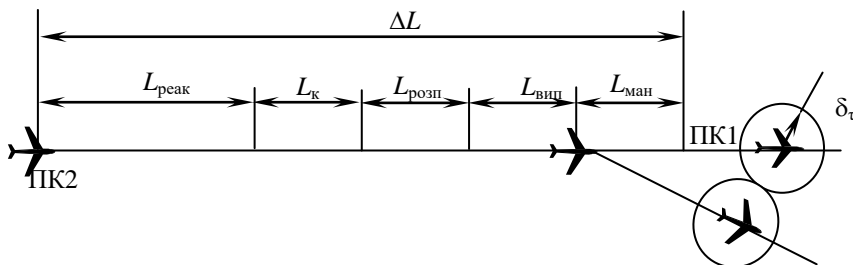


Рис. 1.1. Обґрунтування норм поздовжнього ешелонування

Дистанція маневрування $l_{\text{ман}}$ розраховують таким чином. Розглянемо взаємне положення ПК у рухомій системі координат (рис.1.2).

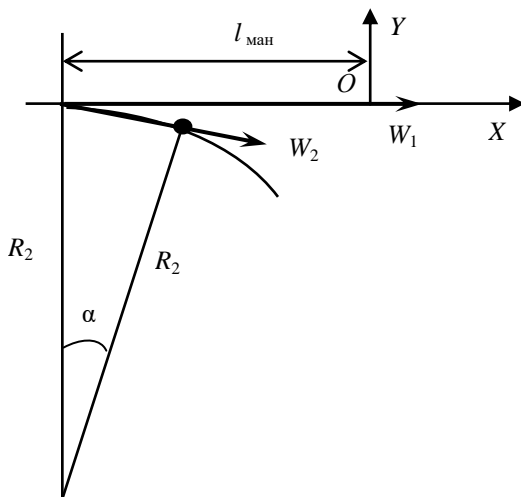


Рис.1.2. Визначення дистанції безпечного маневру

Координати ПК2:

$$\begin{aligned} x_2(t) &= R_2 \sin\left(\frac{W_2}{R_2} t\right) - l_{\text{ман}} - W_1 t, \\ y_2(t) &= R_2 \left[\cos\left(\frac{W_2}{R_2} t\right) - 1 \right]. \end{aligned} \quad (1.1)$$

Тоді для безпечного виконання маневру потрібно щоб за $\forall t$,

$$\sqrt{x_2^2(t) + y_2^2(t)} \geq 2\delta_\tau. \quad (1.2)$$

Задаючи кут крену під час виконання маневру з урахуванням можливих помилок його витримування, визначаємо радіус розвороту R_2 . Підставляючи рівняння (1.1) у вираз (1.2), розв'язуємо нерівність і визначаємо $l_{\text{ман}}$.

1.1.4. Обґрунтування норм бічного ешелонування повітряних кораблів

Норми бічного ешелонування $\Delta Y_{\text{еш}}$ встановлено відповідно до умов безпечного розходження двох ПК, що рухаються на одному ешелоні паралельними курсами, за їх одночасного відхилення в бік зближення (рис.1.3).

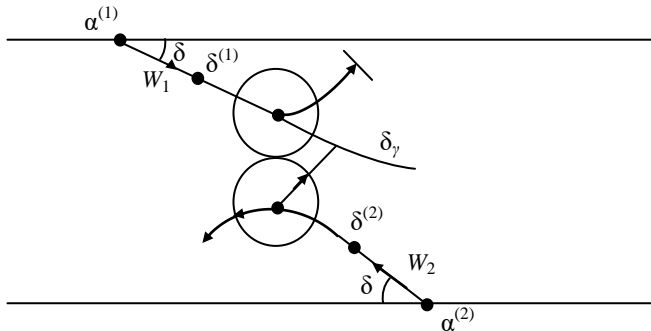


Рис. 1.3. Обґрунтування норм бічного ешелонування

З моменту початку повороту від лінії заданого шляху ($\alpha^{(1)} - \alpha^{(2)}$) до початку виконання коригувального маневру

$(b^{(1)} - b^{(2)})$ ПК зближаться на величину

$$\Delta Y_1 = (W_1 + W_2) (t_{\text{реак}} + t_{\text{к}} + t_{\text{розп}}) \sin \delta_{\tau}$$

де δ_{τ} – похибка витримування курсу під час пілотування ПК (передбачається однаковою для обох ПК).

Після початку виконання коригувальних маневрів ПК унаслідок дотримання обмежень за допустимого кута крену зближаться на відстань

$$\Delta Y_2 = \frac{(W_1^2 + W_2^2) \sin^2 \delta_{\tau}}{2g \operatorname{tg} \gamma_{\text{доп}}}.$$

Тоді:

$$\Delta Y_{\text{еш}} = \Delta Y_1 + \Delta Y_2 + 2\delta_{\tau} = \frac{1}{2g \operatorname{tg} \gamma_{\text{доп}}} \left\{ (W_1^2 + W_2^2) \sin^2 \delta_{\tau} + 2g (W_1 + W_2) (t_{\text{реак}} + t_{\text{к}} + t_{\text{об}}) \sin \delta_{\tau} \operatorname{tg} \gamma_{\text{доп}} \right\} + 2\delta_{\tau}.$$

Норми бічного ешелонування не можуть бути застосовані в загальному випадку для встановлення мінімальних інтервалів між паралельними трасами. Якщо мінімуми бічного ешелонування розраховують для забезпечення безпеки повітряного руху, то, організуючи повітряний рух по паралельних трасах, необхідно виходити з умови припустимого завантаження диспетчера, тобто прагнути зменшити частоту втручання диспетчера у КПП по паралельних трасах.

1.2. Вертикальне ешелонування

Нині вертикальне ешелонування забезпечується використанням таких мінімумів:

– 300 м (1000 футів) до ешелону польоту (*FL – Flight level*) 290 включно;

– 600 м (2000 футів) вище *FL290* (без скороченого мінімуму вертикального ешелонування (*RVSM – Reduced Vertical Separation Minimum*)).

Досвід показав, що ці значення задовольняють вимоги безпеки за нормальних умов. Проте обумовлюється, що у виняткових

випадках сильної турбулентності і під час польотів над гірською місцевістю, коли ПК можуть піддаватися впливові раптових і непередбачених вертикальних переміщень повітря, варто використовувати підвищені значення інтервалів ешелонування.

Однак сприятливі метеорологічні умови, особливо в разі тривалих польотів над морем, зазвичай бувають у відносно невеликому висотному діапазоні приблизно від 1200 м (4000 футів) до 1800 м (6000 футів). Оскільки фактор економії палива натеper здобуває значну роль в економіці виконання польотів, проводяться дослідження з метою вивчення можливості скорочення мінімумів вертикального ешелонування вище від *FL290*, тим самим можна буде забезпечити більшу кількість ешелонів у сприятливих з експлуатаційного погляду висотних діапазонах, особливо в умовах, коли щільність повітряного руху іноді унеможливує використання всіма ПК сприятливих ешелонів польоту.

Ці дослідження показали, що за деякими факторами, які відчутно впливають на скорочення мінімумів вертикального ешелонування, потрібно зібрати більше даних, перш ніж можна буде з упевненістю заявити, що норми вертикального ешелонування можна зменшувати безпечно.

1.2.1. Обґрунтування норм вертикального ешелонування повітряних кораблів

Постійне зростання інтенсивності повітряного руху викликає об'єктивну потребу збільшити пропускну здатність повітряного простору, виділеного для польотів ПК цивільної авіації за рахунок скорочення діючих норм ешелонування, у тому числі й вертикального. Таке скорочення у зв'язку зі збільшенням діапазону крейсерських висот дає значний економічний ефект. Але за суворих вимог безпеки польотів норми ешелонування можуть бути переглянуті тільки в разі наукового підходу до їх обґрунтування. Відповідно до відпрацьованої математичної моделі зв'язок між характеристиками окремих засобів вертикального ешелонування, параметрами, що визначають умови їх експлуатації, та ймовірністю вертикального перекриття літаків у повітрі P_Z описується співвідношенням

$$P_Z = 2h_0 W_{12/1P_n, kP_n} (\Delta H_{\text{еш}} - \delta H_{\text{нк}}) \sum_{k=1}^K P_{1k} \sum_{n=1}^N P_{1n} \sum_{n=1}^N P_{kn} \quad (1.3)$$

де h_0 – висота небезпечної зони зближення ПК, що дорівнює висоті «середнього» ПК; $\Delta H_{\text{еш}}$ – номінальний інтервал вертикального ешелонування; $\delta H_{\text{нк}}$ – некомпенсовані систематичні похибки витримування заданої висоти зустрічними ПК; $W_{12/1P_n, kP_n}(\Delta H_{\text{еш}} - \delta H_{\text{нк}})$ – щільність розподілу сумарних похибок витримування заданого інтервалу вертикального ешелонування за аргументу, що дорівнює інтервалові; K – кількість груп ПК, що відрізняються висотомірним обладнанням; k – порядковий номер групи ПК; P_{1k} – імовірність зустрічі ПК основної групи ($k = 1$) з літаком k -ї групи; P_{1n}, P_{kn} – імовірності, що утворюють повну групу події і характеризують умови роботи висотомірного обладнання, які впливають на точність витримування заданого інтервалу ешелонування на літаках першої і k -ї груп: нормальну роботу приладів за повного дотримання екіпажем інструкції з їх експлуатації; порушення екіпажем одного з літаків указівок про введення виправлень і порівняння показань показчиків висоти лівого і правого пілотів і т.ін.

Оскільки для $\forall k \in \{1, k\}$

$$\sum_{n=1}^N P_{1n} = \sum_{n=1}^N P_{kn} = 1,$$

то ці ймовірності не впливають у цілому на рівень P_Z , хоч і визначають його складові за рахунок можливих порушень екіпажами ПК потрібних інструкцій.

Щільність розподілу $W_{12/1P_n, kP_n}$ є композицією законів розподілу сумарних похибок витримування заданого ешелону кожним з літаків у першій і k -й групах:

$$W_{12/1P_n, kP_n} = W_{1/1P_n} * W_{2/kP_n}, \quad (1.4)$$

де $*$ – символ згортки.

Складові виразу (1.4) за одноканального вимірювання барометричної висоти визначають композицією окремих законів розподілу головних помилок цього способу:

$$W_1 = W_a * W_b * W_c, \quad (1.5)$$

де a, b, c – індекси, що означають відповідно щільність розподілу похибок приймачів статичного тиску, інструментальних помилок висотомірів і засобів стабілізації висоти. Якщо припустити незалежність зазначених похибок, то згортка (1.5) вироджується в добуток щільностей розподілу.

Імовірність P_z є окремою складовою загальної ймовірності зіткнення літаків у повітрі, що характеризує одночасне потрапляння двох ПК у прямокутний паралелепіпед, геометричні розміри якого визначаються розмірами «середнього» ПК. Вона зумовлює вертикальне перекриття пари ПК суміжних ешелонів однієї траси, тобто така подія, за якої вертикальний інтервал між ПК сусідніх ешелонів буде дорівнювати висоті «середнього» літака або менша від неї. Цю ймовірність можна визначити, виходячи з таких тверджень.

Нехай на першому ешелоні інтенсивність потоку ПК становить λ_1 , а на двох суміжних – у сумі $(\lambda_2 + \lambda_3)$ за годину. Швидкість ПК припускаємо рівною V . Якщо довжина ділянки маршруту L , то протягом години кожний з $L\lambda_1/V$ ПК, що перебувають одночасно на першому ешелоні, буде проходити в середньому $2(\lambda_2 + \lambda_3)$ ПК на зустрічних курсах, тому загальна кількість зустрічей становитиме

$$\frac{2(\lambda_2 + \lambda_3)L\lambda_1}{V}.$$

Якщо довжина «середнього» ПК l_0 , то час, протягом якого буде спостерігатися перекриття паралелепіпедів уздовж осі траси, складе l_0/V , а для двох ПК – $2l_0/V$. Тоді загальний час перекриття паралелепіпедів протягом години вздовж осі траси:

$$\frac{4Ll_0}{V^2} \lambda_1 (\lambda_2 + \lambda_3).$$

Для певного періоду часу буде справедлива умова

$$P_{xy} = P_x P_y = \frac{\sum_i t_i}{\sum_i T_i},$$

де P_{xz} – імовірність одночасного перекриття в горизонтальній пло-

щині по осях OX і OY , тобто бічного і поздовжнього перекриттів паралелепіпедів, що апроксимують ПК; T_i – час проведений i -м літаком, у секторі за розглянутий період; t_i – час T_i , протягом якого i -й літак перебуває одночасно в поздовжньому і бічному перекриттях.

Якщо проміжок часу становить τ , то:

$$\sum_i T_i = \tau \frac{L}{V} (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3);$$

$$\sum_i t_i = P_y(0) \tau \frac{4L l_0}{V^2} \lambda_1 (\lambda_2 + \lambda_3),$$

де $P_y(0)$ – імовірність того, що два ПК не будуть мати в польоті бічного поділу.

Тоді:

$$P_{xy} = \frac{4l_0 P_y(0)}{V} \frac{\lambda_1(\lambda_2 + \lambda_3)}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}. \quad (1.6)$$

Відомо, що ступінь ризику зіткнення ПК у результаті не витримання норм вертикального ешелонування $N_{ay}(z)$ показує кількість зіткнень ПК на 10^7 год нальоту і визначається за формулою

$$N_{ay}(z) = 10^7 P_x P_y P_z \frac{V_z}{2h_0}, \quad (1.7)$$

де V_z – відносна швидкість зближення ПК у вертикальній площині.

Беручи до уваги, що згідно з даними *ICAO* припустимий рівень безпеки становить для реактивних літаків 6,3 авіаційних катастроф на 10^7 год нальоту, а також з погляду на те, що відповідно до статистики *ICAO* із загальної кількості катастроф на маршрутний політ припадає 30%, а на розглянуту причину зіткнень – 25%, та задавшись рівномірнісним розподілом ступеня ризику зіткнення за кожним з видів ешелонування, можна розрахувати припустимий рівень зіткнення літаків на маршруті в результаті порушення норм вертикального ешелонування $N_{ay}^{\text{доп}}(z)$. Тоді, підставляючи у формулу (1.7) вираз (1.6), визначимо допустиму ймовірність $P_z^{\text{доп}}$ для заданих характеристик інтенсивності повітряного руху:

$$P_z^{\text{доп}} = \frac{N_{ay}^{\text{доп}}(Z)2h_0V(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)}{10^7 4I_0 P_y(0) \lambda_1(\lambda_2 + \lambda_3)V_z}$$

Підставляючи $P_z^{\text{доп}}$ у співвідношення для заданих норм вертикального ешелонування $\Delta H_{\text{еш}}$, можна визначити потрібні нормовані точності для основних сучасних бортових засобів, що забезпечують вертикальне ешелонування ПК у польоті (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Вимоги до головних характеристик бортового обладнання

№ п/п	Параметр	Допустимі норми ешелонування $\Delta H_{\text{еш}}$, м	
1	Середньоквадратична інструментальна похибка висотоміра	300	600
2	Середньоквадратична аеродинамічна похибка	20	40
3	Середньоквадратична похибка стабілізації (витримування) заданої висоти	20	30
4	Не врахована систематична похибка вимірювання висоти	25	50
5	Розбіжність показань висотомірів лівого і правого пілотів на ПК основної групи	100	150

Відповідно до отриманих розрахунків значення $N_{ay}^{\text{доп}}(z)$ має не перевищувати 0,18 авіаційних катастроф на 10^7 год польоту, а $P_z^{\text{доп}}$ – не більше 10^{-6} .

1.3. Комбіноване ешелонування

Комбіноване ешелонування являє собою один з декількох методів ешелонування, які можна застосовувати диспетчерськими органами для забезпечення належних відстаней між ПК. Воно складається з комбінації вертикального й горизонтального ешелонування, причому для кожного компонента використовуються мінімуми, які можуть бути меншими від використовуваних в елементах комбінацій, узятих окремо, але не більше, ніж наполовину. Наприклад, для ПК, що прямують по сусідніх маршрутах у повітряному просторі над океаном, бічне ешелонування в 120 м.м. може бути скорочено до 60 м.м. у комбінації з половиною величини нормального вертикального ешелонування 2000 футів, що дає комбі-

новане ешелонування 60 м.м. (бічне) і 1000 футів (вертикальне) між сусідніми лініями шляху (рис. 1.4).

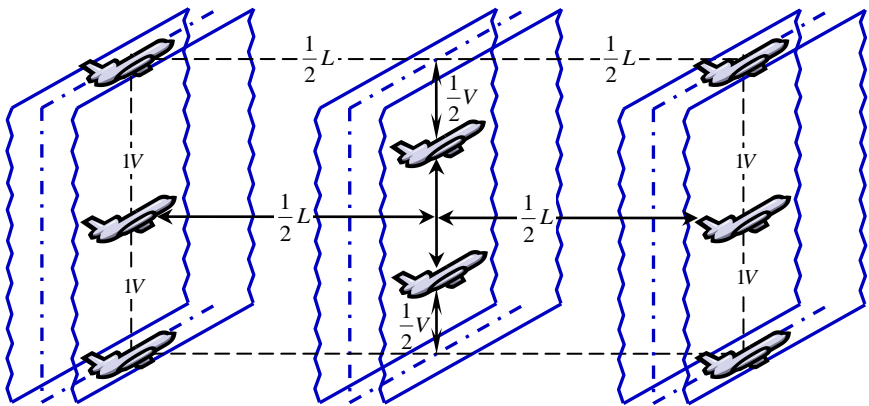


Рис. 1.4. Комбіноване бокове/вертикальне ешелонування

Застосування комбінованого ешелонування дозволяє поліпшити використання повітряного простору. Доведено, що застосування комбінованого ешелонування підвищує показники безпеки системи маршрутів, де величина звичайного бічного ешелонування становить 90 м.м. або більше завдяки розподілу деяких польотів по інших додаткових маршрутах і висотах.

Комбіноване ешелонування застосовують тільки в контрольованому повітряному просторі, де щільність повітряного руху виправдовує впровадження системи паралельних маршрутів або додаткових маршрутів. Воно характеризується меншими обмеженнями, ніж звичайне бічне ешелонування, що ґрунтується на мінімальних навігаційних характеристиках. У разі застосування комбінованого ешелонування потрібно, щоб рівень безпеки, досягнутий до його впровадження, зберігався або підвищувався.

Питання про комбіноване ешелонування можна розглядати, якщо:

- а) навігація не може здійснюватися або не здійснюється за допомогою засобів ближньої навігації та ґрунтується на радіомаячних засобах дальньої навігації або автономних навігаційних засобах;
- б) ешелонування ПК спирається на процедури нерадіолокаційного керування;

в) частота польотів, що перетинають вісь об'єднаної системи маршрутів незначна;

г) неможливо встановити задовільні процедури оброблення таких польотів.

Перш ніж вводити комбіноване ешелонування, варто ретельно вивчити існуючі потоки повітряного руху й зробити експлуатаційні оцінки дисперсії повітряного руху і якості навігаційних характеристик ПК, що використовують цю систему. Варто забезпечити контроль навігаційних характеристик ПК за введеного комбінованого ешелонування, щоб безупинно підтримувати безпеку системи.

У межах попереднього розгляду системи маршрутів варто оцінити й обговорити із зацікавленими групами основних користувачів таке:

- характер повітряного руху, включаючи обсяг руху в протилежному напрямку, зайнятість сусідніх маршрутів і очікувані зміни потоків руху, а також прийнятність процедур оброблення маршрутів польотів;

- навігаційні можливості під час польотів на маршруті та в районі контрольних пунктів входу й виходу;

- ефективність і надійність зв'язку;

- можливості задіяних систем КПП;

- ризик зіткнення в зіставленні з наперед наміченим заданим рівнем безпеки.

Застосування комбінованого ешелонування вимагає гарантій того, що ПК будуть відповідним чином розташовані на правильних ешелонах і маршрутах при вході в зону застосування комбінованого ешелонування. Радіолокаційний огляд граничних контрольних пунктів будь-якої структури маршрутів, де застосовується комбіноване ешелонування, якщо немає інших засобів точного визначення місцеперебування ПК. Таким чином, розглядаючи можливість впровадження комбінованого ешелонування без застосування радіолокаційного контролю виконання польотів ПК, варто враховувати також фактори:

- наявність надійного двостороннього зв'язку «повітря–земля»;

- розміщення й можливості радіомаячних навігаційних засобів, особливо всенапрямлених ДВЧ-маяків (*VOR – VHF omnidirectional radio range*) та далекомірного обладнання (*DME –*

Distance Measuring Equipment), що дозволяють правильно розташувати ПК при вході в зону застосування комбінованого ешелонування;

- довжину маршрутів;
- метеорологічні умови, які можуть спостерігатися на маршрутах;
- типи ПК, що зазвичай використовують ці маршрути.

Пропозиції про впровадження комбінованого ешелонування підлягають узгодженню на регіональному рівні. Треба відповідним чином повідомляти держави й експлуатантів про введення комбінованого ешелонування з наданням опису звичайних правил, а також процедур, застосовуваних у польоті за непередбачених обставин.

1.4. Методи оцінювання безпеки повітряного руху

1.4.1 Порівняння з еталонною системою

Використовуючи метод еталонної системи, розрахункові характеристики пропонованої системи порівнюють з характеристиками системи, що вже вважається прийнятно безпечною. Якщо характеристики пропонованої системи перевершують характеристики еталонної системи з погляду всіх аспектів, що стосуються безпеки, або щонайменше не поступаються їм, то проповану систему також можна вважати прийнятно безпечною. Якщо характеристики пропонованої системи кращі за деякими факторами, а за іншими гірші, то може виявитися можливим змінити одних з них з рахунок інших, щоб оцінити, чи буде пропонована система безпечною. У разі використання цього підходу потрібна певна обережність.

Перший крок полягає у виборі еталонної системи для порівняння. Еталонна система має бути визнана безпечною.

Як б еталонна система не була обрана, будь-яке порівняння щодо безпеки буде достовірним тільки в тому випадку, якщо вона достатньою мірою схожа на проповану систему. Варто звернути увагу на рівень ОНР в еталонному й пропованому повітряному просторі відповідно до класифікації повітряного простору ICAO. Рівень ОНР у пропованій системі має щонайменше бути таким же, що і в еталонній системі.

Мінімальні вимоги, які дозволяють вважати еталонну систему достатньо подібною до пропонованої системи:

- у пропонованій системі мінімуми ешелонування мають бу-

ти не менші, ніж в еталонній системі;

– пропоновані засоби зв'язку й спостереження щодо точності, надійності, цілісності й готовності мають бути не гірші, ніж в еталонній системі;

– частота й тривалість застосування мінімального інтервалу ешелонування ПК у пропонованій системі мають бути не більші, ніж в еталонній системі;

– навігаційні характеристики (типові й нетипові) ПК, що беруть участь у повітряному русі, щодо впливу на ризик зіткнення у будь-якому вимірі в пропонованій системі мають бути не гірші, ніж в еталонній системі.

Труднощі полягають у тому, щоб переконатися, що безпеку еталонної системи встановлено належним чином і враховано всі характерні параметри еталонної системи. Наприклад, необхідно довести, що еталонна система була безпечною протягом тривалого часу, що виражається кількістю годин польоту в системі. Однак у деяких випадках, наприклад, якщо мова йде про системи з низькою щільністю повітряного руху, строк експлуатації, потрібний для накопичення досить великої кількості польотних годин, що підтверджує безпеку системи, може виявитися майже недосяжним.

1.4.2 Оцінювання ризику системи щодо встановленої граничної величини

Другий метод визначення безпеки пропонованої системи полягає в оцінюванні ризику зіткнення в цій системі та наступному порівнянні його із задалегідь установленим граничнодопустимим ризиком зіткнення. Якщо розрахунковий ризик нижчий від граничнодопустимого ризику й передбачається, що таке положення збережеться протягом усього передбаченого терміну служби нової системи, то пропонована система може вважатися прийнятно безпечною.

Загальні принципи такого підходу показано у вигляді блок-схеми (рис. 1.5). Весь процес складається з таких етапів:

1. **Визначення системи.** На цьому етапі визначають масштаби дослідження, повітряний простір, проблеми, які необхідно вирішити, і характер пропонованих змін.

2. **Установлення критеріїв оцінювання.** Цей етап пов'язаний з вибором критеріїв безпеки, на підставі яких будуть оцінюватися пропоновані зміни. У випадку мінімумів ешелонування для цього

потрібно визначити максимальний прийнятний ризик зіткнення.

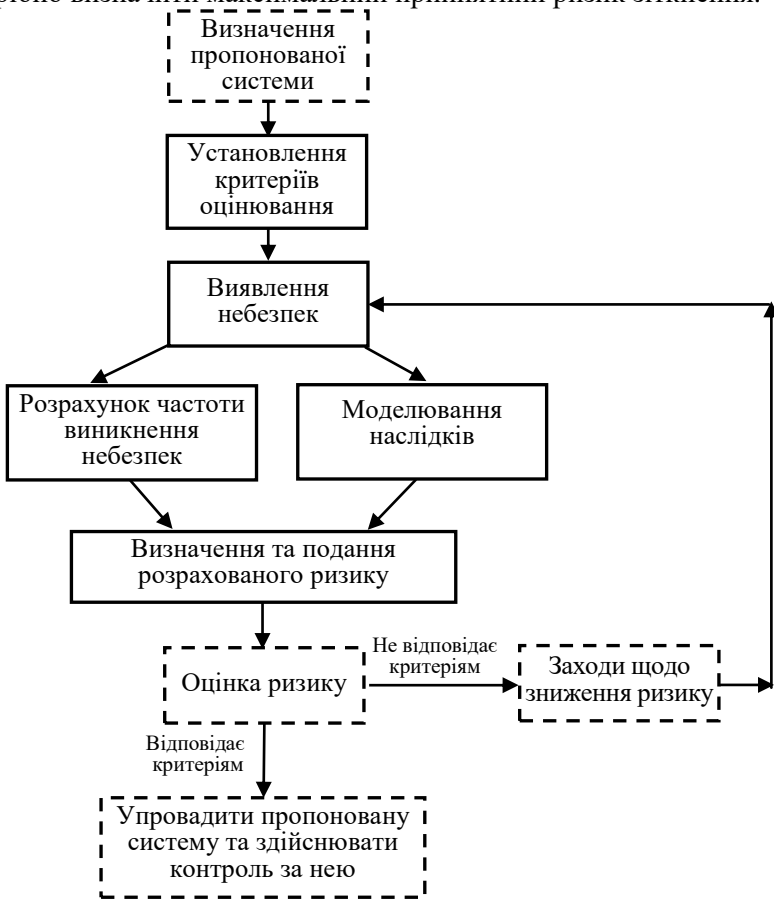


Рис. 1.5. Процес оцінки ризику

3. Виявлення небезпек. Виявлення всіх можливих небезпек, тобто будь-яких подій або поєднання подій, які можуть призвести до зіткнення, припускає докладне вивчення функціонування цільової системи, що передбачено на етапі 1.

4. Визначення розрахункової частоти виникнення небезпек і моделювання наслідків. Необхідно розрахувати ймовірність виникнення кожної небезпеки. Варто використати конкретні дані про авіацію; однак, якщо таких даних немає, можна використати характерні дані досліджень із питань безпеки в інших галузях. Ін-

формація, отримана на етапі 1, буде відігравати важливу роль. Одночасно з визначенням розрахункової частоти виникнення небезпек потрібно вивчити наслідки кожної з виявлених небезпек.

5. Визначення розрахункового ризику і його оцінювання.

На основі об'єднання результатів визначення розрахункового ризику й моделювання наслідків устанавлюється загальний розрахунковий ризик. Розрахунковий ризик порівнюється із критеріями оцінки (етап 2).

6. Заходи щодо зниження ризику. Якщо розрахунковий ризик не відповідає наперед устанавленим критеріям, потрібно вивчити питання про те, яким чином можна зменшити ризик.

1.4.3. Визначення пропонованої системи

Для оцінювання ризику необхідно визначити всі аспекти пропонованої системи, докладні характеристики системи (фактичні, або прогнозовані), кількісні дані (частоту появи помилок, наприклад, навігаційних), фізичні параметри ПК (габаритні розміри, швидкість), передбачувану потребу в повітряному русі та показники номінальних характеристик (наприклад, типові навігаційні характеристики). Ці дані можна одержати за допомогою прямого вивчення тієї або іншої діючої системи, прогнозування характеристик гіпотетичної системи або у випадку аналізу небезпек на підставі експертної оцінки із залученням досвідчених диспетчерів служби КПР.

Параметри системи, що найбільше впливають на ризик зіткнення, можна розділити на три групи: зближення ПК з іншими ПК, навігаційні характеристики і вплив спостереження та зв'язку.

1. Зближення ПК з іншими ПК. Зближення типового ПК з іншими ПК у межах системи є одним з основних факторів, що визначають ризик зіткнення. З метою встановлення бічного ешелонування маршрутів у межах системи це зближення погоджується із частотою прольоту відносно один одного ПК, що виконують польоти на суміжних маршрутах. Для цілей моделювання ризику зіткнення це можна подати у вигляді показника зайнятості.

З метою встановлення мінімумів поздовжнього ешелонування зближення ПК подається у вигляді розподілу інтервалів ешелонування ПК. Воно оцінюється за допомогою реєстрації відносної частоти використання цього інтервалу поздовжнього ешелонування між парами ПК у тій або іншій системі й побудови частотної

гістограми.

Як на бічне, так і на поздовжнє зближення великий вплив чинять потоки повітряного руху та складність маршрутів у пропонованій системі. Хоча між цими елементами та зближенням ПК немає прямої аналітичної залежності, за допомогою моделювання системи маршрутів з використанням розподілу повітряного руху можна визначити розрахункову величину зближення. Якщо моделювання виявиться майже неможливим, розрахункову величину зближення ПК можна визначити, вивчивши інші аналогічні системи. Для кожного з цих випадків можуть знадобитися заходи контролю й ретельне відстеження характеристик пропонованої системи після її впровадження для того, щоб зближення ПК не перевищило початкових розрахункових значень.

2. Навігаційні характеристики. Установлено, що навігаційні характеристики ПК, що беруть участь у повітряному русі, є одним з основних факторів, що впливають на ризик зіткнення. На ризик зіткнення впливають навігаційні характеристики в кожному із трьох вимірів, тобто бічному, поздовжньому і вертикальному, і для встановлення мінімуму ешелонування потрібно враховувати всі три компоненти. Ризик зіткнення в одному вимірі прямо пропорційний точності навігації в інших двох вимірах. Навігаційні характеристики є одним з факторів, що впливають на ризик і застосований стандарт ешелонування. Навігаційні характеристики мають найважливіше значення в тих випадках, коли норми ешелонування витримуються з використанням інформації про місцеперебування ПК, що надається службі КПП залежним спостереженням.

Навігаційні характеристики в бічному вимірі. Визначають ймовірність перекриття в бічному вимірі. Цей параметр є одним із ключових елементів для визначення ризику зіткнення, він прямо пропорційний ймовірності перекриття в бічному вимірі двох ПК, які номінально розділені відстанню, рівною мінімуму бічного ешелонування.

У процедурному повітряному просторі із системою паралельних ліній шляху та залежного спостереження на ймовірність перекриття впливають як типові, так і нетипові навігаційні характеристики. Термін «типові характеристики» тут використано щодо звичайних незначних похибок визначення місцеперебування, які трапляються в тих випадках, коли навігаційні системи працюють пра-

вильно; нетипові характеристики виникають або внаслідок відмови навігаційних систем, або внаслідок помилки оператора й можуть призводити до досить значних відхилень від правильного місцеперебування. Нетипові характеристики можна виміряти у вигляді частки польотного часу, протягом якого ПК відхилився від правильної лінії шляху на відстань, що перевищує половину мінімуму бічного ешелонування, і частки польотного часу ПК, протягом якого він перебуває поблизу осьової лінії іншого маршруту.

Відносний вплив цих двох джерел похибок на ймовірність перекриття в бічному вимірі може бути різним залежно від повітряного простору. Наприклад у повітряному просторі Північної Атлантики (*NAT – North Atlantic*), у якому діють технічні вимоги до мінімальних навігаційних характеристик (*MNPS – Minimum navigation performance specifications*), мінімум бічного ешелонування настільки великий, що нетипові характеристики безумовно найбільше впливають на ймовірність перекриття в бічному вимірі, а отже, і на ризик зіткнення. Плануючи систему з паралельними лініями шляху, варто дуже уважно встановлювати надто великі інтервали ешелонування, що виключає будь-який ризик унаслідок типових похибок, а також визначати рівень нетипових навігаційних характеристик і контролювати їх.

Навігаційна точність у бічному вимірі дуже важлива для оцінювання ризику зіткнення в поздовжньому вимірі, хоча в цьому вимірі найбільшого значення набувають номінальні характеристики. Під час порушення поздовжнього ешелонування двох ПК, що номінально виконують політ по одній лінії шляху, зіткнення можливе тільки в разі перекриття в бічному вимірі. Ризик зіткнення в поздовжньому вимірі прямо пропорційний імовірності перекриття в бічному вимірі двох ПК, що номінально прямують по одній лінії шляху. Вплив зміни середнього квадратичного відхилення всіх ПК, що беруть участь у повітряному русі (приблизно половина значення потрібних навігаційних характеристик (*RNP – Required Navigation Performance*), якщо допустити, що центральну частину розподілу подано нормальним розподілом), наведено в табл. 1.2. Слід зазначити, що підвищення навігаційної точності в бічному вимірі

фактично збільшує ризик зіткнення в поздовжньому вимірі.

Навігаційні характеристики в поздовжньому вимірі. Ризик

зіткнення в поздовжньому вимірі залежить також від типових навігаційних характеристик у поздовжньому вимірі, які визначають імовірність порушення поздовжнього ешелонування. Тому важливо встановити обмеження для характеристик ПК, що беруть участь у повітряному русі, у поздовжньому вимірі. У типовій системі океанічного повітряного простору, де застосовуються повідомлення пілотів у шляхових точках, витримування поздовжнього ешелонування залежить не тільки від здатності пілотів визначати місцеперебування ПК у поздовжньому вимірі, але й від точності вимірювання часу всіма ПК, що виконують польоти в цій системі. Точність вимірювання місцеперебування ПК можна регулювати тим або іншим значенням *RNP*. Точність вимірювання часу можна регулювати за диспетчерською вказівкою точності витримування часу окремими ПК. Якщо регулюються обидва ці елементи, вони разом узяті обмежують розкид значень відстані, що розділяє ПК, знижуючи тим самим і ризик.

Таблиця 1.2

Імовірність перекриття в бічному вимірі

Значення <i>RNP</i>	Середнє квадратичне відхилення ПК, м. м	Імовірність перекриття в бічному вимірі
1	0,51	0,0301
4	2,04	0,0075
5*	2,55	0,0060
10*	5,10	0,0030
12,6	6,43	0,0024
20	10,20	0,0015

* Приклад регіонального використання

У процедурному повітряному просторі мінімальний інтервал поздовжнього ешелонування часто подається у вигляді мінімального часу між ПК, що прямують один за одним по одній лінії шляху. Тоді інтервал поздовжнього ешелонування, вимірюваний у морських милях, залежить від швидкості відповідного ПК. Витримування правильного інтервалу поздовжнього ешелонування на великих маршрутах можна спростити, застосувавши заходи контролю швидкості, наприклад, метод числа Маха, згідно з яким між усіма ПК у системі потрібно витримувати постійну швидкість. У цьому разі вихідний інтервал поздовжнього ешелонування при вході в си-

стему ліній шляху ґрунтується на відносній швидкості кожної пари ПК, що прямують один за одним, і встановлюється для того, щоб мінімальний інтервал ешелонування на лінії шляху не порушувався протягом усього польоту. Застосування методу числа Маха зменшує розкид значень інтервалу ешелонування між ПК і зменшує потребу у втручанні служб КПП з метою коригування ешелонування.

Навігаційні характеристики у вертикальному вимірі. Визначаються можливостями ПК, що беруть участь у повітряному русі, витримувати абсолютну висоту. Навігаційні характеристики у вертикальному вимірі не тільки мають важливе значення для встановлення вимог до вертикального ешелонування, але й впливають на ризик зіткнення в бічному й поздовжньому вимірах. Якщо ешелонування ПК, що номінально займають один ешелон польоту, порушується в обох цих вимірах, зіткнення відбудеться лише у випадку перекриття обох ПК і у вертикальному вимірі. Тому ризик зіткнення в поздовжньому або бічному вимірі прямо пропорційний імовірності перекриття у вертикальному вимірі двох ПК, що номінально виконують політ на одній абсолютній висоті.

3. Вплив спостереження та зв'язку. Ризик зіткнення в певному повітряному просторі безпосередньо залежить від можливостей служб КПП виявляти ПК, які прямують по лініях шляху, що перетинаються, і виправляти положення перш ніж може відбутися зіткнення. Можливості втручання з боку служб КПП визначаються ефективністю систем спостереження і зв'язку, наявних у розпорядженні диспетчера. Безпечні мінімуми ешелонування в тому або іншому повітряному просторі тісно пов'язані із засобами спостереження і зв'язку. У міру відмови від використання в повітряному просторі винятково процедурних систем поліпшення, внесені в системи спостереження, зв'язку та в наземні автоматичні системи, разом узяті сприяють створенню більш дієвої системи підтримання прийняття рішень диспетчерами та дозволяють поступово зменшувати інтервали ешелонування, які можуть використовуватися безпечно.

Однією з основних характеристик каналів зв'язку між пілотом і диспетчером, яка впливає на мінімальний інтервал ешелонування, що може безпечно витримуватися, є затримка під час передавання потрібної інформації. Треба також оцінити надійність, готовність і цілісність підсистеми зв'язку для того, щоб зрозуміти її роль у загальній системі підтримання прийняття рішень. Якщо ка-

нал зв'язку служить для передавання повідомлень для цілей залежного спостереження, параметри характеристик зв'язку безпосередньо пов'язані з функцією спостереження. Наприклад, коли як основний засіб спостереження використовують *ADS*, характеристики використовуваного каналу передачі даних безпосередньо впливають на можливості спостереження та втручання, а отже, і на досяжні безпечні мінімуми ешелонування.

Інформація про стан і місцеперебування ПК потрібна для служби КІР. Ця інформація може надходити з різною швидкістю: від 30 хв або більше під час повідомлень пілотів до 4 – 6 с (частота відновлення радіолокаційних даних).

Затримка в поданні інформації диспетчерові пов'язана із частотою відновлення даних у системі спостереження, а в деяких випадках може визначатися засобами автоматизації. Крім подання диспетчерові, у деяких системах виконується перевірка відповідності місцеперебування окремих ПК або прогнозування конфліктних ситуацій стосовно пар ПК. Вибір граничних значень для цих засобів забезпечення прийняття рішень і пов'язаних з ними рівнів подання сигналу оповіщення також впливає на безпеку системи.

Додаткове підвищення рівня безпеки можна оцінити шляхом визначення розрахункової затримки з моменту виявлення диспетчером небезпеки зіткнення до моменту передавання вказівок і реагування ПК.

1.4.4. Установлення критеріїв оцінювання

Для оцінювання розрахункової величини ризику зіткнення її варто порівняти з граничнодопустимим ризиком зіткнення в запропонованій системі. Визначення цього рівня ризику являє собою самостійний процес за участю осіб, що приймають рішення, які представляють повноважні органи держав, регіональні повноважні органи або технічні групи експертів *ICAO*. Граничнодопустимий ризик звичайно виражається як заданий рівень безпеки (*TLS – Target Level of Safety*) у вигляді можливої кількості катастроф у результаті зіткнень між ПК за годину польоту (при цьому одне зіткнення між двома ПК розглядають як дві катастрофи). Хоча *ICAO* погодилася з тим, що концепція глобального *TLS* є правомірною, показник кількості катастроф за годину польоту (застосований, наприклад, у регіоні *NAT*) може не підходити для інших регіонів. *ICAO* погоди-

лася з розробленням і використанням інших показників за умови, якщо буде доведено, що будь-яка зміна мінімумів ешелонування або інших параметрів системи виконуватиметься з урахуванням обов'язкового положення, відповідно до якого ризик зіткнення в результаті порушення ешелонування з будь-якої причини має бути нижчим від ризику за погодженого рівня безпеки системи.

Підгрупа з розроблення мережі маршрутів (*RGCSF – Route Network Development Sub Group*) рекомендує вибирати величину $5 \cdot 10^{-9}$ катастроф унаслідок зіткнень за годину польоту стосовно одного виміру як еталонного *TLS* для систем, які передбачається впровадити і для яких використовувати цей показник доцільно. Там, де застосування цього показника не є доцільним, варто встановити обґрунтовані альтернативні величини й методи оцінювання.

1.4.5. Виявлення небезпек

Етап виявлення небезпек припускає вивчення подій, які можуть спричинити зіткнення. Варто розглядати як помилки оператора, так і системні відмови. Виявляють небезпеки зазвичай за участю експертів за всіма аспектами системи, які знаходять всі можливі механізми, що здатні призвести до зіткнення. Важливими аспектами цього процесу є точність навігаційних систем, характеристики спостереження і зв'язки та застосовувані правила виконання польотів. На прикладі регіону *NAT* були виявлені дві основні причини, які здатні спричинити порушення ешелонування: навігаційні помилки, що можуть призвести до відхилення ПК від лінії заданого шляху (ЛЗШ), і непорозуміння або помилки, допущені екіпажем чи службами КНР, які можуть зумовити проходження ПК по неправильній траєкторії.

1.4.6. Визначення розрахункової частоти виникнення небезпек і моделювання наслідків

Аналіз частоти виникнення небезпеки, що здатна призвести до порушення ешелонування, може ґрунтуватися на вивченні випадків, що траплялись в минулому, експертній оцінці або ж проводитися під час розроблення структури системи. Основні труднощі визначення розрахункової частоти й моделювання наслідків для аналізу ешелонування полягають у тому, що події, які ведуть до зіткнень, настають рідко, отже, виникають ускладнення з одержан-

ням даних. Тому визначення розрахункової частоти зазвичай зводять до визначення розрахункової частоти тих або інших порушень ешелонування, наприклад оцінюючи ризик у регіоні NAT, на підставі спостережень визначають розрахункову частку часу знаходження ПК на відстані до 10 м.м. від осевої лінії одного із суміжних маршрутів. Потім за допомогою моделей наслідків визначають розрахункову ймовірність зіткнення за умови, що ПК виконує політ на відстані до 10 м.м. від суміжної лінії шляху.

1.4.7. Визначення розрахункового ризику і його оцінювання

Процес визначення розрахункового ризику припускає об'єднання ризиків зіткнення в результаті кожної з виявлених небезпек для визначення розрахункової величини загального ризику. На цьому етапі важливо, щоб усі ризики були зведені в такий самий єдиний показник, який використовують для критеріїв оцінювання. Ризик зіткнення в системі залежить від багатьох факторів. Для оцінювання чутливості розрахункової величини ризику стосовно різних параметрів часто корисно подати ризик у вигляді функції кожного з основних параметрів (наприклад, ризик залежно від потреби в повітряному русі й ризик залежно від навігаційної точності в бічному вимірі). У разі коли наявні прогнозовані значення різних параметрів, корисним показником може виявитися залежність ризику від календарного року.

Процес оцінювання ризику припускає побудову в першу чергу математичних моделей, за якими на підставі докладної інформації про систему визначають розрахункову величину ризику зіткнення. Інколи достатньо лише визначити й оцінити зміни і порівняти їх з аналізом, проведеним раніше в іншому повітряному просторі. Аналізуючи ці зміни, головну увагу належить приділяти основним параметрам системи.

Якщо показники розрахункового ризику й критерії оцінювання однакові, то оцінити ризик – просте завдання, що припускає пряме порівняння двох величин.

1.4.8. Заходи щодо зниження ризику

Заходи, спрямовані на зниження ризику, варто використати в тих випадках, коли розрахункова величина загального ризику перевищує заздалегідь установлене граничне значення і коли встанов-

лено, що той або інший конкретний елемент системи справляє непропорційно великий вплив на ризик, за умови, що пов'язані з цим витрати будуть прийнятними. Детальне оцінювання ризику дозволяє спростити виявлення ефективних процедур зниження ризику, оскільки забезпечує можливість прямого аналізу впливу змін на різні параметри системи.

1.5. Методика аналізу небезпеки/ризиків Євроконтролем

Надалі передбачається ввести в дію маршрути *RNP1*, які дозволять використати інтервали ешелонування приблизно 6 – 8 м.м. між осьовими лініями замість теперішніх 16 м.м. Навігаційні характеристики типу *RNP1* забезпечують 95-відсоткове утримання в межах 1 м.м. Однак це значення визначає тільки досягнуті характеристики навігаційної системи щодо витримування лінії шляхи. Помилки в контурі системи КПП (грубі помилки) і відмови навігаційної системи, що виходять за межі цієї центральної частини розподілу, потенційно набагато більш значущі. Тому поділ маршрутів, досяжний без урахування втручання диспетчера, що ґрунтується винятково на моделюванні ризику зіткнення, може бути кращим від забезпечуваного для нинішніх маршрутів ОПП.

Для поділу маршрутів для польотів у *NAT* застосовують моделювання ризику зіткнення з урахуванням характеристик витримування лінії шляхи, щільності повітряного руху та встановлених рівнів безпеки без урахування втручання служби КПП. У європейському повітряному просторі, для якого стандарти поділу маршрутів були розроблені до створення методів моделювання ризику зіткнення, здійснюється радіолокаційне спостереження з метою контролю за відхиленнями та забезпечується прямий голосовий зв'язок «пілот – диспетчер», тобто можливість втручання служби КПП для запобігання випадкам потенційного порушення ешелонування.

В одному з перших досліджень, що фінансувалися Євроконтролем, вивчалася можливість використання аналізу небезпеки для розроблення мінімального поділу маршрутів ОПП типу *RNP1*. Це дослідження показало, що аналіз небезпеки/ризиків є перспективним методом і що було б доцільно продовжити розроблення повномасштабної моделі ризику зіткнення, включаючи зменшення ризику, пов'язаного з готовністю систем спостереження та прямого голосового зв'язку.

Мета дослідження полягає в об'єднанні більш традиційного моделювання ризику зіткнення (статистичний аналіз) з докладними даними про типи, механізми й частоту виникнення відхилень, викликаних помилками в контурі системи КПП у межах усієї системи повітряного руху. Крім того, у програмі враховується можливість використання радіолокаційного спостереження та голосового ДВЧ-зв'язку для усунення видимих відхилень і зменшення ризику.

Кінцева мета цієї програми – розроблення стандартів бічного поділу маршрутів типу *RNP1* для застосування в повітряному просторі континентальної частини Європи. Використовувана методика може бути адаптована для використання в інших регіонах або державах залежно від обставин.

Загальну методику застосування аналізу небезпеки до проблеми ризику зіткнення за наявності системи КПП схематично подано на рис. 1.6.

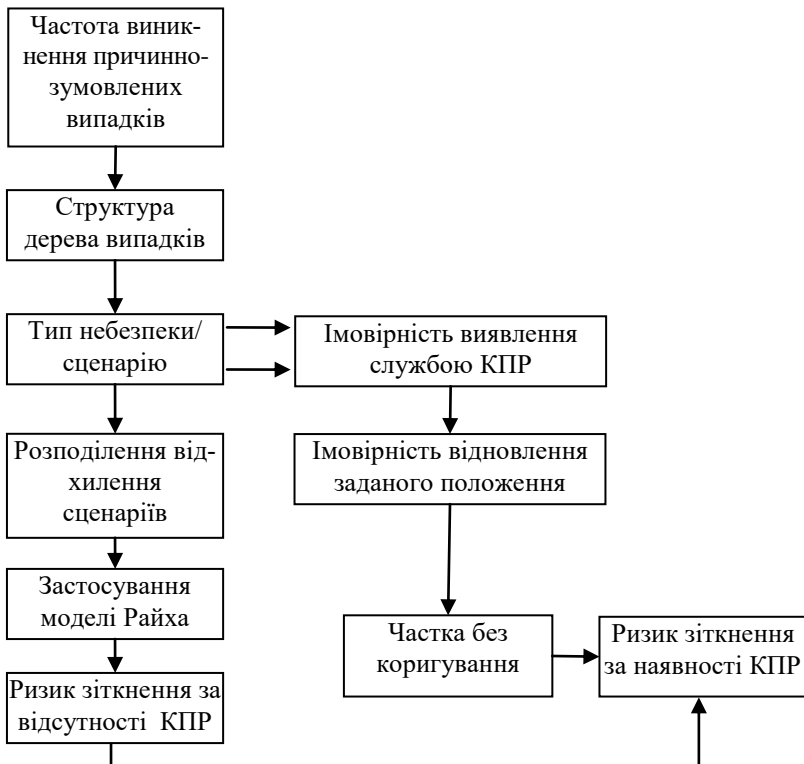


Рис.1.6. Структура моделі ризику зіткнення

1.5.1. Елементи моделі ризику зіткнення

Основні елементи моделі ризику зіткнення такі:

- виявлення сценаріїв, які можуть призвести до порушення ешелонування або можливого зіткнення двох ПК;
- виявлення конкретних небезпек і визначення частоти їх виникнення. Кожна небезпека веде сама по собі або за умов збігу з іншими обставинами до сценарію відхилення з відповідним розподілом відхилень;
- розрахунок імовірного ризику зіткнення, що впливає із сценаріїв, на підставі допущення про те, що відхилення не будуть виправлені (модель Райха);
- розрахунок імовірності виявлення та виправлення відхилення або пілотом, або службою КПП. Різні режими втручання служб КПП, тобто режими запобігання конфліктним ситуаціям (КС) або виправлення відхилень, будуть впливати на залежність різних типів небезпеки від часу та на стратегії їх виявлення і відновлення заданого положення;
- визначення результуючої загальної ймовірності зіткнення без урахування можливості здійснення спостереження. Імовірність зіткнення (без коригувальних дій) визначається з урахуванням імовірності не виявлення та відновлення заданого місцеположення ПК до настання зіткнення.

