

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ  
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_ Шутко В.М.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

## ДИПЛОМНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА  
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 171 «ЕЛЕКТРОНІКА»  
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ  
«ЕЛЕКТРОННІ ПРИЛАДИ ТА ПРИСТРОЇ»

**Тема:** «Точнісні характеристики Глісадного радіомаяка в аеропорту «Київ»  
»

Виконавець

студент групи ЕС-208М Голованов Станіслав Вікторович

Керівник

д.т.н., професор Сібрук Леонід Вікторович

Консультант розділу

«Охорона праці» \_\_\_\_\_ Козлітін О.О.

Консультант розділу

«Охорона навколишнього середовища» \_\_\_\_\_ Маджд С.М.

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_ Сініцин Р.Б.

**КИЇВ 2020**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей

Освітньо-професійна програма «Електронні пристрої та системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.М. Шутко

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання дипломної роботи (проекту)**

Голованова Станіслава Вікторівича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи: «Точнісні характеристики Глісадного радіомаяка в аеропорту «Київ»» затверджена наказом ректора від «02» жовтня 2020 р. № 1900/ст.
2. Термін виконання роботи (проекту): 05.10.2020 р. по 27.12.2020 р.
3. Вихідні дані до роботи: характеристика та принцип роботи глісадного радіомаяка.
4. Зміст пояснювальної записки: огляд та опис обладнання ILS; аналіз принципу роботи системи ILS; огляд місцевості вибраного аеропорту; дослідження антени глісадного радіомаяка.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, графіки, схеми.

## 6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Аналітичний огляд літературних джерел з тематики диплому	05.10-11.10	Виконано
2	Огляд та опис обладнання ILS	12.10-22.10	Виконано
3	Аналіз принципу роботи системи ILS	22.10-31.10	Виконано
4	Огляд місцевості вибраного аеропорту і дослідження антени глісадного радіомаяка	01.11-10.11	Виконано
5	Охорона праці	11.11-17.11	Виконано
6	Охорона навколишнього середовища	18.11-27.11	Виконано
7	Висновки	28.11-31.11	Виконано
8	Оформлення пояснювальної записки	01.12-27.12.2020	Виконано

## 7. Консультація з окремих розділів

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	ст. в. Козлітін О.О.		
Охорона навколишнього середовища	професор, д.т.н., професор Маджд Світлана Михайлівна		

8. Дата видачі завдання: “\_05\_” жовтня 2020 р.

Керівник дипломної роботи (проекту) \_\_\_\_\_ Сібрук Л.В.  
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Голованов С.В.  
(підпис випускника) (П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Точнісні характеристики глісадного радіомаяка в аеропорту «Київ»: сторінок – 89, рисунків – 33, таблиць – 6, джерел посилань – 48.

Об'єкт дослідження: характеристики глісадного радіомаяка.

Мета роботи: дослідити можливість підвищення точності посадки літака за ГРМ у вибраному аеропорту «Київ» до II-ої категорії за вимогами ІСАО.

Проведена робота для підвищення безпеки посадки літака за глісадним радіомаяком до II категорії ІСАО, що в свою чергу зменшить ризики при посадці.

Ключові слова: глісадний радіомаяк, ГРМ, система посадки ILS, діаграма спрямованості ГРМ, характеристика властивостей відбиття радіохвиль, зона Френеля, коефіцієнт Френеля.