1.5.2. Зауваження щодо методики

Під час розроблення моделі особливу увагу приділяють правильному поданню поведінки як відмов загального режиму, тобто тих випадків, коли окрема небезпека може призвести одночасно як до неправильного функціонування або відмови декількох елементів системи, так і подій, які можуть привести до локалізованих результуючого значення оцінки взаємодії/згортки розподілів. У цій моделі враховуються тільки ПК, що виконують політ на заданому ешелоні польоту.

1.5.3. Можливості моделі та результати моделювання

Модель дозволяє виконувати розрахунок ризику за заданих умов і за різних інтервалів між лініями шляху. Порівняння цих ризиків і застосовного *TLS* дозволяє визначити мінімальний інтервал

між лініями шляху. Крім того, модель дозволяє визначати чутливість ризику до різних небезпек і забезпечує корисний зворотний зв'язок стосовно взаємозв'язків між причинно-обумовленими небезпеками та результируючим ризиком. Нарешті, модель дозволяє прогнозувати інші події, які піддаються оцінюванню, та може використовуватися для підтвердження достовірності результатів.

Розглянемо ряд сценаріїв. Вони не охоплюють усіх можливих сценаріїв, однак дають уявлення про типи результируючих відхилень, що спричиняються виявленими небезпеками (рис. 1.7)

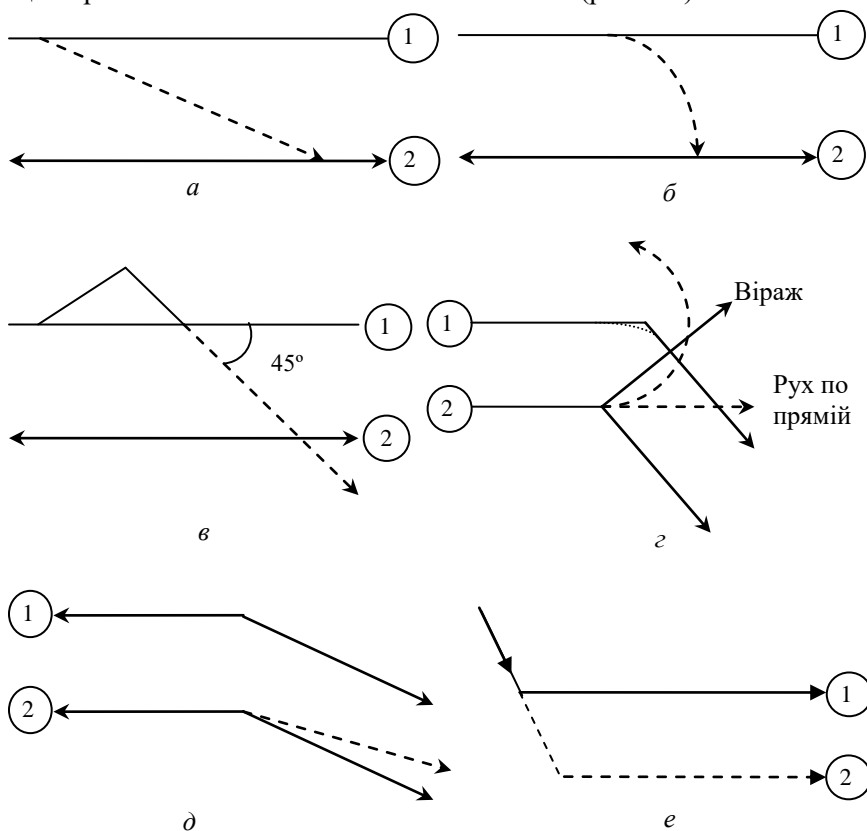


Рис. 1.7. Сценарії відхилень: *a* – поступове зміщення (прямолінійна ділянка); *б* – віраж (прямолінійна ділянка); *в* – відхилення після планового відхилення в режимі HDG; *г* – різкі відхилення під час розворотів; *д* – поступове зміщення з началом

в точці шляху; *e* – перехід на неправильний маршрут

Схеми на рис. 1.7 також зображають незначні періодичні відхилення відносно осьової лінії маршруту, а не окреме різке відхилення від курсу. Крім того, відхилення може починатися не від осьової лінії, а від уже зміщеної лінії шляху, паралельної осьовій лінії.

Розрізняють такі типи помилок, які, як відомо, спричиняють відхилення в бічному вимірі:

- загальні навігаційні можливості та їх зміни, включаючи якість навігаційних засобів, помилки в базах даних і оснащення навігаційним обладнанням, непридатні для маршрутів типу *RNP1*;
- помилки екіпажу, включаючи неправильне введення даних, шляхових точок та загальну неухважність;
- помилка служб КПП, включаючи неправильну передачу керування між секторами та неухважність диспетчера;
- неправильне встановлення зв'язку між службою КПП і пілотом, включаючи неправильну передачу та розпізнавання позивних і реагування не того ПК на вказівки служби КПП;
- адміністративні та системні помилки, включаючи помилки в плані польоту, що вводять в оману повідомлення для авіаційного персоналу (*NOTAM – Notice to Airmen*), відмови бортового обладнання та помилки в програмному забезпеченні.

1.5.4. Виявлення небезпек і визначення частоти їх виникнення

Навіть у разі, коли помилки виявляються в ході польоту, багато з них вважаються незначними і не відображаються в повідомленнях. Щодо регулярно виникаючих незначних проблем, то зазвичай неофіційно розробляються тимчасові заходи, що застосовуються в кабіні екіпажу/диспетчерській. Однак часто проблема виникає не через окрему помилку; значне відхилення може статися і тоді, коли виникають дві або кілька помилок одночасно з іншими незначними обставинами. Відносно незначні проблеми стають потенційно більш значущими в разі застосування *RNP1*.

Для виявлення небезпек використовують такі методи:

- аналіз повідомлень про інциденти, баз даних і т.ін.;
- формальні наради з метою виявлення й аналізу небезпек.

Багато небезпек виявляються за даними, отриманими відповідно до діючих процедур подання повідомлень, а також у результаті досліджень, підготованих національними або міжнародними повноважними органами.

Серед інших джерел у дослідженні, проведеному Євроконтролем, широко використовували інформацію, надану експлуатантами в Європейському регіоні. Це дані про події, які добровільно повідомляють екіпажі, експлуатанти та диспетчери ОПР, крім обов'язкових повідомлень про події, дані про які подають ті ж групи.

Події, пов'язані з меншим ризиком, також можуть бути значними, однак для одержання представницької вибірки статистичних даних потрібно мати значний обсяг даних. Збір достатніх даних ускладнюється тим, що звичайно реєструються лише значні події, у результаті чого вибірка даних є занадто малою, щоб можна було одержати представницьку статистику. У дослідженні Євроконтролю особливий інтерес виявили до потенційних небезпек, які відзначалися у взаємодії між екіпажем і диспетчерами.

1.5.5. Формальні наради для виявлення та аналізу небезпек

Формальні наради – це метод, використовуваний для визначення імовірних небезпек і наслідків в умовах застосування передових технологій, у яких однією з важливих ланок у процесі прийняття рішень є людський фактор. Група в складі чотирьох або п'яти досвідчених співробітників становить контрольний перелік, на підставі якого проводиться формальні наради з метою виявлення небезпек. На кожній нараді присутні приблизно десять фахівців (льотні екіпажі, диспетчери і виробники обладнання), яких ознайомлюють із контрольним переліком потенційних ситуацій, що призводять до ризику. Потім фахівцям пропонуються:

- імовірні причини;
- можливі засоби попередження;
- можливі наслідки.

У ході формальних нарад з виявлення небезпек не роблять ніяких спроб дати кількісну оцінку ризиків, пов'язаних з небезпеками, або частоти виникнення ініціювальних небезпек.

1.5.6. Частота виникнення небезпек і їх ранжування

Відносний ступінь різних ініціювальних небезпек визначають

шляхом оцінювання частоти їх виникнення й потенційного результуючого ризику.

Розрахункову частоту виникнення небезпек визначають за даними, отриманими з різних джерел, із залученням додаткової інформації з інших джерел (наприклад, радіолокаційні або планові дані) за наявності таких. Потім скликається група експертів для визначення достовірності цих оцінок. Думки, висловлені при визначенні розрахункової частоти виникнення небезпек, включаються в анкету, про конкретні небезпеки, наслідки, виявлення й усунення. Потім цю анкету розсилають більш широкому колу пілотів та диспетчерів.

У ході визначення розрахункової частоти й потенційного результуючого ризику деякі небезпеки відокремлюють як основні джерела ризику з погляду як імовірності, так і ступеня значущості. Ці ключові небезпеки необхідно ранжувати за їх значенням і спробувати більш точно визначити частоту їх виникнення, оскільки вони справляють відносно великий вплив на кінцевий системний ризик.

Як можна визначити з рис. 1.7, той або інший конкретний тип відхилення виникає внаслідок взаємодії декількох небезпек. Наслідки відхилення та можливість його переростання в інцидент визначають аналогічним набором взаємодій, які досить нескладно проаналізувати, використовуючи дерево виявлення й відновлення заданого положення.

1.5.7. Основні фактори, пов'язані з виявленням

Факторами, нерозривно пов'язаними з виявленням відхилення, можна вважати такі:

- тип відхилення, щільність повітряного руху, робоче навантаження служби КПП і пілота;
- чи виникає відхилення в той момент, коли передбачається виконувати розворот;
- чи виникає відхилення під час передавання керування, коли ПК переходить з одного сектора в інший;
- можливості спостереження, включаючи мінімуми радіолокаційного ешелонування, базову точність радіолокатора, фільтрацію й роздільну здатність.

Час виявлення залежить від готовності систем сповіщення,

типу індикаторів, системи зв'язку та ін.

1.5.8. Основні фактори, пов'язані з відновленням заданого положення

Важливі значення для відновлення заданого положення у випадку відхилення мають такі фактори:

- затримання внаслідок неправильної ідентифікації ПК службою КПП;
- неправильні коригувальні вказівки або неправильно виконаний коригувальний маневр;
- час, що залишається, для вживання коригувальних заходів.

1.5.9. Проста модель відхилення та відновлення заданого положення

Для моделювання відхилень ПК у межах сценаріїв, описаних вище, розроблено просту модель, яка в змозі виявляти відхилення екіпажем і службою КПП, час реагування на коригувальні дії та можливе відновлення відповідного мінімуму ешелонування. Призначення моделі – визначення ймовірності порушення ПК, що відхилилися від курсу, сусідньої лінії шляху.

1.5.10. Виявлення та усунення конфліктної ситуації стосовно заданого сценарію

Для кожного сценарію відхилень було побудовано дерево подій та визначено параметри (значення ймовірності та шкалу часу) для таких етапів:

- виявлення відхилень ПК від курсу службою КПП;
- можливості сповістити про ці факти ПК;
- можливості цього ПК успішно завершити коригувальний маневр (відхилення).

Результуючі структури надто складні, і не всі можливі складові частини дерева без труднощів піддаються аналізу. Однак ступінь складності вдалося знизити на основі допущення, що обмежує набір строків вживання коригувальних заходів, і визначення ймовірності коригування до передачі *STCA* або до досягнення точки найбільшого зближення (*CPA – Closest Point of Approach*), як показано на рис. 1.8.

Можливості служб КПП виявляти відхилення залежать від

ряду обставин, які описано вище, однак особливу увагу варто приділяти ймовірності виникнення відмов загального характеру.

Виявлена конфліктна ситуація, викликана	Конфліктна ситуація, розпізнана до (в) моменту <i>STCA</i>	Конфліктна ситуація усунена до <i>CPA</i>		Результат	Імовірність
		Так	Без зіткнення		
Відхилення на треках, що перетинаються	Рано	Ні	Зіткнення	$A, \%$	
		Так	Без зіткнення		
	Пізно	Ні	Зіткнення	$B, \%$	
		Так	Без зіткнення		
	Дуже пізно	Так	Так	Без зіткнення	
		Ні	Ні	Зіткнення	$D, \%$
			Зіткнення	$E, \%$	

Рис. 1.8. Дерево виявлення та усунення конфліктних ситуацій (імовірність того, що зіткнення не буде відвернено, становить $(A + B + C + D + E)$ відсотків)

1.5.11. Загальний системний ризик зіткнення в умовах застосування керування повітряним рухом

Розширений варіант структури з підсумовуванням результатів N можливих сценаріїв показано на рис. 1.9. Імовірність зіткнення для конкретного сценарію (без застосування КПП) можна подати як P_N , однак під час спостереження, що здійснюється службою КПП, відхилення може бути виявлено й усунено з різною імовірністю аж до настання моменту зіткнення. Якщо сумарна ймовірність успішного застосування коригувальних заходів становить PC_N відсотків, то результуюча ймовірність зіткнення дорівнюватиме $P_N (100 - PC_N)$ відсотків. Загальну ймовірність зіткнення можна тепер подати сумою результатів усіх сценаріїв.

1.5.12. Можливі фактори, що впливатимуть на виявлення та усунення небезпек

Іншими факторами, які не враховувалися на цьому етапі, але

які можуть надалі бути більш значущими, є засоби автоматизації, що дозволяють системі КПП прогнозувати та виявляти конкретні небезпеки й пропонувати оптимальні коригувальні стратегії, зокрема такі:

- бортове обладнання, здатне виявляти відхилення від лінії шляху, або потенційний ризик зіткнення (наприклад, автономний контроль цілісності в приймачі, автономний контроль цілісності на борту ПК, система сповіщення та попередження зіткнень);

- автоматичні можливості КПП, включаючи автоматичне сповіщення про ПК–порушник, які можуть привертати увагу до неправильної передачі керування та забезпечувати контроль за маневрами поблизу межі зони відповідальності.

Подальші дослідження варто зосередити на розширенні розуміння механізмів помилок у контурі системи КПП і показника успішності втручання служб КПП.

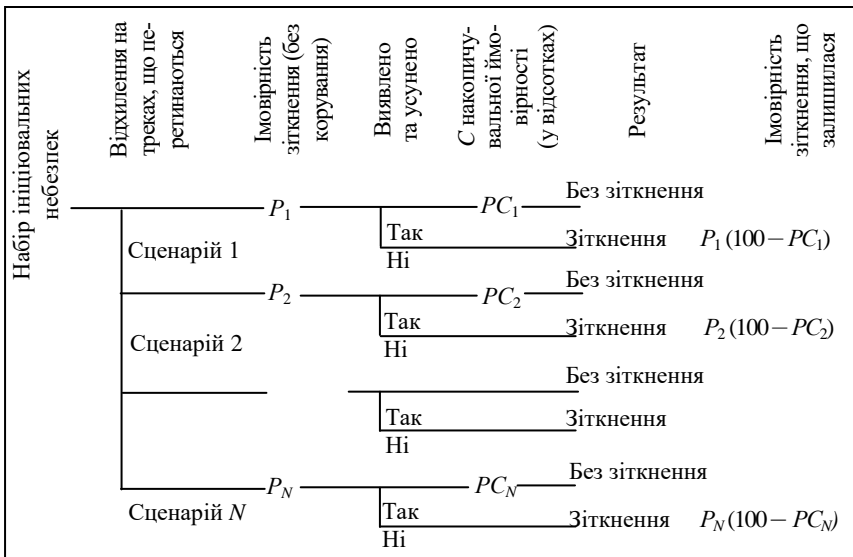


Рис. 1.9. Ризик зіткнення під час виявлення та усунення конфліктної ситуації службою КПП

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ (ТЕСТ 1)

1. З метою забезпечення ешелонування службою КПП використовують такі форми керування:
 - а) інформаційну та процедурну;
 - б) процедурну та радіолокаційну;
 - в) радіолокаційну, процедурну та інформаційну;
 - г) інформаційну та радіолокаційну.
2. У поздовжньому напрямку діють такі види ешелонування:
 - а) ешелонування за часом;
 - б) ешелонування за відстанню;
 - в) ешелонування за часом та ешелонування за відстанню;
 - г) ешелонування за відстанню та ешелонування за висотою.
3. До факторів місцеперебування ПК належать:
 - а) точність визначення місцеперебування ПК органом ОПР;
 - б) точність роботи радіонавігаційних засобів;
 - в) точність роботи бортових навігаційних комплексів;
 - г) точність, з якою може витримуватися політ.
4. Комбіноване ешелонування дозволяє скоротити мінімум горизонтального ешелонування:
 - а) не більше ніж наполовину;
 - б) більше ніж наполовину;
 - в) залежно від щільності повітряного руху, але не більше ніж наполовину;
 - г) не менше ніж на половину.
5. Ешелонування це інтервал між:
 - а) повітряними кораблями;
 - б) рівнями;
 - в) лініями шляху;
 - г) усі перераховані варіанти.
6. Із чого складається комбіноване ешелонування?
 - а) з процедурного та вертикального ешелонування;
 - б) з радіолокаційного та процедурного ешелонування;
 - в) з вертикального та горизонтального ешелонування;
 - г) з радіолокаційного горизонтального та вертикального ешелонування.

- 7.** Комбіноване ешелонування застосовують:
- а) у будь-якому повітряному просторі;
 - б) тільки в контрольованому повітряному просторі;
 - в) в контрольованому повітряному просторі (у разі використання процедурного ешелонування);
 - г) тільки в неконтрольованому повітряному просторі.

8. Формальні наради – це метод, використовуваний для визначення:

- а) імовірних небезпек і наслідків;
- б) мінімумів ешелонування;
- в) факторів, які впливають на визначення мінімумів;
- г) імовірних факторів, які надалі будуть впливати на визначення мінімумів ешелонування.

9. Максимальний допустимий ризик зазвичай виражають у вигляді:

- а) можливої кількості катастроф у результаті зіткнень між ПК за добу;
- б) можливої кількості безаварійних польотів;
- в) можливої кількості катастроф у результаті зіткнень між ПК на годину польоту;
- г) можливої кількості безаварійних годин польоту.

10. Дайте визначення терміна «радіолокаційне ешелонування»:

- а) ешелонування ПК за диспетчерського ОНР;
- б) ешелонування, коли інформацію про місцеперебування ПК отримано з радіолокаційних джерел;
- в) ешелонування, коли інформацію про місцеперебування ПК отримано за допомогою радіотехнічних засобів;
- г) ешелонування з використанням бортових РЛС.

11. На прикладі регіону NAT були виявлені такі основні причини, які здатні призвести до порушення ешелонування:

- а) навігаційні помилки і непорозуміння або помилки, допущені екіпажем або службами КПП;
- б) навігаційні та технічні помилки;
- в) технічні помилки та помилки допущені екіпажем (службою КПП);
- г) навігаційні помилки та метеорологічний вплив.

12. Максимальний припустимий ризик зазвичай виражають у вигляді:

- а) *TFS*;
- б) *TLS*;
- в) *FLI*;
- г) *FLS*.

13. Дайте визначення терміна «повітряний рух»:

- а) усі ПК, що перебувають у польоті в контрольованому повітряному просторі або рухаються у зоні маневрування контрольованого аеродрому;
- б) усі ПК, що перебувають у польоті;
- в) усі ПК, що перебувають у польоті або рухаються у зоні маневрування аеродрому;
- г) усі ПК, що перебувають під керуванням органу ОПП.

14. Диспетчерське ОПП надається для:

- а) запобігання зіткненням між ПК;
- б) запобігання зіткненням ПК з перешкодами;
- в) підтримання впорядкованого потоку повітряного руху;
- г) усі перераховані варіанти.

15. Радіус розвороту ПК залежить від:

- а) кута крену та швидкості;
- б) висоти польоту та швидкості;
- в) висоти польоту та кута крену;
- г) кута крену і типу ПК.

16. Дайте визначення терміна «зона маневрування»:

- а) частина аеродрому, призначена для зльоту, посадки та руління ПК;
- б) частина аеродрому, крім перонів, призначена для зльоту, посадки та руління ПК;
- в) частина аеродрому, крім перонів, призначена для руління ПК;
- г) частина повітряного простору, призначена для маневрування ПК під час зльоту та заходу на посадку .

17. Правила візуальних польотів мають скорочений вигляд:

- а) *VMC*;
- б) *VFA*;
- в) *IFR*;
- г) *VFR*.

18. Розмір ПК впливає на визначення мінімуму:

- а) вертикального ешелонування;
- б) поздовжнього ешелонування;
- в) бокового ешелонування;
- г) будь-якого ешелонування.

19. Норму поздовжнього ешелонування розраховують за формулою:

- а) $\Delta L_{\text{еш}} \geq l_{\text{реак}} + l_{\text{розп}} + l_{\text{ПК}} + l_{\text{ман}}$;
- б) $\Delta L_{\text{еш}} \geq l_{\text{реак}} + l_{\text{к}} + l_{\text{розп}} + l_{\text{ПК}} + l_{\text{ман}}$;
- в) $\Delta L_{\text{еш}} \geq l_{\text{реак}} + l_{\text{к}} - l_{\text{розп}} + l_{\text{ПК}} + l_{\text{ман}}$;
- г) $\Delta L_{\text{еш}} \leq l_{\text{реак}} + l_{\text{к}} + l_{\text{розп}} + l_{\text{ПК}} + l_{\text{ман}}$.

20. Режим «С» ВОРЛ – режим, яким передбачено одержання інформації про:

- а) тип ПК і категорію турбулентності;
- б) барометричну висоту і тип ПК;
- в) барометричну висоту ПК відносно рівня 760 мм рт. ст.;
- г) барометричну висоту ПК відносно рівня аеродрому.

2. ЕШЕЛОНУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ КОРАБЛІВ У РАЗІ ВИКОРИСТАННЯ ЗОНАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЇ ТА ПОТРІБНИХ НАВІГАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

2.1. Ешелонування з використанням зональної навігації

Застосування дедалі складнішого бортового навігаційного обладнання, що працює за принципом використання інформації від наземних засобів, навігаційних засобів космічного базування, використання автономних інерційних навігаційних системах (*INS – Inertial Navigation System*) припускає можливість здійснення вигідної заміни польоту від одного навігаційного засобу до іншого вздовж більш-менш постійно встановлених маршрутів такою формою, за якої виконання польоту ПК по найбільш прямому маршруту між пунктам вильоту і призначення. Така концепція відома як зональна навігація (*RNAV – Area Navigation*).

2.1.1. Польоти з використанням RNAV

Польоти з використанням *RNAV* можуть виконуватися:

- по фіксованих маршрутах зональної навігації, які опубліковано в документах аеронавігаційної інформації та діють на постійній основі;
- по довільних маршрутах зональної навігації, які також опубліковано в документах аеронавігаційної інформації, але діють тільки лише за наявності певних умов.

Застосування *RNAV* у певному районі та здатність користувачів виконувати необхідні умови мають обумовлюватися такими факторами:

- чіткою домовленістю між органом, що забезпечує обслуговування, і всіма потенційними користувачами про те, що вимоги до навігаційної точності, на яких ґрунтується застосування *RNAV*, будуть виконуватися на постійній основі;
- положеннями, які повинен виконувати ПК під час переходу зі встановленої маршрутної мережі ОПП у район *RNAV* і назад. Ці положення мають також передбачати випадки тимчасової втрати ПК можливості використовувати *RNAV* під час польоту в районі *RNAV*;
- положеннями, що забезпечують безперервний контроль навігаційних характеристик у районі *RNAV* для дотримання умов, на яких базується *RNAV*;

– положеннями, що передбачають призупинення *RNAV* і перехід до інших форм виконання польотів у випадку загального погіршення ситуації. Ці положення мають також передбачати можливість поновлення *RNAV* у міру усунення причин, що призвели до її призупинення;

– положеннями щодо негайного повного або часткового призупинення застосування *RNAV* у випадку тимчасового виходу з ладу істотно значущих для *RNAV* базових засобів. Ці положення мають містити перелік таких засобів та ймовірних наслідків їх виходу з ладу (індивідуально або в будь-якому поєднанні) для застосування *RNAV*.

Траєкторію планованого польоту можна задавати не тільки в горизонтальній площині у вигляді маршруту, але й у вертикальній – через задання висот проходження пунктів маршруту, кутів або градієнтів нахилу траєкторії. Крім того, може бути задано просторово-часову траєкторію, коли для деяких пунктів задано час їх проходження.

Відповідно до розмірності «простору», у якому здійснюється наведення, зональну навігацію розділяють на три види:

– *2D-RNAV* – двовимірна *RNAV* у горизонтальній площині – *LNAV (Lateral Navigation)*. Іноді, використовуючи дослівний переклад, її називають бічною навігацією, оскільки наведення виконується тільки за бічним відхиленням;

– *3D-RNAV* – тривимірна *RNAV* у горизонтальній і вертикальній площинах – *VNAV (Vertical Navigation)*;

– *4D-RNAV* – чотиривимірна *RNAV* у горизонтальній і вертикальній площинах плюс вирішення завдання регулювання швидкості польоту для проходження пунктів маршруту або прибуття на аеродром у заданий час. Зональну навігацію за часом скорочено позначають *TNAV* (буква *T* від слова *Time*).

Проблема впровадження зональної навігації полягає не просто в тому, щоб забезпечити політ по довільній траєкторії, а в тому, щоб точність її дотримання відповідала встановленим у даному регіоні вимогам. У сучасній аеронавігації ці вимоги встановлюються у вигляді *RNP*. Тому питання зональної навігації виявилися тісно пов'язані з цими проблемами *RNP*; *RNP* розглядається як інструмент технічного та нормативного регулювання польотів із застосуванням *RNAV*.

Залежно від суворості вимог до точності дотримання заданої траєкторії, а також від характеру функціональних вимог до бортового обладнання, широко використовують такі позначення типів *RNAV*:

B-RNAV (Basic RNAV) – основна (базова) зональна навігація.

Базову або основну (*Basic*) зональну навігацію (*B-RNAV*) було введено з ініціативи Євроконтролю в регіоні Західної Європи 29 січня 1998 р. Вимоги до точності навігації відповідають *RNP5*, тобто ПК повинен протягом 95% часу польоту перебувати в межах ± 5 м.м. від лінії заданого шляху. Євроконтролем визначено деякі функціональні та експлуатаційні вимоги до обладнання *B-RNAV*. Для досягнення *RNP5* можливе використання різних датчиків навігаційної інформації, а саме:

– двох маяків *DME* (режим *DME/DME*);

– одного маяка *VOR/DME*, розташованого не далі 62 м.м. від ПК;

– однієї інерційної системи, що коригується радіонавігаційною або супутниковою системами;

– одного приймача глобальної система визначення місцеположення ПК (*GPS – Global Positioning System*).

Уведення *B-RNAV* дозволило забезпечити використання наявного навігаційного обладнання без зміни існуючої структури маршрутів ОПП у регіоні Західної Європи.

Досвід виконання польотів у регіоні дії *B-RNAV* показав, що процес навігації істотно спростився, а точність підвищилася.

P-RNAV (Precision RNAV) – точна зональна навігація. Точна (*Precision*) зональна навігація (*P-RNAV*) – це зональна навігація, у якій діють вимоги до точності, що відповідають типу *RNP1*, і деякі функціональні вимоги до обладнання *RNAV*, але при цьому не потрібне дотримання всіх інших «класичних» аспектів *RNP*. Застосування *P-RNAV* обумовлено можливістю підвищення точності навігації, а отже, і пропускної здатності повітряного простору в термінальних зонах (*TMA – Terminal Control Area*) з інтенсивним повітряним рухом.

Для досягнення потрібної для *P-RNAV* точності можливе використання таких типів датчиків навігаційних сигналів:

– *GPS* без будь-яких функціональних доповнень;

– двох *DME* або одного *VOR/DME*, розташованих у певних місцях *TMA*.

Використання інерційних систем можливе тільки протягом декількох хвилин після зльоту або чергового коригування за *VOR/DME*, *DME/DME* або *GPS*. Інерціальна навігаційна система (ІНС) виконує здебільшого роль інерціального підтримання обладнання *RNAV* для підвищення її готовності й неперервності обслуговування. Але ці важливі характеристики класичних *RNP* для європейської *P-RNAV* не є обов'язковими, і це – головна відмінність *P-RNAV* від *RNPI*. Тому вирішального значення для сертифікації обладнання за *P-RNAV* його інерціальна складова не має.

RNP-RNAV – зональна навігація з необхідними навігаційними характеристиками. Зональна навігація *RNAV* розглядається *ICAO* як основний вид навігації майбутнього, оскільки вона має чимало незаперечних переваг перед звичайною, традиційною навігацією:

- польоти стають більш безпечними за рахунок підвищення точності навігації. Це пов'язано з тим, що з уведенням *RNAV* у якому-небудь регіоні одночасно вводяться й вимоги до точності (у вигляді *RNP*);

- збільшується пропускна здатність і ефективність використання повітряного простору як на маршрутах, так і в зонах аеродромів. Це відбувається, з одного боку, за рахунок збільшення кількості маршрутів у певному об'ємі повітряного простору (тепер вони не обов'язково повинні проходити через радіомаяки), а з другого – за рахунок зменшення інтервалів бічного ешелонування, що виявляється тепер можливим, оскільки точність навігації стала вищою;

- з'являється можливість зробити структуру маршрутів динамічною, що легко змінюється залежно від обставин. При цьому можуть бути враховані інтереси як цивільної, так і державної авіації. Гнучкість *RNAV* дозволяє уникнути скупчення ПК на певних ділянках повітряного простору, суттєвих ущільнень маршрутів і появи «повітряних пробок» (перевантаженості повітряного простору);

- маршрути можна встановлювати більш короткими, що сприяє економії палива та зменшенню часу польотів;

- у разі наведення екіпаж більш наочно уявляє навігаційну ситуацію, що дозволяє уникнути неправильних рішень і помилок;

- скорочення кількості наземних навігаційних засобів;

- зменшується навантаження як пілота, так і диспетчера за рахунок можливості відмовитися від радіолокаційного наведення, здійснюваного диспетчером у районі аеродрому.

У разі застосування методів *RNAV* потрібно виконати такі обов'язкові умови:

- якщо обладнання *RNAV* використовує сигнали наземних або супутникових засобів, то воно має постійно приймати ці сигнали протягом усього польоту по маршруту або маневрування в районі аеродрому;

- координати пунктів маршруту (*WPT – waypoints*) мають визначатися й публікуватися в збірниках аеронавігаційної інформації (*AIP – Aeronautical Information Publication*) держав у Всесвітній геодезичній системі координат (*WGS – World Geodetic System*) з необхідною точністю, дозволом і цілісністю;

- обладнання *RNAV* має бути сертифіковано для виконання польоту по маршруту та в районі аеродрому;

- екіпаж повинен мати допуск до виконання польотів по маршрутах *RNAV* і в районі аеродрому.

2.1.2. Бортове обладнання *RNAV*

Для реалізації принципу зональної навігації на борту ПК потрібно вирішувати такі завдання:

- визначення поточного місцеперебування ПК;

- зберігання інформації про маршрут польоту, по якому має виконуватися наведення;

- визначення відхилення від ЛЗШ, відстані, що залишилася, та інших, потрібних для навігації параметрів;

- індикація відхилення на панелі приладів пілотів і, в разі потреби, передавання цього відхилення на автопілот.

Як джерела інформації про місцеперебування ПК можна використовувати кутомірну систему *VOR*, далекомірну систему *DME*, різницево-далекомірну систему *LORAN-C*, ІНС, глобальну супутникову навігаційну систему (*GNSS – Global Navigation Satellite System*).

Функції *RNAV* поділено на обов'язкові та бажані.

2.1.3. Обов'язкові функції

Обов'язкові функції обладнання *RNAV* такі:

1. Індикація координат поточного місця ПК (у вигляді широти й довготи або пеленгу й дальності до обраного пункту маршруту).

2. Вибір або введення пілотом потрібного плану польоту (маршруту) з пульта керування й індикації.

3. Зберігання аеронавігаційних даних в обсязі, достатньому для виконання активного плану польоту, а також можливість у будь-який момент змінювати дані плану польоту (*FPL – Filed Flight Plan*) у будь-якій його частині.

4. Можливість у польоті працювати із планом польоту (складати, перевіряти, змінювати), не впливаючи на наведення по лінії шляху:

а) виконувати змінений план польоту тільки із санкції екіпажу;
б) формувати й перевіряти альтернативний план польоту без активного плану;

в) формувати план хоча б одним з таких способів:
– уведенням позначень маршрутів;
– вибором пунктів маршруту з бази даних;
– уведенням пунктів маршруту користувача, задаючи їх широтою й довготою, пеленгом і дальністю, або іншим способом.

5. Можливість формування планів польотів поєднанням маршрутів або ділянок маршрутів.

6. Забезпечення можливості контролю й коригування відображуваного на індикаторах місцеперебування ПК.

7. Забезпечення можливості автоматичної зміни ділянок маршруту та виконання розворотів, а також вручну змінювати черговість прольоту пунктів маршруту (зокрема, для польоту у зворотному напрямку).

8. Індикація бічного відхилення від ЛЗШ.

9. Індикація часу польоту до пунктів маршруту.

10. Можливість виконувати маневри і витримувати такі типи траєкторій польоту:

– політ від поточного місця прямо на задану точку;
– політ зі зсувом на задану величину, тобто польоту по паралельній ЛЗШ; в такому випадку має забезпечуватися чітка індикація включеного режиму зсуву.

11. Анулювання попередніх коригувань місцеположення ПК за радіотехнічними засобами (РТЗ).

12. Витримування схеми очікування із застосуванням *RNAV*.

13. Надання екіпажу ПК інформації про ступінь точності та надійності поточних координат шляхом індикації коефіцієнта точності (наприклад, зниження точності вимірювань у горизонтальній площині (*HDOP – Horizontal Dilution of Precision*)) або величини

відхилення обчисленого місцеположення ПК від отриманого за допомогою датчиків.

14. Використання системи геодезичних координат *WGS-84*.

15. Забезпечення індикації відмов обладнання.

2.1.4. Бажані функції

Бажані функції обладнання *RNAV* такі:

1) формування сигналів для автопілота й командного пілотажного приладу;

2) відображення тривимірних і чотиривимірних даних про місцеперебування;

3) індикація фактичного шляхового кута;

4) забезпечення не менше 10 активних пунктів маршруту на маршруті;

5) забезпечення не менше 20 активних пунктів у районі аеродрому;

6) попередження про наближення до пунктів маршруту шляхом візуальної сигналізації;

7) забезпечення автоматичного вибору навігаційних засобів, перевірки цілісності навігаційної системи, а також доцільності переходу на ручне керування або повторний вибір;

8) дотримання вимог до характеристик розворотів;

9) індикація інформації про недотримання потрібної точності навігації, а також про відмову системи, включаючи її датчики.

Ці перераховані обов'язкові й бажані функції можуть бути конкретизовані введенням *RNAV* в тому чи іншому регіоні.

У повітряному просторі Європейського регіону (у тому числі у всіх районах польотної інформації (РПІ) України) дозволяється виконання польотів за правилами польотів за приладами (ППП) по маршрутах ОПР тільки тих ПК, які затверджені до польотів з використанням обладнання базової зональної навігації (*B-RNAV*), тобто ПК здатні витримувати точність лінії шляху в бічному плані ± 5 м.м.

2.1.5. Мінімуми поздовжнього ешелонування у разі використання методу числа Маха та *RNAV*, що ґрунтуються на відстані

Мінімуми ешелонування *RNAV*, що ґрунтуються на відстані, не застосовують після того, як орган КТР одержав від пілота

повідомлення, що свідчить про погіршення характеристик роботи або відмову навігаційного обладнання.

Ешелонування забезпечується витримуванням відстані, що має бути не меншою від установленого значення, між повідомлюваними місцеперебуваннями ПК, визначеними за допомогою обладнання *RNAV*. Для використання такого ешелонування між диспетчером і пілотом має підтримуватися прямий зв'язок. У тих випадках, коли для забезпечення районного диспетчерського обслуговування станції зв'язку «повітря – земля» використовують високочастотні канали зв'язку «повітря – земля» або канали загального призначення зв'язку «повітря – земля» ДВЧ діапазону, оформляються відповідні домовленості, що дозволяють вести прямий зв'язок «диспетчер – пілот» або диспетчерові здійснювати контроль за всім зв'язком «повітря – земля».

Для того щоб спростити пілотам надання потрібної інформації про відстань *RNAV*, такі повідомлення про місцеперебування ПК мають, коли це можливо, пов'язуватися із загальною точкою маршруту, що перебуває попереду обох ПК.

Ешелонування *RNAV*, що ґрунтується на відстані, можна застосовувати між ПК, оснащеними обладнанням *RNAV*, у вході виконання польотів по встановлених маршрутах *RNAV* або маршрутах ОПР, позначених *VOR*.

Мінімуми ешелонування між ПК що перебувають на одній і тій самій лінії шляху. Для виконання польотів по одній і тій же лінії шляху замість мінімуму поздовжнього ешелонування із застосуванням методу числа Маха, що становить 10 хв, можна використовувати заснований на відстані мінімум ешелонування *RNAV* 150 км (80 м.м.) із застосуванням методу числа Маха за умови, що:

- кожний ПК повідомляє відстань до точки маршруту «на лінії шляху» або від неї;
- ешелонування ПК, що перебувають на тому самому ешелоні, перевіряється шляхом одночасного одержання від ПК повідомлень про відстань *RNAV* через короткі проміжки часу щоб гарантувати дотримання мінімуму (рис. 2.1);

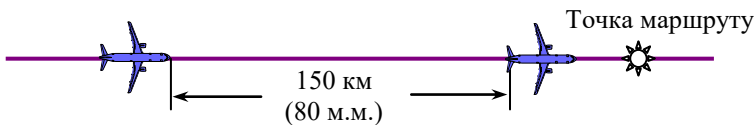


Рис. 2.1. Інтервал 150 км (80 м.м.) між ПК, що перебувають на одному ешелоні, у разі використання RNAV

– ешелонування ПК, що знижуються або набирають висоту, забезпечується через одночасне одержання від ПК повідомлень про відстань RNAV (рис. 2.2 та 2.3);

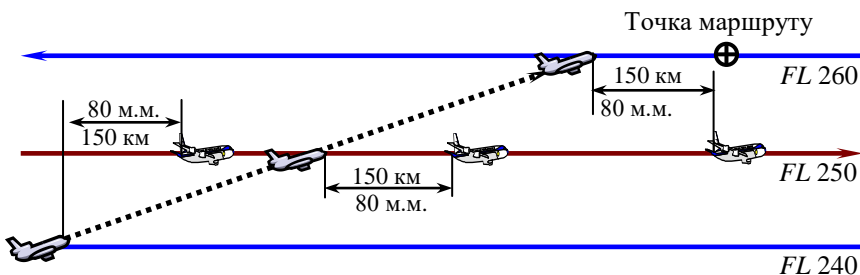


Рис. 2.2. Інтервал 150 км (80 м. м.) між ПК, що набирають висоту, і ПК, що перебувають на тій самій лінії шляху, у разі використання RNAV

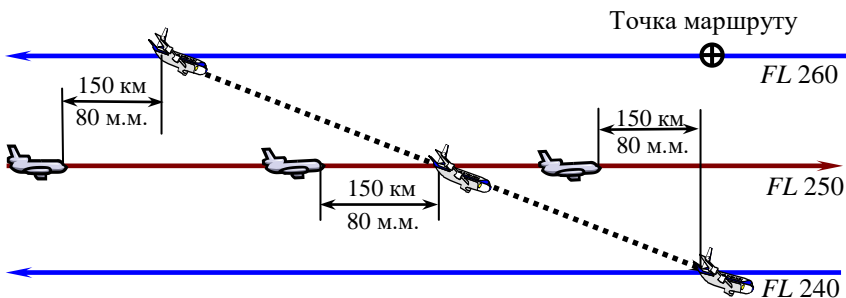


Рис. 2.3. Інтервал 150 км (80 м.м.) між ПК, що знижуються, і ПК, що перебувають на тій самій лінії шляху

– у випадку, коли ПК, що виконують набір висоти або зниження, один ПК витримує певний ешелон у період часу, без вертикального ешелонування.

У разі застосування мінімуму поздовжнього ешелонування

150 км (80 м.м.) з використанням методу числа Маха ПК, що прямує попереду, витримує те ж число Маха або більше, що й наступний за ним ПК.

Мінімуми ешелонування між ПК що перебувають на протилежних лініях шляху. Повітряним кораблям, що використовують *RNAV*, можна дозволяти набір висоти або зниження до ешелонів, зайнятих іншими ПК, що використовують *RNAV*, або нижче за ці ешелони за умови, що на підставі одночасно одержуваних даних про відстань *RNAV*, яка розрахована до/від тієї ж точки маршруту «на лінії шляху» достовірно встановлено, що ПК розійшлися та перебувають один від одного на відстані принаймні 150 км (80 м.м.) (рис. 2.4).

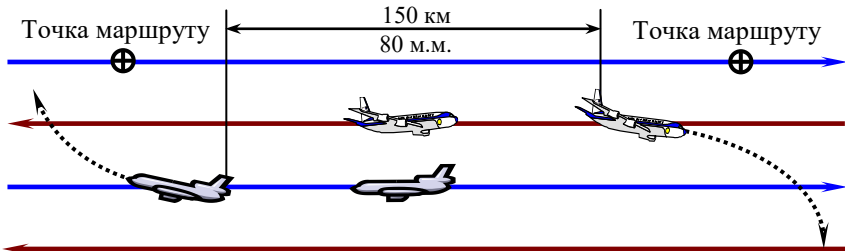


Рис. 2.4. Інтервал 150 км (80 м.м.) між ПК, що перебувають на протилежних лініях шляху, у разі використанні *RNAV*

Мінімуми поздовжнього ешелонування, що базуються на відстані, з використанням *RNAV*, якщо зазначено тип *RNP*. Ешелонування забезпечується витримуванням відстані, що має бути не меншим від встановленого значення, між повідомлюваним місцеперебуванням ПК або за допомогою автоматизованої системи подання повідомлень про положення ПК.

У разі отримання інформації, що свідчить про відмову навігаційного обладнання або погіршення його навігаційних характеристик до рівня, нижчого від потрібного, орган КПП застосовує потім, якщо це треба, альтернативні мінімуми ешелонування.

У випадку застосування мінімуму ешелонування, що ґрунтується на відстані, має забезпечуватися прямий зв'язок «диспетчер–пілот».

До та під час застосування мінімуму ешелонування, що ґрунтується на відстані, диспетчер повинен визначити адекватність лінії

зв'язку з урахуванням елемента часу, необхідного для одержання відповідей від двох або більше ПК, а також загального робочого навантаження/обсягу повітряного руху, пов'язаного із застосуванням таких мінімумів.

У тих випадках, коли ПК витримують відповідні мінімуми ешелонування або мають намір скоротити інтервали ешелонування до відповідних мінімальних значень, застосовуються методи керування швидкістю, включаючи встановлення числа Маха, для забезпечення збереження мінімальної відстані протягом усього періоду застосування цих мінімумів.

Мінімуми поздовжнього ешелонування, що базуються на відстані, в умовах RNP/RNAV без використання ADS. Для ПК, що виконують крейсерський політ, набір висоти або зниження по одній і тій самій лінії шляху, можна застосовувати мінімуми ешелонування наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Мінімуми ешелонування без використання ADS

Мінімум ешелонування	Тип RNP	Вимога до зв'язку	Вимога до спостереження	Вимоги до перевірки відстані
93 км (50 м.м.)	10	Прямий зв'язок «диспетчер—пілот»	Нерадіолокаційне: повідомлення про місцеперебування	Принаймні кожні 24 хв

Примітка. Зазначений мінімум ешелонування ґрунтується на результатах оцінювання безпеки польотів, виконаного спеціально для конкретної мережі ліній шляху або маршрутів.

Якщо в разі застосування мінімуму ешелонування 93 км (50 м.м.) ПК не передає повідомлення про своє місцеперебування, диспетчер не пізніше ніж через 3 хв виконує дії зі встановлення зв'язку. Якщо зв'язок не встановлено протягом 8 хв із моменту, коли мало б надійти повідомлення, диспетчер застосовує альтернативний вид ешелонування.

У випадку застосування автоматизованого доставляння повідомлень про місцеперебування ПК використовується загальний відлік часу.

Повітряним кораблям, які виконують політ по протилежних лініях шляху, може дозволятися виконувати набір висоти або зниження, займаючи або перетинаючи ешелони, зайняті іншими ПК, за

умови, що ПК розійшлися та перебувають один від одного на відстані, принаймні рівній застосовуваному мінімуму ешелонування.

2.2. Потрібні навігаційні характеристики

Концепція потрібних навігаційних характеристик є підходом до встановлення вимог до точності й надійності аеронавігації в тому або іншому регіоні. Ідею, покладену в основу цього підходу, вперше реалізовано в регіоні *NAT* уведенням там мінімальних навігаційних вимог або, що те саме, *MNPS*. У зв'язку із введенням у цьому регіоні скорочених норм бічного ешелонування були встановлені вимоги до точності навігації всіх ПК, що виконують польоти в повітряному просторі *MNPS*. Ці вимоги встановлювалися у вигляді середньої квадратичної похибки визначення місцеперебування ПК, а також у вигляді тієї частки загального часу польоту, протягом якої бічне відхилення ПК перебувало в необхідних межах. Наприклад, одна з вимог полягала в тому, щоб за межами смуги ± 30 м.м. ПК перебував не довше, ніж одну годину з 2000 год польоту (точне значення $5,3 \cdot 10^{-4}$). При цьому не треба обов'язково встановлювати навігаційні системи певного виду – ІНС, приймачі радіонавігаційної системи «*OMEGA*» або супутникової навігаційної системи, хоча саме вони й використовувалися для польотів у цьому регіоні. Головне – забезпечити вимоги до траєкторії польоту, а як саме – справа експлуатанта (авіакомпанії).

Такий підхід, коли вимоги ставляться не як потреба встановлення на борту конкретного виду обладнання, а як допустимі межі відхилень і відповідні їм імовірності, виявився досить продуктивним. Він зручний для усіх учасників авіаційного процесу. Органам ОПР – тому, що вони тепер впевнені: у їхній зоні відповідальності виконують польоти тільки ПК із характеристиками, що не гірші належних. Виробникам навігаційного обладнання – тому, що для них тепер задано потрібну точність навігаційних систем, які вони випускають. Авіакомпаніям та екіпажам ПК визначено потрібні орієнтири: які бортові системи встановлювати, який має бути рівень підготовки екіпажів та які треба розробляти навігаційні процедури.

Цей підхід розвинувся в концепції *RNP*, що була розроблена в 1987 р. комісією *ICAO* щодо майбутніх навігаційних систем (*FANS – Special Committee on Future Air Navigation Systems*), а потім – групою експертів з розгляду загальної концепції ешелонування.

Навігаційні характеристики *RNP*, установлені в тому або іншому районі (ділянці повітряного простору), характеризуються своїм типом (*RNP type*), що й визначає потрібну точність аеронавігації в цьому районі.

Як відомо, точність навігації характеризується величиною похибки витримування заданої траєкторії, яку називають загальною похибкою системи (*TSE – Total System Error*). Похибки розглядають окремо по бічній і поздовжній координатах.

По бічній координаті, тобто в напрямку, перпендикулярному до ЛЗШ, *TSE* являє собою відстань між фактичним місцеперебуванням ПК і ЛЗШ у навігаційній системі. Розглянемо її складові.

Похибка навігаційної системи. Вона характеризує точність датчиків, які використовують для визначення координат, і містить у собі, у свою чергу, похибки наземного й бортового обладнання, а також зовнішні похибки, що виникають, наприклад, при поширенні радіохвиль у просторі.

1. *Похибка обчислення даних RNAV.* Виникає у процесі перетворення інформації від датчиків в інформацію про відхилення від заданої траєкторії (наприклад, пеленгу й дальності – у лінійне бічне відхилення).

2. *Похибка системи індикації.* Виникає під час відображення на індикаторах інформації, необхідної для наведення: відхилення планки приладу типу пілотажно-навігаційного прибору (ПНП), місцеперебування ПК на синтезованій карті дисплея і т. ін. Вона містить також похибки задання траєкторії, які спричиняють, наприклад, неточні визначення або округлення координат пунктів маршруту.

3. *Похибка пілотування (FTE – Flight Technical Error).* Це відстань між місцеперебуванням ПК, яку пілот бачить на індикаторі, і заданим місцеперебуванням (ЛЗШ) на цьому ж індикаторі. Це єдина складова *TSE*, яку екіпаж може безпосередньо спостерігати.

По *поздовжній координаті* (уздовж ЛЗШ) *TSE* являє собою різницю між відображеною на індикаторі відстанню ПК до точки маршруту й фактичною відстанню до цієї точки. Вона містить майже ті ж складові, що й по бічній координаті, – *похибки навігаційної системи, обчислення даних і індикації.* Немає лише похибки пілотування. Оскільки немає заданого місцеперебування ПК по поздовжній координаті в цей момент часу, тому й не можна визначити відхилення від нього. Але, звичайно, ситуація зміниться із введенням

TNAV.

Тип *RNP* позначається числом, що являє собою виражену в морських милях величину утримання (*containment value*), що означає допустимі відхилення. Зрозуміло, що оскільки всі складові *TSE* є випадковими, неможливо вимагати стовідсоткового утримання коридору шириною плюс-мінус величина утримання. Тому суть пропонованих конкретним типом *RNP* вимог до точності навігації полягає в тому, що протягом 95% часу польоту на будь-якій ділянці одного польоту *TSE* не повинна перевищувати величину утримання в кожному вимірі (по бічній і поздовжній координатах). Інакше кажучи, числове значення типу *RNP* означає допустиму *TSE*, виражену для горизонтальної навігації (*LNAV*) у морських милях. Наприклад, для *RNP4* лінійне бічне відхилення від ЛЗШ, а також похибка відображення відстані, що залишилася, до точки маршруту не повинні перевищувати 4 м.м. протягом не менш ніж 95% часу польоту. Число 4 є величиною утримання й позначає тип *RNP*.

Значення «95% часу», яке відповідає ймовірності того, що ПК перебуває у межах коридору, рівного 0,95, обрано тому, що для багатьох видів закону розподілу випадкових похибок (зокрема, для нормального закону й закону Лапласа) це значення ймовірності приблизно відповідає подвійній середній квадратичній похибці («сигмі»). Це означає, що, наприклад, для *RNP4* середня квадратична похибка утримування ЛЗШ має становити 2 м.м. Якби було обрано інше значення ймовірності, довелося б обговорювати ще й вид розподілу.

Із практичного погляду важливо знати допустиму похибку пілотування (*FTE*). Іноді в літературі, користуючись дослівним, але не точним перекладом з англійської мови, її називають похибкою техніки пілотування. Це може викликати неправильні асоціації, оскільки технікою пілотування зазвичай називають сукупність прийомів керування літаком, мистецтво пілота. Тут *FTE* характеризує не майстерність окремого пілота або відхилення від прийнятої «техніки пілотування», а просто ті можливості, які забезпечує такий спосіб керування ПК, тобто пілотування.

2.2.1. Типи необхідних навігаційних характеристик

Типи *RNP* підрозділяють на маршрутні, термінальні та аеродромні. *ICAO* визначила як основні (стандартні) типи *RNP*, які наве-

дено в табл. 2.1.

Таблиця 2.2

Маршрутні типи *RNP*

Величина утримань	Тип <i>RNP</i>				
	1	4	10	12,6	20
У морських милях	±1	±4	±10	±12,6	±20
У кілометрах	±1,85	±7,4	±18,5	±23,3	±37,0

Тип *RNP1* передбачається для забезпечення найефективніших польотів по маршрутах ОПП і в *TMA* з використанням найбільш точної інформації про місцеперебування ПК, а також для застосування методів *RNAV*, що дозволяють одержати найбільшу гнучкість в організації й зміні маршрутів, виконанні в режимі реального часу необхідних коригувань відповідно до потреб структури повітряного простору. Цей тип *RNP* передбачає найефективніше забезпечення польотів, використання правил польотів і організації повітряного простору для переходу від польоту в районі аеродрому до польоту по маршруту ОПП і у зворотному напрямі, тобто під час виконання стандартних маршрутів вильоту за приладами (*SID* – *Standard Instrument Departure*) і стандартних маршрутів прибуття за приладами (*STAR* – *Standard Instrument Arrival*)..

Тип *RNP4* призначається для маршрутів ОПП, що ґрунтуються на обмеженій відстані між навігаційними засобами. Цей тип *RNP* зазвичай використовують в повітряному просторі над континентом. Установлена їм точність аеронавігації відповідає необхідній точності на звичайних маршрутах, що задають *VOR*, яка використовувалася і до введення концепції *RNP*.

Тип *RNP10* передбачається для скорочення мінімумів бічного й поздовжнього ешелонування. Він підвищує експлуатаційну ефективність в океанічному повітряному просторі та районах, де можливості використання наземних навігаційних засобів обмежені.

Тип *RNP12,6* забезпечує обмежену оптимізацію маршрутів у районах зі зниженим рівнем забезпечення навігаційними засобами. Числове значення – величини утримання відповідає подвоєній середній квадратичній похибці визначення місцеперебування ПК, що є одним з параметрів *MNPS* у Північній Атлантиці.

Тип *RNP20* характеризує мінімальні можливості щодо точності визначення місцеперебування ПК, які вважаються прийнятними

для забезпечення польотів по маршрутах ОПР будь-яким ПК у будь-якому контрольованому повітряному просторі у будь-який час. Він ніби відповідає такій незадовільній точності, що меншу точність немає сенсу встановлювати.

Широко використовують і нестандартні типи (їх не наведено в табл. 2.2).

У районах виконання польотів ПК, точність навігації яких перевищує вимоги *RNP4* і в яких для контролю повітряного руху використовуються засоби незалежного радіолокаційного спостереження, можна використовувати ширину коридора ± 5 км (± 2.7 м.м.), тобто значення типу *RNP2,7*. Слід зазначити, що в СРСР це значення ширини коридора ± 5 км у Московській повітряній зоні й у деяких інших аеродромних зонах було встановлено ще до введення концепції *RNP*. У США для польотів по трасах також застосовують нестандартний тип *RNP2*.

Тип *RNP1* потрібно вводити поетапно у зв'язку з тим, що деяким експлуатантам доведеться вкласти певні кошти в нове обладнання. Це стало основою для введення *P-RNAV* у Європі як проміжного кроку на шляху до *RNP1*.

2.2.2. Вимоги до бокового розділення маршрутів обслуговування повітряного руху

У разі використання процедурного контролю:

RNP20:

– розділова відстань: 185 км (100 м.м.);

– підстава: уже використовується; заснована на довголітньому експлуатаційному досвіді;

Мінімальні вимоги ОПР:

– навігація – усі ПК мають бути затверджені до типу *RNP20* для польотів по відповідних маршрутах/лініям шляху;

– зв'язок: мовний зв'язок через третю сторону;

– спостереження: нерадіолокаційне – передавання повідомлень про місцеперебування ПК пілотами.

RNP12,6:

– розділова відстань: 110 км (60 м.м.);

– підстава: модель ризику зіткнення для системи організованих треків у регіоні *NAT* (доповідь обмеженої регіональної аерона-

вігаційної наради Північноатлантичного регіону (1976) (*Doc 9128*);

Мінімальні вимоги ОНР:

– *навігація* – усі ПК мають бути затверджені до типу *RNP12,6* для польотів по відповідних маршрутах/лініям шляху;

– *зв'язок*: мовний зв'язок через третю сторону;

спостереження: нерадіолокаційне – передавання повідомлень про місцеперебування ПК пілотами;

інше: потрібно періодично оцінювати безпеку системи.

Примітка. Прямий зв'язок «диспетчери – пілоти» може виявитися бажаним у певних районах, таких, як відомі райони конвективної діяльності.

RNP10:

– *розділова відстань*: 93 км (50 м.м.);

– *підстава*: модель ризику зіткнення, розроблена Федеральним авіаційним управлінням США для Тихоокеанського регіону відповідно до характеристик повітряного руху в північній частині Тихого океану.

Мінімальні вимоги ОНР:

– *навігація* – усі ПК мають бути затверджені до типу *RNP10* для польотів по відповідних маршрутах/лініям шляху;

– *зв'язок*: мовний зв'язок через третю сторону;

спостереження: нерадіолокаційне – передавання повідомлень про місцеперебування ПК пілотами;

інше: потрібно періодично оцінювати безпеку системи.

Примітка. Прямий зв'язок «диспетчери – пілоти» може виявитися бажаним у певних районах, таких, як відомі райони конвективної діяльності.

RNP5 (або RNP4, або вище):

– *розділова відстань*:

– 30,6 км (16,5 м.м.) в однонаправленій системі;

– 33,3 км (18 м.м.) в двонаправленій системі.

Підстава: порівняння з еталонною системою в континентальному повітряному просторі з високою щільністю руху (поділ на основі *VOR*), описане в доповненні А [9];

Мінімальні вимоги ОНР:

– *навігація*: усі ПК мають бути затверджені до типу *RNP5* для польотів по відповідних маршрутах/лініям шляху; потрібно створити інфраструктуру аеронавігаційних засобів (*NAVAID – Navigation Aid*), достатню для забезпечення польотів відповідно до *RNP5*;

зв'язок: прямий мовний ДВЧ – або УВЧ-зв'язок «диспетчер –

пілот»;

спостереження: нерадіолокаційне – передача повідомлень про місцеперебування ПК пілотами.

Примітки: 1. Інструктивний матеріал про використання RNP5 утримується в Посібнику з необхідних навігаційних характеристик (Doc 9613).

2. Значення розділових відстаней не застосовні у віддалених районах чи океанічному повітряному просторі, де немає відповідної інфраструктури VOR.

У разі використання радіолокаційного контролю:

RNP4:

– *розділова відстань:* 14,8 – 22,2 км (8 – 12 м.м.);

– *підстава:* порівняння з еталонною системою – райони утримання, визначені згідно з типами RNP, не перекриваються;

Мінімальні вимоги ОПП:

– *навігація:* усі ПК мають бути затверджені принаймні до типу RNP4 для польотів по відповідних маршрутах/лініях шляху; потрібно створити інфраструктуру NAVAIID, достатню для забезпечення польотів відповідно до RNP4;

– *зв'язок:* прямий мовний ДВЧ – зв'язок «диспетчер – пілот»;

– *спостереження:* радіолокаційне, котре відповідає встановленим стандартам;

– *інше:* потрібно оцінити безпеку системи, включаючи робоче навантаження на диспетчера.

RNP5:

– *розділова відстань:* 18,5 – 27,8 км (10 – 15 м.м.);

– *підстава:* порівняння з еталонною системою – райони утримання, визначені згідно з типами RNP та змінені відповідно до RNP5.

Мінімальні вимоги ОПП:

– *навігація;* усі ПК мають бути затверджені принаймні до типу RNP5 для польотів по відповідних маршрутах/лініях шляху; потрібно створити інфраструктуру NAVAIID, достатню для забезпечення польотів відповідно до RNP5;

– *зв'язок:* прямий мовний НВЧ – зв'язок «диспетчер – пілот»;

– *спостереження:* радіолокаційне, що відповідає установленим стандартам;

– *інше:* потрібно оцінити безпеку системи, включаючи робо-

че навантаження на диспетчера.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ (ТЕСТ 2)

1. У якій площині діє *2D-RNAV*:
 - а) вертикальній;
 - б) горизонтальній або вертикальній;
 - в) горизонтальній;
 - г) вертикальній та горизонтальній.
2. Польоти з використанням *RNAV* можна виконувати:
 - а) тільки по фіксованих маршрутах;
 - б) по фіксованих маршрутах, які діють постійно та по довільних маршрутах, які діють за певних умов;
 - в) тільки по довільних маршрутах;
 - г) по фіксованих маршрутах, які діють за певних умов та по довільних маршрутах, які діють постійно.
3. До *P-RNAV* належить зональна навігація, у якій діють вимоги до точності, що відповідають типу:
 - а) *RNP1*;
 - б) *RNP5*;
 - в) *RNP5* і вище;
 - г) *RNP1* і *RNP5*.
4. Тип *RNP* позначають числом, що являє собою:
 - а) імовірність витримання лінії шляху (у кілометрах);
 - б) ширину маршруту ОПП (у кілометрах);
 - в) величину утримання, що визначає допустимі відхилення;
 - г) ширину маршруту ОПП (у морських милях).
5. Точну зональну навігацію позначають:
 - а) *P-RNAV*;
 - б) *B-RNAV*;
 - в) *RNP-RNAV*;
 - г) *T-RNAV*.
6. Якою має бути розділова відстань між маршрутами ОПП при *RNP12,6* у разі процедурного керування:
 - а) 100 км;
 - б) 60 м.м. або 110 км;
 - в) 50 км або 30 м.м;
 - г) 150 км.

7. Який тип *RNP* використовують для виконання польотів за *SID* і *STAR*:

- а) *RNP1* та *RNP2*;
- б) *RNP5*;
- в) *RNP1*;
- г) *RNP2*.

8. У якій площині діє *4D-RNAV*:

- а) горизонтальній, вертикальній, а також у разі регулювання швидкостями;
- б) горизонтальній та у разі регулювання швидкостями ;
- в) вертикальній або у разі регулювання швидкостей в горизонтальній площині;
- г) вертикальній та горизонтальній.

9. У всіх РПП України дозволяються польоти тих ПК, які здатні витримувати точність лінії шляху в бічному плані:

- а) $\pm 7,5$ м.м.;
- б) $\pm 2,5$ м.м.;
- в) ± 10 м.м.;
- г) ± 5 м.м.

10. Якою має бути розділова відстань між маршрутами ОПП при *RNP4* у разі радіолокаційного керування:

- а) 14,8 – 22,2 км (8 м – 12 м.м.);
- б) 27,5 – 29,2 км (15 – 18 м.м.);
- в) не менше 27,8 км;
- г) 18,5 – 27,8 км (10 – 15 м.м.).

11. Які похибки є похибками навігаційної системи:

- а) похибки датчиків визначення координат;
- б) похибки наземного обладнання;
- в) похибки визначення місця перебування ПК органами ОПП;
- г) похибки датчиків визначення швидкості ПК.

12. На скільки видів розділяють зональну навігацію відповідно до розмірності «простору», у якому здійснюється наведення:

- а) 4;
- б) 3;
- в) 2;
- г) 1.

13. Якою має бути розділова відстань між маршрутами ОПП при *RNP10* у разі процедурного керування:

- а) 100 км;
- б) 50 м.м. або 150 км;
- в) 93 км або 50 м.м.;
- г) 110 км.

14. Обладнання *RNAV* обов'язково виконує такі функції:

- а) відображення тривимірних і чотиридимірних даних про місцеперебування ПК;
- б) індикацію бічного відхилення від ЛЗШ;
- в) індикацію фактичного шляхового кута;
- г) усі перераховані.

15. За яких типів *RNP* потрібний прямий мовний ДВЧ – зв'язок «диспетчер – пілот»:

- а) *RNP12,6* і нижче;
- б) *RNP10* та *RNP5*;
- в) *RNP5* тільки *RNP4*;
- г) *RNP4*.

16. Якою має бути розділова відстань між маршрутами ОПП при *RNP5* у разі радіолокаційного керування:

- а) не менше 27,8 км;
- б) 27,5 – 29,2 км (15 – 18 м.м.);
- в) 14,8 м – 22,2 км (8 – 12 м.м.);
- г) 18,5 – 27,8 км (10 м – 15 м.м.).

17. У разі застосування *RNP4* лінійне бічне відхилення від ЛЗШ не повинне перевищувати:

- а) 4 км протягом не менше 98% часу польоту;
- б) 4 м.м. протягом не менше 95% часу польоту;
- в) 4 км. протягом не менше 98% часу польоту;
- г) 8 м.м. протягом не менше 95% часу польоту.

18. Бажано, щоб обладнання *RNAV* виконувало функції:

- а) відображення тривимірних і чотиридимірних даних про місцеперебування ПК;
- б) забезпечення індикації відмов обладнання;
- в) витримування схеми очікування із застосуванням *RNAV*;
- г) усі перераховані.

19. Типи *RNP* підрозділяють на такі:

- а) аеродромні;
- б) маршрутні;
- в) термінальні;
- г) усі перераховані.

20. У разі виконання польотів по одній і тій самій лінії шляху замість мінімуму поздовжнього ешелонування із застосуванням методу числа Маха можна використати мінімум ешелонування *RNAV*, що ґрунтується на відстані, що становить:

- а) 100 км (50 м.м.);
- б) 150 км (80 м.м.);
- в) 75 км (40 м.м.);
- г) 200 км (110 м.м.).

3. ЕШЕЛОНУВАННЯ В УМОВАХ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЧНОГО ЗАЛЕЖНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Системи спостереження можна розділити на два основні типи: що забезпечують залежне та незалежне спостереження.

Незалежна система спостереження визначає місцеперебування ПК за допомогою засобів наземного базування, що потім повідомляється на борт ПК. Прикладом незалежного спостереження є первинна (вторинна) радіолокація

Залежна система спостереження визначає місце розташування ПК на його борту, а потім передає його органу ОПП. Прикладом автоматичного залежного спостереження є концепція *ADS*.

Концепція *ADS* ґрунтується на наявності ліній передавання даних «повітря – земля», по яких інформація про ПК, включаючи його місцеперебування, час й інші дані автоматично передається на землю відповідному повноважному органу ОПП. Ця інформація отримується з бортової навігаційної системи без відома екіпажу, а частота передачі цієї інформації може визначатися на основі «контракту», що встановлюється між наземним і бортовим обладнанням. В основі цього контракту може бути час, наприклад через певні тимчасові проміжки, або події, наприклад проходження шляхової точки або ешелону польоту, або він може ґрунтуватися на будь-якій комбінації цих двох параметрів. У системі також передбачено аварійну функцію, що може активізуватися з кабіни екіпажу.

ADS використовується головним чином за межами зони дії радіолокаційних засобів, де авіаційна рухома супутникова служба (*AMSS – Aeronautical Mobile-satellite Service*) може забезпечити зв'язне обслуговування. *ADS* може також служити як доповнення або резервний засіб радіолокатора.

Для реалізації функції *ADS* потрібні такі умови:

- наявність даних про місцеперебування ПК, що надаються бортовим навігаційним обладнанням;
- відхилення інтервалів передавання повідомлень від універсального скоординованого часу не більше однієї секунди;
- зв'язок «диспетчер–пілот» по лінії передавання даних (*CPDLC – Controller-Pilot Data Link Communications*);
- наземну інфраструктуру передавання інформації органу ОПП;
- відповідні процедури ОПП.

3.1. Функціональні можливості ADS

Наземні системи ADS, використовувані для надання ОПП, мають дуже високий рівень надійності, готовності й цілісності. Імовірність відмови системи або значного погіршення її роботи, які можуть призвести до повного або часткового порушення обслуговування, вкрай мала. Передбачаються резервні засоби.

Примітка. Наземна система ADS, як правило, включає ряд інтегрованих елементів, у тому числі інтерфейси із засобами зв'язку, систему обробки даних і один або кілька інтерфейсів з диспетчером.

Наземні системи ADS повинні мати здатність інтеграції з іншими автоматизованими системами, використовуваними для надання ОПП, і передбачати відповідний рівень автоматизації для підвищення точності й своєчасності даних, відображуваних на індикаторі диспетчера, і зменшення робочого навантаження на диспетчера, а також необхідність усних переговорів між суміжними диспетчерами і органами КПП.

Для забезпечення ефективного впровадження обслуговування ADS в умовах застосування систем CNS/ATM (зв'язок, навігація, спостереження/організація повітряного руху – *Communication, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management*) потрібні істотні функціональні вимоги. Наземні системи забезпечують:

- передавання, приймання, оброблення й відображення повідомлень ADS, що стосуються польотів ПК, оснащених для експлуатації в умовах надання обслуговування ADS;

- індикацію сигналів і попереджень, що стосуються безпеки польотів;

- контроль за місцеперебування ПК (дані про поточне місцеперебування ПК, отримані з повідомлень ADS, відображаються на індикаторі диспетчера для контролю за повітряною ситуацією);

- контроль відповідності (передані засобами ADS дані про поточне місцеперебування або прогнозований профіль порівнюються з даними про очікуване місцеперебування ПК, взятими з поточного плану польоту. Поздовжні, бічні й вертикальні відхилення, які перевищують заздалегідь встановлені допустимі межі, забезпечать видачу диспетчерові сигналу про порушення відповідності);

- відновлення плану польоту (наприклад, поздовжні відхилення, які перевищують заздалегідь встановлені допустимі межі,

будуть використовуватися для коригування очікуваного часу прибуття в наступні контрольні точки);

- перевірку наміру (дані про намір, що міститься в повідомленнях *ADS*, такі, як розширений прогнозований профіль і, порівнюються з поточним диспетчерським дозволом, при цьому виявляються розбіжності);

- виявлення *KC* (дані *ADS* можуть використовуватися наземною автоматизованою системою *ADS* для визначення порушення норм ешелонування);

- прогнозування *KC* (дані *ADS* про місцеперебування можуть використатися наземною автоматизованою системою *ADS* для визначення потенційних порушень норм ешелонування);

- спостереження (функцію спостереження призначено для екстраполяції поточного місцеперебування *ПК*);

- оцінювання вітру (повідомлення *ADS*, що містять дані про вітер, можуть використовуватися для відновлення прогнозів вітру і, таким чином, очікуваного часу прибуття в пункт шляху);

- керування польотом (повідомлення *ADS* можуть сприяти автоматизації у виробленні оптимальних безконфліктних диспетчерських дозволів для забезпечення застосування можливих методів економії палива, наприклад, набір висоти в крейсерському режимі).

Треба, наскільки це можливо, сприяти поширенню інформації *ADS* для того, щоб розширити й підвищити ефективність спостереження в суміжних диспетчерських районах і, тим самим, звести до мінімуму потребу в додаткових контрактах *ADS*, що підлягають реалізації даним *ПК*.

Диспетчер має у своєму розпорядженні ефективні інтерфейси «людина – машина» для належного використання отриманої за допомогою засобів *ADS* інформації й виконання відповідних автоматизованих функцій.

3.2. Зміст повідомлень *ADS*

Повідомлення *ADS* складаються із блоків даних, що містять такі елементи:

- а) розпізнавальний індекс *ПК*;

- б) основне повідомлення *ADS*:

- широта,

- довгота,

- висота,
- час,
- показник якості;
- в) вектор шляхової швидкості:
 - лінія шляху,
 - шляхова швидкість,
 - швидкість набору висоти або зниження;
- г) вектор повітряної швидкості:
 - курс,
 - число Маха або приладова швидкість (*IAS – Indicated Airspeed*),
 - швидкість набору висоти або зниження;
- д) прогнозований профіль:
 - наступний пункт маршруту;
 - розрахункова висота в наступному пункті маршруту;
 - розрахунковий час в наступному пункті маршруту;
 - (наступний + 1) пункт маршруту;
 - розрахункова висота в (наступному + 1) пункті маршруту;
 - розрахунковий час у (наступному + 1) пункті маршруту;
- е) метеорологічна інформація:
 - швидкість вітру,
 - напрямок вітру,
 - ознака якості даних про вітер,
 - температура,
 - турбулентність і вологість (якщо є дані);
- ж) найближчий намір:
 - широта в запланованому пункті маршруту,
 - довгота в запланованому пункті маршруту,
 - висота в запланованому пункті маршруту,
 - час прогнозування.

Якщо під час польоту ПК від пункту поточного місцеперебування до запланованого пункту маршруту передбачається зміна висоти, лінії шляху або швидкості, у проміжному блоці даних буде така інформація:

- відстань від поточного пункту до пункту зміни параметра польоту;
- лінія шляху від пункту до пункту зміни параметра польоту;
- висота в пункті зміни параметра польоту;

- прогнозований час до пункту зміни параметра польоту;
- з) прогнозований профіль польоту на більш тривалий період (у відповідь на запит наземної системи):
 - наступний пункт маршруту;
 - розрахункова висота в наступному пункті маршруту;
 - розрахунковий час у наступному пункті маршруту;
 - (наступний + 1) пункт маршруту;
 - розрахункова висота в (наступному + 1) пункті маршруту;
 - розрахунковий час у (наступному + 1) пункті маршруту,
 - (наступний + 2) пункт маршруту;
 - розрахункова висота в (наступному + 2) пункті маршруту;
 - розрахунковий час у (наступному + 2) пункті маршруту;
 - (повторюється до (наступного + 128) пункті маршруту).

3.3. Використання ADS для забезпечення диспетчерського обслуговування повітряного руху

Автоматичне залежне спостереження використовується для забезпечення диспетчерського ОПП за умови однозначної ідентифікації ПК.

Для забезпечення диспетчерського ОПП можна застосовувати систему оброблення польотних даних ADS за умови, що здійснено кореляцію даних ADS, переданих ПК, і даних плану його польоту.

Інформацію, що надається наземною системою, може використовувати диспетчер для виконання таких функцій під час забезпечення диспетчерського ОПП:

- підвищення безпеки польотів;
- точної оцінки повітряної ситуації;
- застосування норм ешелонування;
- вжиття відповідних дій у разі будь-якого значного відхилення ПК від умов виданих їм відповідних диспетчерських дозволів, включаючи, якщо необхідно, дозволені маршрути, ешелони й швидкість польоту;
- надання, у разі потреби, іншим диспетчерам обновленої інформації про місцеперебування ПК;
- підвищення ефективності використання повітряного простору, скорочення затримок, а також надання прямих маршрутів і більше оптимальних профілів польоту.

Відповідні дані ADS подаються диспетчерові у формі,

прийнятній для виконання функцій керування. Система індикації складається з індикаторів ситуації (планової та текстової інформації), звукових та візуальних попереджень у найбільш зручному поєднанні.

Системи індикації можуть відображати тільки фактичну інформацію повідомлень *ADS* або поєднання цієї інформації з даними, отриманими з повідомлень *ADS*. Крім того, системи індикації можуть відображати інформацію спостереження з ряду інших джерел, включаючи дані, отримані за допомогою РЛС, системи оброблення польотних даних (*FDPS – Flight Data Processing System*) і/або з мовних повідомлень про місцеперебування GR.

Якщо інформацію спостереження отримано з різних джерел, диспетчер має можливість легко визначати тип спостереження.

Інформація *ADS*, що надається диспетчерові на індикаторі, містить, щонайменше, інформацію про місцеперебування ПК за даними *ADS* і картографічну інформацію.

У відповідних випадках варто використовувати різні символи для подання таких елементів, як місцеперебування ПК за даними:

– *ADS*;

– *ADS/ВОРЛ*;

– *ADS/ПОРЛ*;

– *ADS/ВОРЛ/ПОРЛ* (або прогнозовані місцеперебування для необновлюваної лінії шляху).

Відмітки, використовувані для відображення отриманих за допомогою засобів *ADS* інформації й будь-якої іншої наявної інформації, як мінімум, мають в буквено-цифрову форму.

Інформація, щонайменше, містить розпізнавальний індекс ПК та дані про рівень. Уся інформація відміток подається в зрозумілій і стислій формі. Відмітки узгоджуються з показниками місцеперебування ПК *ADS* щоб запобігти помилковій ідентифікації.

3.4. Мінімуми ешелонування у разі використання *ADS*

Правила й мінімуми застосовують у тих випадках, коли *ADS* використовують для надання диспетчерського ОНР.

Повідомлення *ADS* про місцеперебування ПК для забезпечення ешелонування застосовують тільки в тих випадках, коли є обґрунтована гарантія того, що надання повідомлень *ADS* не буде порушуватися.

Допуск, використовуваний для визначення того, що відображується для диспетчера інформація ADS про ешелони є точною, аналогічна критеріям застосованим у разі використанні ВОРЛ.

Ешелонування, що ґрунтується на використанні ADS, застосовують таким чином, щоб відстань між розрахованими положеннями ПК ніколи не була меншою від запропонованого мінімуму. Цю відстань визначають одним з нижченаведених методів:

1. Якщо ПК перебувають на одній і тій же ідентичній лінії шляху, відстань можна виміряти між розрахованими положеннями ПК або розрахувати за допомогою вимірювання відстаней до спільної точки на лінії шляху (рис. 3.1 і 3.2);

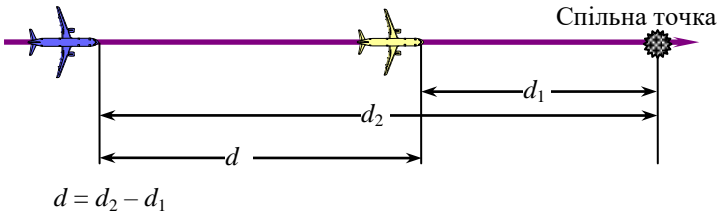


Рис. 3.1. Розрахунок поздовжньої відстані між ПК, що рухаються по ідентичній лінії шляху й виконують політ в одному напрямку

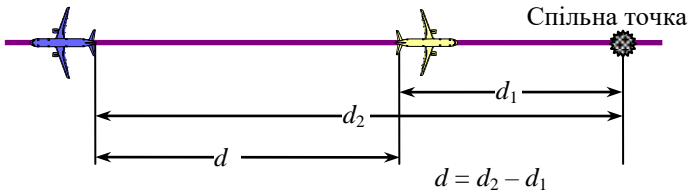
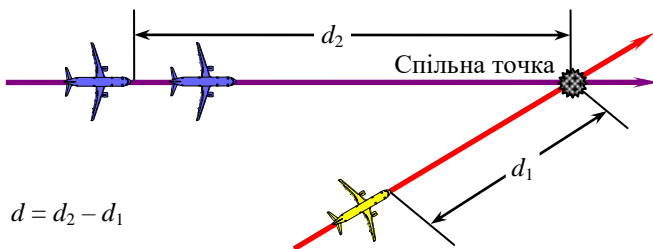
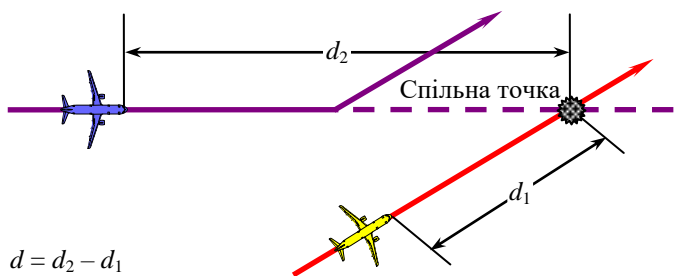


Рис. 3.2. Розрахунок поздовжньої відстані між ПК, що рухаються по ідентичній лінії шляху й виконують політ у протилежному напрямку

2. Якщо ПК перебувають на одній і тій же лінії шляху або лініях, що йдуть у протилежних напрямках, крім випадків, зазначених у пункті 1, відстань розраховують за допомогою вимірювання відстаней до спільної точки перетинання лінії шляху або прогнозованої лінії шляху (рис. 3.3 та 3.4);



а.



б.

Рис. 3.3. Розрахунок поздовжньої відстані між ПК, що рухаються по тій же лінії шляху, яка не є ідентичною

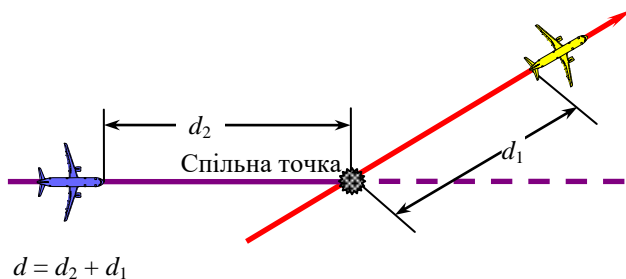


Рис. 3.4. Розрахунок поздовжньої відстані між ПК, що перебувають по різні боки від спільної точки

3. Якщо ПК рухаються по паралельних лініях шляху, захищені зони повітряного простору яких перекриваються, відстань вимірюється вздовж лінії шляху одного ПК, як зазначено в пункті 1, використовуючи значення розрахованого місцеперебування ПК й точки розрахованого положення іншого ПК (рис. 3.5).

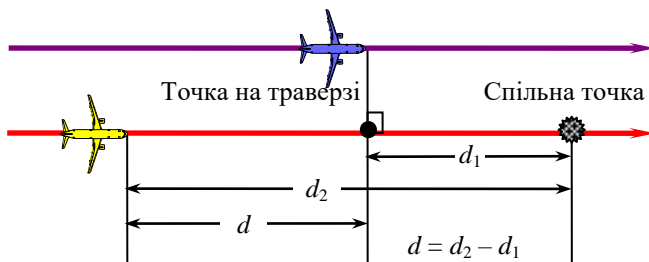


Рис. 3.5. Розрахунок поздовжньої відстані між ПК, що рухаються по паралельних лініях шляху

Примітка. У всіх випадках, наведених на рис. 3.1 – 3.5, значення «*d*» розраховують, врахувавши відстань ПК, що ближче розташований від спільної точки ПК, із відстані більш віддаленого від спільної точки ПК, за винятком рис. 3.4, на якому дві відстані підсумовують а порядок ПК не впливає на розрахунках.

У тих випадках, коли ПК витримують відповідні мінімуми ешелонування або мають намір скоротити інтервал ешелонування до відповідних мінімальних значень, застосовують методи керування швидкістю, включаючи встановлення числа Маха, для забезпечення збереження мінімальної відстані протягом усього періоду застосування цих мінімумів.

Для ПК, що виконують крейсерський політ, набір висоти або зниження по одній і тій самій лінії шляху в одному напрямку, можна застосовувати такі мінімуми ешелонування (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Мінімуми ешелонування при польоті в одному напрямку

Мінімум ешелонування, км./м.м.	Тип RNP	Максимальний інтервал часу передавання періодичного повідомлення ADS, хв
93 (50)	10	27
55,5 (30)	4	32
55,5 (30)	4	14

Для забезпечення мінімумів ешелонування система зв'язку надає диспетчерові можливість у межах 4 хв втрутитися й розв'язати ПКС установивши зв'язок з ПК звичайними засобами зв'язку. У разі відмови звичайних засобів зв'язку диспетчерові надаються альтернативні засоби зв'язку, що дозволяють йому втрути-

тися та розв'язати ПКС в межах $10^{1/2}$ хв.

Якщо періодичне повідомлення *ADS* про місцеперебування ПК або зміну шляхової точки не отримано через три хвилини з того моменту, коли воно мало бути передане, це повідомлення вважається простроченим, і диспетчер вживає дії щодо якнайшвидшого одержання повідомлення, зазвичай за допомогою *ADS* або *CPDLC*. Якщо повідомлення не отримано протягом 6 хв після першого повідомлення та існує імовірність втрати ешелонування щодо інших ПК, диспетчер діє таким чином, щоб якомога швидше вирішити будь-яку ПКС. Засоби зв'язку дозволяють забезпечувати альтернативне ешелонування через наступні $7^{1/2}$ хв.

Повітряним кораблям що рухаються назустріч один одному, може бути дозволено набирати висоти або знижуватися, займати або перетинати рівень польоту, зайнятий іншими ПК, за умови, що вони розходяться один з одним на відстані, що дорівнює відповідному мінімуму ешелонування, розрахованому відповідно до п.п. 1 – 3.

Повноважні органи ОПП забезпечують наявність процедур на випадок непередбачених обставин, які варто застосовувати у разі погіршення інформації *ADS* через зниження точності RNP.

Мінімуми ешелонування з використанням *ADS*, що ґрунтуються на відстані, можна застосовувати між положеннями ПК, визначеними за допомогою *ADS*, або між місцеперебуванням ПК, визначеним за допомогою *ADS* і радіолокаторів.

Ешелонування, що базується на *ADS*, не застосовують між ПК, що виконують політ у режимі очікування над однією точкою очікування. Горизонтальне ешелонування між ПК, які виконують політ у режимі очікування, та іншими ПК застосовують відповідно до вимог і правил, запропонованих відповідним повноважним органом ОПП. Інформація, отримана за допомогою системи індикації *ADS*, не використовується для наведення ПК.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ (ТЕСТ 3)

1. У залежних системах спостереження місцеперебування ПК визначають:

- а) за допомогою засобів наземного базування;
- б) на борту ПК, а потім передається органу ОПП;
- в) радіонавігаційними засобами (*VOR, DME*);
- г) радіолокаційними засобами (ПОРЛ або ВОРЛ).

2. У повідомлення *ADS* входять такі елементи:

- а) розпізнавальний індекс ПК;
- б) тип ПК;
- в) інформація про обладнання ПК;
- г) метеорологічна інформація.

3. Чи дозволяють дані *ADS* наземній автоматизованій системі керування повітряним рухом (АС КПП) визначити порушення норм ешелонування:

- а) дозволяють, якщо всі ПК, що виконують політ у певній зоні ОПП, обладнані *ADS*;
- б) не дозволяють;
- в) дозволяють;
- г) не дозволяють в аварійних ситуаціях.

4. Для реалізації функції *ADS* потрібна така умова:

- а) наявність даних про місцеперебування ПК, що надається наземним навігаційним обладнанням;
- б) наявність даних про місцеперебування ПК, що надається бортовим навігаційним обладнанням;
- в) наявність радіолокаційного контролю;
- г) польоти виконуються в контрольованому повітряному просторі.

5. Інформація *ADS*, що надається диспетчерові на індикатор ситуації, містить щонайменше інформацію:

- а) про перебування ПК за даними *ADS*;
- б) про висоту польоту;
- в) картографічну інформацію;
- г) про маршрут польоту.

6. Для забезпечення диспетчерського ОПП можна використовувати систему оброблення польотних даних *ADS* за умови, якщо:

- а) здійснено кореляцію даних *ADS*, переданих ПК, і даних плану його польоту;
- б) польоти обслуговуються АС КПП;
- в) однозначно ідентифіковано ПК;
- г) перераховане вище.

7. Прогнозований профіль польоту може містити пунктів маршруту:

- а) 108;
- б) 128;
- в) 118;
- г) 98.

8. Для ПК, що виконують крейсерський політ по одній лінії шляху (*RNP4*) в одному напрямку, застосовується мінімум ешелонування:

- а) 93 км (50 м.м.);
- б) 37,5 км (20 м.м.);
- в) 74 км (40 м.м.);
- г) 55,5 км (30 м.м.).

16. Дайте визначення терміна «основна точка»:

- а) точка маршруту, з якої розпочинається *STAR*;
- б) установлене географічне місце, з якого розпочинається маршрут ОПП або траєкторія польоту ПК;
- в) установлене географічне місце, використовуване для визначення маршруту ОПП або траєкторії польоту ПК;
- г) установлене маркована точка на маршруті ОПП.

10. У яких випадках не використовується інформація, отримана за допомогою системи індикації *ADS*:

- а) для ешелонування ПК у диспетчерському районі;
- б) для наведення ПК;
- в) для регулювання швидкостей;
- г) для вертикального ешелонування ПК.

11. Максимальний інтервал часу передавання періодичного повідомлення *ADS* для забезпечення ешелонування за *RNP10* становить:

- а) 25 хв;
- б) 20 хв;
- в) 17 хв;
- г) 27 хв.

12. Ешелонування, що ґрунтується на *ADS*, не застосовують:

- а) у разі застосування процедурного контролю;
- б) у зоні очікування над однією точкою очікування;
- в) у зонах очікування над однією, або різними точками очікування;
- г) в усіх перерахованих випадках.

13. *ADS* – концепція, що ґрунтується на наявності:

- а) ліній передавання даних «земля – повітря»;
- б) двостороннього зв'язку «повітря – земля»;
- в) двохстороннього зв'язку «земля – повітря»;
- г) ліній передавання даних «повітря – земля».

14. *ADS* можна використовувати для забезпечення диспетчерського ОПП за умови:

- а) виконання коригування даних *ADS*;
- б) наявності АС КПП;
- в) однозначної ідентифікації ПК;
- г) усе перераховане вище.

15. Наземна система *ADS*, як правило, містить ряд інтегрованих елементів:

- а) інтерфейси із засобами зв'язку;
- б) систему оброблення даних;
- в) один або кілька інтерфейсів з диспетчером;
- г) усе перераховане.

16. Зв'язок «диспетчер – пілот» по лінії передавання даних скорочується:

- а) *CPDC*;
- б) *CLDLC*;
- в) *CPDLC*;
- г) *CPLLC*.

17. Для ПК, що виконують політ по одній лінії шляху (*RNP10*) в одному напрямку, застосовують мінімум ешелонування:

- а) 93 км (50 м.м.);
- б) 37,5 км (20 м.м.);
- в) 74 км (40 м.м.);
- г) 55,5 км (30 м.м.).

18. Система зв'язку має надавати диспетчерові можливість втручатися та розв'язувати ПКС у разі забезпечення мінімумів ешелонування за допомогою звичайних засобів зв'язку в межах часу:

- а) 6 хв;
- б) 4 хв;
- в) 8 хв;
- г) 2 хв.

19. Якщо періодичне повідомлення *ADS* про місцеперебування ПК не отримано через . . . , воно вважається простроченим:

- а) 3 хв;
- б) 4 хв;
- в) 6 хв;
- г) 5 хв.

20. Повідомлення *ADS* про вектор повітряної швидкості містить інформацію про:

- а) курс ПК;
- б) число Маха;
- в) швидкість набору висоти або зниження;
- г) усе перераховане.

4. ЕШЕЛОНУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ КОРАБЛІВ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

Європейською організацією з безпеки аеронавігації (Євроконтроль) сформульовано стратегію розвитку організації повітряного руху на найближчі десятиліття. Серед пріоритетних напрямів важливу роль приділяють розробленню нових принципів КПР та організації повітряного простору, що покликані забезпечити високу пропускну здатність мережі маршрутів та можливість виконувати польоти за найбільш ефективними траєкторіями за гарантованого рівня безпеки, якого вимагають нові регламентуючі вимоги Євроконтролю з безпеки польотів (*ESARR – Eurocontrol Safety Regulatory Requirement*) [22].

Потребу в розробленні нових принципів, методів та систем КПР зумовлено зростаючою кількістю польотів в європейському просторі, яка за прогнозами Євроконтролю збільшиться майже вдвічі в 2015 р порівняно з 1996 р. У свою чергу, щорічне підвищення кількості рейсів зумовлює зростання співвідношення кількості конфліктних ситуацій до кількості рейсів, про що свідчить прогноз для повітряного простору Центральної Європи (Маастеріхт, Нідерланди) (рис. 4.1.)

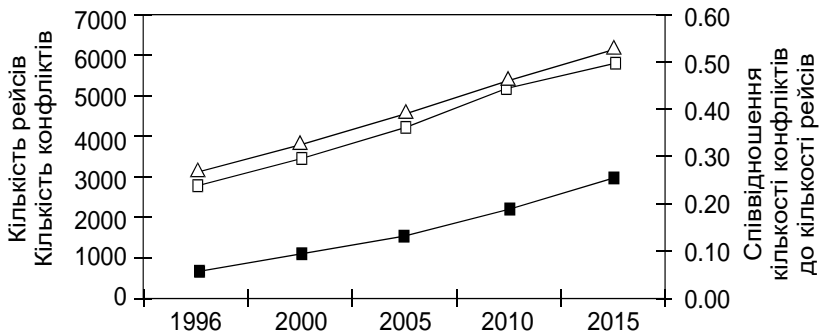


Рис. 4.1. Прогнозоване зростання кількості конфліктів порівняно зі збільшенням кількості рейсів: Δ – кількість польотів; \square – співвідношення кількості конфліктів до кількості рейсів; \blacksquare – кількість конфліктів

Поряд з цим у сучасних системах КПР, які ґрунтуються на принципі централізованого контролю повітряного простору в ра-

йонних диспетчерських центрах (РДЦ), відповідають за забезпечення мінімумів ешелонування майже цілковито наземні диспетчери. У свою чергу, психологічні та фізіологічні можливості диспетчера прогнозувати та розв'язувати одночасно декілька потенційно конфліктних ситуацій обмежені, що є стримувальним фактором для підвищення інтенсивності повітряного руху і розвитку всієї системи організації повітряного руху.

Слід також враховувати зростаючі вимоги користувачів повітряного простору (як цивільних, так і військових) до послуг системи КПП. Серед таких вимог можна виокремити такі:

- збільшення пропускної здатності системи КПП;
- гнучке використання повітряного простору;
- можливість виконувати польоти як за оптимальними траєкторіями у горизонтальній площині, так і на оптимальній висоті;
- динамічне коригування плану польоту в процесі його виконання;
- зменшення часових затримок прибуття рейсів до аеропортів;
- мінімальні відхилення ПК від запланованих траєкторій у разі запобігання можливим зіткненням з іншими ПК або наземними перешкодами та при обході небезпечних метеорологічних явищ;
- спрощені та уніфіковані процедури взаємодії пілота з диспетчером під час КПП;
- чіткий перелік необхідного бортового обладнання.

Серед можливих вирішень описаної проблеми розглядається впровадження глобальної концепції вільного польоту (*Free Flight*) [26; 29], основні положення якої відповідають зазначеним вище вимогам.

У повітряному просторі Центральної та Західної Європи впровадження *Free Flight* заплановано на 2015–2025 рр., а Федеральна авіаційна адміністрація США (*FAA – Federal Aviation Administration*) прогнозує остаточно реалізувати концепцію в своїй Національній системі повітряного простору (*NAS – National Airspace System*) у 2020 р. При цьому очікувані результати мають забезпечити світовим авіакомпаніям суттєву щорічну економію за рахунок зниження витрат палива і витрат часу.

4.1. Концепція вільного польоту *Free Flight*

Головною ідеєю концепції вільного польоту *Free Flight* є на-

дання екіпажу ПК можливості вільно обирати траєкторію польоту за маршрутом, швидкість та профіль польоту за приладами більшою мірою, ніж це дозволяють правила візуального польоту (ПВП). Така автономність має ефективно співіснувати з надійністю безпечного розведення ПК засобами бортової апаратури (рис. 4.2).

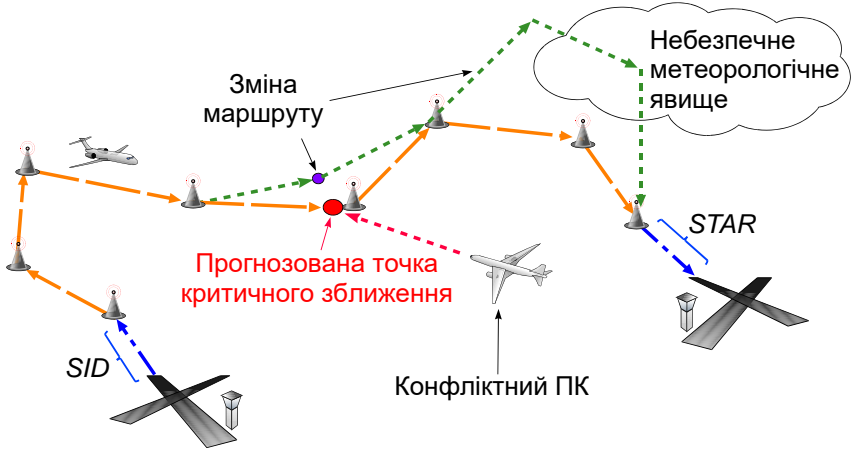


Рис. 4.2. Концепція вільного польоту *Free Flight*.

Під час планування оптимальних траєкторій в умовах польотів за довільними маршрутами між ПК можуть виникати КС і в разі їх вирішення бажано рівною мірою забезпечити інтереси кожного з учасників конфлікту. Отже, основними завданнями *Free Flight* є підвищення ефективності повітряного руху в цілому і оптимізація виконання польоту окремого ПК через надання екіпажу певної свободи у виборі траєкторії за гарантованого рівня безпеки.

Перехід від традиційного КІР до умов *Free Flight* ґрунтується на таких основних етапах:

1. Розроблення технологій для забезпечення і контролю заданого рівня безпеки польотів.
2. Удосконалення структури повітряного простору.
3. Розроблення нового бортового та наземного обладнання, а також нових процедур зв'язку пілот – диспетчер.
4. Створення нових правил польотів.

Технічні аспекти реалізації концепції *Free Flight* стосуються використання нових систем зв'язку, навігації та спостереження

(CNS), таких як GNSS, автоматичне залежне спостереження в режимі широкозонного мовлення (ADS-B – ADS-broadcast), системи попередження зіткнень (ACAS – Aircraft Collision Avoidance System/TCAS – Traffic alert and Collision Avoidance System) і бортової системи безпечного ешелонування літаків (ASAS – Airborne Separation Assurance (Assistance) System), системи попередження зіткнень з наземними перешкодами (EGPWS – Enhanced Ground Proximity Warning System) і цифрового каналу передавання повідомлень «пілот–диспетчер» CPDLC.

На бортове супутникове обладнання GNSS покладаються завдання точного визначення місцеположення ПК в польоті. Автоматичне залежне спостереження ADS-B дає змогу отримувати на борту ПК інформацію про місцеположення та плани руху інших літаків з різних джерел. Канал CPDLC дозволяє підвищити пропускну здатність та надійність лінії зв'язку «пілот-диспетчер» за рахунок цифрового передавання даних у вигляді стандартних повідомлень «запит–відповідь».

Серед бортового обладнання особливо слід виокремити вдосконалені тактичні системи попередження зіткнень ACAS/TCAS четвертого покоління, які спрацьовують на невеликих часових інтервалах і розраховують безпечні маневри як в горизонтальній, так і у вертикальній площині, а також розроблення нових стратегічних систем безпечного ешелонування ASAS, які мають здійснювати прогноз та видавати пілоту всі можливі варіанти розв'язання КС на великі часові інтервали. Відображення поточної та можливої прогнозованої ситуації повітряного руху з індикацією параметрів як власного, так і всіх оточуючих ПК, а також вибір можливих маневрів для вирішення конфліктів виконує багатофункціональний бортовий індикатор повітряної ситуації (CDTI – Cockpit Display of Traffic Information), який являє собою дисплей з функціональною клавіатурою.