## Зміст

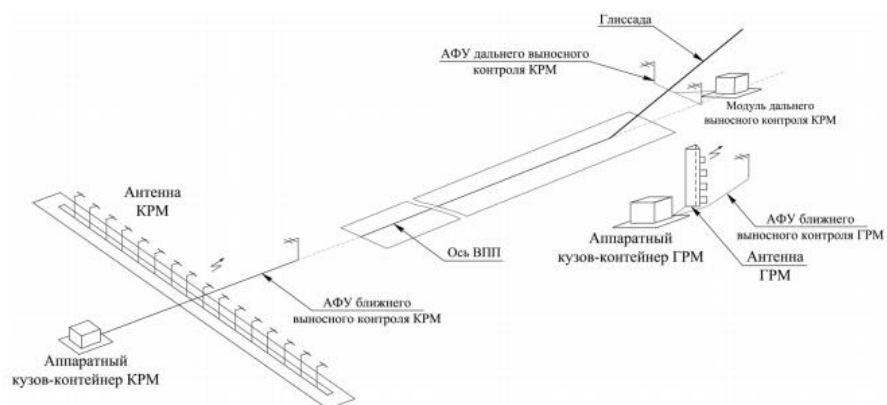
Вступ 7ст.	
1. Розділ 1. Курсо гліссадна система	9
1.1. Обладнення ILS	9
1.2. Приймач локалізатора	14
1.3. Системна антена	16
1.4. Масив антени локалізатора	17
1.5. Масив маяка маркера	17
1.6. Масив косого нахилу	18
1.7. Склад і принцип роботи КГС	18
1.8. Вимоги до характеристик гліссадного маяка	22
2. Розділ 2. Карта аеропорту «Київ» та аналіз місцевості	26
2.1. Карта місцевості	26
2.2. Відбивання радіохвиль від поверхні	27
2.3. Принцип Гюйгенса – Френеля Зони Френеля	28
2.4. Область, для поширення радіохвиль	31
3. Розділ 3. Розрахунок викривлення лінії глісади гліссадного радіомаяка	34
3.1. Антенна системи ГРМ	34
3.2. Діаграми спрямованості гліссадних радіомаяків	35
3.3. Гліссадний маяк GP-1F 0-типу (з опорним нулем)	36
3.4. Гліссадний маяк GP-1F 0-типу	38
3.5. Гліссадний радіомаяк GP-2F M-типу	39
3.6. Гліссадний радіомаяк GP-2F M-типу, активний	41
3.7. Розрахунки, загальний алгоритм дій	43
4. Розділ 4 Охорона праці	53
4.1. Загальні питання охорони праці	53
4.2. Інформація про підприємство	53
4.3. Загальна характеристика приміщення та робочого місця	58
4.4. Освітлення	60
4.5. Розрахунок природного освітлення	61
4.6. Розрахунок штучного освітлення	63
4.7. Шум та вібрація у робочому приміщенні	67
4.8. Електробезпека	67
4.9. Ризики та страхування	67

4.10.Висновок	69
5. Розділ 5 Охорона навколишнього середовища	70
5.1. Вплив електромагнітного випромінювання на живі організми	70
5.2. Можливі механізми біологічної дії електромагнітного поля	71
5.3. Вплив електромагнітного випромінювання на хімічні реакції	72
5.4. Вплив електромагнітного поля на клітину	72
5.5. Вплив електромагнітного поля на нервову систему	73
5.6. Вплив електромагнітного випромінювання на імунну систему	73
5.7. Вплив електромагнітного поля на статеву систему	74
5.8. Вплив слабких електромагнітних полів на живі організми	74
5.9. Принципи нормування електромагнітних полів	74
5.10.Вимірювання рівнів електромагнітних випромінювань надвисоких та надзвичайно високих частот	79
5.11.Індикатор магнітних і електричних полів	81
5.12.Висновок	82
6. Висновок	84
7. Перелік використаних джерел	85

## Вступ

Захід літаків на посадку є одним з найбільш складних етапів польоту. Основним засобом забезпечення інструментального заходу літаків цивільної авіації на посадку і посадки є радіомаякову системи (РМС) посадки метрового діапазону довжин хвиль формату ILS (Instrument Landing System).