4.1.1. Організація повітряного простору: режим Free Flight

У разі польотів за традиційною системою маршрутів ОПР вільний вибір траєкторії неможливий, проте стратегії розвитку єдиної європейської системи повітряних маршрутів (ARN – Air Traffic Services Route Network) передбачають створення нових типів маршрутів. У документах Євроконтролю наводиться така загальна

класифікація повітряних маршрутів за ступенем гнучкості [17; 24]:

- система фіксованих маршрутів (*Fixed Routes*);
- маршрути з можливістю тимчасового прямолінійного польоту між двома точками за межами системи фіксованих маршрутів (*Direct Routes*);
- довільні траєкторії польоту з відповідальністю наземних служб КПП за безпечне розділення ПК (*Free Routes*);
- довільні траєкторії польоту з повністю автономним розділенням ПК і переважно спостережно-консультативними функціями наземних служб КПП, які можуть втручатися в процес розв'язання КС, зумовлених ускладненням повітряної ситуації (*Free Flight*).

Останні два типи маршрутів можна визначити як *довільні маршрути*. Політ за такими маршрутами за вимогами Євроконтролю має здійснюватись у межах спеціально виділених секторів вільного автономного польоту (*FFAS – Free Flight Airspace*) або повітряного простору вільного польоту за маршрутами ОПП (*FRAS – Free Route Airspace*), які повинні бути відокремлені від інших типів повітряного простору – організованого (*MAS – Manageable Airspace*) та неорганізованого (*UMAS – Unmanageable Airspace*), перехідною буферною зоною (рис. 4.3).

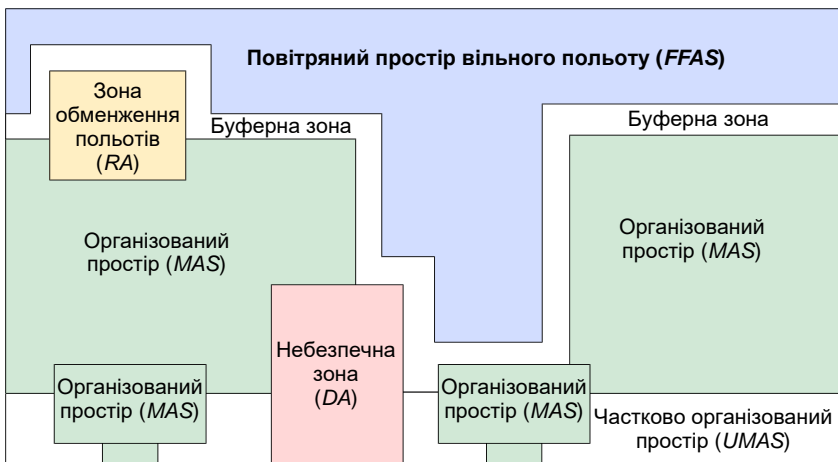


Рис. 4.3. Організація зон FFAS/FRAS: вертикальна структура повітряного простору.

Входить у FFAS дозволяється тільки тим ПК, які мають на

борту відповідне обладнання і екіпаж яких відповідно підготовлений. Іншим ПК надається вказівка прямувати до звичайної системи фіксованих маршрутів контрольованого простору (рис. 4.4).

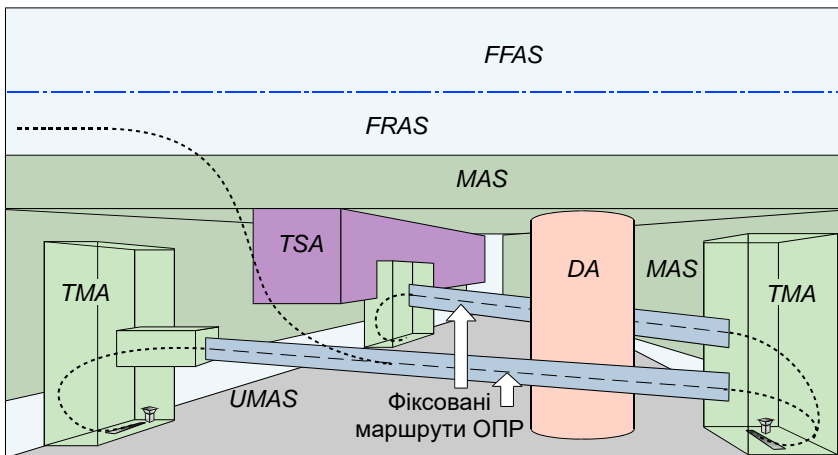


Рис. 4.4. Розділення зон FFAS/FRAS та системи фіксованих маршрутів

Перехід до нової організації повітряного простору можливий у разі поступової модифікації традиційних систем КПП (рис. 4.5).

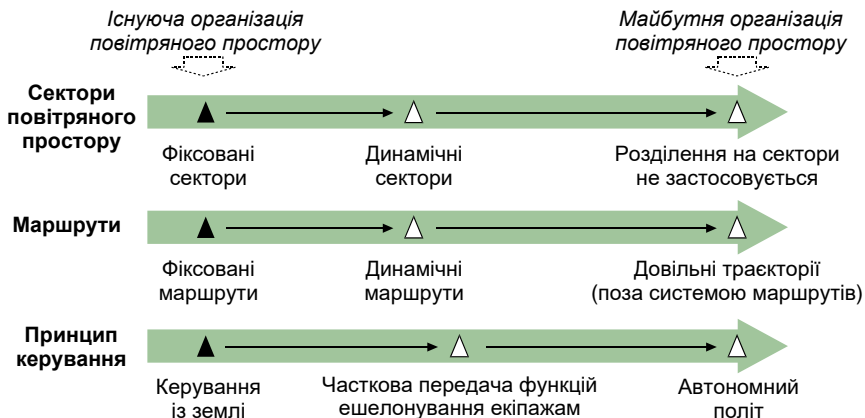


Рис. 4.5. Поступовий перехід до нової організації повітряного простору

У 2000–2005 рр. у районі Середземного моря було успішно

реалізовано проект випробування режиму вільного польоту (*MFF – Mediterranean Free Flight*), у межах якого виконано експериментальні дослідження про особливості поступового переходу до організації зон *FFAS* та *FRAS*.

4.1.2. Особливості ешелонування повітряних кораблів в умовах *Free Flight*

Завдання бортового обладнання для реалізації вільного польоту полягає в наданні пілоту такої повноти інформації про повітряну ситуацію в оточуючому просторі, яку має диспетчер, спостерігаючи за ПК. Водночас диспетчер на землі повинен мати вдосконалені засоби спостереження за повітряним рухом для контролю безпечного ешелонування ПК, а також для прогнозування та вирішення конфліктних ситуацій, що виникають між ними. Для ефективного виконання таких завдань диспетчеру потрібно мати максимально повну інформацію про поточний стан і наміри кожного з літаків. Така інформація може надходити на робоче місце диспетчера, наприклад, через канал автоматичного залежного спостереження *ADS-B*.

Правила функціонування *ASAS* у загальному вигляді ще не відображені в офіційних стандартах. Це пояснюється значною мірою складністю переходу до нових принципів розподілу відповідальності щодо підтримання безпечного ешелонування ПК між диспетчером та пілотом. Очевидно, що передача відповідальності за безпечне розділення пілоту має виконуватись в умовах коли немає поточних конфліктів, або за наявності тільки стратегічних (довгострокових) КС. При цьому диспетчер не відповідає за дії, які виконує пілот, надаючи йому право обирати оптимальну траєкторію. Водночас диспетчер повинен контролювати безпеку виконання польоту та правильне функціонування автоматичних систем, надавати консультації пілоту. За умов довільних маршрутів диспетчер користується переважно даними про місцеперебування та вектор швидкості ПК, а не параметрами фіксованого повітряного коридору та ешелону польоту.

У графічному вигляді ешелонування на довільних маршрутах зображується без перетинів просторових циліндричних зон, що умовно окреслені навколо кожного ПК. Таких зон різних розмірів для одного ПК може бути декілька. Найменша з цих зон (зона без-

пеки) відповідає сучасним нормам ешелонування, які визначаються *RNP* та мінімумами вертикального ешелонування (рис. 4.6). Відсутність перетинів таких зон з урахуванням невизначеності прогнозованого положення ПК дозволяє підтримувати гарантований рівень безпеки польотів в умовах довільних маршрутів.

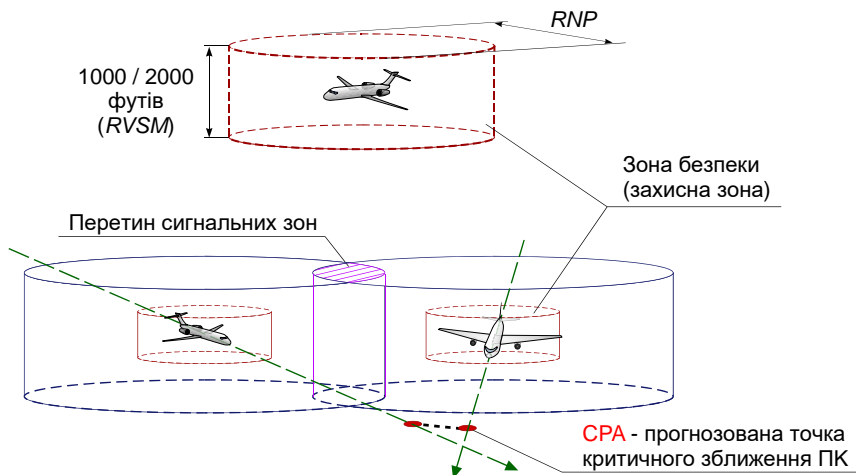


Рис. 4.6. Захисні та сигнальні зони

Зони більших розмірів називають сигнальними. Кількість та розміри сигнальних зон можуть відрізнятися залежно від реалізації бортового обладнання.

Оскільки передача на борт ПК функцій ешелонування полягає в забезпеченні екіпажів певною свободою у виборі оптимальної траєкторії, особливий інтерес становить саме узгодження безпечних і оптимальних маневрів з іншими ПК у процесі вирішення конфліктів, що виникають. Тому одне з важливих завдань упровадження *Free Flight* – це розроблення нових чітких правил польоту або координації учасників повітряного руху, які мають поєднувати переваги ППП та ПВП. Такі правила часто називають *розширеними правилами польотів (EFR – Extended Flight Rules)* або *автономними правилами польотів (AFR – Autonomous Flight Rules)* [17].

4.2. Бортові системи безпечного ешелонування ASAS

Важливою відмінністю майбутніх систем організації повітряного руху є перехід до децентралізованого або розподіленого

принципу керування. Одне з основних завдань – удосконалення аеронавігаційного обслуговування за рахунок ефективного використання бортових систем літаків для взаємодії екіпажів з наземними диспетчерами в процесі організації повітряного руху. Значну роль в цьому процесі будуть відігравати бортові системи безпечного ешелонування ASAS.

Євроконтроль так визначає системи ASAS:

Бортова система безпечного ешелонування ASAS – це бортова авіаційна система, що дозволяє екіпажу підтримувати безпечне ешелонування власного літака з одним та більше літаками і надає потрібну інформацію про повітряний рух у навколишньому просторі.

Однією з базових функцій ASAS є поліпшення ситуаційної поінформованості екіпажу (*Situational Awareness*), що полягає у наданні йому всієї необхідної інформації про повітряний рух навколо власного ПК для прийняття правильних та своєчасних рішень щодо забезпечення ешелонування з іншими літаками.

Слід зазначити, що тепер на системи ASAS не покладаються функції забезпечення пілотів інформацією про рельєф місцевості, погодні умови, характеристики літака, структуру та особливості повітряного простору. А втім, така інформація безумовно враховується системою ASAS як обмеження зовнішнього середовища на виконання польоту.

Застосування систем ASAS передбачає встановлені послідовності дій як для диспетчерів, так і для екіпажів ПК, що виконують політ або перебувають на площі маневрування аеродрому. При цьому для літаків, що перебувають на площі маневрування аеродрому, застосування ASAS передбачається тільки для забезпечення ситуаційної поінформованості, у той час, як для літаків, що виконують політ, функції ASAS значно розширюються.

Функції, які забезпечуються системами ASAS, можна поділити на такі категорії:

- 1) бортове спостереження;
- 2) додаткові канали передавання даних;
- 3) відображення повітряної ситуації (інформації про рух інших ПК);
- 4) оброблення інформації про повітряну ситуацію;
- 5) бортове ешелонування;

б) підтримка організації повітряного руху.

Залежно від спектру вирішуваних завдань та потрібних функцій, розрізняють чотири основні режими застосування систем ASAS, що наведено нижче.

1. **ATSAW (Airborne Traffic Situational Awareness) – забезпечення ситуаційної поінформованості на борту.** Передбачає підвищення поінформованості екіпажу щодо повітряного руху як у навколишньому повітряному просторі, так і на площі маневрування аеродрому, для вдосконалення процесу прийняття рішень екіпажем для безпечного та ефективного виконання польоту.

2. **Airborne Spacing – бортове витримування встановленого безпечного інтервалу.** Вимагає від екіпажу виконання дій зі встановлення та витримування заданого інтервалу ешелонування з іншим літаком за вказівкою органів КПП. Хоча екіпажі літаків і виконують нові функції, відповідальність за забезпечення ешелонування, як і раніше, покладається на диспетчера. При цьому мінімуми ешелонування залишаються незмінними.

3. **Airborne Separation – бортове ешелонування.** Диспетчер надає екіпажу літака повноваження щодо забезпечення встановлених мінімумів ешелонування та виконання відповідних функцій. Особливою відмінністю такого режиму застосування систем ASAS є те, що повноваження щодо ешелонування передаються безпосередньо екіпажам окремих указаних ПК на обмежений період часу і в межах зазначеного повітряного простору, а також передбачають для екіпажу чітко встановлений перелік можливих функцій. Щодо решти літаків, то їх безпечне ешелонування залишається функцією диспетчера. Упровадження цього режиму потребує визначення відповідних бортових мінімумів ешелонування.

4. **Airborne Self-separation – автономне бортове ешелонування.** У цьому режимі екіпажі літаків мають виконувати всі потрібні дії щодо безпечного ешелонування власного літака з усіма оточуючими учасниками повітряного руху відповідно до встановлених бортових стандартів ешелонування та правил польотів.

Наведені режими застосування систем ASAS визначаються різними ступенями розподілу відповідальності за ешелонування між екіпажами ПК та диспетчерами. Збільшення повноважень екіпажу потребує впровадження нових процедур та нових правил польотів. При цьому бортове обладнання дедалі більше відіграє

критичну роль у процесі ешелонування, що відображається у підвищенні вимог до цілісності, доступності та безперервності обслуговування.

Оскільки режими застосування систем ASAS ґрунтуються на різних принципах розподілу відповідальності між екіпажами та органами КПП, вибір конкретного режиму буде безпосередньо впливати на безпеку польотів, і тому потрібно детально аналізувати відповідність обраного режиму функціонування системи ASAS заданому рівню безпеки TLS з урахуванням таких чинників, як людський чинник та відмова апаратури.

Для чіткого уявлення ролі та функцій органів КПП і екіпажів у разі застосування ASAS необхідно більш детально розглянути кожен з наведених режимів.

4.2.1. Режим ATSAW

Упровадження режиму ATSAW спрямовано головним чином на забезпечення максимальної поінформованості екіпажу про повітряний рух в навколишньому просторі або на площі маневрування аеродрому за рахунок використання бортового індикатора повітряної ситуації CDTI (рис. 4.7).

Цей режим можна застосовувати для всіх класів і типів повітряного простору. Крім того, його функції автоматично повністю забезпечуються іншими трьома режимами.

Режим передбачає виконання таких функцій:

1. Поліпшене сприйняття візуальної ситуації (функція EVA – Enhanced Visual Acquisition). Екіпажі можуть використовувати інформацію з бортового індикатора повітряної ситуації CDTI, доповнюючи власні візуальні спостереження, наприклад, для завчасного визначення інших літаків або для отримання додаткової інформації про літак, що був указаний диспетчером.

2. Поліпшені процедури візуального заходу на посадку. Екіпажі, як і раніше, виконують візуальний захід на посадку, використовуючи при цьому допоміжну інформацію від CDTI, таку як бортові номери інших літаків, відстань та швидкість наближення до них, шляхову швидкість та шляховий кут польоту.

3. Поліпшені процедури «бачу та уникаю» (функція see-and-avoid). Інформація про літаки в навколишньому просторі дозволяє екіпажам оцінити загрозу небезпечного зближення та роз-

почати відповідні дії.



Рис. 4.7. Інформація в режимі ATSAW, відображена на бортовому індикаторі повітряної ситуації CDTI

4. Поліпшені процедури радіомовної передачі повітряними кораблями інформації про рух (функція E-TIBA – Enhanced Traffic Information Broadcast By Aircraft) для зон без радіолокаційного покриття. За стандартами ICAO термін TIBA визначає встановлену процедуру передачі екіпажем повідомлень про положення власного ПК та відповідної інформації на фіксованій частоті ультракороткого хвильового діапазону. Така інформація є допоміжною для решти ПК, що перебувають в навколишньому просторі. Процедуру TIBA рекомендується застосовувати для окремих зон повітряного простору у випадках, коли:

– є потреба у наданні інформації від служби КПП про небезпеку виконання польотів за межами контрольованого повітряного простору;

– вводяться тимчасові обмеження функцій служби КПП.

Виконуючи процедуру TIBA, екіпаж, користуючись інформацією, що надходить через мовний канал зв'язку, має постійно тримати в уяві просторово-часову картину поточної повітряної ситуації та прогнозувати її можливий розвиток. Застосування ASAS у ре-

жимі *ATSAW* суттєво спрощує виконання таких функцій.

5. Поліпшена поінформованість про зайняття руліжних доріжок та злітно-посадкової смуги. Екіпажі доповнюють власні візуальні спостереження про наявність та рух літаків і службового транспорту на площі маневрування аеродрому допоміжною інформацією про їх положення, напрям та швидкість руху.

Слід зазначити, що в режимі *ATSAW* роль та функції екіпажів ПК відносно служб КПП майже не змінюються. Наявна в кабіні ПК інформація про рух інших літаків має допоміжний характер для екіпажу і тому не змінює функцій диспетчера. Винятком може бути ситуація, коли для сприяння екіпажу в ідентифікації стороннього ПК диспетчер вказує тільки на його номер або інші параметри, тим самим зменшуючи завантаження каналу зв'язку.

Упровадження режиму *ATSAW* потребує відповідної додаткової підготовки екіпажів, зокрема, тренування адекватного сприйняття інформації на індикаторі *CDTI*, відпрацювання функцій вибору цілей та відображення їх параметрів. Процес тренування екіпажу також має враховувати небезпеку надмірної довіри пілота до інформації від *CDTI*, ніж до візуальних спостережень.

4.2.2. Режим *Airborne Spacing*

Основне завдання режиму *Airborne Spacing* – установлення та підтримання між окремими відповідно обладнаними ПК таких безпечних інтервалів (за відстанню або за часом), які є максимально наближеними до існуючих мінімумів ешелонування.

Функція підтримання безпечного інтервалу покладається безпосередньо на екіпаж окремого ПК. Для пари ПК, між якими треба забезпечити заданий інтервал, диспетчер може передати такі повноваження екіпажу тільки одного з двох ПК (рис. 4.8).

Процес передачі повноважень екіпажу першого ПК можна подати таким чином. Диспетчер виділяє пару ПК, для якої доцільно і можливо застосувати режим *Airborne Spacing*. Далі диспетчер повідомляє екіпаж першого ПК про необхідність встановлення і підтримання заданого інтервалу ешелонування з другим ПК. Для цього диспетчер указує екіпажу першого ПК на потрібний маневр, що має бути виконаний для встановлення заданого інтервалу з другим ПК. Після виконання цього маневру за вказівками диспетчера екіпаж першого ПК отримує дозвіл на самостійний контроль та підт-

римання вже встановленого інтервалу з другим ПК. У разі неможливості виконання екіпажем вказаного маневру диспетчер продовжує контролювати перший та другий ПК як і в звичайних умовах.

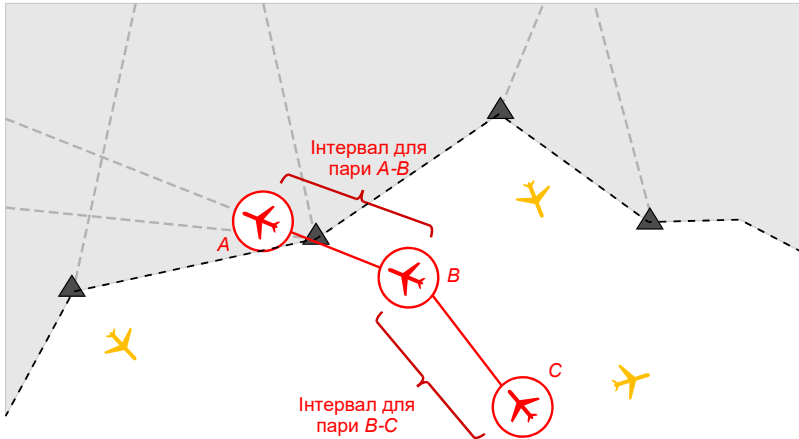


Рис. 4.8. Режим *Airborne Spacing*

Традиційно фактичні інтервали, що задаються диспетчером для літаків, які виконують політ за одним або паралельними маршрутами, перебільшують установлені мінімуми ешелонування. Це пояснюється потребою враховувати диспетчером запас часу на можливі додаткові переговори в разі неполадок у каналі зв'язку або за підвищеного навантаження. У свою чергу, це може призвести до зайвих маневрів під час установлення заданих інтервалів ешелонування. Фактично, чим більше навантаження на диспетчера, тим більше він намагається попередити та контролювати своє навантаження через видачу ранніх указівок на маневрування.

Часткова передача екіпажу функцій з витримування безпечних інтервалів у режимі *Airborne Spacing* має зменшити навантаження на диспетчера, тим самим розширити його пропускну здатність.

Застосування режиму *Airborne Spacing* можливе для усіх класів контролюваного повітряного простору за наявності наземних засобів радіолокаційного або інших видів спостереження. Допускається також застосування режиму для процедурно-контрольованого повітряного простору. В усіх випадках не передбачається спеціаль-

них процедур резервування повітряного простору для реалізації режиму.

Використовуючи режим *Airborne Spacing*, слід дотримуватись таких основних принципів:

– *застосування процедур режиму не є обов'язковим*: за диспетчером залишається право використовувати можливості режиму тільки коли він вважає це за потрібне. Екіпаж має підтвердити виконання вказівок диспетчера або повідомити про неможливість їх реалізації;

– *диспетчер є ініціатором застосування режиму*: необхідність почати або припинити виконання процедур режиму визначається тільки диспетчером;

– *обмеження застосування*: режим призначено тільки для реалізації та контролю рішень, ініційованих диспетчером;

– *повна відповідальність диспетчера*: за забезпечення усіх належних умов та виконання процедур режиму відповідає диспетчер;

– *використання існуючої практики*: застосування режиму має узгоджуватись з існуючою практикою ОПР та виконання польотів;

– *безперервне переведення ПК до суміжного сектору*: диспетчер може передавати групу ПК на супровід до суміжного сектору без припинення застосування режиму до цих ПК.

Основні функції системи ASAS у режимі *Airborne Spacing* спрямовані на допомогу екіпажу в підтриманні таких типів безпечних інтервалів:

– за часом в горизонтальній площині на етапі зниження;

– за відстанню або за часом у поздовжньому напрямку руху;

– у бічних напрямках за горизонтального перетину або зближення обраних маршрутів;

– у вертикальних напрямках.

Передавати екіпажу функції підтримання безпечних інтервалів диспетчер повинен тільки тоді, якщо достовірно відомо, що літак має на борту відповідне працездатне обладнання ASAS, а екіпаж належно підготований. Для літака, стосовно якого має підтримуватись безпечний інтервал, не ставлять вимоги обов'язкового обладнання системою ASAS, але детальна інформація про його параметри руху має бути доступною як диспетчеру, так і екіпажу першого літака, що виконує функцію підтримання безпечного інтервалу. Така інформація може надаватися через повідомлення радіомовної слу-

жби інформації про повітряний рух (*TIS- B – Traffic Information Service – Broadcast*).

Інформацію про комплектацію окремого ПК системою *ASAS* та про підготовку його екіпажу передбачається заносити в план польоту, а також відображати на екрані диспетчера.

Хоча в режимі *Airborne Spacing* екіпажу передаються функції за встановлення та витримування заданого інтервалу ешелонування з іншим літаком, остаточна відповідальність за забезпечення ешелонування, як і раніше, покладається на диспетчера.

4.2.3. Режим *Airborne Separation*

Режим *Airborne Separation* полягає у частковій передачі екіпажам літаків, що мають на борту обладнання *ASAS*, відповідальності за безпечне ешелонування з іншим літаком для забезпечення можливості обирати найбільш зручні маневри. Така передача відповідальності обмежена в часі або за ділянками маршруту і відбувається тільки після отримання екіпажем необхідного дозволу від диспетчера. В усіх інших випадках функції забезпечення ешелонування залишаються за службою КТР.

Упровадження цього режиму потребує визначення відповідних бортових мінімумів ешелонування (за часом чи відстанню), а також встановлення спеціальних процедур та фразеології з передачі функцій ешелонування від диспетчера екіпажу та від екіпажу диспетчеру.

Зона застосування режиму *Airborne Separation* збігається з режимом *Airborne Spacing* за типами повітряного простору і ставить аналогічні вимоги до бортового обладнання ПК.

Ролі екіпажу та диспетчера мають аналогію в існуючих правилах передачі функцій ешелонування ПК з планом польоту за ППП. У разі застосування правил візуальних польотів до літака з планом польоту за ППП диспетчер запитує екіпаж про можливість візуального спостереження іншого літака. Після отримання підтвердження диспетчер надає дозвіл екіпажу на підтримання ешелонування. Без візуального спостереження іншого літака екіпажу не передаються такі повноваження.

Використовуючи режим *Airborne Separation*, диспетчер запитує екіпаж про наявність інформації щодо іншого літака на індикаторі *CDTI* системи *ASAS*. Після отримання підтвердження диспет-

чер надає дозвіл екіпажу на виконання функцій забезпечення ешелонування, указуючи на обмеження та можливий маневр. У разі перетину траєкторій, як показано на рис. 4.9, вказівка диспетчера була б такою: «*Pass behind XXX, maintain separation, maintain present altitude, report clear*» – пропустити борт XXX, витримуючи заданий інтервал ешелонування та висоту польоту. Диспетчер почне виконувати функції ешелонування тільки після завершення маневру і встановлення необхідних інтервалів. Під час виконання таких дій від диспетчера не вимагається контролювати величину заданого інтервалу, але він продовжує відповідати за ешелонування літака з іншими літаками. Відмінність режиму *Airborne Separation* від візуального ешелонування за ППП полягає, зокрема, у застосуванні спеціальних бортових мінімумів ешелонування.



Рис. 4.9. Режим *Airborne Separation*

Головна мета застосування режиму *Airborne Separation* – прагнення зберегти за диспетчером якомога більше функцій стратегічного керування рухом у підконтрольному повітряному просторі і впровадити процедуру передачі функцій тактичного керування екіпажам ПК. За правильне визначення ситуацій, де така передача керування є безпечна й доцільна, відповідає тільки диспетчер. Очевидно, що диспетчеру не слід вдаватися до передачі функцій ешелонування в критичних ситуаціях, де є небезпека неминучої або

надто швидкої втрати безпечного інтервалу ешелонування. У таких випадках екіпажу також не треба виконувати помилкові рішення диспетчера. Процедурі передачі керування має передувати перевірка наявності додаткових умов, що можуть впливати на процес безпечного виконання екіпажем функцій ешелонування, наприклад, несприятливих погодних умов або обмежень повітряного простору.

Використовуючи режим *Airborne Separation*, слід дотримуватись таких основних принципів:

- *застосування процедур режиму не є обов'язковим;*
- *ініціатором застосування режиму може бути диспетчер або екіпаж:* виконання режиму починається за рішенням диспетчера через видачу вказівки, або за його відповідним дозволом у разі, якщо екіпаж вважає за доцільне застосувати такий режим;
- *відповідальність за безпечне ешелонування передається від диспетчера екіпажу тимчасово;*
- *припинення застосування режиму:* диспетчер має змогу у разі потреби в будь-який момент припинити виконання режиму спеціальною вказівкою. Екіпаж може припинити виконувати режим у разі аварійної ситуації, або якщо неможливо забезпечити належні умови;
- *контроль за умовами виконання режиму:* контроль забезпечення умов початку та успішного завершення процедур режиму здійснюється як з боку диспетчера, так і з боку екіпажу;
- *використання нової практики:* застосування режиму вимагає впровадження змін в існуючу практику ОПП та виконання польотів;
- *безперервне передавання ПК до суміжного сектору.*

Основні функції системи ASAS у режимі *Airborne Separation* поряд з функціями режиму *Airborne Spacing* додатково дозволяють екіпажу підтримувати безпечні інтервали між парою ПК на кінцевому етапі заходу на посадку з одночасним використанням двох паралельних ЗПС.

Застосування режиму вносить суттєві зміни в традиційний розподіл відповідальності за безпечне ешелонування між диспетчером та екіпажем. Передача екіпажу таких функцій дозволить суттєво зменшити навантаження на диспетчера та збільшити пропускну здатність підконтрольного сектору повітряного простору.

4.2.4. Режим *Airborne Self-separation*

У режимі *Airborne Self-separation* на екіпаж покладається виконання функцій забезпечення бортових мінімумів ешелонування для власного літака відносно всіх інших літаків, що перебувають в навколишньому повітряному просторі. Екіпажу дозволяється здійснювати вибір зручних траєкторій, і, разом з цим, йому передається відповідальність за забезпечення необхідних інтервалів ешелонування з іншими літаками. За рахунок такого перерозподілу функцій диспетчер отримує можливість зосередитися на стратегічній організації повітряних потоків у підконтрольному секторі.

Упровадження режиму *Airborne Self-separation* передбачається тільки для спеціальних класів контрольованого простору.

У поєднанні з наземною частиною системи організації повітряного руху використання режиму *Airborne Self-separation* дозволить мати такі переваги:

- **пропускна здатність:** перехід від традиційного централізованого принципу керування в існуючих системах КІР до використання режиму *Airborne Self-separation* дозволить суттєво підвищити пропускну здатність за рахунок збільшення кількості підконтрольних бортів для одного диспетчера. У районах без покриття або з малим радіолокаційним покриттям підвищення пропускну здатності можна досягти за рахунок використання зменшених порівняно з процедурними бортовими мінімумами ешелонування;

- **ефективність виконання польотів:** забезпечення можливості екіпажів обирати зручні траєкторії;

- **гнучкість:** розширення можливостей диспетчерів щодо супроводу більшої кількості літаків дозволить більш гнучко реагувати на потреби користувачів у наданні послуг КІР;

- **безпека:** упровадження режиму *Airborne Self-separation* дозволяє екіпажам кожного з конфліктуючих ПК скоординовано приймати рішення щодо його розв'язання, не покладаючись на обмежені можливості диспетчерів. Оскільки в цьому режимі кожен ПК має на борту апаратуру ASAS, то збільшується загальний резерв можливостей щодо розв'язання КС, що дозволяє в цілому наблизитися до заданого рівня безпеки *TLS*.

Упровадження режиму *Airborne Self-separation* потребує розроблення нових класів повітряного простору, процедур доступу до

цього простору, бортових мінімумів ешелонування та нових розширених правил польотів. Розглянемо більш детально кожен із зазначених аспектів.

Типи повітряного простору. Передбачається використання режиму *Airborne Self-separation* для таких типів повітряного простору:

- повітряного простору з низькою щільністю повітряного руху, без обмежень, сприятливими погодними умовами, та віддаленого від основних зон *TMA*;

- повітряного простору з динамічним рухом, який має небезпечні зони або обмеження польотів; перехідного повітряного простору з організованими потоками повітряного руху на вхід до аероузлових районів; зони повітряного простору з обмеженою пропускною здатністю. Зазначені типи повітряного простору становлять найбільший інтерес щодо впровадження режиму *Airborne Self-separation*;

- океанічного повітряного простору, де застосовують процедурний контроль. Упровадження режиму в такому повітряному просторі передбачає зменшення мінімумів ешелонування, але потребує відповідного обладнання для кожного літака згідно із системою *ASAS*.

Входження у повітряний простір. Передбачається два варіанти використання повітряного простору:

- *допускаються тільки ПК зі встановленим обладнанням ASAS*: реалізується у вигляді повітряного простору вільного польоту *FFAS*, виділеного вище від певного ешелону польоту, де екіпажам повністю передається відповідальність за безпечне ешелонування, починаючи від точки входження у повітряний простір, і закінчуючи відповідною точкою виходу. Входження у такий простір дозволяється тільки відповідно обладнаним ПК, що звільнює екіпажі від потреби враховувати повітряний рух за межами виділеного простору;

- *допускаються ПК з різним установленим обладнанням*: рекомендується, по можливості, не встановлювати обмеження на входження та впускати ПК, що не обладнані *ASAS*. Виконання функцій ешелонування ПК, що не обладнані *ASAS*, буде покладатись на диспетчерів. Такий варіант найбільше підходить для перехідного повітряного простору і *TMA*.

Нові правила польотів. Для забезпечення скоординованого процесу вирішення КС потрібно впроваджувати нові розширені правила польотів, що дозволять уникати неоднозначності під час прийняття рішень щодо маневрування кожного задіяного літака. Такі правила мають чітко визначати пріоритети, межі маневрування та необхідні часові обмеження і ґрунтуються на існуючих правилах візуальних польотів.

Режим *Airborne Self-separation* вносить суттєві зміни в розподіл функцій і відповідальності між диспетчерами та екіпажами ПК.

До обов'язків екіпажів щодо забезпечення ефективного та безпечного виконання польоту додаються функції завчасного розпізнавання ситуацій, що потенційно можуть призвести до втрати встановленого інтервалу ешелонування, а також функції прийняття рішень щодо уникнення таких ситуацій із застосуванням розширених правил польотів.

Диспетчери не зобов'язані забезпечувати ешелонування для усіх ПК, що виконують політ за процедурами режиму *Airborne Self-separation*. Водночас за диспетчерами залишаються такі функції відносно ПК, які не обладнані системами ASAS, і тому не можуть виконувати політ у зазначеному режимі (рис. 4.10).

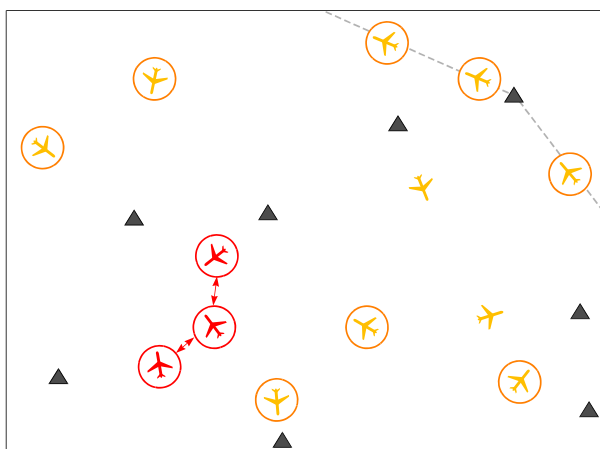


Рис. 4.10. Режим *Airborne Self-separation*

Таким чином, роль диспетчерів полягає значною мірою у стратегічній організації безпечного та ефективного повітряного ру-

ху в підконтрольному секторі, контролі його пропускної здатності, щільності та складності повітряного руху і встановленні потрібних обмежень.

4.2.5. Бортові мінімуми ешелонування (*Airborne Separation Minima*)

Застосування нових процедур та розпоряджень, спрямованих на забезпечення ешелонування літаків, можливе тільки за умови їх відповідності потрібному рівню безпеки, інакше кажучи, ризик зіткнень має бути припустимо малим. У цьому контексті терміни «бортове витримування встановленого безпечного інтервалу» (*Airborne Spacing*) та «бортове ешелонування» (*Airborne Separation*) суттєво розрізняються.

Передбачається, що забезпечення режиму *Airborne Spacing* покладається на екіпаж ПК, який має застосовувати певні стандартизовані мінімуми ешелонування. Щодо підвищення пропускної здатності в перспективі, то ці мінімуми мають стати набагато меншими за радіолокаційні мінімуми, які традиційно застосовують у КПП. Водночас з погляду безпеки вони мають бути більшими від радіолокаційних, але якомога меншими за процедурні мінімуми ешелонування.

У будь-якому випадку визначати та впроваджувати бортові мінімуми ешелонування потрібно на міжнародному рівні за участю ICAO, урахувавши особливості повітряного простору, щільність повітряного руху, існуючі процедури КПП, характеристики засобів зв'язку, навігації та спостереження як на борту, так і на землі. Відповідні характеристики бортового обладнання мають бути відображені в стандартах *MASPS* або в аналогічних документах.

Якщо ж бортові мінімуми ешелонування не впроваджено, можна встановити стандартні мінімуми КПП, але процедури забезпечення режиму *Airborne Spacing* мають гарантувати, що диспетчер зможе виконати ешелонування самостійно в будь-яких умовах. Тому доцільно встановити значення мінімумів ешелонування окремо як для екіпажів, так і диспетчерів. При цьому значення мінімумів для екіпажів мають бути більшими за диспетчерські, оскільки потрібний рівень безпеки польотів досягається саме застосуванням ешелонування через процедури наземної служби КПП.

4.2.6. Розширені правила польотів EFR

Упровадження нових режимів виконання польотів, що передбачують використання процедур автономного контролю безпечного ешелонування ПК вимагає створення нових розширених правил польотів. Такі розширені правила, які також називають правилами EFR, мають забезпечувати всі можливості існуючих ПВП, і водночас, можуть бути використані в бортовій апаратурі ASAS для узгодження дій під час маневрування ПК.

Правила EFR накладають часові обмеження на застосування процедур взаємодії та обміну інформацією між ПК.

Для нормального режиму польоту (без КС) інформація про наміри змінити заплановану траєкторію має бути передана іншим ПК не менш ніж за 30 с до початку маневрування. При цьому для нової обраної траєкторії має бути гарантовано, що конфліктів в радіусі зони дії приймача-передавача ADS-B, тобто 120–150 м.м., не станеться.

Із появою прогнозованих КС встановлено такі обмеження:

1. Взаємні повідомлення ПК, що конфліктують, мають бути здійснені не менш ніж за 7 хв до моменту втрати безпечного ешелонування.

2. Усім задіяним у прогнозовану КС ПК призначаються пріоритети. Інформація про пріоритети має бути передана усім задіяним ПК за 6 хв до моменту втрати безпечного ешелонування.

3. Параметри нової обраної траєкторії передаються не менше ніж за 4 хв до моменту втрати безпечного ешелонування.

4. Маневр може бути виконано не раніше як через 30 с після сповіщення інших учасників конфлікту про параметри нової траєкторії.

Для узгодженого розв'язання КС правила EFR передбачають застосування системи пріоритетів. Пріоритети визначають послідовність вибору маневрів для групи ПК. Процедура призначення та узгодження пріоритетів виконується автоматично бортовим обладнанням.

Під час призначення пріоритетів враховують такі фактори:

- 1) льотно-технічні характеристики (ЛТХ) кожного з літаків;
- 2) наявність встановленого зв'язку, поточний етап польоту і поточний стан кожного літака;

3) відстань між літаками.

Схема призначення пріоритетів містить такі правила:

1) вищі пріоритети призначаються ПК, що знижуються.

2) середні пріоритети призначається ПК у горизонтальному польоті.

3) нижчі пріоритети призначаються ПК, що набирають висоту.

4) в умовах щільного руху вищі пріоритети призначаються ПК, що перебувають ближче до точки втрати безпечного ешелонування.

5) для ПК, що перебувають в однакових умовах, для призначення пріоритетів використовуються унікальні ідентифікатори встановленого бортового обладнання зв'язку (ідентифікатори з більшим числом за алфавітом відповідають вищим пріоритетам).

4.2.7. Обмін інформацією про наміри повітряного корабля

Політ за розширеними правилами *EFR* в автономних режимах *ASAS* обов'язково передбачає виконання процедур узгодження запланованих траєкторій та маневрів між усіма учасниками повітряного руху через цифрові канали обміну даними. В цьому контексті для забезпечення ситуаційної поінформованості екіпажів бортове обладнання *ASAS* кожного ПК має отримувати повну інформацію про наміри інших ПК та відповідно сповіщати їх про наміри власного ПК.

Під терміном «*наміри ПК*» розуміють інформацію про заплановану траєкторію та режим польоту ПК, що може бути передана іншим ПК за допомогою бортових систем. Повідомлення про наміри ПК не призначені для використання як інформації про поточний стан ПК, хоча можуть містити такі параметри, і визначають тільки заплановані дії ПК.

У складі повідомлень про наміри ПК можна відокремити такі групи даних:

– *ціль ПК* (власне наміри ПК), що надають інформацію про заплановану траєкторію ПК та характеризують режим польоту під час реалізації;

– *обмеження*, за межі яких ПК не мають виходити під час реалізації запланованої траєкторії (наприклад, параметри ЛТХ).

Усі параметри, що передаються в повідомленнях про наміри ПК, можна також розділити на дві групи:

– *траєкторні параметри*, що безпосередньо визначають заплановану траєкторію у просторі та часі (координати контрольних точок та час їх проходження, заплановані ешелони польоту, курси та середні шляхові швидкості на ділянках маршруту, радіуси розворотів та ін.);

– *параметри керування польотом*, за рахунок витримування яких реалізується запланована траєкторія (повітряна швидкість, вертикальна швидкість, число Маха та ін.).

За автономних польотів за режимами *ASAS* процес формування інформації про наміри ПК у найбільш загальному випадку можна подати у вигляді схеми (рис. 4.11).

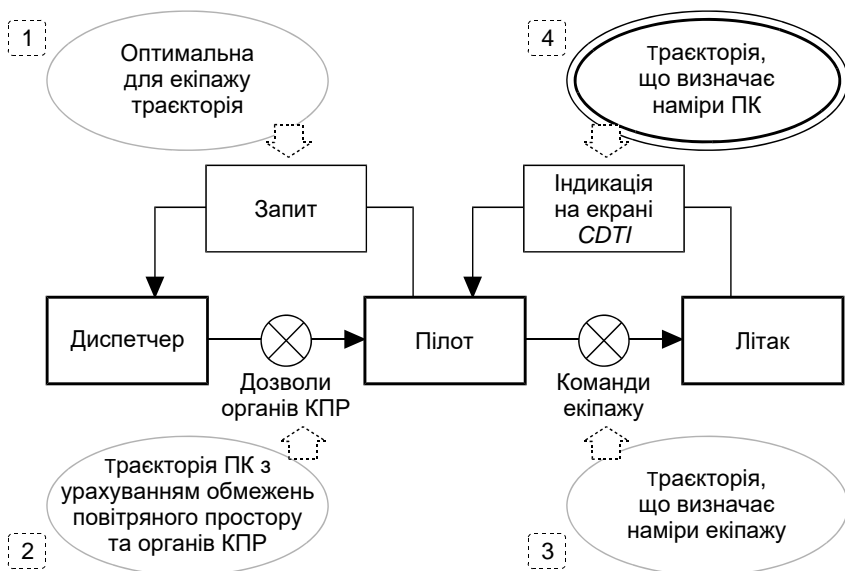


Рис. 4.11. Схема формування намірів ПК

Спочатку екіпаж робить запит на виконання оптимальної з його погляду траєкторії. Після узгодження з органами КПП екіпаж задає в бортовому комп'ютері режим виконання потрібної траєкторії. Оскільки реалізація траєкторії безпосередньо залежить від характеристик органів керування літаком, то враховуються відповідні обмеження функціонування бортових систем. Остаточна траєкторія з урахуванням усіх обмежень, що визначає наміри ПК, відображу-

ється на бортовому індикаторі *CDTI* і може бути передана іншим літакам.

Джерелом інформації про наміри ПК для систем *ASAS* в першу чергу є канал *ADS-B*. Для виконання маневрування на території аеродрому не менш значущим джерелом інформації про наміри інших учасників руху є наземні служби *TIS-B*. Поряд з цим для забезпечення зв'язку пілота з диспетчером або для координації дій між екіпажами різних ПК можуть бути залучені інші канали передавання даних «борт – борт» та «борт – земля». Для виконання функцій ешелонування інформація також може надходити від навігаційних систем, наприклад від *GNSS*.

4.2.8. Одночасне використання систем *ASAS* та *ACAS*

Основна функція бортової системи попередження зіткнень *ACAS* – оперативне визначення ризику потенційного зіткнення літаків на невеликих проміжках часу. Із погляду КПП система *ACAS* є засобом екстреного реагування для виходу з аварійних умов. Часові інтервали для такого реагування дуже малі (менше однієї хвилини), тому спрацювання системи *ACAS* орієнтовано на ситуації, коли з певних причин потрібне ешелонування не було забезпечено раніше диспетчером, пілотом або автономним бортовим навігаційним обладнанням.

Інформація про повітряний рух в оточуючому просторі, яка наявна в системі *ACAS*, має суттєві просторові та часові обмеження і недостатня для реалізації функції підтримання безпечного ешелонування.

Системи *ASAS* розраховано саме на завчасну зміну запланованої траєкторії з метою забезпечення потрібного ешелонування. При цьому функціонування систем *ASAS* відповідає нормальним умовам повітряного руху.

Отже, за функціональністю та галуззю застосування систем *ACAS* та *ASAS* чітко розділені. Проте одночасне розміщення на борту таких систем має відповідати таким вимогам:

1. Джерелом вхідної інформації для систем *ASAS* не може бути система *ACAS*. Проте *ASAS* і *ACAS* можуть одночасно використовувати інформацію від апаратури *ADS-B* та режиму *S (Mode S)*.

2. Для системи *ASAS* завжди має бути встановлено індикатор *CDTI*. Установлення окремого індикатора для системи *ACAS* не

є обов'язковим. У таких випадках інформація від ACAS має додатково відображатися на CDTI.

3. Звукова та візуальна сигналізація ASAS і ACAS мають розрізнятися та однозначно сприйматися пілотом.

4.2.9. Очікуваний загальний позитивний ефект від використання ASAS.

Упровадження систем ASAS для підвищення ефективності та безпеки виконання польотів має також додаткові переваги, що стосуються, зокрема, задоволення потреб користувачів повітряного простору і підвищення екологічної безпеки. Розглянемо очікуваний позитивний ефект від упровадження ASAS більш детально.

1. Безпека польотів. Основною перевагою є поліпшення функції запобігання зіткненням ПК у польоті та під час маневрування на території аеродрому, а також зниження ризику викотів за поріг ЗПС, що досягається за рахунок таких функцій:

Ситуаційна поінформованість (Situational Awareness). Полягає у поданні екіпажу потрібної інформації про повітряний рух в оточуючому просторі на навігаційному дисплеї з можливістю відображення електронної карти. Ситуаційна поінформованість може бути забезпечена для будь-яких погодних умов та для всіх класів повітряного простору, етапів польоту, а також на площі маневрування аеродрому. При цьому система ASAS:

- сприяє вирішенню екіпажем завдань попередження зіткнень
- функція «бачу та уникаю» (*see-and-avoid*);
- допомагає екіпажу уникати помилок;
- надає інформацію для прийняття правильного рішення;
- забезпечує екіпаж інформацією, що відповідає тій, яку отримує диспетчер.

Автоматизація. Оскільки в ASAS використовуються різні джерела інформації про поточне положення та наміри учасників повітряного руху, надання екіпажу вчасної рекомендації для уникнення конфлікту або для підтримання безпечного ешелонування може бути здійснена без участі диспетчера.

Рекомендації безпосередньо екіпажу літака. Рекомендації ASAS не залежать від каналів зв'язку «земля – борт», що виключає ризик отримати спотворене радіоповідомлення.

2. Адаптація до вимог користувачів та економія витрат палива. Застосування ASAS дозволяє користувачам виконувати польоти за більш зручними маршрутами або траєкторіями з більшою економією палива та часу за рахунок використання функцій моніторингу та контролю безпечного ешелонування.

3. Підвищення пропускної здатності. Очікується, що використання ASAS дозволить підвищити пропускну здатність аеропортів та секторів повітряного руху. Частково це досягається за рахунок зменшення навантаження на диспетчерів та, певною мірою, на екіпажі ПК, що пояснюється:

- зменшенням завантаження каналів зв'язку «диспетчер–пілот»;
- автоматичним моніторингом ситуацій та сигналізацією в кабіні літака;
- передачею екіпажу встановлених повноважень та відповідних функцій щодо ешелонування.

4. Екологічна безпека. Використання більш ефективних траєкторій та профілів польоту для економії витрат палива та часу польоту має також додаткові переваги щодо впливу літака на навколишнє середовище, а саме – зменшення викидів в атмосферу та рівня шумового забруднення.

4.3. Особливості виникнення та розв'язання конфліктних ситуацій

4.3.1. Типи конфліктних ситуацій та критерії їх розв'язання

Традиційно в КПП під конфліктною ситуацією (конфліктом) розуміють прогнозоване або фактично спостережуване порушення встановлених норм безпечного ешелонування ПК. Такі ситуації, як правило, є парними, тобто виникають між парою ПК на ділянках перетину повітряних трас або в аеродромних зонах з підвищеною інтенсивністю польотів. Конфлікти, які виникають унаслідок порушення норм безпечного ешелонування під час польоту початковою запланованою траєкторією, можна назвати явними, а їх учасників – безпосередніми, оскільки для визначення таких конфліктів необхідно застосувати тільки операцію екстраполяції траєкторій ПК. Згідно з класифікацією Євроконтролю, яку наведено в

табл. 4.1, є 9 можливих варіантів парних конфліктів залежно від взаємних напрямків руху ПК.

В умовах довільних маршрутів спектр можливих ситуацій повітряного руху суттєво розширюється завдяки ряду особливостей. Насамперед це: невпорядкованість руху; можливість виконувати польоти умовно-довільними траєкторіями, відхиляючись від повітряної траси; невизначеність намірів ПК унаслідок помилок прогнозування великих інтервалів часу, втрати зв'язку або інших факторів; потреба в оптимальному розв'язанні виниклих конфліктів за достатньо великий період часу (до 20 хв), а також можливе виникнення конфліктів за участю декількох ПК, що значно підвищує складність їх вирішення.

Таблиця 4.1

Класифікація парних конфліктів Євроконтролю

Спільні напрями	Напрями, що перетинаються	Протилежні напрями
Обидва ПК на одному ешелоні	Обидва ПК на одному ешелоні	Обидва ПК на одному ешелоні
Один з ПК набирає висоту або знижується	Один з ПК набирає висоту або знижується	Один з ПК набирає висоту або знижується
Обидва ПК набирають висоту або знижуються	Обидва ПК набирають висоту або знижуються	Обидва ПК набирають висоту або знижуються

У разі підвищеної щільності повітряного руху послідовне вирішення явних конфліктів може спричинити виникнення нових «неявних» (вторинних) конфліктів з оточуючими ПК, розв'язання яких, у свою чергу, може спричинити утворення наступних нових конфліктів. Небезпека циклічного виникнення нових конфліктів у результаті вирішення попередніх є актуальною для режиму *Free Flight*, але іноді виникає і в сучасних системах КПП.

Для позначення сукупності ПК, які беруть участь у парних конфліктах, таких, що процеси їх розв'язання накладаються у часі та просторі, зазвичай використовують поняття «конфлікт – кластер». Наприклад, якщо процеси вирішення конфліктів для пар літаків (A_1, A_2) та (A_2, A_3) накладаються у часі, то літаки A_1, A_2 , та A_3 формують один кластер.

Поняття «кластер» можна розширити таким чином: до кластера також можуть бути включені ПК, для яких явно не знайдено

жодних конфліктів з літаками з кластера, але які можуть потрапити у таку КС у процесі вирішення конфліктів у середині кластера, або які достатньо близькі до кластера і обмежують процес його розв'язання. Вирізняють такі типи учасників конфлікту-кластера (рис. 4.12):

- безпосередні учасники, для яких явно знайдено парні КС;
- обмежувальні учасники, які явно не конфлікують з безпосередніми учасниками, але можуть потрапити у конфлікт у процесі вирішення явного конфлікту;
- близькі конфлікуючі пари, які явно не мають спільного конфлікту, але процеси розв'язання яких можуть призвести до виникнення нових конфліктів між цими парами.

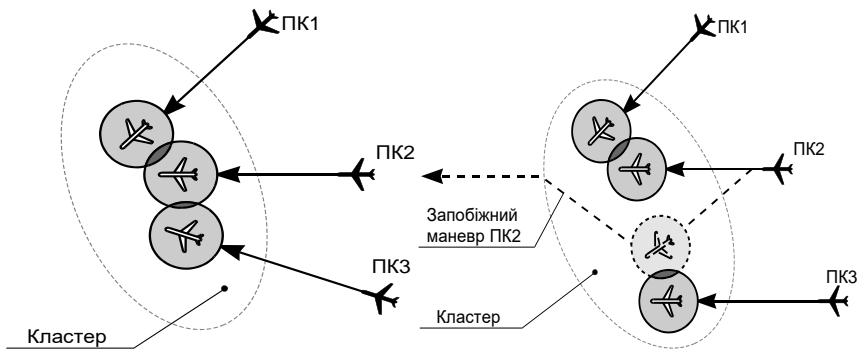


Рис. 4.12. Приклади утворення кластерів ПК

Останні два типи учасників можна назвати непрямими або неявними, а конфлікти, що спричинені ними, – неявними конфліктами. Унаслідок послідовного попарного розв'язання саме таких конфліктів можуть виникати циклічні конфлікти.

Як показник, що має характеризувати складність конфлікту-кластера, використовують його розмір, який можна виразити через такі величини:

- середню або максимальну кількість ПК у кластері;
- середню або максимальну кількість парних КС у кластері.

Ураховують також і склад різних типів учасників конфлікту-кластера. Аналіз реальних даних про ситуації повітряного руху у найбільш завантажених районах Європи за 1996 – 1999 рр. та відповідний прогноз до 2015 р. свідчать про можливе збільшення кі-

лькості конфліктів, до складу яких входять більше ніж два ПК (рис. 4.13). Очікується, що за *Free Flight* складність конфліктів збільшиться, а швидкодія алгоритмів пошуку їх оптимального розв'язання стане критичним параметром для систем організації повітряного руху.

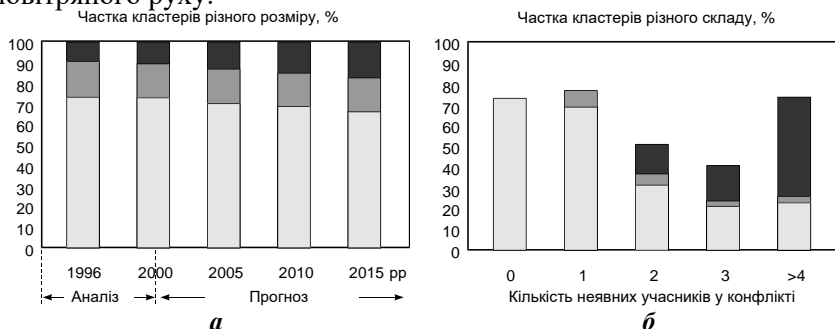


Рис. 4.13. Аналіз складності конфліктних ситуацій:

a – розміри кластерів: □ – 2; ■ – 3; ■ – 4 і більше;

б – склад кластерів: □ – обмежувальні учасники;

■ – близькі конфліктуючі пари; ■ – кластери, що містять 1-й та 2-й типи

Наведений вище спектр КС можна узагальнити терміном «*групові конфліктні ситуації*», який містить поняття явних і неявних конфліктів за участю двох або більше ПК, а також кластерів конфліктів.

Процес розвитку конфліктної ситуації зручно розглядати з погляду зміни відносної відстані $d(A_1, A_2, t)$ між парами ПК A_1 та A_2 в часі (рис. 4.14).

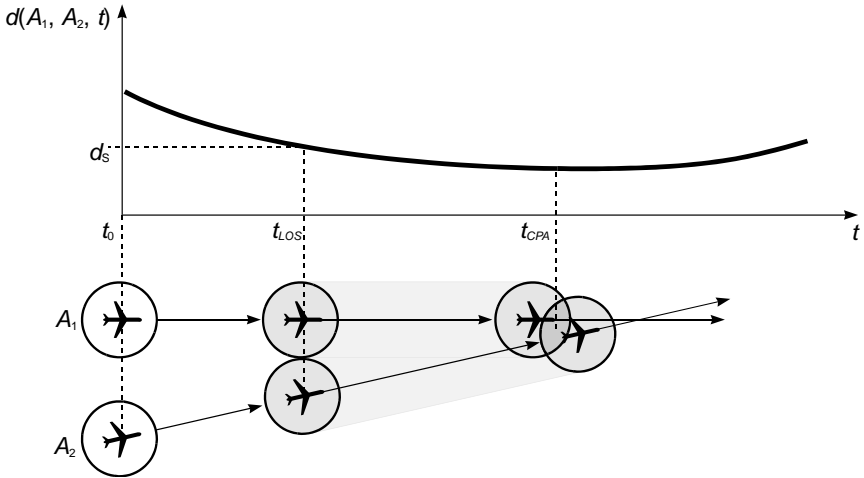


Рис. 4.14. Розвиток конфліктної ситуації

Традиційно вживають такі величини:

d_S – норма ешелонування ПК у горизонтальній або вертикальній площинах;

t_{LOS} – момент порушення безпечного ешелонування між ПК;

t_{CPA} – момент зближення ПК на мінімальну відстань.

Для розв'язання конфліктів, яке полягає у завчасному плануванні серії запобіжних маневрів до моменту t_{LOS} , користуються зазвичай критеріями безпеки та критеріями ефективності. Критерій безпеки полягає у надійному просторово-часовому розділенні конфліктуючих ПК, яке відповідає нормам безпечного ешелонування d_S . Критерій ефективності може мати різний зміст. Передбачається, що за умов *Free Flight* він буде визначатися авіакомпанією, екіпажем ПК або органами КПП. Як можливі критерії ефективності можна застосовувати такі характеристики запобіжних маневрів:

- витрати палива на виконання маневру;
- часове відхилення від початкового плану польоту;
- тривалість маневру;
- довжину маневру;
- максимальне відхилення від початкової траєкторії;
- відхилення за курсовим кутом;
- відхилення за висотою;
- відхилення за швидкістю;

- складність маневру (кількість ділянок траєкторії);
- пріоритет типу маневру.

Використання схем пріоритетів дозволяє впорядкувати маневри щодо складності його виконання пілотом, або рівня комфорту пасажирів.

4.3.2. Підходи до розв'язання конфліктних ситуацій між повітряними кораблями

Натепер уже існують методи та алгоритми розв'язання КС, адаптовані до умов довільних маршрутів. Серед них можна відокремити методи, що використовують математичний апарат штучних силових полів, методи, розраховані на виняткові ситуації повітряного руху, методи випадкового пошуку безконфліктних маневрів.

Такі методи для аналізу ступеня небезпеки якомога простіші щодо технічної реалізації використовують двоситуаційну модель. У цій моделі порівнюються параметри ситуації з певним граничним рівнем, після чого ситуація визначається як конфліктна або нормальна. З порогом можна порівнювати відстань між ПК, залишок часу до моменту небезпечного зближення (тау-критерій виявлення конфлікту) або ймовірність правильного виявлення небезпечного зближення.

У разі використання багатоальтернативного підходу або багатоступеневої логіки для аналізу ступеня небезпеки вводять такі класи ситуацій [16]:

- нормальна ситуація;
- ускладнення умов польоту;
- складна ситуація;
- аварійна ситуація;
- катастрофічна ситуація.

Пороги визначення таких класів ситуацій можна зобразити у вигляді вкладених зон еліптичної форми (рис. 4.15). Знаходженню літака-порушника в одній із зазначених зон відповідає апріорно отримана ймовірність порушення заданого мінімуму ешелонування.

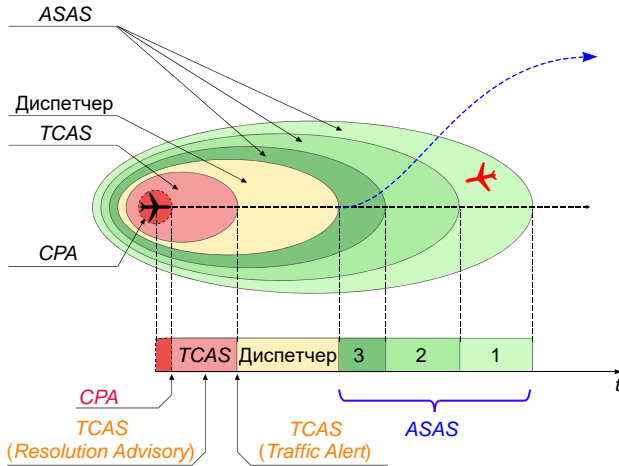


Рис. 4.15. Багатоступенева логіка аналізу небезпеки:
1, 2, 3 – пороги раннього сповіщення

Така схема дозволяє передбачити:

- кілька порогів раннього попередження (спрацювання систем типу ASAS);
- поріг передачі відповідальності за розв’язання конфлікту диспетчеру;
- пороги спрацювання бортової системи TCAS (повідомлення типу «Traffic Alert» та «Resolution Advisory»);
- поріг реакції пілота за візуальними спостереженнями.

За способом розрахунку безпечного маневру методи розв’язання КС можна розділити на автоматичні і автоматизовані.

До автоматичних методів, коли система виконує розрахунок одного або декількох маневрів і пропонує оператору затвердити один з маневрів, належать:

- жорсткі схеми маневрів;
- методи теорії оптимального керування;
- методи потенціалів;
- генетичні алгоритми.

Під час розв’язання КС автоматизованими методами система пропонує тільки інструменти, а побудову маневру виконує оператор. Автоматизованими можна вважати методи, що застосовані в системах URET, CTAS, HIPS. Оператор у таких системах аналізує

можливий розвиток ситуації на екрані системи і власноруч змінює траєкторії ПК, уникаючи їх перетинів зі задалегідь розрахованими системою небезпечними зонами.

Автоматичні методи значною мірою належать до бортових систем, а автоматизовані – до наземних, хоча це не є правилом.

За типом маневрів та керованими параметрами вирізняють такі способи розв’язання КС:

- 1) за висотою;
- 2) за курсовим кутом;
- 3) за швидкістю;
- 4) комбінація перших трьох варіантів.

За типом часового діапазону визначення конфліктів (відносно залишку часу до небезпечного наближення) можна виокремити такі методи:

– тактичні методи, які використовуються в системах запобігання зіткненням (ACAS), з часом прогнозування до 1 – 2 хв;

– стратегічні методи, які застосовуються в системах підтримання безпечного ешелонування, з часом прогнозування до 20 хв.

Процес розв’язання конфліктів безпосередньо пов’язаний з процесом їх визначення. Зв’язок відповідних елементів у будь-якій системі керування рухом транспортних об’єктів, що реалізує функцію розв’язання КС, можна подавати в загальному вигляді схемою, показаною на рис. 4. 16.

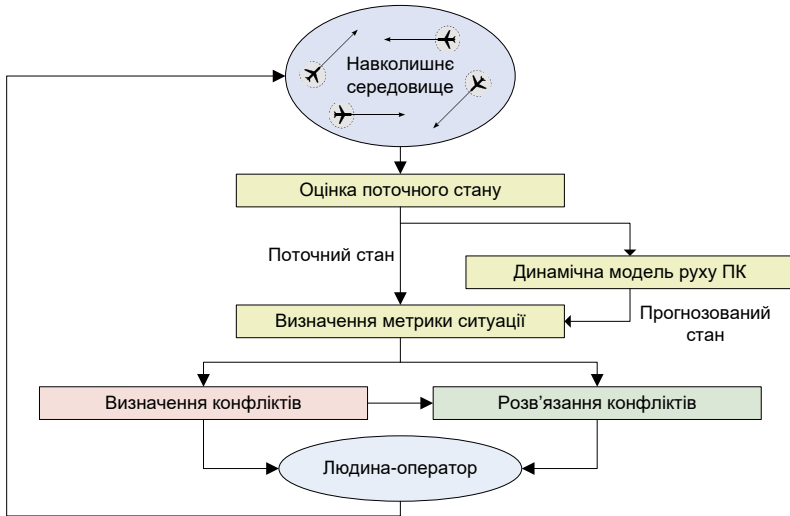


Рис. 4.16. Загальна схема процесу визначення-розв'язання конфліктів

Програмно-апаратні реалізації методів та алгоритмів визначення і розв'язання конфліктних ситуацій можна розділити за способом прийняття рішення на дві великі групи:

- системи з керуванням на землі (наземні);
- системи з керуванням на борту ПК (бортові).

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Якого загального позитивного ефекту слід очікувати від використання *ASAS*?
2. Що являє собою концепція вільного польоту *Free Flight*?
3. Що являє собою режим *Free Flight*?
4. Які особливості ешелонування ПК в умовах *Free Flight*?
5. Опишіть бортові системи безпечного ешелонування *ASAS*.
6. Опишіть режим *ATSAW* системи *ASAS*.
7. Опишіть режим *Airborne Spacing* системи *ASAS*.
8. Опишіть режим *Airborne Separation* системи *ASAS*.
9. Опишіть розширені правила польотів *EFR*.
10. Які є підходи до розв'язання КС між ПК?

ТЕСТ 4

1. *ACAS* це:
 - а) наземна система попередження зіткнень;
 - б) інтегрована наземна/бортова система попередження зіткнень;
 - в) бортова система попередження зіткнень;
 - г) система попередження зіткнень органу ОПП.
2. Визначати та впроваджувати бортові мінімуми ешелонування потрібно на рівні:
 - а) національному;
 - б) міжнародному за участю *ICAO*;
 - в) регіональному;
 - г) національному за участю *ICAO*.
3. Правила функціонування *ASAS* у загальному вигляді:
 - а) ще не відображені в офіційних стандартах;
 - б) відображені в регіональних (національних стандартах);
 - в) відображені в *DOC 9426* та *DOC 4444*;
 - г) відображені в *DOC 4444*.
4. Натепер на системи *ASAS* не покладаються функції забезпечення пілотів інформацією про:
 - а) рельєф місцевості;
 - б) погодні умови;
 - в) характеристики літака;
 - г) усе перераховане.

5. Джерелом інформації про наміри ПК для систем ASAS – це передусім канали:

- а) VOR та DME;
- б) VOR;
- в) ADS-B;
- г) ВОПЛ.

6. Головною ідеєю концепції вільного польоту *Free Flight* є надання екіпажу ПК можливості вільно обирати:

- а) аеродром вильоту, прильоту і траєкторію польоту;
- б) аеродром вильоту, швидкість та профіль польоту;
- в) траєкторію польоту за маршрутом;
- г) будь-який з варіантів.

7. ASAS дозволяє екіпажу:

- а) спрощувати процедури взаємодії з органами ОІР;
- б) підтримувати безпечне ешелонування власного ПК з одним і більше іншими ПК;
- в) самостійно витримувати траєкторію польоту;
- г) надавати потрібну інформацію про повітряний рух.

8. Серед вимог користувачів повітряного простору до послуг системи КІР можна виокремити:

- а) чіткий перелік потрібного бортового обладнання;
- б) гнучке використання повітряного простору;
- в) зменшення пропускної здатності системи КІР;
- г) усе перераховане.

9. Залежно від спектру вирішуваних завдань та потрібних функцій, виділяють . . . основні режими застосування систем ASAS:

- а) 4;
- б) 3;
- в) 2;
- г) 1.

10. У системах ASAS і ACAS звукова та візуальна сигналізація мають бути:

- а) звукова – різною, а візуальна – однаковою;
- б) звукова – однаковою, а візуальна – різною;
- в) однаковою та однозначно сприйматися пілотом;
- г) різною та однозначно сприйматися пілотом.

5. СТАНДАРТИ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ПРАКТИКА ІСАО СТОСОВНО МІНІМУМІВ ЕШЕЛОНУВАННЯ

5.1. Вертикальне ешелонування

5.1.1. Застосування вертикального ешелонування

Вертикальне ешелонування забезпечується завдяки виконанню вимоги, щоб ПК, які використовують запропоновані правила установлення висотоміра, виконували політ на різних рівнях, що виражаються в ешелонах польоту чи абсолютних висотах.

5.1.2. Мінімуми вертикального ешелонування

Мінімум вертикального ешелонування (*VSM*) становить:

– 300 м (1000 футів) нижче від *FL290* і номінально 600 м (2000 футів) на цьому *FL* чи вище від нього за винятком випадку, вказаного в підпункті, наведеному нижче;

– у межах установленого повітряного простору за умови, що це обговорено в регіональній аеронавігаційній угоді: номінально 300 м (1000 футів) нижче від *FL410* чи запропонованого для використання за певних умов більш високого рівня польоту і номінально 600 м (2000 футів) на цьому *FL* чи вище від нього.

5.1.3. Призначення крейсерських ешелонів для повітряних кораблів, що виконують контрольовані польоти

За винятком випадків, коли умови руху і порядок координації дозволяють виконувати набір висоти в крейсерському режимі, орган КПР, як правило, дозволяє ПК, що залишає його диспетчерський район, використовувати тільки один рівень польоту, тобто той рівень, на якому цей ПК увійде в наступний диспетчерський район незалежно від того, сусідній він чи ні. Орган КПР, що приймає керування зобов'язаний, у разі потреби, видати дозвіл на подальший набір висоти. У відповідних випадках ПК буде повідомлено, щоб під час польоту по маршруту вони запитували будь-які бажані наступні зміни крейсерського рівня польоту.

Повітряному кораблю, що одержав санкцію на використання методів набору висоти в крейсерському режимі, дозволяється виконувати політ між двома рівнями чи вище від рівня горизонтального польоту.

Якщо є потреба у зміні крейсерського рівня ПК, що виконує політ по встановленому маршруту ОНР, який проходить частково в межах, а частково за межами контрольованого повітряного простору, а також у тому випадку, коли відповідна серія крейсерських рівнів не є ідентичною, така зміна, по можливості, здійснюється в межах контрольованого повітряного простору.

Коли ПК видано дозвіл на вхід у диспетчерський район, на крейсерському рівні, що проходить нижче від мінімального крейсерського рівня, встановленого для наступної частини маршруту, орган КНР повинен видати ПК переглянутий дозвіл, незважаючи на те, що пілот не запитував зміни крейсерського рівня.

Повітряному кораблю можна видавати дозвіл на зміну крейсерського рівня з указанням часу, місця чи вертикальної швидкості зміни висоти.

У міру практичної можливості ПК, що виконують політ в той самий пункт призначення, крейсерські рівні призначаються таким чином, щоб вони узгоджувалися з черговістю заходу на посадку в пункті призначення.

Повітряний корабель, що вже перебуває на якому-небудь крейсерському рівні, зазвичай, користується правилом першочерговості стосовно інших ПК, що запитують цей крейсерський рівень. У цьому випадку, коли на одному крейсерському рівні перебуває кілька ПК, правом першочерговості, як правило, користується ПК, що летить попереду.

Крейсерські рівні, а у випадку набору висоти в крейсерському режимі – діапазон рівнів, що призначається ПК під час виконання контрольованих польотів, вибираються з таблиці крейсерських рівнів [3].

5.1.4. Вертикальне ешелонування під час набору висоти або зниження

Повітряному кораблю може бути дозволено зайняти рівень, що раніше був зайнятий іншим ПК, після того, як від цього ПК одержано доповідь про його звільнення, за винятком випадків, коли:

- а) відомо про наявність сильної турбулентності;
- б) ПК, що летить вище, виконує набір висоти в крейсерському режимі;
- в) розбіжність між ЛТХ ПК такі, що можливе зменшення за-

стосовуваного мінімуму ешелонування, при цьому дозвіл затримується доти, доки ПК, що звільняє цей рівень, не повідомить про зайняття чи проходження іншого рівня, у разі забезпечення потрібного мінімуму ешелонування.

Якщо відповідні ПК перебувають в одній схемі очікування, увагу варто приділяти ПК, що знижуються явно з різними швидкостями і, в разі потреби, вживати додаткових заходів, зокрема указувати максимальну швидкість зниження для ПК, що рухається вище, і мінімальної швидкості зниження для ПК, що летять нижче, для забезпечення витримування потрібного ешелонування.

Пілотам, що підтримують один з одним прямий зв'язок, може видаватися, за їх згодою, дозвіл на витримування передбаченого інтервалу вертикального ешелонування між їхніми ПК для набору висоти чи зниження.

5.2. Бічне ешелонування з процедурним контролем

5.2.1. Застосування бічного ешелонування

Бічне ешелонування ПК виконують таким чином, щоб відстань між ділянками передбачуваних маршрутів, на яких має забезпечуватися бічне ешелонування, була завжди не меншою від відстані, встановленої з урахуванням навігаційних неточностей, плюс визначений захисний резерв. Цей захисний резерв визначається відповідним повноважним органом і входить в мінімуми бічного ешелонування як їх невід'ємна частина.

Для забезпечення бічного ешелонування ПК на одному рівні потрібно, щоб вони виконували політ на різних маршрутах чи у різних географічних місцях, що визначаються за допомогою візуального спостереження, використання навігаційних засобів чи застосування *RNAV*.

Одержавши інформацію, що свідчить про відмову навігаційного устаткування чи погіршення його навігаційних характеристик до рівня нижчого за потрібний, орган КІР застосовує, у разі потреби, альтернативні методи чи мінімуми ешелонування.

5.2.2. Критерії і мінімуми бічного ешелонування

Бічне ешелонування можна забезпечувати способами, що передбачають таке.

Орієнтування на однакові або різні географічні пункти – за повідомленнями про місцеперебування, які чітко вказують, що ПК летять над різними географічними пунктами, якщо це визначається візуально або за навігаційними засобами.

Використання одного й того самого навігаційного засобу чи методу. Від ПК вимагають виконувати політ за встановленими лініями шляху, віддаленими одна від одної на мінімальну величину, передбачену для навігаційного засобу чи методу. Бічне ешелонування двох ПК забезпечується в таких випадках:

1. *VOR*: обидва ПК перебувають на радіалах, що розходяться під кутом, не меншим ніж 15° , і принаймні один ПК віддалений на 28 км (15 м.м.) чи більше від цього засобу (рис. 5.1).

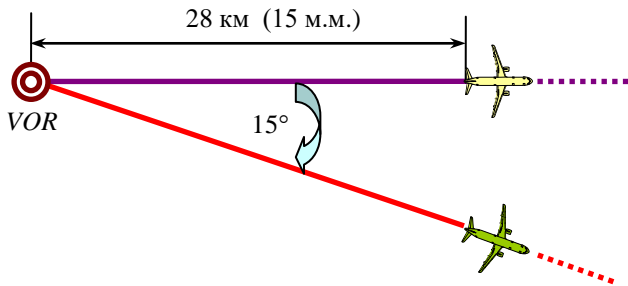


Рис. 5.1. Ешелонування з використанням одного й того самого *VOR*

2. *NDB*: обидва ПК перебувають на лініях шляху наближення до *NDB* чи віддалення від *NDB*, що розходяться під кутом, не меншим ніж 30° , і принаймні один ПК віддалений на 28 км (15 м.м.) чи більше від цього засобу (рис. 5.2).

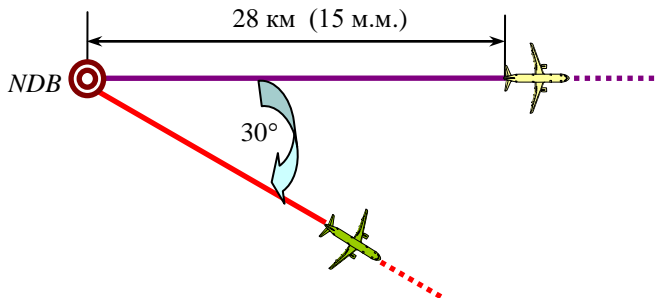


Рис. 5.2. Ешелонування з використанням одного й того самого *NDB*

3. *Навігація методом числення*: обидва ПК перебувають на лініях шляху, що розходяться під кутом не меншим за 45° , і принаймні один ПК віддалений на 28 км (15 м.м.) чи більше від точки перетинання цих ліній шляху, причому ця точка визначається або візуально або за допомогою навігаційного засобу, і обидва ПК віддаляються від перетинання (рис. 5.3);

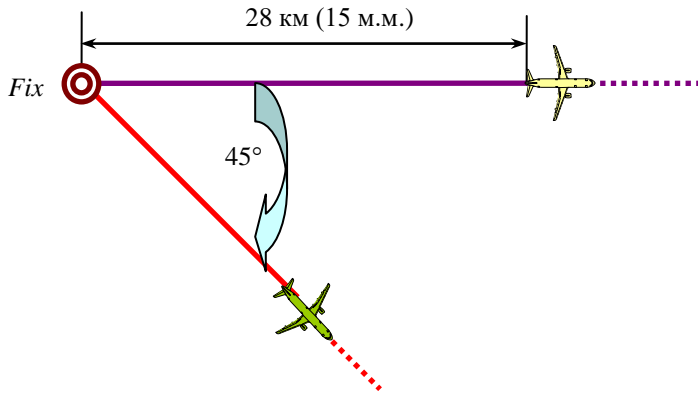


Рис. 5.3. Ешелонування з використанням методу числення

4. *Польоти з використанням RNAV*: обидва ПК перебувають на лініях шляху, що розходяться під кутом, не меншим за 15° , а захищений повітряний простір по лінії шляху одного ПК не перекриває захищений повітряний простір по лінії шляху іншого ПК. Це визначається за кутовою різницею між двома лініями шляху і відповідним значенням захищеного повітряного простору. Отримане значення виражається у вигляді відстані від точки перетинання двох ліній шляху, на яких забезпечується бічне ешелонування.

Якщо ПК виконують польоти по лініях шляху, що розрізняються величиною, яка значно перевищує зазначені вище мінімальні значення, держави можуть скорочувати відстань, на якій забезпечується бічне ешелонування.

Використання різних навігаційних засобів чи методів. Бічне ешелонування ПК, що використовують різні навігаційні засоби, чи у випадках, коли один ПК використовує устаткування RNAV, забезпечується шляхом недопущення перекриття захищених зон повітряного простору, установлених для певного навігаційного засобу чи типу RNP.

Польоти з використанням RNAV (де RNP конкретно визначені) по рівнобіжних лініях шляху чи маршрутах ОПП. У межах конкретного повітряного простору чи на конкретних маршрутах, де встановлено RNP, бічне ешелонування між ПК може забезпечуватися за рахунок того, що ПК пропонується виконувати політ по осевих лініях рівнобіжних ліній шляху чи маршрутах ОПП, рознесених на відстань, за якої виключається накладання захищеного повітряного простору ліній шляху чи маршрутів ОПП.

Виконання польотів з використанням RNAV (якщо зазначено тип RNP) на лініях шляху чи маршрутах ОПП, що перетинаються. Таке ешелонування застосовують тільки на лініях шляху, що сходяться чи розходяться в загальній точці під кутами $15^\circ - 135^\circ$. За таких ліній шляху точки входу в зону і точки виходу із зони, у яких бічна відстань між лініями шляху менша від необхідного мінімуму, називають точками бічного ешелонування. Зону, обмежену точками бічного ешелонування, називають зоною конфлікту (рис. 5.4).

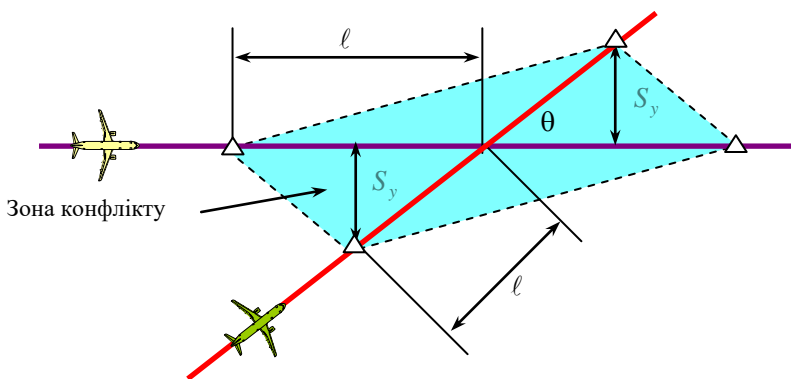


Рис. 5.4. Точки бічного ешелонування і зона конфлікту: Δ – точки бічного ешелонування

Примітка: Точки бічного ешелонування розраховують за формулою $l = S_y / \sin \Theta$, де S_y – бічна відстань між лініями шляху, що дорівнює мінімуму бічного ешелонування; l – відстань між точкою бічного ешелонування і перетинанням; Θ – кут між лініями шляху.

Відстань точок бічного ешелонування від перетинання ліній шляху визначають на аналізуванні ризику зіткнення; вона зале-

жить від комплексу факторів, таких, як навігаційна точність ПК, щільність повітряного руху і зайнятість диспетчера. Бічне ешелонування двох ПК забезпечується в тому разі, коли принаймні один з ПК перебуває поза зоною конфлікту.

Перехід у повітряний простір, де застосовується більший мінімум бічного ешелонування. Бічне ешелонування буде забезпечуватися в тому разі, коли ПК перебувають на лініях шляху, що розділені відповідними мінімальними інтервалами і розходяться під кутом не меншими за 15° доти, доки не буде забезпечуватися застосований мінімум бічного ешелонування за умови наявної можливості гарантувати за допомогою способів, затверджених відповідним повноважним органом ОНР, що ПК мають навігаційні можливості щодо точного наведення по лінії шляху.

5.3. Поздовжнє ешелонування з процедурним контролем

5.3.1. Застосування поздовжнього ешелонування

Поздовжнє ешелонування ПК виконується таким чином, щоб інтервал між розрахунковим місцеперебуванням ПК, що ешелонуються, ні за яких обставин не був меншим від встановленого мінімуму. Поздовжнє ешелонування ПК, що летять по тих самих чи розбіжних лініях шляху, можна забезпечувати, застосувавши метод керування швидкістю, зокрема і через встановлення числа Маха. У відповідних випадках застосовувати метод числа Маха пропонується на підставі регіональної аеронавігаційної угоди.

Застосовуючи мінімум ешелонування, що ґрунтується на часі чи відстані, між ПК, що летять по одному треку, варто виявляти обережність, з тим, щоб мінімум ешелонування не порушувався у випадках, коли ПК, що летить за іншим ПК, зберігає вищу повітряну швидкість. Якщо ж передбачається, що ПК досягне мінімуму ешелонування, застосовують методи керування швидкістю для забезпечення збереження цього мінімуму ешелонування.

Для забезпечення поздовжнього ешелонування важливо, щоб ПК вилітали у встановлений час, прибували до визначеного географічного місця у встановлений час або виконували політ у режимі очікування над визначеним географічним місцем до настання встановленого часу.

Поздовжнє ешелонування надзвукових ПК на етапі дозвук-

вого розгону чи надзвукового польоту зазвичай досягається за рахунок відповідного вибору часу початку дозвукового розгону, а не через уведення обмежень швидкості під час надзвукового польоту.

Для цілей застосування поздовжнього ешелонування терміни «одна й та сама лінія шляху», «лінії шляху, напрямлені у протилежних напрямках» і «лінії шляху, що перетинаються» мають такі значення:

Одна й та сама лінія шляху (рис. 5.5). Це лінії шляху одного напрямку і лінії шляху, або їхні ділянки, що перетинаються, кутова різниця яких становить менше 45° чи більше 315° і захищені зони яких перекриваються.

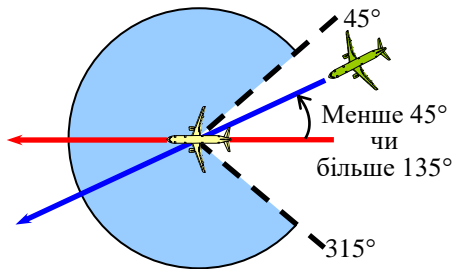


Рис. 5.5. Повітряні кораблі на одній лінії шляху

Лінії шляху, напрямлені у протилежних напрямках (рис. 5.6). Це лінії шляху протилежного напрямку чи лінії шляху, або їхні ділянки, що перетинаються, кутова різниця яких становить більше 135° , але менше 225° і захищені зони яких перекриваються.

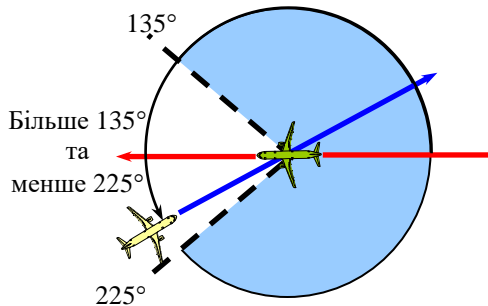


Рис. 5.6. Повітряні кораблі на лініях шляху протилежного напрямку

Лінії шляху, що перетинаються (рис. 5.7). Це лінії шляху чи їхні ділянки, що перетинаються, крім зазначених вище.

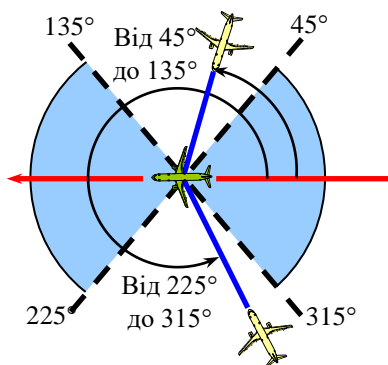


Рис. 5.7. Повітряні кораблі на лініях шляху, що перетинаються

5.3.2. Мінімуми поздовжнього ешелонування, що ґрунтуються на часі

Повітряні кораблі, що витримують той самий рівень

Повітряні кораблі, що виконують політ по одній і тій самій лінії шляху:

1. П'ятнадцятихвилинний інтервал часу (рис. 5.8).

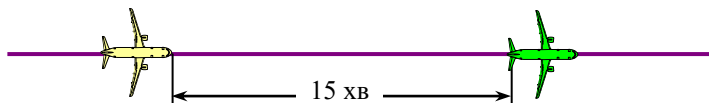


Рис. 5.8. П'ятнадцятихвилинний інтервал між ПК, що перебувають на одній і тій самій лінії шляху та рівні

2. Десятихвилинний інтервал часу, якщо навігаційні засоби дозволяють часто визначати місцеперебування ПК і швидкість (рис. 5.9).

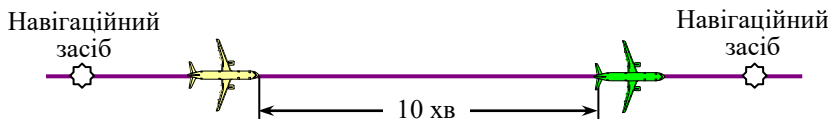


Рис. 5.9. Десятихвилинний інтервал між ПК, що перебувають на одній і тій самій лінії шляху та рівні

3. П'ятихвилинний інтервал у наведених нижче випадках за умови, що в кожному випадку ПК, що летить попереду, витримує істинну повітряну швидкість, яка перевищує на 37 км/год (20 вузлів) чи більше швидкість наступного за ним ПК (рис. 5.10):

- між ПК, що вилетіли з того самого аеродрому;
- між ПК, які летять по маршруту та доповіли про проліт однієї й тієї ж конкретної точки;
- між ПК, що вилетів, і ПК, що летить по маршруту, після того, як ПК, що перебуває на маршруті, доповів про проліт контрольної точки, що розташована відносно пункту вильоту в такому місці, яке гарантує можливість установлення п'ятихвилинного інтервалу в момент виходу ПК, що вилітає, на цей маршрут.

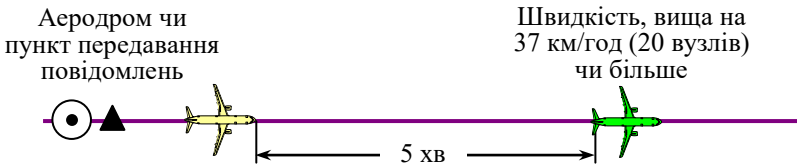


Рис. 5.10. П'ятихвилинний інтервал між ПК, що перебувають на одній і тій самій лінії шляху та рівні

4. Трихвилинний інтервал у випадках, зазначених у п. 3), за умови, що в кожному випадку ПК, що летить попереду, витримує істинну повітряну швидкість, яка перевищує на 74 км/год (40 вузлів) чи більшу швидкість наступного за ним ПК (рис. 5.11).

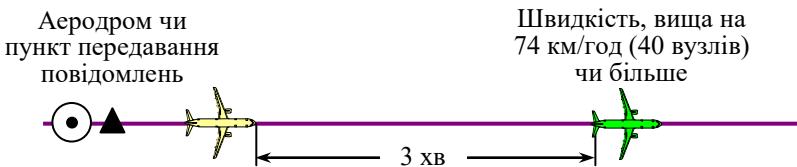


Рис. 5.11. Трихвилинний інтервал між ПК, що перебувають на одній і тій самій лінії шляху та рівні

Повітряні кораблі, що виконують політ по лініях шляху, які перетинаються:

1. П'ятнадцятихвилинний інтервал у точці перетинання ліній шляху (рис. 5.12).

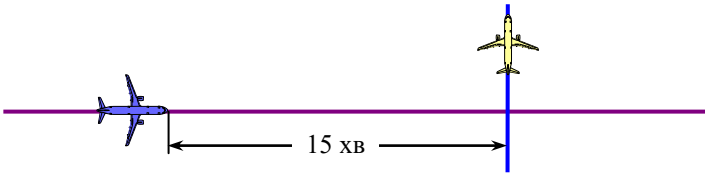


Рис. 5.12. П'ятнадцятихвилинний інтервал між ПК, що перебувають на лініях, які перетинаються, і на одному рівні

2. Десятихвилинний інтервал, якщо навігаційні засоби дозволяють часто визначати місцеперебування і швидкість (рис. 5.13).

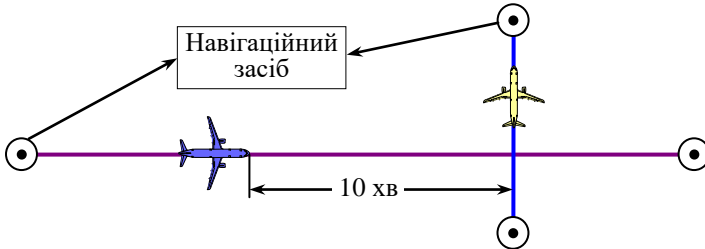


Рис. 5.13. Десятихвилинний інтервал між ПК, що перебувають на лініях, які перетинаються, і на одному рівні

Повітряні кораблі, що набирають висоту чи знижуються

Повітряні кораблі, що виконують політ по одній і тій самій лінії шляху.

Якщо ПК перетинає рівень польоту іншого ПК, що летить по тій самій лінії шляху, забезпечується зазначений нижче мінімум поздовжнього ешелонування:

1. П'ятнадцятихвилинний інтервал без забезпечення вертикального ешелонування (рис. 5.14).

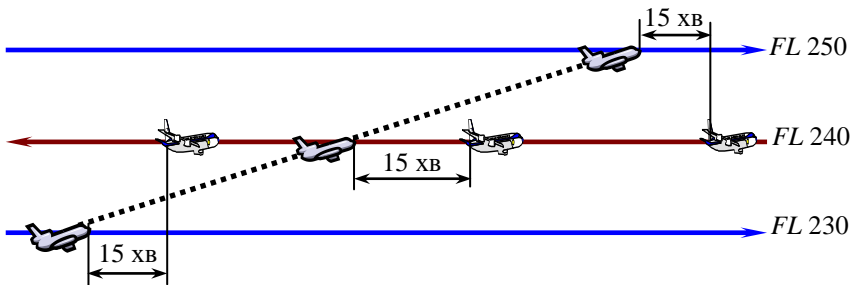


Рис. 5.14. П'ятнадцятихвилинний інтервал між ПК, що набирають висоту, та ПК, які перебувають на тій самій лінії шляху

2. Десятихвилинний інтервал без забезпечення вертикального ешелонування за умови, що таке ешелонування дозволяється тільки там, де навігаційні засоби дають змогу часто визначати місцеперебування і швидкість (рис. 5.15).

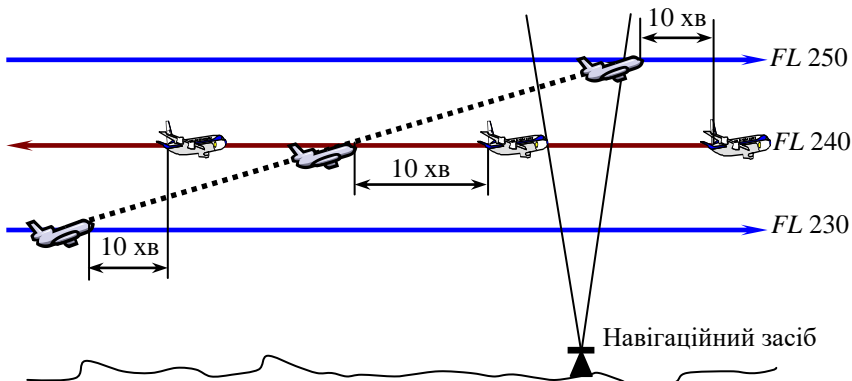


Рис. 5.15. Десятихвилинний інтервал між ПК, що набирають висоту, та ПК, які перебувають на тій самій лінії шляху

3. П'ятихвилинний інтервал без забезпечення вертикального ешелонування за умови, що зміна ешелону починається в межах десяти хвилин з часу подання другим ПК повідомлення про проліт конкретного пункту передавання повідомлень (рис. 5.16).

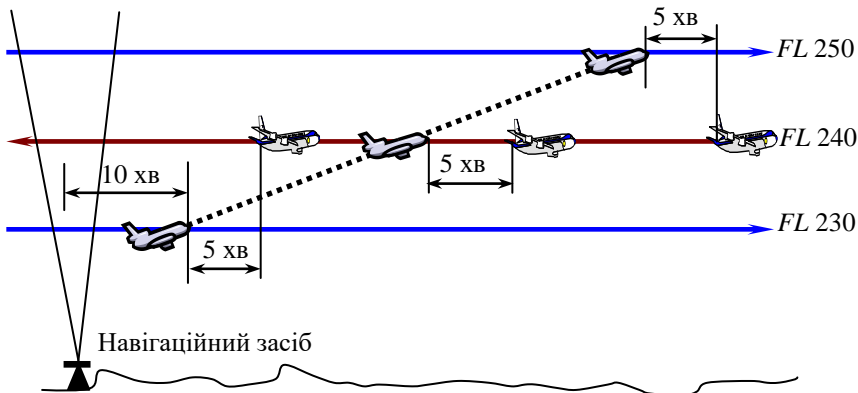


Рис. 5.16. П'ятихвилинний інтервал між ПК, що набирають висоту, та ПК, які перебувають на тій самій лінії шляху

Повітряні кораблі, що виконують політ по лініях шляху, що перетинаються:

1. П'ятнадцятихвилинний інтервал без забезпечення вертикального ешелонування (рис. 5.17).

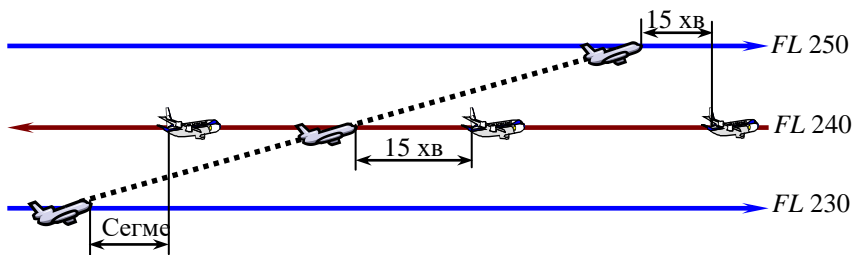


Рис. 5.17. П'ятнадцятихвилинний інтервал між ПК, що набирають висоту, та ПК, які перебувають на лініях шляху, що перетинаються

2. Десятихвилинний інтервал без забезпечення вертикального ешелонування, якщо навігаційні засоби дозволяють часто визначати місцеперебування і швидкість (рис. 5.18).

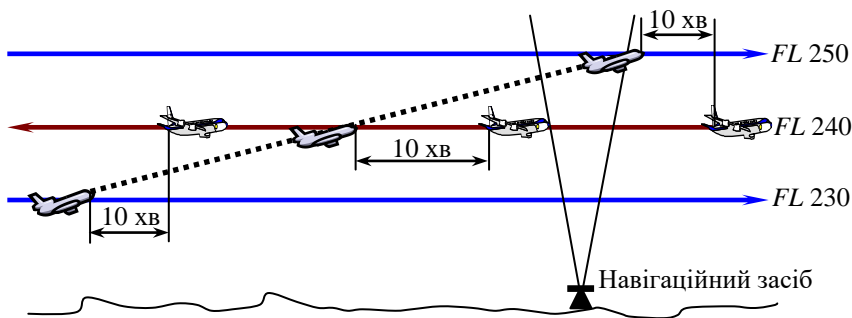


Рис. 5.18. Десятихвилинний інтервал між ПК, що набирають висоту, та ПК, які перебувають на лініях шляху, що перетинаються

*Повітряні кораблі, які виконують політ по протилежно на-
правлених лініях шляху. Там, де не забезпечується бічне ешелону-
вання, застосовується вертикальне ешелонування протягом при-
наймні 10 хв до і після розрахункового часу, коли ПК повинні
пройти один повз одного, чи розрахункового часу, коли вони прой-
шли один повз одного (рис. 5.19). Якщо встановлено, що ПК уже
розійшлися один з одним, цей мінімум застосовувати не потрібно.*



Рис. 5.19. Десятихвилинний інтервал між ПК, що набирають висоту, та ПК, які перебувають на початкових лініях шляху

5.3.3. Мінімуми поздовжнього ешелонування у разі використання далекомірного устаткування та/або глобальної навігаційної супутникової системи, що ґрунтуються на відстані

Ешелонування забезпечується витримуванням між місцеположеннями ПК, що повідомляються та визначаються за допомогою *DME* разом з використанням інших придатних навігаційних засобів та/або *GNSS*, відстані (відстаней), що мають бути не меншими за встановлені значення. Таке ешелонування застосовується між:

- двома ПК, що використовують *DME*;
- двома ПК, що використовують *GNSS*;
- одним ПК що використовує *DME* та одним ПК що використовує *GNSS*.

У разі використання такого ешелонування між диспетчером і пілотом підтримується прямий зв'язок.

Використовуючи ці мінімуми ешелонування між будь-якими повітряними кораблями, що мають можливість застосовувати зональну навігацію, диспетчери запитують відстані, які отримані за допомогою *GNSS*.