Проблема посадки літаків в умовах обмеженої видимості злітнопосадкової смуги (ЗПС) виникла вже незабаром після першого польоту братів Райт в 1903 р з винаходом в 1905 р А.С. Поповим радіо з'явилися технічні пропозиції по використанню електромагнітних хвиль для вирішення проблеми завдання в просторі так званої радіотехнічної траєкторії заходу літака на посадку. Таким чином, радіотехнічні системи посадки (СП) мають майже вікову історію розвитку. Історія розвитку СП в США. Радіомаякову СП включає в себе (Мал 1) курсової радіомаякт КРМ), гліссадну радіомаяк (ГРМ) і бортову апаратуру (БА).



Мал. 1 - Схема розміщення радіомаякової системи посадки формату ILS на аеродромі

Курсовий радіомаяк (КРМ) встановлено на продовженні осі взлетнопосадочної смуги, на стороні, протилежній стороні заходу літака на посадку (на відстані від 400 до 1150 м від торця ЗПС). Антена КРМ випромінює в навколишній простір електромагнітні хвилі в діапазоні частот від 108 до 111,975 МГц, модульовані по амплітуді сигналами тональних частот 90 і 150 Гц. В ідеальному випадку поверхню, на якій різниця глибин

модуляції (РГМ) сигналами дорівнює нулю, є вертикальною площиною, що проходить через вісь ВПП (поверхню курсу Мал. 1). Праворуч від поверхні курсу (у напрямку заходження літака) переважає сигнал з глибиною модуляції несучої тональної частотою 150 Гц, а зліва сигнал з глибиною модуляції несучої тональної частотою 90 Гц.



## Розділ 1. Курсо гліссадна система

### 1.1 Обладнання ILS

При видаленні від поверхні курсу РГМ зростає. Таким чином, за величиною РГМ можна судити про величину відхилення від лінії курсу, а по тому, глибина модуляції якої частоти (90 або 150 Гц) є переважаючою, про стороні відхилення.



Мал. 1.1 Формування глісади інструментальною системою посадки

Гліссадну радіомаяк (ГРМ) встановлено на відстані приблизно 300 м від торця ЗПС з боку заходу літака на посадку і зміщений від осі ЗПС на деяку відстань. Антена ГРМ випромінює в навколишній простір електромагнітні хвилі в діапазоні частот від 328,6 до 335,4 МГц, модульовані сигналами з частотами 90 і 150 Гц (на Мал. 1.1). Поверхня, на якій різниця глибин модуляції радіочастотних сигналів сигнал і 90 і 150 Гц дорівнює нулю, є конус, вершина якого знаходиться в підставі антен. Ось конуса вертикальна, а утворює нахилена на заданий кут відносно поверхні Землі (Поверхня глісади Мал. 1.1). Вище поверхні глісади переважає сигнал з глибиною модуляції несучої тональної частотою 90 Гц, а нижче з глибиною модуляції несучої тональної частотою 150 Гц. Перетин зазначених поверхонь задає в просторі лінію для заходу літака на посадку (Мал. 1.1), звану глісадою (або радіотехнічної траєкторією). Бортова апаратура відображає відхилення літака від глісади, її свідчення використовуються для прийняття рішення пілотом або автопілотом про коригування траєкторії польоту літака.

Принцип роботи гліссадну і курсового радіомаяків передбачає, що місцевість перед радіомаяками є горизонтальну площину. Тоді кожна з антен

створює поле, яке можна представити у вигляді суми поля самої антени і поля її дзеркального відображення. В цьому випадку траєкторія заходу на посадку є ідеальний промінь. Реальна ситуація на аеродромах така, що замість ідеального променя простежується певна крива лінія, поведінка якої обумовлено впливом нерівностей земної поверхні. У міру розвитку літальних апаратів і розширення використання радіомаякву систем інструментальної посадки посилюються вимоги, що пред'являються до траєкторії заходу літаків на посадку. Ці вимоги викладені у вітчизняних стандартах і нормах міжнародної організації цивільної авіації ІКАО .