Повітряні кораблі, що перебувають на одному й тому самому крейсерському рівні

Повітряні кораблі, що виконують політ по одній і тій самій лінії шляху:

- 1) 37 км (20 м.м.) за умови, що:
 - а) кожний ПК використовує:

- станцію *DME*, розташовану на одній і тій самій лінії шляху, коли обидва ПК використовують цю станцію;
 - станцію *DME*, розташовану на одній і тій самій лінії шляху та об'єднану точку лінії шляху, коли один ПК використовує *DME*, а інший – використовує *GNSS*;
 - одну й ту саму точку лінії шляху, коли обидва ПК використовують *GNSS*;
- б) ешелонування перевіряється шляхом одночасного одержання від ПК даних про показання *DME* та/або *GNSS* через короткі проміжки часу для гарантування дотримання мінімуму (рис. 5.20);

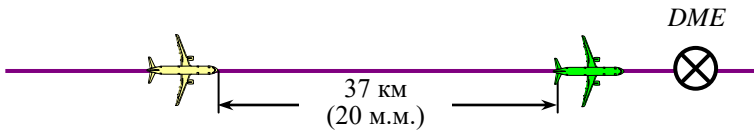


Рис. 5.20. Інтервал 37 км (20 м.м.) між ПК, що перебувають на одній і тій самій лінії шляху і на одному рівні, з використанням *DME* та/або *GNSS*

2) 19 км (10 м.м.) за умови, що:

- а) ПК, що рухається попереду, витримує істинну повітряну швидкість, що на 37 км/год (20 вузлів) чи більше перевищує швидкість наступного за ним ПК;
- б) кожний ПК використовує:
 - станцію *DME*, розташовану на одній і тій самій лінії шляху, коли обидва ПК використовують цю станцію;
 - станцію *DME*, розташовану на одній і тій самій лінії шляху та сполучену точку лінії шляху, коли один ПК використовує *DME*, а інший – використовує *GNSS*;
 - одну й ту саму точку лінії шляху, коли обидва ПК використовують *GNSS*;
- в) ешелонування перевіряється шляхом одночасного одержання від ПК даних про показання *DME* та/або *GNSS* через такі проміжки часу, які потрібні для гарантування встановлення і дотримання мінімуму (рис. 5.21).

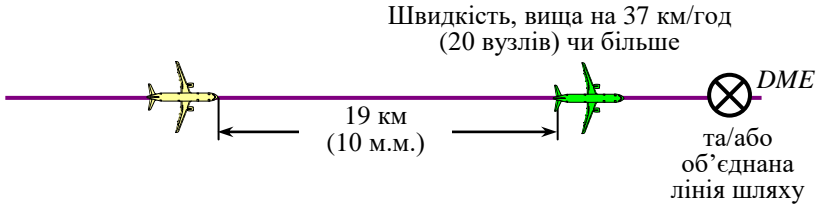


Рис 5.21. Інтервал 19 км (10 м.м.) між ПК, що перебувають на одній і тій самій лінії шляху і на одному рівні, з використанням *DME* та/або *GNSS*.

Повітряні кораблі, що виконують політ по лініях шляху, що перетинаються. Застосовують також поздовжнє ешелонування ПК (ПК перебувають на одному й тому самому крейсерському рівні) за умови, що кожний ПК повідомляє про відстань від нього до станції та/або об'єднаної точки лінії шляху, розташованій в точці перетинання ліній шляху, і що відносний кут між лініями шляху становить менше 90° (рис. 5.22 та 5.23).

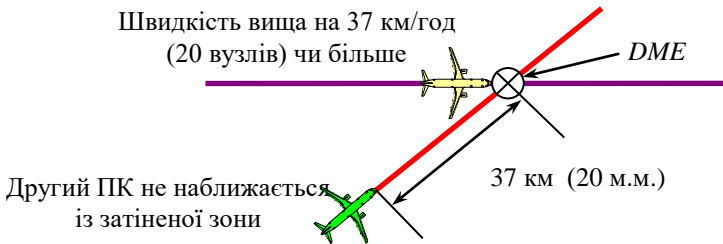


Рис. 5.22. Інтервал 37 км (20 м.м) між ПК, які перебувають на одному рівні та лініях шляху, що перетинаються з використанням *DME* або *GNSS*

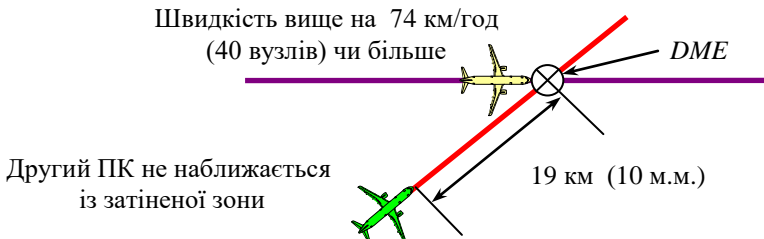


Рис. 5.23. Інтервал 19 км (10 м.м) між ПК, які перебувають на одному рівні та лініях шляху, що перетинаються з використанням *DME* або *GNSS*

Повітряні кораблі, що набирають висоту чи знижуються по одній і тій самій лінії шляху. Інтервал 19 км (10 м.м.) без забезпечення вертикального ешелонування застосовують за таких умов:

- а) кожний ПК використовує:
 - станцію *DME*, розташовану на одній і тій самій лінії шляху, коли обидва ПК використовують цю станцію;
 - станцію *DME*, розташовану на одній і тій самій лінії шляху та сполучену точку лінії шляху, коли один ПК використовує *DME*, а інший – використовує *GNSS*;
 - одну й ту саму точку лінії шляху, коли обидва ПК використовують *GNSS*;
- б) один ПК витримує визначений ешелон у період часу, коли не забезпечується вертикальне ешелонування;
- в) ешелонування визначають шляхом одночасного одержання від ПК даних про показання *DME* та/або *GNSS* (рис. 5.24 та 5.25).

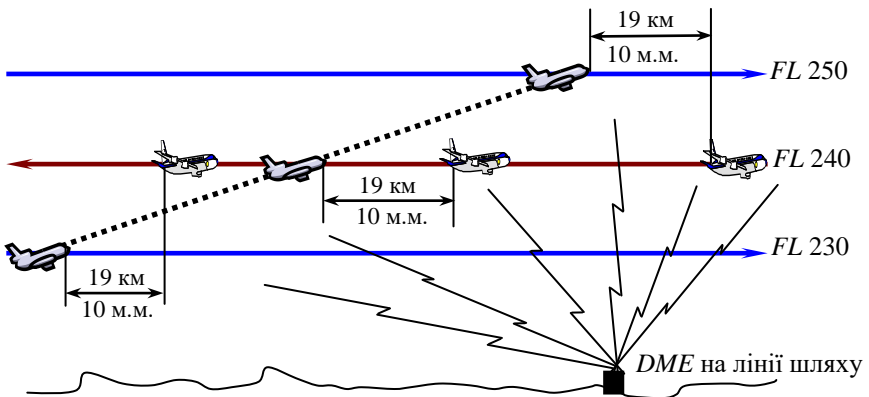


Рис. 5.24. Інтервал 19 км (10 м.м.) між ПК, які перебувають на одній і тій самій лінії шляху, та ПК, що набирають висоту, з використанням *DME* та/або *GNSS*

Повітряні кораблі, які виконують політ по протилежно на- правлених лініях шляху. Повітряним кораблям, що використовують станцію *DME*, розташовану на лінії шляху, можна дозволяти набір висоти чи зниження до ешелонів, зайнятих іншими ПК, що використовують станцію *DME*, розташовану на лінії шляху, чи нижче від цих рівнів за умови, коли точно встановлено, що ці ПК розійшлися

один з одним і перебувають на відстані принаймні 10 м.м. один від одного чи на іншій відстані, запропонованій відповідним повноважним органом ОПП.

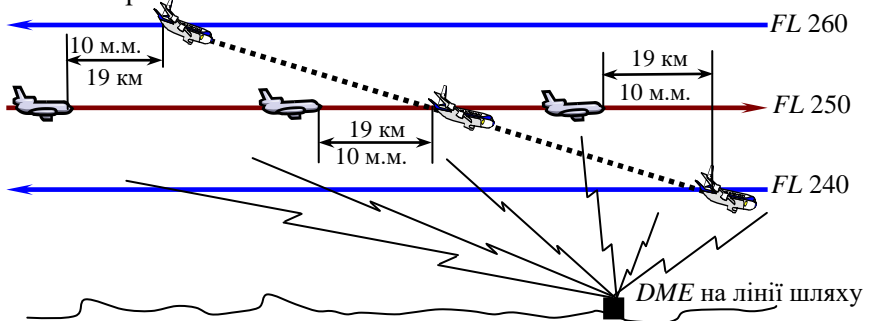


Рис. 5.25. Інтервал 19 км (10 м.м.) між ПК, що знижуються і які перебувають на одній і тій самій лінії шляху, з використанням DME та/або GNSS

5.3.4. Мінімуми поздовжнього ешелонування з використанням методу числа Маха, що ґрунтуються на часі

Турбореактивні ПК витримують число Маха, встановлене органом ОПП, і отримують дозвіл на будь-яку зміну цієї швидкості. Якщо потрібно терміново змінити число Маха (наприклад, у разі турбулентності), екіпаж якомога раніше повідомляє орган ОПП про те, що таку зміну виконано.

Якщо ЛТХ ПК не дозволяють витримувати останнє встановлене число Маха під час набору висоти або зниження на маршруті, пілоти відповідних ПК інформують про це орган КПП у момент запиту на набір висоти чи зниження.

У разі застосування методу числа Маху та за умови, що:

а) відповідні ПК передають повідомлення в тому самому пункті й прямують по одній і тій самій лінії шляху або по постійно розбіжних лініях шляху, якщо не забезпечується який-небудь інший тип ешелонування;

б) повітряні кораблі передають повідомлення в тому самому пункті і можна гарантувати за допомогою радіолокатора або інших способів, що відповідний інтервал часу буде забезпечуватися в загальному пункті, від якого вони або прямують по одній і тій же лі-

нії шляху, або постійно розбіжними лініями шляху. Мінімум поздовжнього ешелонування турбореактивних ПК, що перебувають на одній і тій самій лінії шляху, в горизонтальному польоті, під час набору висоти або зниження, становить:

– 10 хв або 9 – 5 хв включно за умови, що ПК, який прямує попереду, витримує швидкість із більшим числом Маха, ніж наступний за ним ПК:

– 9 хв, якщо ПК, що перебуває попереду, витримує швидкість, що більша на 0,02 від числа Маха, ніж наступний за ним ПК;

– 8 хв, якщо ПК, що перебуває попереду, витримує швидкість, що більша на 0,03 від числа Маха, ніж наступний за ним ПК;

– 7 хв, якщо ПК, що перебуває попереду, витримує швидкість, що більша на 0,04 від числа Маха, ніж наступний за ним ПК;

– 6 хв, якщо ПК, що перебуває попереду, витримує швидкість, що більша на 0,05 від числа Маха, ніж наступний за ним ПК;

– 5 хв, якщо ПК, що перебуває попереду, витримує швидкість, що більша на 0,06 від числа Маха, ніж наступний за ним ПК;

Якщо застосовують десятихвилинний мінімум поздовжнього ешелонування з використанням методу числа Маха, то ПК, що рухається попереду, витримує швидкість із числом Маха, що дорівнює або перевищує число Маха, який витримує наступний за ним ПК.

5.3.5. Ешелонування повітряних кораблів, що виконують політ у режимі очікування

Повітряні кораблі, що перебувають у суміжних зонах очікування, за винятком випадків, коли зони очікування відділені одна від одної в горизонтальній площині на відстань, обумовлену відповідним повноважним органом ОНР, ешелонуються з урахуванням застосовуваного мінімуму вертикального ешелонування.

Якщо не забезпечується бічне ешелонування, застосовують вертикальне ешелонування ПК, що виконують політ у режимі очікування, та ПК, що прибувають, вилітають або перебувають на маршруті, поки останні перебувають у межах п'ятихвилинного польоту від зони очікування або в межах відстані, запропонованій відповідним повноважним органом. (рис. 5.26).

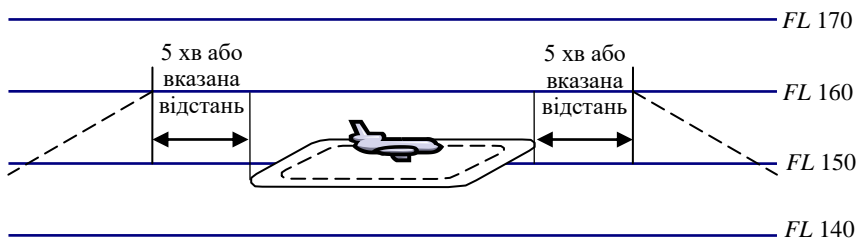


Рис. 5.26. Ешелонування ПК, що виконують політ у режимі очікування, і ПК, що перебувають на маршруті

5.3.6. Мінімальне ешелонування повітряних кораблів, що вилітають

Якщо ПК повинні летіти безпосередньо після зльоту по лініях шляху, що розходяться під кутом не меншим за 45° (для забезпечення бічного ешелонування), дотримується однихвилинний інтервал (рис. 5.27), цей мінімум може бути зменшений, коли ПК використовуватимуть паралельні ЗПС або ЗПС, які не перетинаються, за умови затвердження інструкцій, щодо такого порядку відповідним повноважним органом ОПр, та забезпечення бічного ешелонування безпосереднього після зльоту.

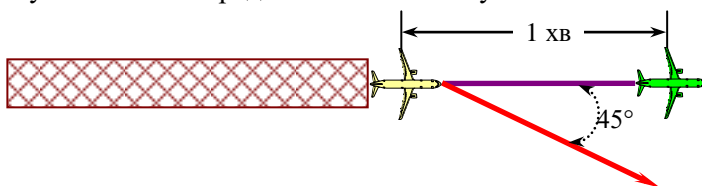


Рис. 5.27. Однихвилинний інтервал між ПК, що вилітають, по лініях шляху, які розходяться під кутом не меншим за 45°

Коли швидкість ПК, що летить попереду, на 74 км/год (40 вузлів) або більше перевищує швидкість наступного за ним ПК і обидва ПК будуть прямувати однією лінією шляху, між зльотами цих ПК дотримується двохвилинний інтервал (рис. 5.28).

Якщо ПК, що вилітає, перетне рівень ПК, який вилетів перед ним, і обидва ці ПК мають намір прямувати по одній лінії шляху, то без забезпечення вертикального ешелонування має дотримуватися інтервал 5 хв (рис. 5.29). Варто вживати заходів для того, щоб забезпечити дотримання або збільшення п'ятихвилинного інтервалу без вертикального ешелонування.

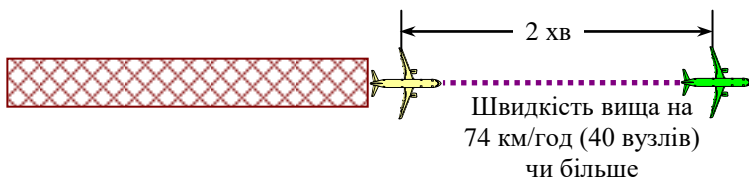


Рис. 5.28. Двохвилинний інтервал між ПК, що прямують по одній лінії шляху

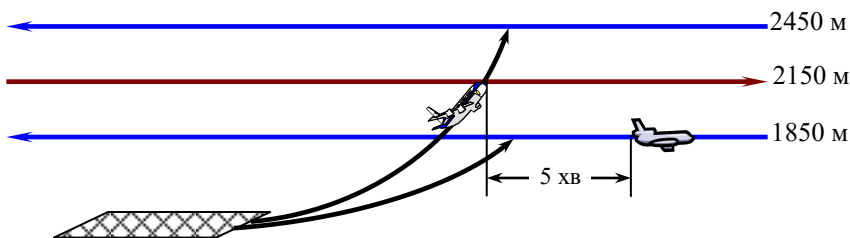


Рис. 5.29. П'ятихвилинний інтервал між ПК, що вилітають і прямують по одній лінії шляху

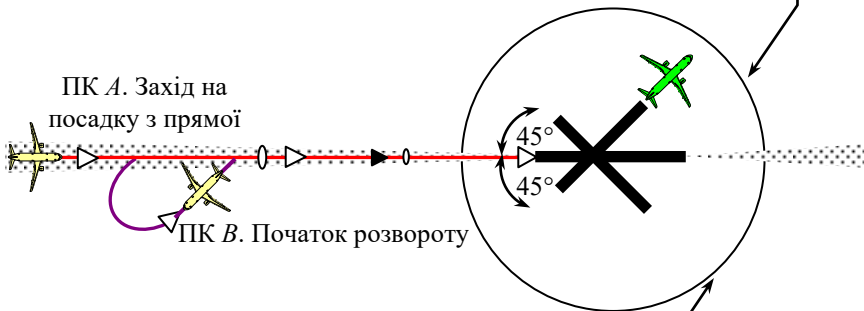
5.3.7. Ешелонування повітряних кораблів, що вилітають та прибувають

Якщо відповідним повноважним органом ОПР не пропонується інше у тих випадках, коли дозвіл на зліт надається по місцеперебуванню ПК, що прибуває, застосовують таке ешелонування.

Якщо ПК, що прибуває, виконує захід на посадку повністю за приладами, а ПК, що вилітає, може виконувати зліт:

- у будь-якому напрямку до моменту початку виконання ПК, що прибуває, свого стандартного розвороту або розвороту на посадковий курс із виходом на кінцеву ділянку заходу на посадку;
- у напрямку, що принаймні на 45° відрізняється від напрямку, зворотного напрямку заходу на посадку, після того як ПК, що прибуває, почав виконувати стандартний розворот або розворот на посадковий курс із виходом на кінцеву ділянку заходу на посадку, за умови, що зліт буде виконано принаймні за 3 хв до розрахункового часу виходу ПК, що прибуває, на початок обладнаної ЗПС (рис. 5.30).

Зліт у цій зоні не виконується після початку стандартного розвороту та протягом останніх 5 хв заходу на посадку з прямої



Зльоти в цій зоні припиняються за 3 хв до розрахункового часу прибуття ПК А і ПК В або після прольоту ПК А встановленої контрольної точки на лінії шляху заходу на посадку.

Рис. 5.30. Ешелонування ПК що вилітають та прибувають

Якщо ПК, що прибуває, виконує захід на посадку із прямої, то ПК, що вилітає, може виконувати зліт:

- у будь-якому напрямку не пізніше, ніж за 5 хв до розрахункового часу виходу ПК, що прибуває, на початок обладнаної ЗПС;
- у напрямку, що принаймні на 45° відрізняється від напрямку, зворотного напрямку заходу на посадку ПК, що прибуває:

1) не пізніше, ніж за 3 хв до розрахункового часу виходу ПК, що прибуває, на початок обладнаної ЗПС (рис. 5.30);

2) до прольоту ПК, що прибуває, встановленої контрольної точки на лінії шляху заходу на посадку. Місце такої контрольної точки визначається відповідним повноважним органом ОНР після проведення консультацій з експлуатантами.

5.3.8 Мінімуми нерадіолокаційного поздовжнього ешелонування у разі турбулентності в сліді

Застосування. Від відповідного органу КНР не вимагається застосування ешелонування у разі турбулентності в сліді:

- а) щодо ПК, які прибувають та виконують посадку за ПВП на одну ЗПС після важких та середніх ПК, які прямують попереду;

б) між ПК, що прибувають за ППП та виконують візуальний захід на посадку, коли ПК повідомив про наявність у зоні видимості попереднього ПК та одержав вказівку продовжувати захід на посадку і витримувати самостійно ешелонування відносно цього ПК.

Орган КТР щодо ПК, зазначених у п.п. а) і б), а також у будь-яких інших необхідних випадках видає попередження про можливу турбулентність у сліді. Командир відповідного ПК відповідає за забезпечення прийнятного інтервалу ешелонування відносно попереднього ПК, що належить до категорії більш важкого ПК з урахуванням турбулентності в сліді. Якщо вважається потрібним збільшити інтервал ешелонування, екіпаж відповідно інформує про це орган КТР, а також про свої вимоги.

Повітряні кораблі, що прибувають. За винятком випадків, обговорених у п.п. а) і б), застосовують такі мінімуми нерадіолокаційного ешелонування до ПК, що виконують посадку після важких або середніх ПК, зокрема:

- а) середні ПК, що прямують після важких ПК – 2 хв;
- б) легкі ПК, що прямують після важких або середніх ПК – 3 хв.

Повітряні кораблі, що вилітають. Між легким або середнім ПК, що злітає слідом за важким ПК, або легким ПК, що злітає слідом за середнім ПК, застосовують мінімум ешелонування 2 хв у тих випадках, коли ПК використовують:

- а) одну ЗПС (рис. 5.31);
- б) паралельні ЗПС, що розташовані на відстані меншій за 760 м (2500 футів) (рис. 5.31);

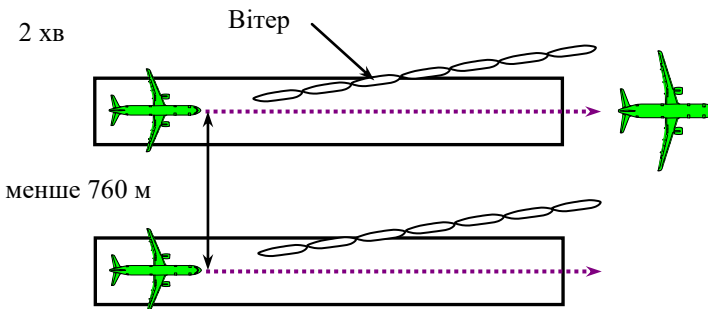


Рис. 5.31. Двохвилинний інтервал для ПК, що прямують по одній лінії шляху

в) ЗПС, що перетинаються, якщо розрахункова траєкторія польоту другого ПК буде перетинати розрахункову траєкторію польоту першого ПК на тій же абсолютній висоті або меншій ніж на 300 м (1000 футів) нижче (рис. 5.32);

г) паралельні ЗПС, розділені відстанню 760 м (2500 футів) або більше, якщо розрахункова траєкторія польоту другого ПК буде перетинати розрахункову траєкторію польоту першого ПК на тій же абсолютній висоті або меншій ніж на 300 м (1000 футів) нижче (рис. 5.32).

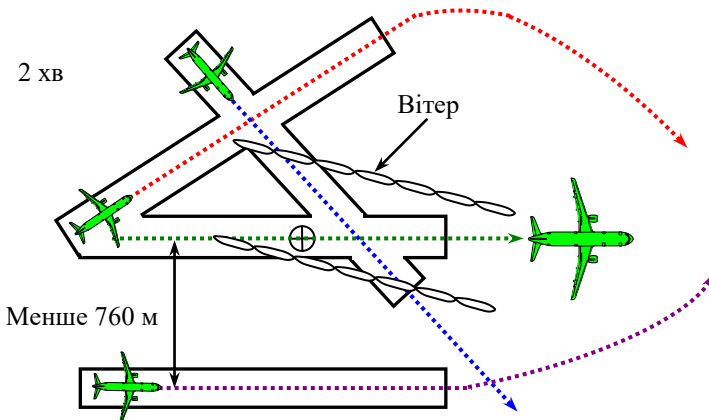


Рис. 5.32. Двохвилинний інтервал, обумовлений турбулентністю в сліді, для ПК, які прямують по лініях шляху, що перетинаються

Мінімум ешелонування 3 хв застосовують стосовно *легких* або *середніх* ПК, що злітають слідом за *важким* ПК, або *легких* ПК, що злітають слідом за *середнім* ПК, якщо зліт виконується:

а) із середньої частини однієї ЗПС або

б) середньої частини паралельних ЗПС, розташованих на відстані меншій шіж 760 м (2500 футів) одна від одної (рис. 5.33).

Зміщений поріг ЗПС. Між *легким* або *середнім* ПК і *важким* ПК, а також між *легким* ПК і *середнім* ПК застосовують мінімум ешелонування 2 хв у разі використання ЗПС зі зміщеним порогом у тих випадках, коли:

а) виліт *легкого* або *середнього* ПК виконується після прибуття важкого ПК а виліт *легкого* ПК виконується після прибуття *середнього* ПК;

б) прибуття *легкого* або *середнього* ПК виконується після вильоту *важкого* ПК та прибуття *легкого* ПК виконується після вильоту *середнього* ПК, якщо очікується, що їхні розрахункові траєкторії польоту перетнуться.

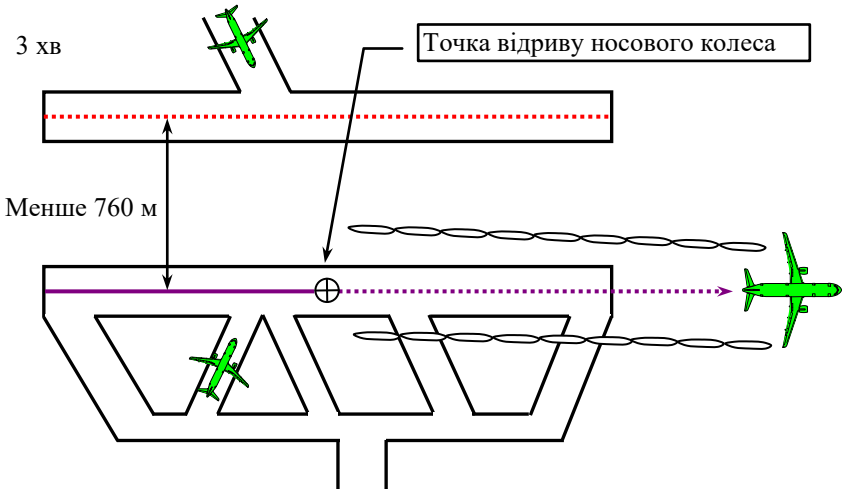


Рис. 5.33. Трихвилинний інтервал, обумовлений турбулентністю в сліді, для ПК, що прямують по одній лінії шляху

Протилежні напрямки. Мінімум ешелонування 2 хв застосовують між *легким* або *середнім* ПК і *важким* ПК, а також між *легким* ПК і *середнім* ПК, коли важчий ПК виконує захід на посадку на малій висоті або виконує повторний захід на посадку, а менш важкий ПК:

а) використовує для зльоту ЗПС у протилежному напрямку (рис. 5.34);

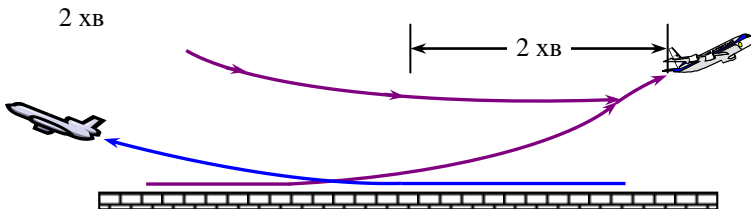


Рис. 5.34. Двохвилинний інтервал, обумовлений турбулентністю в сліді, для ПК, що літають у протилежному напрямку

б) виконує посадки із протилежного напрямку на ту саму ЗПС або із протилежного напрямку на паралельну ЗПС, розташовану на відстані меншій за 760 м (2500 футів) (рис. 5.35).

2 хв

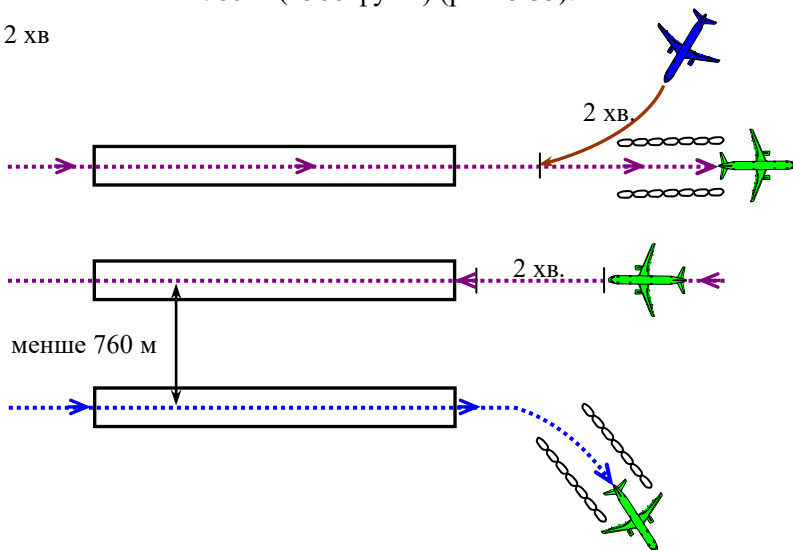


Рис. 5.35. Двохвилинний інтервал, обумовлений турбулентністю в сліді, у разі посадки із протилежного напрямку

5.3.9. Дозвіл на політ з витримуванням самостійно забезпечуваного ешелонування у візуальних метеорологічних умовах

На відповідний запит ПК, що виконує контрольований політ у візуальних метеорологічних умовах (*VMC – Visual Meteorological Conditions*) у денний час, і за згодою пілота іншого ПК та дозволу відповідного повноважного органу КПР може бути наданий дозвіл як ПК, що вилітає, так і ПК, що прилітає, на політ у повітряному просторі класів *D* і *E* за умови, що вони будуть самостійно забезпечувати ешелонування відносно іншого ПК і залишатися у *VMC*. Коли ПК, що виконує контрольований політ, видається цей дозвіл, застосовують такі положення:

а) дозвіл видається для вказаної частини польоту на висоті 3050 м (10000 футів) або нижче, під час набору висоти або зниження та з урахуванням додаткових обмежень, якщо такі пропонуються на підставі регіональних аеронавігаційних угод;

б) якщо існує ймовірність того, що політ у *VMS* може виявитися нездійсненним, політ за ППП забезпечується відповідно до альтернативних вказівок, які треба виконувати у випадку, коли неможливо виконати політ у *VMS* протягом періоду дії дозволу;

в) пілот ПК, що виконує політ за ППП, після виявлення того, що умови погіршуються та, вважаючи, що політ у *VMS* неможливий, до переходу до польоту в приладових метеорологічних умовах інформує орган КПП і продовжує політ відповідно до наданих йому альтернативних вказівок.

5.3.10. Зменшення мінімумів ешелонування

За рішенням відповідного повноважного органу ОПП за умови, що результати відповідного оцінювання безпеки польотів підтвердили можливість її підтримування на прийнятному рівні, і після попередніх консультацій з користувачами мінімуми ешелонування, викладені в підрозд. 5.2 і 5.3, можна зменшувати у відповідних випадках, якщо:

а) спеціальні електронні або інші засоби дозволяють командирів ПК точно визначати місцеперебування ПК та коли наявні належні засоби зв'язку для негайного передавання даних про це місцеперебування відповідному диспетчерському органу;

б) поряд з наявністю засобів швидкого й надійного зв'язку в розпорядженні відповідного диспетчерського органу є отримана за допомогою радіолокатора інформація про місцеперебування ПК;

в) спеціальні електронні або інші засоби дозволяють диспетчерові швидко й точно прогнозувати траєкторії польоту ПК і є належні засоби, що дозволяють часто порівнювати фактичне місцеперебування ПК із прогнозованим місцеперебуванням;

г) ПК із устаткуванням *RNAV* виконують польоти в межах зони дії електронних засобів, які забезпечують потрібне відновлення даних для підтримання точності навігації.

Відповідно до регіональних аеронавігаційних угод, коли:

– спеціальні електронні засоби, засоби зональної навігації або інші засоби дозволяють ПК строго дотримуватися своїх поточних планів польоту;

– ситуація повітряного руху така, що не обов'язково повною мірою дотримувати зазначені в п. 5.3.10 а) умови, що стосуються зв'язку між пілотами й відповідним органом (або органами) КПП.

5.3.11. Зменшення мінімумів ешелонування в районі аеродромів

Крім випадків, пов'язаних з обставинами, згаданими в підрозд. 5.2 та 5.3, мінімуми ешелонування можуть бути зменшені в районі аеродромів у тих випадках, якщо:

а) аеродромний диспетчер КПП може забезпечувати належне ешелонування, коли кожний ПК постійно перебуває в полі зору цього диспетчера;

б) кожний ПК постійно перебуває в полі зору екіпажів інших відповідних ПК і ці пілоти повідомляють, що вони можуть забезпечувати ешелонування самостійно;

в) один ПК прямує за іншим, і екіпаж другого ПК, повідомляє, що він бачить ПК, який летить попереду, і може забезпечувати ешелонування.

Мінімальне вертикальне ешелонування 300 м (1000 футів) або, залежно від можливостей радіолокаційної системи та індикатора, мінімальне радіолокаційне ешелонування 5,6 км (3,0 м.м.) забезпечуються доти, доки ПК не стабілізуються:

а) на лінії курсу наближення курсового радіомаяка іструментальної системи посадки (*ILS – Instrument Landing System*) і/або лінії шляху наближення кінцевого етапу заходу на посадку за мікрохвильової системи посадки (*MLS – Microwave Landing System*);

б) у межах проміжної зони зони нормальних польотів (*NTZ – No Transgression Zone*).

Залежно від можливостей радіолокаційної системи та індикатора між ПК, що перебувають на одній лінії курсу курсового радіомаяка *ILS* або лінії шляху кінцевого етапу заходу на посадку за *MLS*, забезпечується мінімум радіолокаційного ешелонування 5,6 км (3,0 м.м.), за винятком випадків, коли потрібно збільшити поздовжнє ешелонування через турбулентність у сліді.

5.3.12. Ешелонування повітряних кораблів, що вилітають, та повітряних кораблів, що прилітають

За винятком випадків, передбачених у п.п. 5.3.11. і 5.3.8, ПК, що вилітає, як правило, не дозволяється приступати до виконання зльоту доти, доки попередній ПК, що вилітає, не перетне кінець використовуваної ЗПС або не розпочне виконувати розворот, або

доки всі попередні ПК, що виконують посадку, не звільнять використувану ЗПС (рис. 5.36).

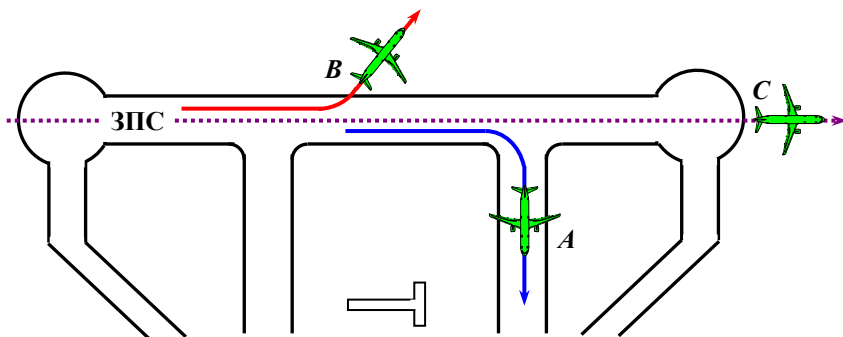


Рис. 5.36. Ешелонування ПК, що вилітають і прилітають

5.3.13. Скорочення мінімумів ешелонування

За умови, що за відповідним оцінюванням безпеки польотів дотримується прийнятний рівень безпеки польотів, відповідний повноважний орган ОПР після консультації з експлуатантами може пропонувати зменшені мінімуми порівняно з тими, які зазначено в п. 5.3.12, беручи до уваги:

- довжину ЗПС;
- планування аеродрому;
- типи ПК.

Такі зменшені мінімуми не застосовують:

- 1) між ПК, що вилітає, і попереднім ПК, що виконує посадку;
- 2) між заходом і сходом сонця, або в будь-який інший період між заходом і сходом сонця, що може бути встановлено;
- 3) якщо залишки опадів на ЗПС (наприклад, мокротеча, вода і т.ін.) можуть несприятливо вплинути на ефективність гальмування;
- 4) за метеорологічних умов, що не дозволяють пілотові заздалегідь оцінити умови руху по ЗПС.

Місця, у яких принаймні повинен перебувати ПК (рис. 5.36), що виконав посадку (А), або ПК, що вилітає (В та С) перш, ніж ПК, що прибуває, може бути виданий дозвіл на перетинання порога використуваної ЗПС, а ПК, що вилітає, може бути виданий дозвіл на зліт, якщо інше не пропонується відповідним повноважним органом ОПР відповідно до п.п. 5.3.12.

5.4. Мінімуми радіолокаційного ешелонування

Чинники, які диспетчер радіолокаційного контролю повинен ураховувати для визначення мінімуму ешелонування, що буде застосований в конкретних умовах, такі:

- відносні курси або швидкості ПК;
- технічні обмеження радіолокаторів;
- робоче навантаження на диспетчера;
- будь-які проблеми з каналами зв'язку.

5.4.1. Якщо відповідно до п.п. 5.4.2 або 5.4.3, не передбачається інший, мінімум горизонтального радіолокаційного ешелонування становить 9,3 км (5,0 м.м.).

5.4.2. За рішенням відповідного повноважного органу ОПР зазначений у п. 5.4.1 мінімум радіолокаційного ешелонування може бути зменшений, але не нижче, ніж до таких меж:

а) 5,6 км (3,0 м.м.), якщо в цьому місці можливості радіолокаційного обладнання дозволяють це зробити;

б) 4,6 км (2,5 м.м.) між ПК, що перебувають на одній лінії шляху кінцевого етапу заходу на посадку в межах 18,5 км (10 м.м.) від кінця ЗПС. Скорочений мінімум ешелонування 4,6 км (2,5 м.м.) можна застосовувати, якщо:

- за допомогою, наприклад, збору даних, проведення статистичного аналізу й застосування методів, що ґрунтуються на теоретичній моделі, встановлено, що середній час, який займають ЗПС ПК, що виконують посадку, не перевищує 50 с;

- за наявною інформацією на час, протягом якого зайнята ЗПС, показник ефективності гальмування задовільний, забруднення поверхні ЗПС (сніг, лід та ін.) не впливає негативно на ефективність гальмування;

- радіолокаційна система, що має відповідну роздільну здатність за азимутом та дальністю, а також швидкість відновлення інформації 5 с або менше, використовується разом з відповідними радіолокаційними індикаторами;

- диспетчер аеродромно-диспетчерської вишки (АДВ) має змогу візуально або за допомогою радіолокатора огляду льотного поля чи системи керування наземним рухом і контролю за ним стежити за використанням ЗПС і відповідними вхідними та вихідними руліжними доріжками;

– не застосовуються пов’язані з турбулентністю в сліді мінімуми радіолокаційного ешелонування, які зазначені в п. 5.4.1 або які можуть бути запропоновані відповідним повноважним органом ОПР (наприклад, для конкретних типів ПК);

– диспетчер уважно стежить за швидкостями заходу на посадку ПК і, в разі потреби, коригує їх для забезпечення того, щоб інтервал ешелонування був не меншим від устанавленого мінімуму;

– експлуатанти й пілоти ПК повністю інформовані про потребу швидко звільняти ЗПС у тих випадках, коли на кінцевому етапі заходу на посадку застосовують скорочений мінімум ешелонування;

– правила застосування скороченого мінімуму ешелонування публікуються в *AIP*.

5.4.3. Мінімум або мінімуми радіолокаційного ешелонування, які підлягають використанню, вказуються відповідним уповноваженим органам ОПР з урахуванням можливостей конкретної радіолокаційної системи точно визначати місцеперебування ПК, а також факторів, які можуть негативно впливати на точність радіолокаційної інформації (наприклад, відстань ПК від радіолокатора).

5.4.4. На етапах заходу на посадку та вильоту ПК використовуються такі мінімуми радіолокаційного ешелонування, які пов’язані з турбулентністю в сліді (табл. 5.1).

5.4.5. За будь-яких обставин не дозволяється доторкання або накладання радіолокаційних відображень місцеположення ПК, за винятком випадків, коли між цими ПК забезпечується вертикальне ешелонування.

Таблиця 5.1

**Мінімуми радіолокаційного ешелонування
пов’язані з турбулентністю в сліді**

Категорія ПК		Мінімум ешелонування, км (м.м.)
ПК, що прямує попереду	ПК, що прямує позаду	
Важкий	Важкий	7,4 (4,0)
	Середній	9,3 (5,0)
	Легкий	11,1 (6,0)
Середній	Легкий	9,3 (5,0)

Примітка: Мінімуми вказані в п. 5.4.4, застосовують у випадках, коли:

– ПК виконує політ безпосередньо за іншим ПК на тій самій висоті або на 300 м (1000 футів) нижче;

– обидва ПК використовують одну ЗПС або паралельні ЗПС, розміщені на відстані, меншій за 760 м одна від одної;

– ПК перетинає слід іншого ПК на тій самій висоті або на 300 м (1000 футів) нижче.

5.4.6. Радіолокаційне ешелонування не забезпечується між ПК, що виконують політ у зоні очікування над одним і тим же пунктом очікування.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ (ТЕСТ 5)

1. Від органу КПП не вимагається застосування ешелонування у разі турбулентності в сліді стосовно ПК, що прибувають, якщо:

- а) ПК виконують посадку за ПВП на різні ЗПС;
- б) у візуальних метеорологічних умовах;
- в) усі ПК виконують польоти за ПВП;
- г) ПК виконують посадку за ПВП на одну ЗПС.

2. Мінімум вертикального ешелонування нижчий від ешелону польоту 290 становить:

- а) 300 футів (100 м);
- б) 300 м (1000 футів);
- в) 600 м;
- г) 2000 футів.

3. У разі польотів ПК на одному рівні польоту по одній лінії шляху, якщо швидкість першого ПК на 50 км/год більша від швидкості другого ПК, мінімум поздовжнього ешелонування, що ґрунтується на часі, становить:

- а) 5 хв;
- б) 10 хв;
- в) 15 хв;
- г) 20 хв.

4. Мінімуми ешелонування можуть бути зменшені за рішенням:

- а) органу ОНР та згодою командира ПК;
- б) командира ПК;
- в) відповідного повноважного органу ОНР;
- г) забороняється зменшення мінімумів.

5. Доторкання або накладання радіолокаційних відображень місцеположення ПК:

- а) дозволяється за будь-яких обставин;
- б) не дозволяється, коли між ПК забезпечується вертикальне ешелонування;
- в) не дозволяється за будь-яких обставин;
- г) дозволяється, коли між ПК забезпечується вертикальне ешелонування.

6. Мінімум горизонтального ешелонування за РЛК становить:

- а) 9,3 км (5,0 м.м.);
- б) 7,4 км (4,0 м.м.);
- в) 11,1 км (6,0 м.м.);
- г) 13 км (7,0 м.м.)

7. У разі польотів ПК на одному ешелоні по одній і тій же лінії шляху мінімуми поздовжнього ешелонування, що ґрунтується на часі, становлять:

- а) 5 хв;
- б) 10 хв;
- в) 15 хв;
- г) 20 хв.

8. Лінія шляху з магнітним шляховим кутом 150° відносно лінії шляху з магнітним шляховим кутом 055° вважається:

- а) протилежного напрямку;
- б) що перетинається;
- в) одного напрямку;
- г) однією й тією самою.

9. Зменшити мінімум ешелонування в районі аеродромів може:

- а) екіпаж ПК за згодою авіакомпанії;
- б) орган ОПр;
- в) екіпаж ПК;
- г) орган ОПр за погодженням з керівництвом.

10. Радіолокаційне ешелонування не забезпечується між ПК, що:

- а) виконують політ у зоні очікування над різними пунктами;
- б) виконують політ у зоні очікування над одним і тим самим пунктом;
- в) вилітають та виконують посадку на одну ЗПС;
- г) вилітають та виконують посадку на різні ЗПС.

11. На етапі заходу на посадку важкого ПК після важкого ПК використовують мінімум радіолокаційного ешелонування:

- а) 9,3 км (5,0 м.м.);
- б) 5,6 км (3,0 м.м.);
- в) 11,1 км (6,0 м.м.);
- г) 7,4 км (4,0 м.м.).

12. За рішенням повноважного органу ОПП мінімум радіолокаційного ешелонування може бути зменшений, але не нижче, ніж до:

- а) 6 км, якщо кваліфікація диспетчера дозволяє це зробити;
- б) 5 км, якщо можливості обладнання дозволяють це зробити;
- в) 6,5 км, якщо кваліфікація диспетчера дозволяє це зробити;
- г) 6 км, якщо можливості обладнання дозволяють це зробити.

13. Лінії шляху вважаються протилежного напрямку, якщо кутова різниця між ними становить:

- а) менше 45° чи більше 315° ;
- б) менше 135° чи більше 225° ;
- в) більше 135° , але менше 225° ;
- г) більше 45° чи менше 315° .

14. У разі використання *VOR* мінімум бічного ешелонування забезпечується, якщо ПК перебувають на радіалах, що розходяться під кутом, не меншим за:

- а) 25° , і хоча б один ПК на відстані 28 км від *VOR*;
- б) 15° , і хоча б один ПК на відстані 38 км від *VOR*;
- в) 30° , і хоча б один ПК на відстані 28 км від *VOR*;
- г) 15° , і хоча б один ПК на відстані 28 км від *VOR*.

15. Мінімум нерадіолокаційного поздовжнього ешелонування для посадки на одну ЗПС середнього ПК після важкого ПК становить:

- а) 2 хв;
- б) 1 хв;
- в) 45 с;
- г) 30 с.

16. Правила застосування скорочених мінімумів радіолокаційного ешелонування:

- а) публікуються в аеронавігаційних картах;
- б) публікуються в *NOTAM* та повідомляються екіпажам ПК;
- в) повідомляються екіпажам ПК під час входження до РПІ;
- г) публікуються в *AIP*.

17. Між ПК, що виконують політ по одній і тій самій лінії шляху на одному ешелоні, мінімум поздовжнього ешелонування у разі використання *DME*, що ґрунтується на відстані, становить:

- а) 19 км (10 м.м.);
- б) 37 км (20 м.м.);
- в) 9,5 км (5 м.м.);
- г) 28,5 км (15 м.м.) .

18. Кут розходження радіанів для визначення мінімуму бічного ешелонування буде менший в умовах використання:

- а) *DME*;
- б) *VOR*;
- в) *NDB*;
- г) методу зчислення.

19. Між ПК, що виконують політ по лініях шляху, що перетинаються мінімуми поздовжнього ешелонування, що ґрунтується на часі:

- а) 20 хв у точці перетинання ліній шляху;
- б) 15 хв у точці перетинання ліній шляху;
- в) 10 хв у точці перетинання ліній шляху;
- г) 5 хв у точці перетинання ліній шляху.

20. За нерадіолокаційного контролю, якщо безпосередньо після зльоту ПК повинні летіти по лініях шляху, що розходяться під кутом, не меншим за 45° , дотримується інтервал:

- а) 3 хв;
- б) 2 хв;
- в) 1 хв;
- г) 30 с.

21. У разі використання *NDB* мінімум бічного ешелонування забезпечується, якщо ПК перебувають на радіалах, що розходяться під кутом, не меншим за:

- а) 30° , і хоча б один ПК на відстані 28 км від *NDB*;
- б) 15° , і хоча б один ПК на відстані 38 км від *NDB*;
- в) 25° , і хоча б один ПК на відстані 28 км від *NDB*;
- г) 15° , і хоча б один ПК на відстані 28 км від *NDB*.

22. Який ПК має перевагу виконувати політ на крейсерському рівні польоту?

- а) у якого довший маршрут польоту;
- б) що перебуває на цьому рівні;
- в) більш важкий;
- г) з більшою швидкістю.

23. Лінії шляху вважають одного напрямку, якщо кутлова різниця між ними становить:

- а) менше 45° чи більше 315° ;
- б) менше 135° чи більше 225° ;
- в) більше 135° , але менше 225° ;
- г) більше 45° чи менше 315° .

24. На етапі заходу на посадку легкого ПК після важкого ПК використовують мінімум радіолокаційного ешелонування:

- а) 7,4 км (4,0 м.м.);
- б) 5,6 км (3,0 м.м.);
- в) 11,1 км (6,0 м.м.);
- г) 9,3 км (5,0 м.м.).

25. На етапі заходу на посадку легкого ПК за середнім ПК використовують мінімум радіолокаційного ешелонування:

- а) 7,4 км (4,0 м.м.);
- б) 5,6 км (3,0 м.м.);
- в) 11,1 км (6,0 м.м.);
- г) 9,3 км (5,0 м.м.).

6. МІНІМУМИ ЕШЕЛОНУВАННЯ В ПОВІТРЯНОМУ ПРОСТОРІ УКРАЇНИ

6.1. Мінімальні інтервали поздовжнього ешелонування під час польотів за правилами візуальних польотів

Між ПК, що прямують по одному маршруту на одному ешелоні (висоті), – 2 км (рис 6.1).

У момент перетинання ешелону (висоти) польоту, зайнятого іншим ПК, а також перетинання маршруту польоту на одному ешелоні (висоті) (рис 6.1):

- 2 км для ПК зі швидкостями польоту 300 км/год і менше;
- 5 км для ПК зі швидкостями польоту 301 – 550 км/год.

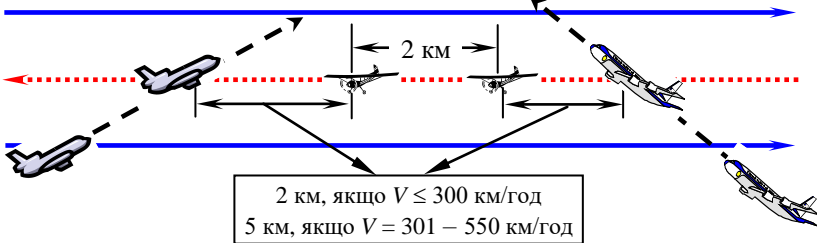


Рис. 6.1. Мінімальна відстань між ПК для польотів за ПВП

Під час польотів за ПВП обходити перешкоди, що спостерігаються за курсом ПК, слід зазвичай з правого боку на відстані від перешкод, що не перевищує 500 м.