Досягнення високих точностних характеристик систем посадки утруднено

на аеродромах зі складним рельєфом місцевості. Аеродромами зі складним рельєфом місцевості в дисертаційній роботі названі аеродроми, на яких підготовка майданчика відповідно до типового проекту вимагає переміщення великого обсягу ґрунту (понад 10 000 м<sup>3</sup>). Як показує досвід, вартість робіт з інженерної підготовки місцевості для розміщення курсогліссадних радіомаяків на деяких аеродромах виявляється сумірною з вартістю апаратури радіомаяків, а в деяких випадках на один-два порядкивище.

Розміщення маяків на аеродромі без попереднього розрахунку його характеристик часто призводить до невиправданих витрат. Витрати на планування майданчики перед радіомаяків, монтажні роботи і льотні випробування виявляються невиправданими в тих випадках, коли на даному аеродромі через впливу складок місцевості забезпечити необхідні параметри траєкторії НЕ представляється можливим. У зв'язку з цим доцільно, моделювання характеристик радіомаяків, яке повинно служити цілям зниження обсягу дорогих земляних робіт з інженерної підготовки майданчиків перед антенами (шляхом оптимізації форми рельєфу площадки).

Обладнання ILS складається з двох операційних блоків:

1. Наземне обладнання аеропорту

## 2. Повітряно-десантне обладнання

Локалізатор Антенна локалізатора знаходиться на розширеній центральній лінії злітно-посадкової смуги на протилежному кінці від кінця підходу, на відстані, яка гарантує, що він лежить нижче зльоту злітно-посадкової смуги площина зазору перешкод. Будівля передавача зазвичай знаходиться на відстані 100-120 метрів в бік антени. Шаблон поля, випромінюваний локалізатором, зображено на (мал 3) лінією курсу, що лежить уздовж розширених центральних ліній злітно-посадкової смуги. Промінь локалізатора "Ширина", як це трактується ходом голки локалізатора на хрест літака показчик показчика від повного відхилення в синьому секторі (150 Гц) до повного відхилення в жовтий сектор (90 Гц) зазвичай становить  $5^\circ$  для категоризованих систем, а всі інші системи є під поріг посадки шириною 210 метрів. Основним компонентом ILS є локалізатор, який забезпечує бічні керівництва. Локалізатор - це УКХ радіопередавач та антенна система, що використовує той самий загальний діапазон як передавачі VOR (між 108,10 МГц і 111,95 МГц). Локалізатор Частоти, однак, лише на десятих десятинах, з інтервалом між ними 50 кГц частоти. Передавач та антена знаходяться на центральній лінії на протилежному кінці злітно-посадкова смуга від порогу підходу. Курс повернення локалізатора використовується в деяких, але не у всіх системах ILS. Де зворотний хід затверджений для цілей посадки, як правило, він має 75 МГц об'єкт зворотного маркера або NDB, розташований від 3 до 5 НМ від приземлення. Курс перевіряється періодично, щоб переконатися, що він розташований у межах визначених допусків.

Сигнальна передача Сигнал, що передається локалізатором, складається з двох вертикальних шаблонів у формі вентилятора що перекриваються в центрі (див. Рисунок сигналу локалізатора ILS3). Вони вирівнюються з розширеною центральною лінією злітно-посадкової смуги. Права сторона цього шаблону, як видно з наближається до літака, модулюється в 150 Гц і називається «синьою» областю. Ліва сторона картина модулюється на 90 Гц і називається «жовтою» зоною. Перекриття між обидві

області надають сигнал на трасі. 7 Ширина навігаційного променя може змінюватись приблизно від 3о до 6о, 5о нормально. Він налаштований для надання сигналу треку шириною приблизно 700 футів на поріг злітно-посадкової смуги. Ширина променя збільшується настільки, що при 10 НМ від передавач, промінь шириною приблизно одну милю. Загальна ширина в градусах буде залежати від положення антен та довжини злітно-посадкова смуга. Обладнання призначене для забезпечення мінімум корисного сигналу на ходу відстань 25 НМ від злітно-посадкової смуги на мінімальній висоті 2 000 футів над поріг. Кожен локалізатор слухово ідентифікується кодованим позначенням, що складається з трьох літери, перша з яких - літера "Я". Зазвичай передавачі дублюються, мають антену система автоматичного переходу з основного на вторинне обладнання на випадок поломка або несправність.

Шлях ковзання Будинки передавача та антена ковзання перебувають у безпосередній близькості та є зазвичай розташовані приблизно в 225–380 метрах від кінця підходу та 120–210 метрів збоку від центральної лінії злітно-посадкової смуги. Шаблон поля, випромінюваний ковзаючою стежкою обладнання проілюстровано на (див. малюнок 1.2).



Мал. 1.2 Випромінювання

Ширина шляху ковзання, як його інтерпретують просування голкою шляху ковзання індикатор поперечного вказівника літака від повної індикації "зльоту" до "зльоту" індикація, коливається від 1° до 1,5 °. Немає жодної секторальної кольорової ідентифікації шлях ковзання. Передавачі дублюються з автоматичним перемиканням від основного до вторинного обладнання у разі несправності або несправності.

Передавач Нахил ковзання забезпечує вертикальне наведення пілота під час руху підхід. Схил ковзання ILS виробляється наземним УВЧ радіопередавачем і антенна система, що працює в діапазоні від 329,30 МГц до 335,00 МГц, з частотою 50 кГц інтервал між кожним каналом. Передавач розташований на відстані від 750 до 1,250 футів вниз злітно-посадкова смуга від порогу, зміщення 400 - 600 футів від центральної лінії злітно-посадкової смуги. Під наглядом до при допущенні  $\pm 1/2$  ступеня, шлях ковзання УВЧ "спарюється" з (і зазвичай) автоматично налаштовується шляхом вибору) відповідної частоти УКХ-локалізатора. Як і локалізатор, сигнал схилу складається з двох променів, що перекриваються модулюється на частотах 90 Гц і 150 Гц (див. Рисунок 2 сигналу нахилу косоного нахилу). На відміну від Локалізатор, однак, ці сигнали вирівняні один над одним і випромінюються в основному уздовж під'їзної колії. Товщина ділянки перекриття становить  $1,4^\circ$  або  $0,7^\circ$  вище і  $0,7^\circ$  нижче оптимального схилу ковзання.

Цей сигнал нахилу ковзання може регулюватися між  $2^\circ$  і  $4,5^\circ$  вище горизонталі площині. Типовий. Регулювання становить від  $2,5^\circ$  до  $3^\circ$ , залежно від таких факторів, як перешкоди вздовж шляху підходу та схилу злітно-посадкової смуги.

Помилкові сигнали можуть генеруватися вздовж схилу ковзання у кратних слідах ковзання кут, причому перший знаходиться приблизно на  $6^\circ$  градусів вище горизонталі. Цей помилковий сигнал буде зворотний сигнал (тобто команди "вгору" і "вниз" будуть повернені). Неправдиве сигнал в  $9^\circ$  буде орієнтований так само, як і справжній нахил ковзання. Неправдивих немає сигнали нижче фактичного схилу. Літак, який летить відповідно до опублікованого підходу процедура на передньому курсі ILS не повинна стикатися з цими помилковими сигналами.

Повітряне обладнання Поява CAT II та вищих ILS вимагає збільшення кількості та якості повітряного обладнання. Це додаткове обладнання є доповненням до попереднього несли. Зміни в базовому екіпірувальному обладнанні для використання ILS не було змінено чутливість і надійність приймача. Більшість додаткового обладнання додано до дозволяють

автоматичний підхід, перегін або посадку і використовується лише у поєднанні з а дуплекс (дві системи) або триплекс (три системи) автопілот. Існує кілька різних типів повітряно-десантного обладнання і установки залежать від різні види літальних апаратів. Однак перераховані основні компоненти простої установки у наступних параграфах.