Обгін ПК, що летить попереду, за ПВП потрібно виконувати з правого боку з інтервалом не меншим за 500 м (рис 6.2).

Повітряним кораблем, що здійснює обгін, вважається ПК, який наближається до ПК, що летить попереду, з курсом, що відрізняється від його курсу менше ніж на 70° (рис 6.2).

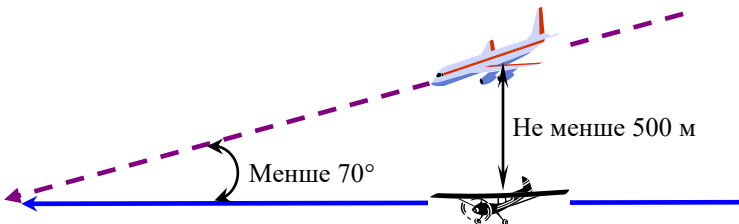


Рис 6.2. Обгін ПК

Повітряні кораблі, які мають більшу швидкість, можуть обганяти ПК з меншою швидкістю до третього розвороту із зовнішнього боку аеродромного кола і з бічним інтервалом, що не менше за 500 м (рис. 6.3).

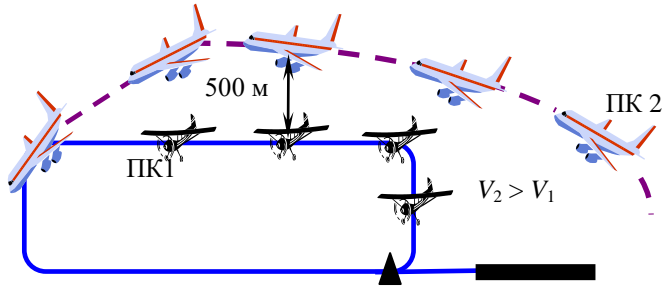


Рис 6.3. Ешелонування ПК під час обгону

У разі польотів ПК по лініях шляху, що перетинаються на тому самому ешелоні (висоті), їхні командири повинні, спостерігаючи ПК зліва, зменшити, а справа збільшити висоту польоту так, щоб різниця висот забезпечувала безпечне розходження ПК.

Якщо змінити висоту неможливо (через хмарність, за польотів на мінімальній висоті або через інші обмеження), командири зобов'язані, відвернувши ПК, забезпечити їх безпечне розходження.

У процесі маневру розходження екіпаж кожного ПК зобов'язаний постійно спостерігати за іншим ПК.

У разі ненавмисного зближення на зустрічних курсах кожен командир повинен відвернути свій ПК вправо для їх розходження лівими бортами.

6.2. Мінімальні часові інтервали поздовжнього ешелонування за правилами польотів за приладами в разі нерадіолокаційного контролю

Між ПК, що прямують по одному маршруту на одному ешелоні (висоті):

- по повітряних трасах, установлених маршрутах і в зоні підходу – 10 хв (рис 6.4);
- під час виконання маневру за схемою заходу на посадку в зоні зльоту й посадки – 3 хв (рис 6.5).

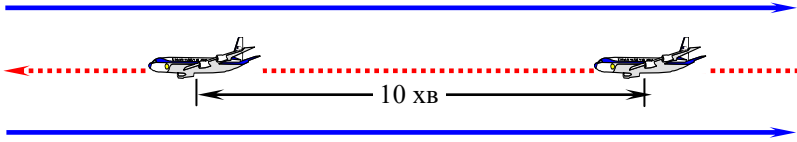


Рис 6.4. Ешелонування по повітряних трасах, установлених маршрутах і в зоні підходу

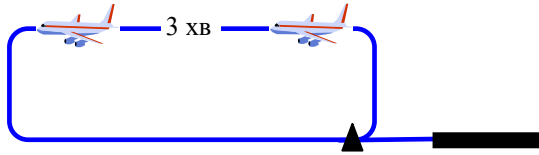


Рис 6.5. Ешелонування під час виконання маневру за схемою заходу на посадку

У разі перетинання попутного або зустрічного рівня польоту, зайнятого іншим ПК, – 20 хв у момент перетинання (рис 6.6).

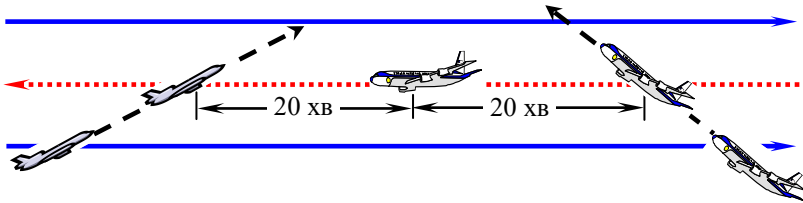


Рис 6.6. Ешелонування у разі перетинання попутного або зустрічного рівня польоту

Між ПК, що прямують на маршрутах, що перетинаються (за кутів перетинання не меншими за 70°), на одному рівні польоту – 15 хв у момент перетинання (рис. 6.7).

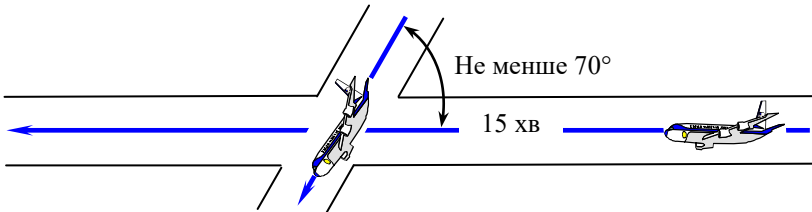


Рис 6.7. Ешелонування між ПК, що прямують на маршрутах, що перетинаються

Без застосування безперервного радіолокаційного контролю в районі аеродрому в разі польотів за ППП на одній висоті може перебувати не більше одного ПК.

Між ПК, що виконують польоти за ПВП і ППП (спеціальними ПВП), інтервали поздовжнього ешелонування мають бути не меншими за установлені для польотів за ППП.

Мінімальний часовий інтервал між зльотом і посадкою ПК:

– у разі польотів з однієї ЗПС і паралельних ЗПС, відстань між осями яких менша за 1000 м, – 45 с (рис 6.8 та 6.9);

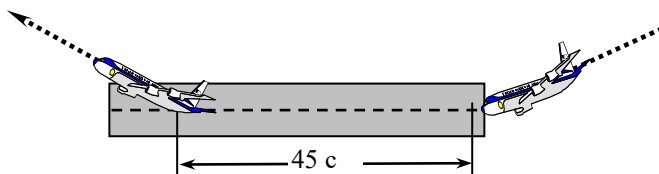


Рис. 6.8. Виконання польотів з однієї ЗПС

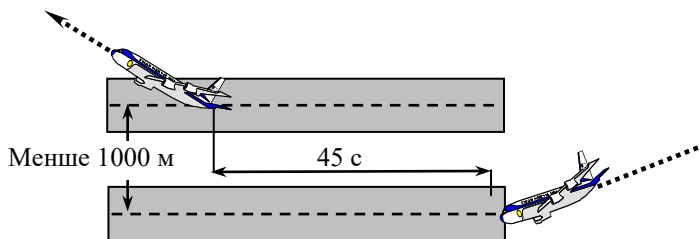


Рис 6.9. Виконання польотів з паралельних ЗПС, відстань між осями яких не перевищує 1000 м

– у разі польотів з паралельних ЗПС, відстань між осями яких 1000 м і більше, – 30 с (рис. 6.10).

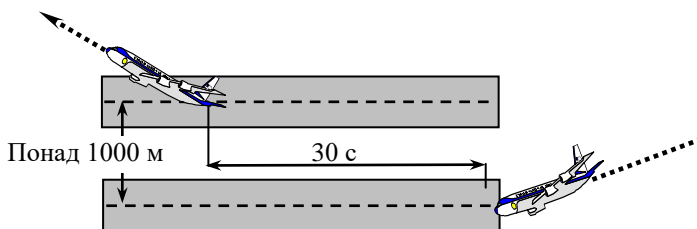


Рис 6.10. Виконання польотів з паралельних ЗПС, відстань між осями яких 1000 м і більше

Мінімальні часові інтервали у разі зльоту з однієї ЗПС або паралельних ЗПС, відстань між осями яких менша за 1000 м, установлюються (рис. 6.11):

- для легких ПК, що прямують за середніми й важкими – 3 хв;
- для важких та середніх ПК, що прямують за важкими, – 2 хв;
- у всіх інших випадках – не менш 1 хв.

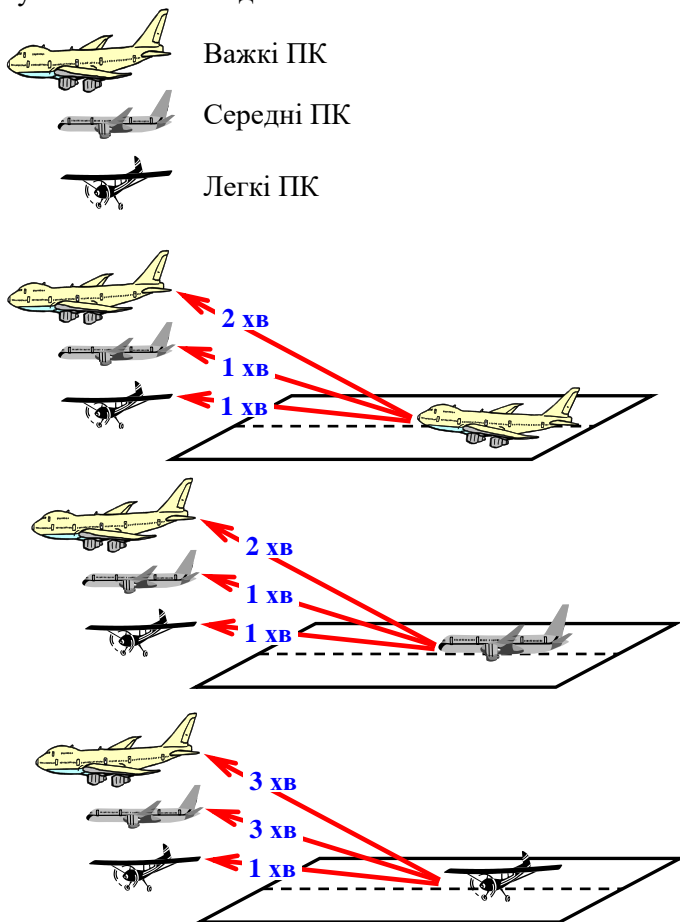


Рис. 6.11 Мінімальні часові інтервали у разі зльоту з однієї ЗПС або паралельних ЗПС, відстань між осями яких менша за 1000 м

У разі зльоту легких або середніх ПК із середньої частини ЗПС або паралельних ЗПС, відстань між осями яких менша ніж

1000 м, за важкими ПК, що злітають від її початку, мінімальний часовий інтервал становить 3 хв.

Мінімальні часові інтервали для посадки на одну ЗПС або паралельні ЗПС, відстань між осями яких менша за 1000 м, встановлюють такі:

- для легких ПК, що прямують за середніми й важкими – 3 хв;
- для середніх і важких ПК, що прямують за важкими – 2 хв;
- у всіх інших випадках – не менше 1 хв.

6.3. Мінімуми радіолокаційного ешелонування

Мінімальна відстань між ПК, що прямують одним маршрутом на одному рівні, становить:

– за встановленими маршрутами ОНР у диспетчерських районах (*ACC* – *Area Control Centre*, *APP* – *Approach control service*) – 20 км (рис. 6.12);

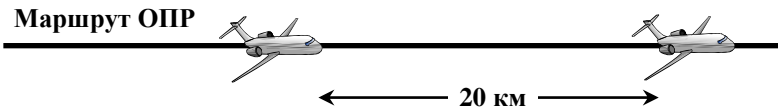


Рис. 6.12. Мінімальна відстань між ПК у районах *ACC*, *APP*

– у диспетчерському районі *APP* (*TMA*) з використанням АС КНР за винятком сегментів заходження на посадку – 10 км (рис. 6.13);

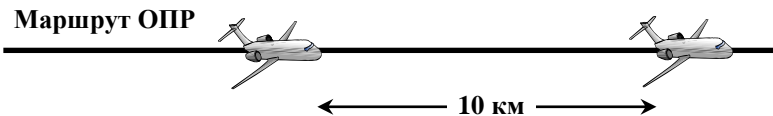


Рис. 6.13. Мінімальна відстань між ПК з використанням АС КНР

На сегментах заходження на посадку та на етапі вильоту (у межах диспетчерської зони – на висотах польоту 1700 м і нижче) застосовують такі мінімуми радіолокаційного горизонтального ешелонування, що пов'язані з турбулентністю у сліді (рис 6.14):

- важкий ПК за важким – 8 км;
- середній ПК за важким та легкий ПК за середнім – 10 км;
- легкий ПК за важким – 12 км;
- в усіх інших випадках – 6 км.

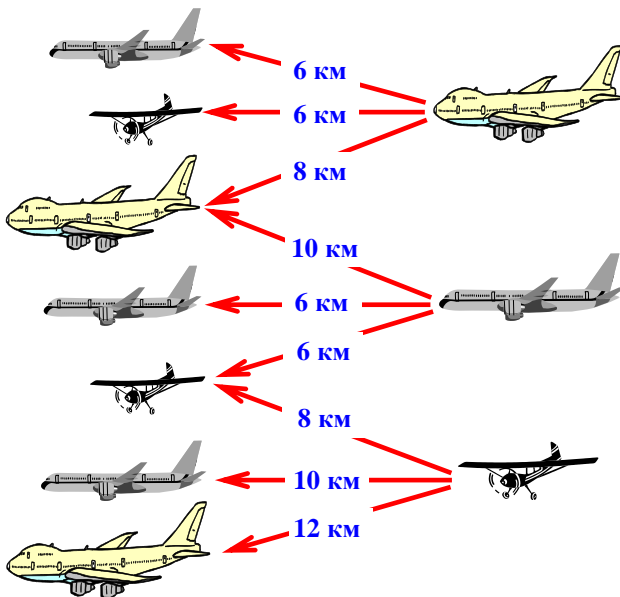


Рис. 6.14. Мінімальна відстань між ПК на сегментах заходження на посадку та на етапі вильоту

Мінімуми 6, 8, 10 або 12 км застосовують у випадках, коли:

а) ПК виконує політ безпосередньо за іншим ПК на тій самій висоті або меншій ніж 300 м (1000 футів) нижче (рис. 6.15);

Сегмент заходження на посадку та на етапі вильоту (у межах *CTR*)

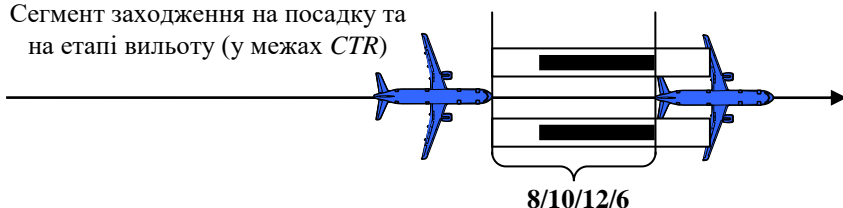


Рис. 6.15. Використання однієї ЗПС

б) обидва ПК використовують одну ЗПС або паралельні ЗПС, розміщені на відстані, меншій за 760 м одна від одної;

в) ПК перетинає слід іншого ПК на тій самій висоті або на 300 м (1000 футів) нижче (рис. 6.16).

Сегмент заходження на посадку та на етапі вильоту (у межах *CTR*)

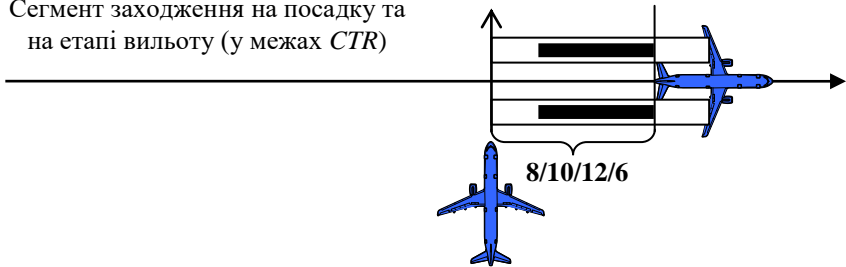


Рис. 6.16. Перетинання сліду іншого ПК

У диспетчерських районах (*СТА, ТМА*):

– у разі прямування на одному рівні на треках, що перетинаються, незалежно від кута перетинання треків – 20 км (мінімальна відстань, менше за яку ПК не повинні наблизитися один до одного) (рис.6.17);

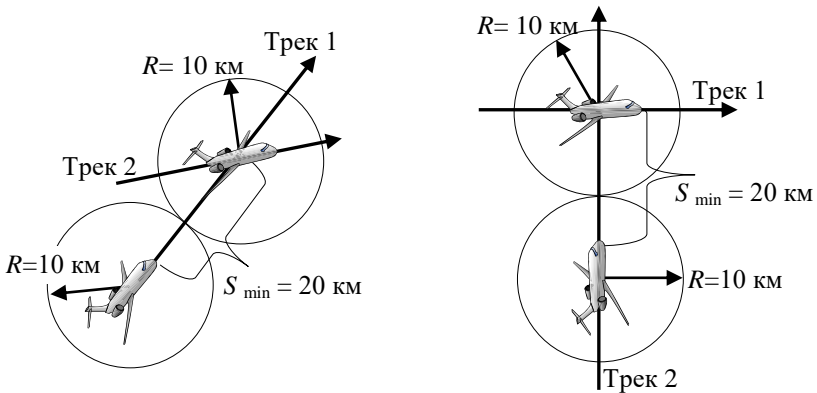


Рис. 6.17. Мінімуми ешелонування у разі прямування на одному рівні на треках, що перетинаються

– у разі перетинання рівня на зустрічних треках – поздовжній інтервал 30 км у момент перетинання зайнятого рівня або бічний інтервал 20 км у момент перетинання рівня (без урахування поздовжнього інтервалу) за умови несходження треків (рис. 6.18);

– у разі перетинання рівня на попутних треках – поздовжній інтервал 20 км у момент перетинання рівня або бічний інтервал – 10 км у момент перетинання рівня (без урахування поздовжнього інтервалу) за умови несходження треків (рис. 6.18).

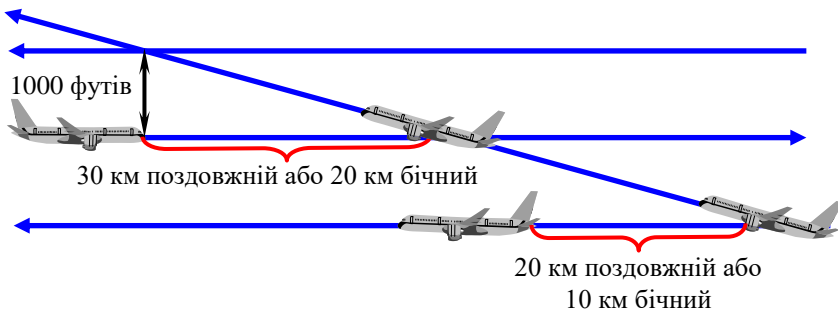


Рис. 6.18. Мінімуми ешелонування під час перетинання рівня на попутних та зустрічних треках у *СТА*, *ТМА*

У диспетчерському районі (*ТМА*) у разі перетинання рівня на попутних треках з використанням АС КРР – поздовжній інтервал 10 км у момент перетинання рівня або бічний інтервал – 10 км у момент перетинання рівня за умови несходження треків (рис. 6.19).



Рис. 6.19. Мінімуми ешелонування під час перетинання рівня на попутних треках у *ТМА* з використанням АС КРР

Мінімум радіолокаційного горизонтального ешелонування ПК відносно зон обмеження польотів (заборонених зон) становить 10 км, якщо є впевненість у тому, що цей мінімум не враховано під час встановлення зони обмеження польотів (заборонених зон).

6.4. Вертикальне ешелонування

Мінімум вертикального ешелонування (*VSM*) становить 300 м (1000 футів) нижче від ешелону польоту 290 (табл. 6.1), за винятком повітряного простору з *RVSM*.

Вертикальне ешелонування у повітряному просторі з *RVSM*. Між ПК, затвердженими до польотів з *RVSM*, забезпечується *VSM* 300 м (1000 футів) (табл. 6.2).

**Таблиця крейсерських ешелонів польоту
у повітряному просторі України**

Лінія шляху *							
Від 000 до 179°				Від 180 до 359°			
Польоти за ППП		Польоти за ПВП		Польоти за ППП		Польоти за ПВП	
Номер ешелону	Ешелон/ Абсолютна висота ,м * *	Номер ешелону	Ешелон/ Абсолютна висота ,м * *	Номер ешелону	Ешелон/ Абсолютна висота ,м * *	Номер ешелону	Ешелон/ Абсолютна висота ,м * *
30	900	35	1050	40	1200	45	1350
50	1500	55	1700	60	1850	65	2000
70	2150	75	2300	80	2450	85	2600
90	2750	95	2900	100	3050	105	3200
110	3350	115	3500	120	3650	125	3800
130	3950	135	4100	140	4250	145	4400
150	4550	155	4700	160	4900	165	5050
170	5200	175	5350	180	5500	185	5650
190	5800	195	5950	200	6100	205	6250
210	6400	215	6550	220	6700	225	6850
230	7000	235	7150	240	7300	245	7450
250	7 60 0	255	7750	260	7900	265	8100
270	8250	275	8400	280	8550	285	8700
290	8850	300	9150	310	9450	320	9750
330	10050	340	10350	350	10 650	360	10950
370	11300	380	11600	390	11900	400	12200
410	12500	420	12800	430	13100	440	13400
450	13700	460	14000	470	14350	480	14650
490	14950	500	15200	510	15550	520	15850
і т.д.	і т.д.	і т.д.	і т.д.	і т.д.	і т.д.	і т.д.	і т.д.

* Лінія шляху, напрямок якої у диспетчерських районах визначається за істинним меридіаном, а у диспетчерських зонах – за магнітним меридіаном.

** Крейсерські ешелони, на яких виконуються політ або частина польоту, визначаються:

а) ешелонами під час польотів на найнижчому з використовуваних ешелонів, або вище від цього ешелону, або, де це застосовують, вище від абсолютної висоти переходу;

б) абсолютними висотами під час польотів нижче від найнижчого з використовуваних ешелонів, або, де це застосовують, на абсолютній висоті переходу або нижче від неї.

Таблиця 6.2

**Таблиця крейсерських ешелонів польоту
в повітряному просторі України у районах,
де застосовують мінімум вертикального ешелонування
300 м між ешелонами польоту 8850 м (номер ешелону 290)
і 12500 м (номер ешелону 410) включно**

Лінія шляху							
Від 000 до 179°				Від 180 до 359°			
Польоти за ППП		Польоти за ПВП		Польоти за ППП		Польоти за ПВП	
Номер ешелону	Ешелон/ Абсолютна висота ,м	Номер ешелону	Ешелон/ Абсолютна висота ,м	Номер ешелону	Ешелон/ Абсолютна висота ,м	Номер ешелону	Ешелон/ Абсолютна висота ,м
10	300	—	—	20	600	—	—
30	900	35	1050	40	1200	45	1350
50	1500	55	1700	60	1850	65	2000
70	2150	75	2300	80	2450	85	2600
90	2750	95	2900	100	3050	105	3200
110	3350	115	3500	120	3650	125	3800
130	3950	135	4100	140	4250	145	4400
150	4550	155	4700	160	4900	165	5050
170	5200	175	5350	180	5500	185	5650
190	5800	195	5950	200	6100	205	6250
210	6400	215	6550	220	6700	225	6850
230	7000	235	7150	240	7300	245	7450
250	7600	255	7750	260	7900	265	8100
270	8250	275	8400	280	8550	285	8700
290	8850	—	—	300	9150	—	—
310	9450	—	—	320	9750	—	—
330	10050	—	—	340	10350	—	—
350	10650	—	—	360	10950	—	—
370	11300	—	—	380	11600	—	—
390	11900	—	—	400	12200	—	—
410	12500	—	—	430	13100	—	—
450	13700	—	—	470	14350	—	—
490	14950	—	—	510	15500	—	—
і т.д.	і т.д.	і т.д.	і т.д.	і т.д.	і т.д.	і т.д.	і т.д.

Якщо державний ПК, що виконує політ як загальний повітряний рух, затверджений до польотів з *RVSM*, між ним та іншим затвердженням до польотів з *RVSM* ПК застосовують *VSM* 300 м (1000 футів).

Органи ОПП забезпечують *VSM* 600 м (2000 футів) між державними ПК, не затвердженими до польотів з *RVSM*, та будь-якими іншими ПК.

У перехідному повітряному просторі з *RVSM* органи ОПП забезпечують *VSM* 600 м (2000 футів) між будь-якими ПК, не затвердженими до польотів з *RVSM* (державними або цивільними), та іншими ПК. У всіх випадках, коли ПК, не затверджений до польотів з *RVSM*, виконує політ у межах повітряного простору з *RVSM*, між ним та іншим ПК забезпечується *VSM* 600 м (2000 футів).

Органи ОПП забезпечують *VSM* 600 м (2000 футів) між усіма груповими польотами державних ПК та будь-якими іншими ПК, що виконують польоти у повітряному просторі з *RVSM*.

У випадках відмови радіозв'язку між органом ОПП та екіпажем ПК орган ОПП має забезпечувати *VSM* 600 м (2000 футів) між ПК, з яким втрачено зв'язок, та будь-яким іншим ПК.

Якщо сектор РДЦ, що виконує завдання переходу, має спільну межу з повітряним простором іншої держави, де застосовується *VSM* 500 м, то в межах цього сектору може застосовуватись *VSM* 500 м між не затвердженим до *RVSM* ПК та будь-яким іншим ПК.

Вертикальне ешелонування в заборонених зонах, зонах обмеження польотів або небезпечних зонах. Усі ПК, що виконують польоти в заборонених зонах, зонах обмеження польотів або небезпечних зонах, вважаються такими, що не затверджені до польотів з *RVSM*.

Необхідний *VSM* між вертикальними межами повітряного простору з обмеженнями й резервуванням та іншими ПК, що не беруть участі в такій діяльності та виконують польоти у повітряному просторі з *RVSM*, має бути:

- 600 м (2000 футів) вище від верхньої межі зони вищевказаної діяльності для верхніх меж – на *FL* 290 і вище;
- 600 м (2000 футів) нижче від нижньої межі вищевказаної діяльності для нижніх меж – на *FL* 300 і вище.

У повітряному просторі, де відповідальні органи ОПП мають повну інформацію про статус затвердження до польотів з *RVSM* усіх ПК, можливе застосування *VSM* 300 м (1000 футів) між ПК, затвердженими до польотів з *RVSM*.

6.5. Мінімуми ешелонування у разі обслуговування літера «А»

Для виконання польотів рейсу літера «А» виділяється повітряний простір:

1) у разі виконання польотів за ПВП на ешелонах та за ППП:

а) у горизонтальній площині:

– за наявності радіолокаційного контролю – подвійні інтервали поздовжнього та бокового ешелонування;

– без радіолокаційного контролю – по 50 км по обидва боки від осі маршруту та по 15 хв до і після прольоту ПК, що виконує рейс літера «А»;

б) у вертикальній площині:

– на ділянці горизонтального польоту – одинарний, а на ділянках набору висоти (зниження) до заданого ешелону (заданої висоти) польоту – подвійний інтервал вертикального ешелонування у напрямку набору висоти (зниження). В окремих випадках у вертикальній площині виділяються три суміжні ешелони;

2) у разі виконання польотів за ПВП на висотах, нижчих від нижнього ешелону:

а) у вертикальній площині – до висоти, на 300 м вищої від запланованої висоти польоту;

б) у горизонтальній площині – по 10 км по обидва боки від осі маршруту, а також по 10 хв до і після прольоту його ділянок ПК, що виконує рейс літера «А».

6.6. Потрібні навігаційні характеристики та розміри буферних зон

Польоти за маршрутами ОПР у РПІ вище від *FL 275* здійснюються за методом зональної навігації із застосуванням обладнання базової зональної навігації. Для маршрутів ОПР встановлюють потрібні навігаційні характеристики за типом *RNP5*.

У РПІ нижче від *FL 275* для маршрутів ОПР установлюють ширину коридору ± 5 км ($\pm 2,7$ м.м.).

Для забезпечення безпеки під час виконання польотів та планування використання повітряного руху навколо заборонених зон, зон обмеження польотів та небезпечних зон установлюють буферні зони таких розмірів.

У горизонтальній площині:

– 9,3 км (5 м.м.) – у випадках, коли в зазначених зонах проводяться пуски ракет, стрільби для здійснення впливу на гідрометеорологічні процеси та/або виконуються польоти ПК з приладовими швидкостями понад 300 км/год;

– 5 км (2,7 м.м.) – у випадках, коли в зазначених зонах проводиться вибухонебезпечна діяльність (вибухові роботи, застосування вибухових пристроїв військового озброєння, усі види стрільб) та/або виконуються польоти ПК із приладовими швидкостями меншими ніж 300 км/год.

У вертикальній площині – 300 м вище верхньої межі зазначених зон та/або нижче від нижньої межі зони, якщо нижня межа встановлюється не від земної поверхні.

Навколо заборонених зон буферні зони не встановлюють, якщо в них не проводиться діяльність щодо використання повітряного простору.

У разі одночасного проведення діяльності з використання повітряного простору в декількох зонах, віддалених одна від одної менш ніж на 9,3 або 5 км (залежно від приладових швидкостей ПК), або примикають одна до одної, установлюють єдину буферну зону від зовнішніх меж цих зон, розмір якої визначається залежно від характеру діяльності в цих зонах.

Розміри буферних зон публікують у АІР.

Під час розроблення зон обмеження польотів та небезпечних зон межі таких зон визначають з урахуванням обов'язкового безпечного інтервалу, який установлюють:

а) *у горизонтальній площині* – виходячи з характеру діяльності щодо використання повітряного простору в самій зоні та без впливу на іншу діяльність у повітряному просторі поза межами зони;

б) *у вертикальній площині* – між максимальною за висотою межею діяльності у зоні та верхньою межею самої зони:

– 600 м для зон, у яких виконуються польоти ПК та/або проводиться вибухонебезпечна діяльність та/або усі види стрільб;

– 300 м для зон, у яких проводяться стрільби до дійсної висоти 150 м.

Польоти ПК поза маршрутами ОПР на FL 275 або вище мають виконуватися на відстані, що не менша за 18,5 км (10 м.м.) від осі маршрутів ОПР та не менша ніж 15 км (8,1 м.м.) – нижче FL 275.

6.7. Інформація про рівень на підставі використання режиму C

Для визначення точності інформації про висоту, отриманої від відповідача, що працює в режимі C, та виведеної на індикатор диспетчера, використовують допуск, що дорівнює ± 60 м (± 200 футів) у повітряному просторі із RVSM, в іншому повітряному просторі ± 90 м (± 300 футів).

Точність інформації про висоту польоту, отримуваної в режимі C, що виводиться на радіолокаційний дисплей, перевіряється, принаймні, один раз кожним органом ОПП, оснащеним відповідним обладнанням, під час початкового встановлення радіозв'язку з відповідним екіпажем ПК. Перевірку виконують одночасним порівнянням даних про висоту польоту за показниками висотоміра з даними, які отримують за допомогою каналів радіотелефонного зв'язку від екіпажу ПК. Про таку перевірку не варто інформувати екіпаж ПК, якщо згідно з інформацією висота польоту в межах установленого допустимого значення.

Якщо за інформацією про висоту польоту, що відображається на радіолокаційному дисплеї, її рівень перевищує встановлене допустиме значення або в ході перевірки виявляється невідповідність, яка перевищує встановлені допустимі значення, диспетчер сповіщає про це екіпаж ПК та видає йому вказівку перевірити встановлення значення тиску й підтвердити висоту польоту.

Якщо після перевірки встановленого тиску на шкалі барометричного висотоміра зберігається невідповідність інформації про висоту, то залежно від обставин диспетчер виконує такі дії:

а) видає вказівку пілоту припинити передачу в режимі C за умови, якщо це не вплине на роботу його відповідача в режимі A, а наступні диспетчерські пункти або органи ОПП, які причетні до обслуговування цього ПК, інформуються про виконані дії;

б) інформує екіпаж ПК про невідповідність показників значення висоти та видає вказівку продовжувати роботу відповідача в режимі C з тим, щоб не допустити втрати інформації про місцеперебування та пізнавальний індекс ПК, а наступний диспетчерський пункт або орган ОПП за маршрутом польоту, що має причетність до обслуговування цього ПК, інформується про виконані дії.

Критерієм, використовуваним для визначення того, що ПК

зайняв конкретний рівень, є значення ± 60 м (± 200 футів) у повітряному просторі з *RVSM*. В іншому повітряному просторі він становить ± 90 м (± 300 футів).

Якщо отримана в режимі *C* інформація про висоту польоту свідчить про те, що ПК перебуває в межах відповідних допусків, його розглядають як такий, що підтримує заданий рівень.

Повітряний корабель, який отримав дозвіл на звільнення рівня польоту, розглядається як такий, що почав виконання цього маневру та звільнив рівень польоту, зайнятий ним раніше, коли згідно з отриманою в режимі *C* інформацією про висоту польоту цей ПК переміщується в очікуваний бік більше ніж на 90 м (300 футів) відносно рівня польоту, що підтримувався раніше.

Повітряний корабель, який набирає висоту або знижується, розглядається як такий, що перетинає рівень польоту, коли згідно з отриманою в режимі *C* інформацією про його висоту польоту цей ПК пройшов цей рівень польоту у відповідний бік та віддалився від нього більше ніж на 90 м (300 футів).

Повітряний корабель розглядається як такий, що зайняв вказаний у дозволі рівень польоту, коли згідно з отриманою в результаті трьох послідовних відповідей в режимі *C* інформацією про висоту польоту цей ПК є у межах відповідних допусків від заданого рівня польоту.

У разі застосування АС КПП диспетчера може бути невідома частота оновлення даних, отриманих у режимі *C*. У зв'язку з цим в інструкціях для диспетчерів потрібно вказувати кількість циклів повторення інформації, або часовий інтервал, що відповідає трьом послідовним оновленням.

Утручання диспетчера потрібне тільки в тому разі, коли розбіжності між даними про висоту польоту на індикаторі диспетчера та передані пілотом перевищують вказані вище значення.

За відповідних обставин не слід очікувати від екіпажу ПК доповіді про зайняття рівня польоту, якщо на це не було надано відповідної вказівки диспетчера а екіпаж заздалегідь інформовано, що ПК ідентифікований і перебуває під радіолокаційним контролем.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ (ТЕСТ 6)

1. Мінімальний інтервал поздовжнього ешелонування між ПК, що прямують за ПВП по одному маршруту на одному рівні становить:

- а) 5 км;
- б) 5 км для ПК зі швидкостями польоту 301 – 550 км/год;
- в) 2 км;
- г) 2 км для ПК зі швидкостями польоту 300 км/год і менше.

2. У РПІ нижче від *FL275* для маршрутів ОПР встановлено ширину коридору:

- а) ± 10 км (± 5.4 м.м.);
- б) ± 5 км (± 2.7 м.м.);
- в) $\pm 9,3$ км (± 5 м.м.);
- г) ± 6 км (± 2.7 м.м.).

3. У разі перетинання зустрічного рівня, зайнятого іншим ПК, за нерадіолокаційного керування за ППП – ... у момент перетинання.

- а) 5 хв;
- б) 15 хв;
- в) 20 хв;
- г) 10 хв.

4. Скорочений мінімум вертикального ешелонування 300 м застосовують між ешелонами польоту:

- а) 8750 м (*FL 290*) і 12500 м (*FL 410*) включно;
- б) 8850 м (*FL 290*) і 12500 м (*FL 410*);
- в) 8850 м (*FL 290*) і 12500 м (*FL 420*) включно;
- г) 8850 м (*FL 290*) і 12500 м (*FL 410*) включно.

5. Мінімум радіолокаційного горизонтального ешелонування для вильоту легкого ПК услід за середнім ПК становить:

- а) 8 км;
- б) 6 км;
- в) 10 км;
- г) 12 км.

6. Легкі ПК – це усі типи ПК масою:

- а) 7000 кг;
- б) менше 8000 кг;
- в) менше 7000 кг;
- г) 7000 кг або менше.

7. У разі обслуговування рейсу літера «А» у вертикальній площині на ділянці набору висоти до заданого *FL* має бути інтервал:

- а) одинарний;
- б) подвійний;
- в) не менше 300 м (1000 футів);
- г) не менше 500 м (1500 футів).

8. Мінімальний інтервал поздовжнього ешелонування за ПВП між ПК у момент перетинання маршруту польоту на одному рівні становить:

- а) 5 км для ПК зі швидкістю польоту 300 – 550 км/год;
- б) 2 км для ПК зі швидкістю польоту менше 300 км/год;
- в) 5 км для ПК зі швидкістю польоту 301 – 550 км/год;
- г) 2 км.

9. У диспетчерському районі (*TMA*) при перетинанні рівня на попутних треках із застосуванням АС КПП бічний інтервал становить:

- а) 20 км без сходження треків;
- б) 10 км;
- в) 20 км;
- г) 10 км без сходження треків.

10. Середні ПК – це всі типи ПК масою:

- а) меншою за 126000 кг, але більшою ніж за 7000 кг;
- б) меншою за 136000 кг;
- в) меншою за 136000 кг, але більшою ніж 8000 кг;
- г) меншою за 136000 кг, але більшою ніж 7000 кг.

11. Польоти ПК поза маршрутами ОПР на *FL275* або вище потрібно виконувати на відстані:

- а) не більший ніж 15 км (8 м.м.);
- б) не менший ніж 10 км (5,4 м.м.);
- в) не менший ніж 18,5 км (10 м.м.);
- г) не більший ніж 18,5 км (10 м.м.).

12. За яким меридіаном визначається напрямок лінії шляху:

- а) у *CTR* за магнітним, а у *CTA* за істинним меридіаном;
- б) за магнітним меридіаном;
- в) у *CTA* за магнітним, а у *CTR* за істинним меридіаном;
- г) за істинним меридіаном.

13. Мінімальна відстань між ПК, що прямують одним маршрутом на одному рівні, у *TMA* з використанням АС КІР становить:

- а) 10 км за винятком сегментів заходження на посадку;
- б) 20 км;
- в) 10 км;
- г) 20 км за винятком сегментів заходження на посадку.

14. Мінімуми радіолокаційного горизонтального ешелонування, що пов'язані з турбулентністю у сліді, застосовують у межах диспетчерської зони на висотах польоту:

- а) нижче 1700 м;
- б) нижче 1500 м;
- в) 1500 м та нижче;
- г) 1700 м та нижче.

15. Вертикальний інтервал у повітряному просторі з *RVSM* між ПК, що виконують польоти в заборонених або небезпечних зонах:

- а) 1000 футів;
- б) 2000 футів (між ПК, затвердженими до польотів з *RVSM*, та іншими);
- в) 2000 футів;
- г) 1000 футів між ПК, затвердженими до польотів з *RVSM*, та 2000 футів між ПК, не затвердженими до польотів з *RVSM*.

16. Критерієм, використовуваним для визначення того, що ПК зайняв конкретний рівень, є значення:

- а) ± 60 м (± 200 футів) у повітряному просторі з *RVSM*, в іншому повітряному просторі – ± 90 м;
- б) ± 60 м у повітряному просторі з *RVSM*, в іншому повітряному просторі – ± 30 м;
- в) ± 90 м (± 300 футів) у повітряному просторі з *RVSM*, в іншому повітряному просторі – ± 60 м;
- г) ± 90 м (± 300 футів).

17. У *CTA* в разі перетинання рівня на зустрічних треках поздовжній інтервал у момент перетинання зайнятого рівня має бути:

- а) 30 км (із врахуванням 20 км бічного інтервалу);
- б) 30 км;
- в) 20 км (із врахуванням 20 км бічного інтервалу);
- г) 20 км.

18. Під час виконання польоту літера «А» за ПВП на висотах, нижчих від нижнього ешелону у горизонтальній площині, – має бути . . . по обидва боку від осі маршруту:

- а) 10 км;
- б) 15 км;
- в) 20 км;
- г) 5 км.

19. Мінімальний інтервали для посадки на одну ЗПС або паралельні ЗПС, відстань між осями яких 600 м, установлюють 2 хв для:

- а) легких ПК, що прямують за середніми ПК;
- б) середніх ПК, що прямують за середніми ПК;
- в) легких ПК, що прямують за важкими ПК;
- г) важких ПК, що прямують за важкими ПК.

20. Мінімальний інтервал поздовжнього ешелонування між ПК за ППП з використанням нерадіолокаційного контролю, що прямують по одному маршруту на одному рівні під час виконання маневру за схемою заходження на посадку становить:

- а) 3 хв;
- б) 1 хв;
- в) 10 хв;
- г) 5 хв.

21. У разі обслуговування рейсу літера «А» у горизонтальній площині без радіолокаційного контролю мінімальний інтервал має бути по . . . хв до і після прольоту ПК, що виконує рейс літера «А».

- а) 20 хв;
- б) 15 хв;
- в) 10 хв;
- г) 5 хв.

22. На етапі вильоту важкого ПК за важким ПК застосовують мінімум радіолокаційного горизонтального ешелонування:

- а) 12 км;
- б) 10 км;
- в) 8 км;
- г) 6 км.

23. Мінімальний інтервал поздовжнього ешелонування між ПК з використанням нерадіолокаційного контролю за ППП, що прямують по одному маршруту на одному рівні по повітряних трасах становить:

- а) 10 хв;
- б) 5 хв;
- в) 20 хв;
- г) 15 хв.

24. У СТА в разі прямування ПК на одному рівні на треках, що перетинаються, поздовжній інтервал у момент перетинання встановлюють:

- а) 20 км незалежно від кута перетинання треків;
- б) 20 км при куті перетинання треків меншим за 70° ;
- в) залежно від кута перетинання треків;
- г) 20 км при куті перетинання треків більшим за 70° .

25. Важкі ПК – це всі типи ПК масою:

- а) понад 136000 кг;
- б) 136000 кг і більше;
- в) 136000 кг;
- г) 126000 кг і більше.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Класифікація* повітряного простору обслуговування повітряного руху України: Наказ Укравіатрансу №280 від 19.05.2004.
2. *Правила* виконання польотів та обслуговування повітряного руху в повітряному просторі України зі скороченим мінімумом вертикального ешелонування: Наказ Мінтрансу України №9 від 11.01.2002.
3. *Про введення* в дію системи вертикального ешелонування ІСАО: Наказ Мінтрансу та Міноборони №441/241 від 13.07.2001.
4. *Правила* польотів повітряних суден та обслуговування повітряного руху в класифікованому повітряному просторі України: Наказ Мінтрансу України №293 від 16.04.2003.
5. *Правила* радіолокаційного обслуговування: Наказ Мінтрансу України №311 від 15.04.2004.
6. *Про застосування* назв рівнів при польотах повітряних суден на абсолютній висоті переходу 3050 м (10 000 футів) та нижче: Наказ Державіаслужби №193 від 23.11.04.
7. *Про встановлення* у повітряному просторі України типу RNP і розміру буферних зон: Наказ Укравіатрансу №417 від 20.07.2004.
8. *Приложение 2. Правила* полётов. – Монреаль: ІСАО, 1995. – 72 с.
9. *Приложение 11. Обслуживание* воздушного движения. – Монреаль: ІСАО, 1996. – 129 с.
10. *Руководство* по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования: Дос ІСАО 9689-AN/953. – 1-е изд. – Монреаль: ІСАО, 1998.
11. *Руководство* по планированию воздушного движения: Дос ІСАО 9426/924. – 1-е изд. (временное). – Монреаль: ІСАО, 1984.
12. *Автоматическое* зависимое наблюдение и применение линий передачи данных в целях обслуживания воздушного движения: Циркуляр ІСАО 256 - AN/152. – Монреаль: ІСАО, 1995.
13. *Метод* необходимого разделения параллельных трасс: Циркуляр ІСАО 120 - AN/89/2. – Монреаль: ІСАО, 1975.
14. *Организация* воздушного движения: Дос. ІСАО 4444-АТМ/501. – 14-е изд. – Монреаль: ІСАО, 2003.

15. *Закора С.А.* Аналіз методів розв'язання конфліктних ситуацій в умовах вільного польоту // Вісн. НАУ. – 2005. – №1. – С.42–47.
16. *Харченко В.П., Корчунов Д.О.* Метричний простір ситуацій ПП літальних апаратів // Вісн. НАУ. – 2002. – №3. – С.63–68.
17. *Extended Rules-Of-The Air to Apply to the Resolution of Encounters in Autonomous Airborne Separation.* EUROCONTROL Experimental Centre V. Duong, E. Hoffman, L. Floc'hic a.o. – 1996.
18. *Eurocontrol.* Airspace Strategy for the ECAC States. – 2001. – 91p.
19. *Eurocontrol.* Air Traffic Management Strategy for the years 2000+. – 2003. – Vol. 2. – 130 p.
20. *Eurocontrol.* Action Plan 1. Principles of Operation for the Use of Airborne Separation Assurance Systems. – 2001. – 52 p.
21. *Eurocontrol.* CARE/ASAS Action Plan 1. Principles of Operation for the Use of Airborne Separation Assurance Systems. Ver.7.1. – 2001. – 52 p.
22. *Eurocontrol.* ESARR 1. Safety Oversight in ATM. – 2004. – 24 p.
23. *Eurocontrol.* Long-Term Forecast of Flights (2004 – 2025). – 2004. – 32 p.
24. *Eurocontrol.* Manual for airspace planning. – 2003. – 203 p.
25. *Eurocontrol.* Towards a Controller-Based Conflict Resolution Tool: – A Literature Review. – 2002. – 113 p.
26. *FAA.* Advancing Free Flight Through Human Factors // Federal Aviation Administration (Aug.). 1995.
27. *Development and Demonstration of a Prototype Free Flight Cockpit Display of Traffic Information* // W.W. Johnson, V. Battiste, S. Delzell a.o. Proc. of the SAE/AIAA World Aviation Congr. – 1997. – 19 p.
28. *Kuchar J. K., Yang L. C.* Review of Conflict Detection and Resolution Modeling Methods // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2000. – Vol. 1. – 4. – P. 179–189.
29. *Radio Technical Committee on Aeronautics (RTCA).* Final Report of RTCA Task Force: Free Flight Implementation. – 1995.

ПРАВИЛА ПОЛЬОТІВ

1. Правила візуальних польотів

1.1. Польоти за ПВП виконуються в межах повітряного простору класів *B, C, D, E, F, G* за дотримання таких умов:

- польоти виконуються тільки вдень;
- для польотів нижче за висоту 3050 м (10 000 футів) над середнім рівнем моря вводяться обмеження приладної швидкості не більше ніж 465 км/год, за винятком класу *B*;
- наявність постійного двостороннього радіотелефонного зв'язку з органами ОПП у повітряному просторі класів *B, C* та *D*;
- наявність працюючого приймача-відповідача *SSR* режиму *A/C* для польотів у повітряному просторі ОПП класів *B, C* і *D*;
- урахування температурної та барометричної поправок відповідно до розділу 3 частини 6 тому 1 документа *Doc 8168 ICAO*;
- подання плану польоту (*FPL*) до відповідних органів ОПП для польотів у повітряному просторі класів *B, C, D* та *E*;
- видимість у польоті та відстань до хмар, що дорівнює або перевищує значення, наведені в табл. Д1.

До польотів за ПВП за видимості в польоті меншої ніж 5 км допускаються командири ПК, що пройшли підготовку за програмами, установленними Укравіатрансом або командуванням Збройних сил України.

1.2. У разі польотів за ПВП зльоти або посадки на аеродромі, який розташований в межах диспетчерської зони, входження у зону аеродромного руху або схему руху забороняється за умови, якщо:

- висота нижньої межі хмар менша за 450 м;
- видимість на землі менша за 5 км.

Виняток становлять випадки, коли на такий дозвіл є диспетчерський дозвіл, отриманий від органу диспетчерського ОПП.

1.3. Командир ПК зобов'язаний постійно прослуховувати робочу частоту відповідного органу ОПП під час виконання польоту в повітряному просторі ОПП класів *B, C, D* та *E*.

1.4. Польоти загального повітряного руху за ПВП вище від ешелону польоту 195 до ешелону польоту 285 включно дозволяються тільки у спеціально зарезервованому для таких польотів повітряному просторі або за дозволом Укравіатрансу.

1.5. Правила візуальних польотів не застосовуються для польотів на білязвукових та транззвукових швидкостях.

Таблиця ДІ

Видимість у польоті та відстань до хмар

Клас повітряного простору	Відстань від хмар	Видимість у польоті
<i>B, C, D та E</i>	По горизонталі 1500 м. По вертикалі 300 м (1000 футів).	8 км – на абсолютній висоті 3050 м (10 000 футів) і вище, 5 км – нижче від абсолютної висоти 3050 м (10 000 футів).
<i>F, G</i> вище від абсолютної висоти 900 м (3000 футів) або вище за висоту 300 м (1000 футів) над місцевістю залежно від того, яка величина більша	По горизонталі 1500 м. По вертикалі 300 м (1000 футів).	8 км - на абсолютній висоті 3050 м (10 000 футів) і вище, 5 км – нижче від абсолютної висоти 3050 м (10 000 футів).
<i>F, G</i> на абсолютній висоті 900 м (3000 футів) і нижче або на висоті 300 м (1000 футів) над місцевістю і нижче залежно від того, яка величина більша	По горизонталі – відсутність хмар у напрямку польоту та у разі видимості земної або водної поверхні. По вертикалі: 50 м – до нижньої межі хмар у рівнинній та пагористій місцевостях з приладовою швидкістю 300 км/год та менше; 100 м – до нижньої межі хмар у гористій місцевості, а також в рівнинній та пагористій місцевостях з приладовою – швидкістю 301 – 465 км/год. Вище хмар польоти не виконуються	5 км, 2 км – у рівнинній та пагористій місцевості при виконанні польотів з приладовою швидкістю 300 км/год та менше, 500 м – для вертольотів, якщо вони виконують завісання та переміщення на висоті до 10 м або маневри зі швидкістю до 10 км/год.

1.6. Дозвіл на політ за ПВП не надається в районах, де вище від ешелону 8850 м (*FL 290*) застосовують скорочений мінімум вертикального ешелонування 300 м (1000 футів).

1.7. Горизонтальні польоти на крейсерських режимах за ПВП у повітряному просторі ОПР класу *E* виконуються на абсолютних висотах відносно прогнозованого мінімального *QNH* відповідно до магнітного шляхового кута, якщо напрям маршрутів ОПР:

– від 0 до 179° (включно): 1700 м (5500 футів), 2300 м (7500 футів), 2900 м (9500 футів);

– від 180 до 359° (включно): 1350 м (4500 футів), 2000 м (6500 футів), 2600 м (8500 футів).

1.8. У разі польотів за ПВП у частині повітряного простору класів *B*, *C*, *D* крейсерські рівні ПВП не застосовують.

1.9. Польоти за ПВП не виконують:

а) над густонаселеними районами великих міст, містами чи селищами або над скупченнями людей поза приміщеннями на дійсній висоті, меншій за 300 м, над найвищою перешкодою у радіусі 600 м від ПК;

б) у будь-яких інших районах, крім зазначених у підпункті «а», на дійсній висоті, меншій за 150 м, над землею або водною поверхнею.

Винятком є випадки, коли це потрібно для зльоту чи посадки або коли на польоти нижче від зазначених дійсних висот видається дозвіл Укравіатрансу.

1.10. Командир ПК, що виконує політ за ПВП і який має намір виконувати політ за ППП, повідомляє відповідний орган ОНР про потрібні зміни, які слід унести до поточного плану польоту, та одержує від нього засобами радіозв'язку настанову щодо виконання польоту за ППП у контрольованому повітряному просторі.

1.11. У разі переходу до польоту за ППП за умов польотів у повітряному просторі класів *B*, *C*, *D* і *E* командир ПК зобов'язаний погодити свої дії та рівень польоту з органом ОНР, який зобов'язаний забезпечити встановлені інтервали між ПК і, в разі потреби, узгодити звільнення нижнього безпечного рівня та умови входження ПК у суміжний диспетчерський район (зону).

1.12. У разі погіршення метеорологічних умов до значень, що не відповідають вимогам до польоту за ПВП, командир ПК зобов'язаний:

– повернутися на аеродром вильоту або виконати посадку на найближчому запасному аеродромі, якщо він не допущений до польотів за ППП;

– перейти до польоту за ППП, якщо він і ПК допущені до таких польотів.

1.13. Виконуючи польоти за ПВП у неконтрольованому повітряному просторі класу *G*, екіпажі ПК обов'язково користуються аеронавігаційними картами масштабу 1:500000 чинного видання.

На аеронавігаційних картах масштабу 1:500000, що призначені для польотів у повітряному просторі класу *G*, має відображатися аеронавігаційна інформація, яка забезпечує безпечне виконання польоту екіпажем ПК у цьому класі повітряного простору ОНР.

1.14. У разі виконання польотів за ПВП командир ПК відповідає за таке:

- виконання правил і заданих умов польоту за ПВП;
- витримування інтервалів ешелонування між ПК, що виконують польоти за ППП та ПВП у повітряному просторі ОНР класів *D*, *E*, *F*, *G*, а в повітряному просторі класу *C* між ПК, що виконують польоти за ПВП;
- витримування безпечної висоти;
- точність витримування встановленого маршруту польоту;
- своєчасну доповідь органу диспетчерського обслуговування про повернення на аеродром вильоту (запасний аеродром) або перехід до виконання польоту за ППП у разі погіршення метеорологічних умов до значень, нижчих від встановлених для польотів у повітряному просторі ОНР класів *B*, *C*, *D* та *E*;
- достовірність інформації про місцез перебування ПК та умови польоту;
- точне і своєчасне виконання диспетчерських дозволів під час польотів у повітряному просторі ОНР класів *B*, *C* і *D*;
- своєчасне надання *FPL* органам ОНР для польоту в повітряному просторі класу *B*, *C*, *D* та *E*;
- наявність відповідного працюючого навігаційного та іншого обладнання ПК, потрібного для виконання польоту в контрольованому повітряному просторі;
- прийняття рішення про виконання зльоту чи посадки за фактичних метеорологічних умов, стану ЗПС та інших відомих йому факторів, що впливають на безпеку польотів.

1.15. У разі польотів за ПВП відповідні органи ОНР відповідають за таке:

- призначення ешелону (висоти) польоту для польотів ПК у повітряному просторі ОНР класів *B*, *C*, *D*;
- дотримання часових інтервалів під час зльоту ПК з контрольованих аеродромів;
- польотно-інформаційне забезпечення;

- забезпечення встановлених інтервалів ешелонування між ПК для переходу на політ за ППП у повітряному просторі ОНР класів *B, C, D* і *E*;
- узгодження умов входу ПК, який виконує контрольований політ, до суміжного диспетчерського району (зони);
- забезпечення аварійного обслуговування.

2. Правила польотів за приладами

2.1. Польоти за ППП виконуються в межах повітряного простору ОНР класів *A, B, C, D, E, F* і *G* за дотримання таких умов:

- для польотів нижче за 3050 м (10 000 футів) над середнім рівнем моря (в частині повітряного простору класів *D, E, F*) вводяться обмеження приладної швидкості не більше ніж 465 км/год;
- наявності постійного двостороннього радіотелефонного зв'язку з відповідним органом ОНР під час польотів у повітряному просторі класів *A, B, C, D, E, F* і *G*;
- наявності працюючого приймача-відповідача *SSR* режиму *A/C* під час польотів у повітряному просторі класів *A, B, C, D* та *E*;
- подачі плану польоту (*FPL*) до відповідних органів ОНР;
- наявності відповідного навігаційного обладнання ПК, потрібного для виконання польоту за ППП;
- виконання польотів у повітряному просторі класу *G* – вище від ешелону польоту 5950 м (*FL 195*).

2.2. Польоти за ППП виконуються на заданих ешелонах (висотах) відповідно до правил вертикального та горизонтального ешелонування з дотриманням заданих режимів польоту та за встановленими маршрутами ОНР.

Зміна ешелону (висоти) польоту здійснюється з дозволу органу ОНР, за винятком випадків створення загрози безпеці польотів, де командир ПК надається право самостійно змінювати рівень польоту з негайною доповіддю про це відповідному органу ОНР.

2.3. Горизонтальні польоти на крейсерських режимах за ППП у повітряному просторі ОНР класу *E* виконуються на абсолютних висотах відносно прогнозованого тиску *QNH* відповідно до магнітного шляхового кута, якщо напрямки маршрутів ОНР:

- від 0 до 179° (включно): 1500 м (5000 футів), 2150 м (7000 футів), 2750 м (9000 футів);

– від 180 до 359° (включно): 1850 м (6000 футів), 2450 м (8000 футів), 3050 м (10 000 футів).

2.4. Екіпаж, виконуючи політ за ППП, зобов'язаний постійно спостерігати за повітряною і метеорологічною ситуацією візуально та з використанням бортового радіотехнічного обладнання.

2.5. За винятком випадків виконання зльотів та посадок польоти за ППП виконуються на рівнях польоту, не нижчих від мінімальної абсолютної висоти польоту, або якщо таку мінімальну абсолютну висоту польоту не встановлено:

– у пагористій або гірській місцевості на рівні, що перевищує більше ніж на 600 м (2000 футів) найвищу перешкоду, розташовану в межах 8 км від розрахункового місцеперебування ПК;

– у будь-яких інших випадках – на рівні, що перевищує більше ніж на 300 м (1000 футів) найвищу перешкоду, розташовану в межах 8 км від розрахункового місцеперебування ПК.

2.6. Командир ПК, який вирішив перейти від польоту за ППП до польоту за ПВП, повідомляє відповідний орган диспетчерського обслуговування про припинення польоту за ППП і про зміни, що вносяться до поточного плану польоту.

2.7. У разі, якщо ПК, що виконує політ за ППП, перебуває у візуальних метеорологічних умовах або стикається з такими умовами, він не припиняє польоту за ППП, якщо не передбачається, що впродовж достатнього проміжку часу політ виконуватиметься у стійких візуальних метеорологічних умовах і командир ПК не має наміру виконувати політ за ПВП.

2.8. Горизонтальний політ за ППП у повітряному просторі класу G, якщо він установлений вище від ешелону польоту 5950 м (FL 195), виконується відповідно до лінії шляху на крейсерському рівні (ешелоні) згідно з таблицею крейсерських рівнів.

2.9. У разі польотів за ППП у повітряному просторі класу G, якщо він установлений вище від ешелону польоту 5950 м (FL 195), з боку екіпажу ПК здійснюється постійне прослуховування робочої частоти відповідного органу диспетчерського обслуговування, який забезпечує польотно-інформаційне обслуговування.

2.10. Виконуючи політ за ППП, командир відповідає за таке:

– дотримання схеми виходу з району аеродрому, заданого ешелону (висоти) і маршруту польоту, схеми зниження і заходження на посадку, заданих траєкторій і параметрів польоту;

- точність і своєчасність надання інформації про фактичне місцеперебування ПК, висоту і умови польоту;
- точне і своєчасне виконання диспетчерських дозволів під час польотів у повітряному просторі класів *A, B, C, D* і *E*;
- своєчасне надання *FPL* органам ОНР;
- наявність відповідного навігаційного та іншого обладнання ПК, потрібного для виконання польоту в контрольованому повітряному просторі;
- прийняття рішення про виконання зльоту чи посадки у фактичних метеорологічних умовах, стані ЗПС та за інших відомих йому чинників, що впливають на безпеку польотів;
- урахування температурної та барометричної поправок відповідно до розділу 3 частини 6 тому 1 документа *Doc 8168 ICAO*.

2.11. У разі польотів за ППП відповідні органи ОНР відповідають за таке:

- правильне призначення безпечного рівня польоту відповідно до польотів у повітряному просторі класів *A, B, C, D* і *E*;
- забезпечення встановлених інтервалів ешелонування під час польотів ПК у повітряному просторі класів *A, B, C*;
- забезпечення встановлених інтервалів ешелонування між ПК, що виконують політ за ППП, та за інформацію про рух ПК, що виконують політ за ПВП у повітряному просторі класу *D*;
- забезпечення встановлених інтервалів ешелонування між ПК, що виконують політ за ППП у повітряному просторі класу *E*;
- забезпечення польотно-інформаційного обслуговування;
- забезпечення аварійного обслуговування ПК, які у свою чергу, забезпечуються диспетчерським обслуговуванням або які надали план польоту, або про які відомо чи передбачається, що вони є об'єктом незаконного втручання;
- обґрунтованість переданих екіпажам ПК диспетчерських дозволів.

2.12. Розрахунок мінімальних абсолютних висот для всіх етапів польоту виконується відповідно до критеріїв документа *Doc 8168 ICAO* та затверджується наказом Укравіатрансу за погодженням з командуванням Збройних сил України.

КЛАСИФІКАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Повітряний простір ОПР класифікується і позначається латинськими літерами *A, B, C, D, E, F, G*.

У повітряному просторі класу *A* дозволяються польоти за ППП; усі ПК цього класу повітряного простору ешелонуються органами ОПР та підлягають диспетчерському обслуговуванню.

У повітряному просторі класу *B* дозволяються польоти за ППП та ПВП; усі ПК цього класу повітряного простору ешелонуються органами ОПР та підлягають диспетчерському обслуговуванню.

У повітряному просторі класу *C* дозволяються польоти за ППП та ПВП. Усі польоти підлягають диспетчерському обслуговуванню.

Повітряні кораблі, які виконують польоти за ППП, ешелонуються відносно ПК, які виконують польоти за ППП та ПВП.

Повітряні кораблі, які виконують польоти за ПВП, ешелонуються відносно польотів ПК, які виконують польоти за ППП і отримують інформацію про рух ПК, що виконують політ за ПВП.

У повітряному просторі класу *D* дозволяються польоти за ППП та ПВП. Усі повітряні кораблі підлягають диспетчерському обслуговуванню. Повітряні кораблі, які виконують польоти за ППП, ешелонуються відносно ПК, які виконують польоти за ППП і отримують інформацію про рух ПК, що виконують політ за ПВП. Повітряні кораблі, які виконують польоти за ПВП, отримують інформацію про польоти (рух) інших ПК у цьому повітряному просторі.

У повітряному просторі класу *E* дозволяються польоти за ППП та ПВП. Повітряні кораблі, які виконують польоти за ППП, підлягають диспетчерському обслуговуванню та ешелонуються відносно ПК, які виконують польоти за ППП. Усі ПК отримують, по змозі, інформацію про рух. Клас *E* не застосовують у диспетчерських зонах.

У повітряному просторі класу *F* дозволяються польоти за ППП та ПВП. Усім ПК, які виконують польоти за ППП, надається консультативне обслуговування на запит екіпажів ПК – польотно-інформаційне обслуговування.

Примітка: Консультативне обслуговування застосовують як тимчасовий захід у разі переходу від польотно-інформаційного до диспетчерського обслуговування.

У повітряному просторі класу *G*, якщо його встановлено вище від рівня польоту 5950 м (*FL 195*), дозволяються польоти за ППП і на запит екіпажів ПК надається польотно-інформаційне обслуговування.

У повітряному просторі класу *G* у зоні польотної інформації дозволяються польоти за ПВП і надається польотно-інформаційне обслуговування. Правила польотів за ППП не застосовують. Польоти в повітряному просторі класу *G* у зоні польотної інформації, вище від дійсної висоти 300 м, виконуються за умов подання заявки до Укрaviaтрансу та до органів управління військ протиповітряної оборони.

Там, де повітряний простір одного класу примикає у вертикальній площині до повітряного простору іншого класу, тобто, коли вони розташовані один над одним, польоти на загальному рівні виконуються з дотриманням вимог, встановлених для класу повітряного простору з менш жорсткими вимогами, і забезпечуються відповідним йому обслуговуванням. У разі застосування цих критеріїв повітряний простір класу *B* розглядають як такий, що ставить менш жорсткі вимоги, ніж повітряний простір класу *A*.

Класифікація повітряного простору вводиться в дію наказом Укрaviaтрансу та публікується у збірнику *AIP*.

КЛАСИФІКАЦІЯ ПОВІТРЯНИХ КОРАБЛІВ

Льотно-технічні характеристики ПК безпосередньо впливають на визначення повітряного простору та видимості, що потрібно для виконання різних маневрів, пов'язаних із заходом на посадку за приладами. Найбільш значущий елемент характеристик – швидкість. Тому для забезпечення стандартної основи для співвідношення маневреності ПК з конкретними схемами заходу на посадку за приладами встановлено п'ять категорій типових ПК за швидкістю, що перевищує в 1,3 разу швидкість звалювання в посадковій конфігурації за максимальної сертифікованої посадкової маси.

Категорія А – менше 169 км/год (91 вузол) IAS.

Категорія В – 169 км/год (91 вузол) або більше, але менше 224 км/год (121 вузол) IAS.

Категорія С – 224 км/год (121 вузол) або більше, але менше 261 км/год (141 вузол) IAS.

Категорія D – 261 км/год (141 вузол) або більше, але менше 307 км/год (166 вузлів) IAS.

Категорія E – 307 км/год (166 вузлів) або більше, але менше 391 км/год (211 вузлів) IAS.

Для кожної категорії ПК визначено певний діапазон еволютивних швидкостей для використання під час розрахунків повітряного простору та запасу висоти над перешкодами для кожної схеми (табл. Д1 і Д2).

Таблиця Д1

Швидкості для розрахунків схем, км/год.

Категорія ПК	V_{at}	Діапазон швидкостей для початкового етапу заходу на посадку	Діапазон швидкостей для кінцевого етапу заходу на посадку	Максимальна швидкість для візуального маневрування (політ по колу)	Максимальні швидкості під час відходу на друге коло	
					Проміжний етап	Кінцевий етап
A	Менше 169	165/280(205*)	130/185	185	185	205
B	169/223	220/335(260*)	155/240	250	240	280
C	224/260	295/445	215/295	335	295	445
D	261/306	345/465	240/345	380	345	490
E	307/390	345/467	285/425	445	425	510

Швидкості для розрахунку схем, вузли

Категорія ПК	V_{at}	Діапазон швидкостей для початкового етапу заходу на посадку	Діапазон швидкостей для кінцевого етапу заходу на посадку	Максимальна швидкість для візуального маневрування (політ по колу)	Максимальна швидкість під час відходу на друге коло	
					Проміжний етап	Кінцевий етап
A	Менше 91	90/150(110*)	70/100	100	100	110
B	91/120	120/180(140*)	85/130	135	130	150
C	121/140	160/240	115/160	180	160	240
D	141/165	185/250	130/185	205	185	265
E	166/210	185/250	155/230	240	230	275

Примітки: V_{at} – швидкість перетинання порога ЗПС, що в 1,3 разу перевищує швидкість звалювання в посадковій конфігурації за максимальної сертифікованої посадкової маси.

* максимальна швидкість для обернених схем і схем типу «іподром».

На схемі заходу на посадку за приладами вказуються окремі категорії ПК, для яких затверджено цю схему. Зазвичай, схеми будують з таким розрахунком, щоб забезпечити захисний повітряний простір і запас висоти над перешкодами для ПК до категорії D включно. Однак там, де вимоги, пропонувані до повітряного простору, мають характер загрози безпеці, використання схем може обмежуватися більш низькими швидкісними категоріями. В інших випадках на схемі може бути вказана максимальна приладова швидкість (IAS) для конкретної ділянки без посилання на категорію ПК. У кожному разі важливо, щоб пілоти дотримувалися схем і керувалися інформацією, що зазначена на картах польоту за приладами, і витримували відповідні льотно-технічні параметри, зазначені в табл. Д1 і Д2, якщо ПК перебуває в зонах, побудованих для забезпечення запасу висоти над перешкодами.

Класифікація повітряних кораблів залежно від дальності польоту:

- магістральні далекі – 6000 км і більше;
- магістральні середні – 2500 – 6000 км;
- магістральні ближні – 1000 – 2500 км;
- літаки місцевих повітряних ліній – до 1000 км.

Класифікація повітряних кораблів залежно від турбулентності в сліді. Для опису впливу обертових мас повітря, що утворюються за закінцівками крил важких реактивних ПК, використовують термін «*турбулентність у сліді*» замість терміна «*супутний вихор*», що описує характер цих повітряних мас. Докладну інформацію про характеристики супутних вихрів і їх вплив на ПК наведено в розділі 5 частини II Посібника із планування обслуговування повітряного руху (Doc 9426) [11].

Мінімуми ешелонування за наявності турбулентності в сліді ґрунтуються на поділі типів ПК на три категорії відповідно до максимальної сертифікованої злітної маси:

- 1) *важкі (H)* – усі типи ПК масою 136000 кг або більше;
- 2) *середні (M)* – типи ПК масою менше 136000 кг, але більше 7000 кг;
- 3) *легкі (L)* – типи ПК масою 7000 кг або менше.

У режимі висіння або руління по повітрю вертольоти повинні перебувати на значній відстані від легких ПК.

Примітка. Під час виконання польоту вертольоти утворюють вихорі, і є дані про те, що з розрахунку на кожний кілограм загальної маси утворені ними вихорі більш інтенсивні, ніж їх утворюють ПК з нерухомим крилом.

Залежно від максимальної злітної маси ПК та вертольоти розділені на чотири класи (табл. Д 3)

Таблиця Д3

Класифікація ПК залежно від максимальної злітної маси

Клас	Максимальна злітна маса, т	
	літаки	вертольоти
1	75 і більше	10 і більше
2	30 – 75	5 – 10
3	10 – 30	2 – 5
4	До 10	До 2

Залежно від швидкості, висоти, дальності польоту та наявності обладнання ПК окремим типам можуть призначатися підвищені класи.

ЛЬОТНО - ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВІТРЯНИХ КОРАБЛІВ.

1. Фірма-виготовлювач, тип та модифікація ПК.
2. Код *ICAO* та *WTS* (категорія турбулентності сліду: *H* – важкий ПК; *M* – середній ПК; *L* – легкий ПК).
3. Кількість і тип двигунів: *J* – турбореактивний; *T* – турбогвинтовий; *P* – гвинтовий.
4. Габарити (у метрах): *WS* – розмах крила; *L* – довжина; *H* – висота.
5. Маса (у тоннах): *MTOW* – максимальна злітна маса; *MLW* – максимальна посадкова маса; *EOW* – маса порожнього ПК.
6. Швидкість (км/год): *MC* – максимальна крейсерська швидкість; *MCS* – мінімальна чиста швидкість; *AS* – швидкість заходження на посадку.
7. *ROC* – швидкість набирання висоти ± 2 м/с нижче/вище висоти 7500 м.
8. Максимальна висота польоту (у метрах) – «стеля».
9. Дальність польоту (у кілометрах).

Фірма виготовлювач, тип та модифікація	Код <i>ICAO</i> та <i>WTS</i>	Двигуни	Габарити			Маса			Швидкість			<i>ROC</i> ± 2 м/с	«Стеля»	Дальність польоту
			<i>WS</i>	<i>L</i>	<i>H</i>	<i>MTOW</i>	<i>MLW</i>	<i>EOW</i>	<i>MC</i>	<i>MCS</i>	<i>AS</i>			
1	2	3	4			5			6			7	8	9

1	2	3	4			5			6			7	8	9
AIRBUS INDUSTRIES														
<i>Airbus 340-300</i>	<i>A343/H</i>	<i>4 J</i>	60,3	63,7	16,8	253	186	130	915	425	277	10/3	12500	8000
<i>Airbus 340-200</i>	<i>A342/H</i>	<i>4 J</i>	60,3	59,4	16,8	250	174	123	915	425	277	10/3	12500	10000
<i>Airbus 330-300</i>	<i>A333/H</i>	<i>2 J</i>	60,3	63,7	16,9	212	174	120	925	388	260	15/5	12500	9000
<i>Airbus 330-200</i>	<i>A332/H</i>	<i>2 J</i>	60,3	59,4	16,9	248	184	131	925	388	260	15/5	12500	8000
<i>Airbus 321</i>	<i>A321/M</i>	<i>2 J</i>	34,1	44,5	11,8	83	74	48	895	405	260	15/8	13700	3500
<i>Airbus 320</i>	<i>A320/M</i>	<i>2 J</i>	34,1	37,5	11,7	74	65	43	895	405	260	17/10	13700	3500
<i>Airbus 319</i>	<i>A319/M</i>	<i>2 J</i>	34,1	33,8	11,7	64	61	38	895	405	250	17/10	11300	3500
<i>Airbus 310-300</i>	<i>A313/H</i>	<i>2 J</i>	43,9	45,6	15,8	150	123	80	890	425	260	17/8	12500	8000
<i>Airbus 310-200</i>	<i>A312/H</i>	<i>2 J</i>	43,9	45,6	15,8	142	123	80	890	425	260	17/8	12500	7000
<i>Airbus 300-600</i>	<i>A306/H</i>	<i>2 J</i>	44,8	54,0	16,5	165	138	95	885	425	260	17/ 8	10600	7000
<i>Airbus 300B4-200</i>	<i>A30B/H</i>	<i>2 J</i>	44,8	53,7	16,5	165	134	94	885	425	260	15/ 8	10600	6000
<i>SATIC Beluga</i>	<i>E3ST/H</i>	<i>2 J</i>	44,8	56,1	17,2	155			777	895	260	8/3	9450	5000
BOEING														
<i>Boeing 777-300</i>	<i>B773/H</i>	<i>2 J</i>	60,9	70,2	18,4	327	285	147	925	445	295	12/ 5	13100	10000
<i>Boeing 777-200</i>	<i>B772/H</i>	<i>2 J</i>	60,9	63,7	18,4	267	206	135	925	445	295	12/ 5	13100	11000
<i>Boeing 767-300</i>	<i>B763/H</i>	<i>2 J</i>	47,6	54,9	15,9	180	130	87	895	425	260	17/10	13700	9000
<i>Boeing 767-200</i>	<i>B762/H</i>	<i>2 J</i>	47,6	48,5	15,9	175	130	78	935	425	260	17/10	13700	11000
<i>Boeing 757-300</i>	<i>B753/M</i>	<i>2 J</i>	38,0	53,1	13,5	133	112	68	915	425	260	17/10	12500	7000

1	2	3	4			5			6			7	8	9
<i>Boeing 757-200</i>	<i>B752/M</i>	<i>2 J</i>	38,0	47,3	13,5	100	90	57	905	425	260	17/10	12500	8500
<i>Boeing 747-400</i>	<i>B744/H</i>	<i>4 J</i>	64,3	70,7	19,3	395	286	183	925	460	260	15/5	13700	12000
<i>Boeing 747-300</i>	<i>B743/H</i>	<i>4 J</i>	59,6	70,7	19,3	378	286	181	940	460	260	15/5	13700	11000
<i>Boeing 747-SP</i>	<i>B74S/H</i>	<i>4 J</i>	59,6	56,3	20,0	317	204	142	980	460	260	15/5	13700	7000
<i>Boeing 737-800</i>	<i>B738/M</i>	<i>2 J</i>	34,3	39,5	11,1	78	65	43	885	390	250	18/8	12500	5500
<i>Boeing 737-700</i>	<i>B737/M</i>	<i>2 J</i>	34,3	33,8	11,1	55	51	32	885	390	240	18/8	12500	5500
<i>Boeing 737-600</i>	<i>B736/M</i>	<i>2 J</i>	34,3	31,0	11,1	52	50	30	885	390	240	18/8	12500	5500
<i>Boeing 737-500</i>	<i>B735/M</i>	<i>2 J</i>	28,9	31,0	11,1	50	48	33	905	390	240	18/8	11300	4500
<i>Boeing 737-400</i>	<i>B734/M</i>	<i>2 J</i>	28,9	36,4	11,1	63	55	43	905	390	250	18/8	11300	4500
<i>Boeing 737-300</i>	<i>B733/M</i>	<i>2 J</i>	28,9	33,4	11,1	56	52	35	905	390	240	18/8	11300	4500
<i>Boeing 737-200</i>	<i>B732/M</i>	<i>2 J</i>	28,3	30,5	11,1	52	48	31	895	390	250	18/8	11300	3500
<i>Boeing 737-100</i>	<i>B731/M</i>	<i>2 J</i>	28,3	28,1	11,0	50	45	28	895	390	250	18/8	11300	3500
<i>Boeing 727-200</i>	<i>B722/M</i>	<i>3 J</i>	32,9	46,7	10,4	95	73	45	950	425	265	15/7	13100	5000
<i>Boeing 707-300</i>	<i>B703/M</i>	<i>4 J</i>	44,1	46,6	12,9	151	112	66	970	445	250	12/5	11800	9000
LOCKHEED														
<i>L1011 Tristar</i>	<i>L101/H</i>	<i>3 J</i>	47,3	54,3	18,8	195	162	124	940	445	260	12/5	12500	7000
<i>L1011-500</i>	<i>L101/H</i>	<i>3 J</i>	50,9	50,0	18,8	225	167	108	965	445	260	12/5	13100	9000
<i>C-141 Starlifter</i>	<i>C141/H</i>	<i>4 J</i>	48,7	51,2	11,9	155	126	65	905	425	260	5/3	12500	6000
<i>C-130 Hercules</i>	<i>C130/M</i>	<i>4 T</i>	40,4	34,3	11,7	70	61	35	580	295	220	7/3	10060	2500

1	2	3	4			5			6			7	8	9
GULFSTREAM AEROSPACE														
<i>Gulfstream V</i>	<i>GLF5/M</i>	<i>2 J</i>	28,5	29,4	7,7	40	32	23	925	370	260	17/10	15500	12000
<i>Gulfstream IV</i>	<i>GLF4/M</i>	<i>2 J</i>	23,7	26,9	7,4	34	30	21	940	370	260	17/12	13700	7000
<i>Gulfstream III</i>	<i>GLF3/M</i>	<i>2 J</i>	23,7	25,3	7,4	32	27	19	895	370	260	17/12	13700	6000
<i>Gulfstream II</i>	<i>GLF2/M</i>	<i>2 J</i>	22,3	24,9	7,4	28	26	17	905	370	260	17/12	13100	4000
<i>Gulfstream 159</i>	<i>G159/M</i>	<i>2 T</i>	23,9	22,9	7,1	16	14	9	565	295	210	5/2	8800	1500
ILYUSHIN														
<i>IL-114</i>	<i>I114/M</i>	<i>2 T</i>	30,0	26,8	9,3	23	21	15	450	275	230	7/2	8100	1500
<i>IL-96</i>	<i>IL96/H</i>	<i>4 J</i>	60,1	55,4	17,6	216	175	112	890	370	275	10/4	11900	9000
<i>IL-86</i>	<i>IL86/H</i>	<i>4 J</i>	48,0	59,5	15,8	206	175	121	940	370	275	10/4	10600	5000
<i>IL-76</i>	<i>IL76/H</i>	<i>4 J</i>	50,5	46,6	14,7	170	133	75	810	370	275	7/3	11800	5000
<i>IL-62</i>	<i>IL62/H</i>	<i>4 J</i>	43,2	53,1	12,3	165	105	74	915	405	295	10/3	12500	9000
MCDONNELL DOUGLAS														
<i>DC 8-73</i>	<i>DC87/H</i>	<i>4 J</i>	45,2	57,1	13,1	161	117	75	940	450	275	12/5	12500	10000
<i>DC 9-30</i>	<i>DC9/M</i>	<i>2 J</i>	28,5	36,4	8,4	52	46	25	900	425	275	12/5	11300	3000
<i>DC 10-30</i>	<i>DC10/H</i>	<i>3 J</i>	50,4	55,2	17,7	264	183	121	940	445	280	12/5	12500	10000
<i>MD 11</i>	<i>MD11/H</i>	<i>3 J</i>	51,7	61,2	17,7	284	208	132	970	445	280	12/5	12500	13000
<i>MD 80,81,82,83,88</i>	<i>MD8../M</i>	<i>2 J</i>	32,9	45,0	9,0	73	63	35	925	425	275	12/5	11300	5000
<i>MD 87</i>	<i>MD87/M</i>	<i>2 J</i>	32,9	39,7	9,7	63	58	31	925	425	275	12/5	11300	4000

1	2	3	4			5			6			7	8	9
MD 90	MD90/M	2 J	32,9	46,5	9,4	71	64	40	905	425	275	12/5	11300	4000
MD 95	MD95/M	2 J	28,4	36,3	8,6	52	48	30	905	425	275	12/5	11300	3000
ANTONOV														
AN 225 <i>Mriya</i>	A225/H	6 J	88,4	84,0	18,2	600	525		850	405	280	4/2	11900	5000
AN 140	A140/M	2 T	23,2	22,5	7,2	19	19	11	570	295	210	12/2	8600	2000
AN 124 <i>Ruslan</i>	A124/H	4 J	73,3	69,1	20,7	405	325	175	865	460	275	10/3	11900	9000
AN 72	AN72/M	2 J	31,8	28,0	8,6	35	35	19	700	295	255	15/7	11300	5000
AN 70	AN70/M	4 T	44,0	40,2	16,1	123			775	295	250	10/3	9450	5500
AN 26	AN26/M	2 T	29,2	23,8	8,5	23	23	15	435	260	200	5	7900	2000
AN 24	AN24/M	2 T	29,2	23,5	8,3	21	21	17	450	260	200	5/2	8800	2000
AN 22 <i>Antey</i>	AN22/H	4 T	64,4	57,8	12,5	250	195	114	750	270	240	5/2	10060	5000
AN 12	AN12/M	4 T	38,0	37,0	9,8	61	57	28	710	270	235	5/2	10060	5000
FOKKER														
Fokker 100	F100/M	2 J	28,0	35,5	8,5	44	40	24	840	370	260	7/4	10600	3000
Fokker 70	F70/M	2 J	28,0	30,9	8,5	37	34	21	860	370	260	7/5	10600	3000
TUPOLEV														
TU 334	T334/M	2 J	29,7	31,2	9,3	46	40	28	815	390	275	10/5	13100	3000
TU 204	T204/M	2 J	42,0	48,0	13,8	93	86	58	860	405	270	15/7	12500	3000
TU 204-300	T234/M	2 J	42,0	45,2	13,8	89	86	53	860	405	270	15/7	12500	3000

1	2	3	4			5			6			7	8	9
<i>TU 154</i>	<i>T154/M</i>	<i>3 J</i>	37,5	48,0	11,4	100	80	55	975	425	295	15/7	12500	6000
<i>TU 134</i>	<i>T134/M</i>	<i>2 J</i>	29,0	37,0	9,1	49	43	29	885	370	270	10/5	11800	2500
CANADAIR														
<i>CLX Global Express</i>	<i>CLX/M</i>	<i>2 J</i>	28,5	30,3	7,4	41	39	18	890	370	275	12/7	12500	11000
<i>CRJ Regionaljet</i>	<i>CRJ/M</i>	<i>2 J</i>	21,2	26,7	6,3	22	20	14	850	370	275	10/7	12500	2500
<i>CL 601 Challenger</i>	<i>CL60/M</i>	<i>2 J</i>	19,6	20,8	6,3	20	16	12	880	370	275	17/12	12500	6500
YAKOVLEV														
<i>Yak 42</i>	<i>YK42/M</i>	<i>3 J</i>	36,2	40,3	9,8	63	56		810	365	270	5/3	9450	3000
<i>Yak 40</i>	<i>YK40/M</i>	<i>3 J</i>	25,0	20,3	6,5	16	16	10	550	330	230	5/2	8630	1000
BRITISH AEROSPACE														
<i>BAC 111-500</i>	<i>BA11/M</i>	<i>2 J</i>	28,5	32,6	7,7	45	39	25	840	405	275	7/3	10600	3500
<i>BAC 111-400</i>	<i>BA11/M</i>	<i>2 J</i>	26,9	28,5	7,7	42	37	21	850	405	275	7/3	10600	3000
<i>BAC 146-300</i>	<i>RJ115/M</i>	<i>4 J</i>	26,3	30,9	8,6	50	41	29	770	370	255	7/3	9450	3000
<i>BAC 146-200</i>	<i>RJ100/M</i>	<i>4 J</i>	26,3	28,5	8,6	46	40	25	780	370	255	7/3	9450	3000
<i>BAC 146-100</i>	<i>RJ85/M</i>	<i>4 J</i>	26,2	26,1	8,6	44	38	21	795	370	250	7/3	8830	2500
<i>Jetstream 61</i>	<i>JS61/M</i>	<i>2 T</i>	30,6	26,0	7,1	24	23	14	500	310	270	5	7700	2000
<i>Jetsream 41</i>	<i>JS41/M</i>	<i>2 T</i>	18,2	19,2	5,7	11	10	6	545	295	200	5	7600	1500
<i>Bae Hawker 1000</i>	<i>H25C/M</i>	<i>2 J</i>	15,6	16,4	5,2	14	11	8	870	405	275	17/12	13100	5500
<i>Bae Hawker 800</i>	<i>H25B/M</i>	<i>2 J</i>	15,6	15,6	5,3	13	11	6	870	405	275	17/12	13100	4500
<i>HS 125</i>	<i>H25A/M</i>	<i>2 J</i>	14,3	15,4	5,3	12	11	6	840	350	275	15/10	12500	4500

1	2	3	4			5			6			7	8	9
AEROSPATIALE														
ATR 72-200	AT72/M	2 T	27,0	27,1	7,6	22	21	14	510	315	210	5	7500	2500
ATR 42-500	AT45/M	2 T	24,5	22,6	7,6	17	16	10	495	315	210	5	7500	2000
DASSAULT BREQUET														
Falcon 2000	FA22/M	2 J	19,3	20,2	6,9	16	15	9	860	350	260	15/10	14300	5500
Falcon 900B	FA90/M	3 J	19,3	20,2	7,5	21	19	10	945	350	260	17/12	15500	7500
Falcon 200	FA21/M	2 J	16,3	17,1	5,3	14	13	6	880	330	250	15/12	13700	4500
Falcon 100	FA11/M	2 J	13,0	13,8	4,6	9	9	5	905	330	250	15/12	13700	3000
Falcon 50	FA50/M	3 J	18,8	18,4	5,7	18	16	8	880	350	250	15/12	13700	8000
Falcon 20	FA20/M	2 J	16,3	17,1	5,3	13	9	6	860	330	240	17/12	12500	4000
Falcon 10	FA10/M	2 J	13,0	13,8	4,6	9	8	5	905	330	230	17/12	12500	3000
DORNIER														
Do 328	D328/M	2 T	20,9	21,2	7,1	14	12	8	640	295	190	7/4	9500	2000
Do 528	D528/M	2 J	20,9	23,4	7,1	13	12	8	775	350	240	10/5	10600	2500
LET KUNOVICE														
L 610	L610/M	2 T	25,6	20,5	7,6	14	13	7	490	290	220	5/3	10050	1500
L 410	L410/M	2 T	19,9	14,4	5,8	7	7	4	380	285	210	3	6400	1000
GATES LEARJET														
Learjet 60	LJ60/M	2 J	13,3	17,8	4,4	11	9	5	890	370	270	20/15	15500	5000
Learjet 55	LJ55/M	2 J	13,3	16,7	4,4	10	8	5	890	370	270	15/10	15500	4500

1	2	3	4			5			6			7	8	9
<i>Learjet 45</i>	<i>LJ45/M</i>	<i>2 J</i>	13,3	17,8	4,4	9	9	5	860	370	270	15/10	13700	4000
<i>Learjet 35</i>	<i>LJ35/L</i>	<i>2 J</i>	12,0	14,8	3,7	6	5	4,5	870	360	260	15/10	13700	4300
<i>Learjet 31</i>	<i>LJ31/M</i>	<i>2 J</i>	13,3	14,8	3,7	7	7	4,5	890	360	260	15/10	15500	4000
<i>Learjet 29</i>	<i>LJ29/M</i>	<i>2 J</i>	13,3	14,5	3,7	7	6	4	830	350	250	20/15	15500	2500
<i>Learjet 25</i>	<i>LJ25/L</i>	<i>2 J</i>	10,8	14,5	3,7	6	6	4	830	340	245	20/15	15500	3000
<i>Learjet 24</i>	<i>LJ24/L</i>	<i>2 J</i>	10,8	13,1	3,7	6	5	3,5	830	330	245	20/15	15500	2300
<i>Learjet 23</i>	<i>LJ23/L</i>	<i>2 J</i>	10,8	12,3	3,7	6	5	3	915	330	240	20/15	13100	2300
CASA														
<i>CN 235</i>	<i>CN35/M</i>	<i>2 T</i>	25,8	21,3	8,1	15	15	9	460	270	190	5	7900	1000
<i>CASA 212</i>	<i>CS12/M</i>	<i>2 T</i>	20,2	16,1	6,6	7	7	5	370	270	170	3	7900	600
MITSUBISHI														
<i>MU 30 Diamond</i>	<i>MU30/L</i>	<i>2 J</i>	13,2	14,7	4,1	6,7	6	5	805	330	240	12/7	12500	2500
<i>MU 2</i>	<i>MU2/L</i>	<i>2 T</i>	11,9	10,1	3,9	5	4	3	590	290	200	7/2	8800	2300
FAIRCHILD-SWEARINGEN														
<i>Merlin IV Metro</i>	<i>SW4/M</i>	<i>2 T</i>	14,1	18,1	5,1	7	6	4	510	310	210	7/2	8800	2000
<i>Mertin III Metro</i>	<i>SW3/L</i>	<i>2 T</i>	16,6	12,8	5,1	6	6	3	470	310	170	7/3	9500	1500
ISRAEL AIRCRAFT INDUSTRIES														
<i>IAI 1124</i>	<i>WW24/M</i>	<i>2 J</i>	13,6	15,9	4,8	10	9	6	870	330	230	15/10	12500	5000
<i>IAI 1125 Astra</i>	<i>AS25/M</i>	<i>2 J</i>	16,0	16,9	5,9	11	9	6	860	330	245	15/10	13700	5500

1	2	3	4			5			6			7	8	9
CESSNA														
<i>Cessna 850 Bravo</i>	<i>C850/M</i>	<i>2 J</i>	15,9	14,2	4,6	7	5	4	780	370	265	15/10	15500	3500
<i>Cessna 750</i>	<i>C750/M</i>	<i>2 J</i>	19,5	22,0	5,8	14	13	9	980	380	270	15/10	15500	6000
<i>Cessna 650</i>	<i>C650/M</i>	<i>2 J</i>	16,3	16,9	5,1	10	9	7	870	370	270	15/10	15500	4200
<i>Cessna 560</i>	<i>C560/M</i>	<i>2 J</i>	13,7	14,9	4,1	7	7	4	795	370	270	12/10	13700	3000
<i>Cessna 550</i>	<i>C550/L</i>	<i>2 J</i>	15,9	14,3	4,5	6	6	3	740	295	235	10/7	13100	3000
<i>Cessna 525</i>	<i>C525/L</i>	<i>2 J</i>	14,3	12,9	4,1	5	5	3	700	295	220	12/10	12500	2500
<i>Cessna 500</i>	<i>C500/L</i>	<i>2 J</i>	14,3	13,2	4,3	6	6	3	650	290	215	10/7	12500	2000
<i>Cessna 441</i>	<i>C441/L</i>	<i>2 T</i>	15,0	11,8	4,0	5	4	3	545	290	170	10/5	11200	2800
<i>Cessna 421</i>	<i>C421/L</i>	<i>2 P</i>	12,7	11,0	3,5	3	3	1,5	450	250	190	4/2	9440	1200
<i>Cessna 402</i>	<i>C402/L</i>	<i>2 P</i>	13,4	11,0	3,5	3	3	2	425	250	190	4/2	8200	1500
<i>Cessna 340</i>	<i>C340/L</i>	<i>2 P</i>	11,6	10,4	3,8	3	3	1,5	450	250	190	4	7900	1000
<i>Cessna 310</i>	<i>C310/L</i>	<i>2 P</i>	11,2	9,7	3,2	2,5	2,4	1,2	435	245	170	4	6000	1500
<i>Cessna 303</i>	<i>C303/L</i>	<i>2 P</i>	11,9	9,2	4,0	2,3	2,2	1,3	395	220	165	4	7500	1000
<i>Cessna 210</i>	<i>C210/L</i>	<i>1 P</i>	11,2	8,6	2,9	2	1,8	1	425	210	150	4	8200	1000
<i>Cessna 208</i>	<i>C208/L</i>	<i>1 T</i>	15,8	12,6	4,5	4	3,8	2	340	220	145	4	7000	2000
<i>Cessna 206</i>	<i>C206/L</i>	<i>1 P</i>	10,9	9,8	2,9	1,7	1,7	0,9	315	210	145	2	7900	1500
<i>Cessna 182 Skyline</i>	<i>C182/L</i>	<i>1 P</i>	10,9	8,5	2,7	1,3	1,3	0,4	250	160	130	2	6000	800
RAYTHEON BEECH														
<i>Beech 1900</i>	<i>BE02/M</i>	<i>2 T</i>	17,6	17,6	4,5	8	7	5	475	340	200	5/3	10060	2000
<i>Beechjet 400</i>	<i>BE40/M</i>	<i>2 J</i>	13,3	14,7	4,2	7	6	5	850	350	230	15/10	13700	3000
<i>Beech 350</i>	<i>BE3B/L</i>	<i>2 T</i>	17,6	14,2	4,3	6,8	6	5	580	300	210	10/5	10600	2000

1	2	3	4			5			6			7	8	9
<i>Beech 300</i>	<i>BE30/L</i>	<i>2 T</i>	14,6	13,3	4,3	6	5,6	4	580	300	210	10/5	10600	2000
<i>Beech 100 King</i>	<i>BE10/L</i>	<i>2 T</i>	13,9	12,1	4,6	5	5	3	445	350	170	5/2	8600	1800
<i>Beechcraft 99</i>	<i>BE99/L</i>	<i>2 T</i>	14,0	13,5	4,3	5	4,5	3	460	350	175	5	7900	1500
<i>Beechcraft C90B</i>	<i>BE90/L</i>	<i>2 T</i>	15,3	10,8	4,3	4,6	4,3	3	445	300	170	5/3	8800	1700
<i>Beechcraft 76</i>	<i>BE76/L</i>	<i>2 P</i>	11,5	8,8	2,9	1,8	1,7	1	305	180	135	5	6100	1000
<i>Beechcraft 65</i>	<i>BE65/L</i>	<i>2 P</i>	15,4	10,8	4,3	4	3,7	3,5	400	290	180	4	7900	1800
<i>Beech 60 Duke</i>	<i>BE60/L</i>	<i>2 P</i>	11,9	10,3	3,7	3	3	2	435	295	180	5/2	9100	1800
<i>Beech 58 Baron</i>	<i>BE58/L</i>	<i>2 P</i>	11,5	9,1	2,7	2,8	2,8	1,6	420	250	170	3	7500	1700
<i>Beech 35 Bonanza</i>	<i>BE35/L</i>	<i>1 P</i>	10,2	8,3	2,5	1,6	1,6	0,8	320	200	150	3	5500	1000
PIPER														
<i>Piper 60 Aerostar</i>	<i>PA60/L</i>	<i>2 P</i>	11,1	10,6	3,7	2,7	2,7	1,3	480	290	185	4	8600	220
<i>Piper 46 Malibu</i>	<i>PA46/L</i>	<i>1 P</i>	13,1	8,6	3,4	1,8	1,8	1,1	435	280	180	5	7500	1500
<i>Piper Seminole</i>	<i>PA44/L</i>	<i>2 P</i>	11,7	8,4	2,6	1,7	1,7	0,9	360	235	160	4	6100	1500
<i>Piper 42 Cheyenne</i>	<i>PAY4/L</i>	<i>2 T</i>	14,5	13,2	5,0	6	5,5	4	588	330	185	10/5	10600	2000
<i>Piper 34 Seneca II</i>	<i>PA34/L</i>	<i>2 P</i>	11,8	8,7	3,0	2,1	2	1,2	360	230	170	5	7500	1000
<i>Piper 32 Saratoga</i>	<i>PA32/L</i>	<i>1 P</i>	11,0	8,5	2,4	1,6	1,6	1	330	180	135	3	6100	1500
<i>Piper 31 Navajo</i>	<i>PA31/L</i>	<i>2 P</i>	12,4	10,5	3,9	3,2	3,1	1,9	410	290	170	4	7300	1100
<i>Piper Cherokee</i>	<i>PARO/L</i>	<i>1 P</i>	10,8	8,3	2,5	1,3	1,3	0,8	330	230	130	3	6100	1000
<i>Piper Aztec</i>	<i>PAZI/L</i>	<i>2 P</i>	11,3	9,5	3,0	2,3	2,2	1	350	290	185	3	550	1000

КЛЮЧІ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

Номер запитання	Правильна відповідь					
	ТЕСТ 1	ТЕСТ 2	ТЕСТ 3	ТЕСТ 4	ТЕСТ 5	ТЕСТ 6
1	Б	В	Б	В	Г	В
2	В	Б	А, Г	Б	Б	Б
3	Г	А	В	А	Г	В
4	А	В	Б	Г	В	Г
5	Г	А	А, В	В	А	В
6	В	Б	Б	В	А	Г
7	Б	В	Б	Б, Г	В	Б
8	А	А	Г	А, Б	Б	В
9	В	Г	В	А	Б, В	Г
10	Б	А	Б	Г	Б	Г
11	А	А	Г		Г	В
12	Б	Б	В		Б	А
13	В	В	Г		В	А
14	Г	Б	В		Г	Г
15	А	Г	Г		А	В
16	Б	Г	В		Г	А
17	Г	Б	А		В	Б
18	А	А	Б		Б	А
19	Б	Г	А		Б	Г
20	В	Б	Г		В	А
21					А	Б
22					Б	В
23					А	А
24					В	А
25					Г	Б

Навчально-методичне видання

Ешелонування повітряних кораблів

Навчальний посібник

Укладачі: ХАРЧЕНКО Володимир Петрович,
ЛУШПО Олександр Євгенійович,
АРГУНОВ Геннадій Федорович,
ЗАКОРА Севастян Анатолійович

Технічний редактор

Підп. до друку . Формат 60×84/16. Папір офсетний.
Офсетний друк. Ум. друк.арк. . Обл.- вид.арк.
Тираж пр. Замовлення № . Вид. №

Видавництво НАУ
03680 Київ-680, проспект Космонавта Комарова,1
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК №977 від
05.07.2002