## **1.2 Приймач локалізатора**

Приймач локалізатора Сигнал локалізатора приймається в літальному апараті приймачем локалізатора. Приймач локалізатора поєднується з приймачем VOR в одному блоці. Два приймачі поділитися деякими електронними схемами, а також тим самим селектором частоти, регулюванням гучності та Управління ON-OFF. Сигнал локалізатора активує вертикальну голку, що називається смугою треку (ТВ). Припускаючи остаточний під'їзний шлях, вирівняний на північ і південь літака на схід від розширеного центральна лінія злітно-посадкової смуги (положення 1) знаходиться в зоні, модульованій 150 Гц. Відхилення є зліва. І навпаки, якщо літак знаходиться в районі на захід від злітно-посадкової смуги центральна лінія, сигнал 90 Гц змушує ТВ відхилитися праворуч (положення 2). В область перекриття, обидва сигнали прикладають силу до голки, викликаючи часткове відхилення в напрям найсильнішого сигналу. Таким чином, якщо літак знаходиться приблизно на підході трек горить трохи праворуч, ТВ трохи відхилений ліворуч. Це вказує на те, що а виправлення ліворуч необхідно, щоб розмістити літак в точному вирівнюванні. У точці, коли сигнали 90 Гц і 150 Гц мають однакову інтенсивність, є ТВ по центру, що вказує на те, що літак знаходиться точно на під'їзній колії (позиція 3). Коли ТВ застосовується спільно з VOR, повномасштабний відхилення голки трапляється  $10^\circ$  з будь-якої сторони доріжки, показаної на селекторі треку. Коли ця сама голка є використовуваній як індикатор локалізації ILS, повномасштабний відхилення голки відбувається приблизно приблизно  $2.5^\circ$  від центру променя локалізатора.

Приймач GP Сигналу нахилу ковзання приймається УВЧ-приймачем у літаку. У сучасному Авіаційними установками, управління цим радіоприймачем інтегровано з елементами управління VOR що правильна частота нахилу ковзання настроюється автоматично, коли частота локалізатора вибрано. Сигнал нахилу ковзання активує голку нахилу ковзання, розташовану спільно з ТВ. У навігаційному індикаторі для голки схилу схилу є окремий прапор OFF. Цей прапор з'являється, коли сигнал нахилу ковзання занадто слабкий. Як це відбувається з локалізатором, голка схилу схилу показує повне відхилення, поки літак не досягне точки сигналу перекриття. У цей час голка демонструє часткове відхилення у напрямку до найсильніший сигнал. Коли обидва сигнали рівні, голка орієнтується горизонтально, вказуючи що літак знаходиться саме на плавній трасі. Пілот може визначити точне місце по відношенню до шляху підходу посилаючись на один прилад, оскільки навігаційний індикатор забезпечує і вертикаль і бічне наведення. На малюнку сигнальної схеми нахилу ковзання вгорі, позиція 1, показано обидві голки по центру, що вказує на те, що літак знаходиться в центрі підходу шлях. Індикація у положенні 2 вказує пілоту злетіти вниз і вліво, щоб виправити підхідний шлях. Позиція 3 показує вимоги злетіти вгору і право досягти належного шлях. При 1.4° перекриття променя площа товщиною приблизно 1500 футів при 10 Нм, 150 футів при 1 НМ та менше однієї ноги при торканні. Удавана чутливість приладу зростає, коли літак наближається до злітно-посадкова смуга. Пілот повинен уважно стежити за цим, щоб голка була зосереджена. Як було сказано раніше, а повне відхилення голки вказує на те, що літальний апарат або високий, або низький, але його немає індикація того, як високий чи низький.

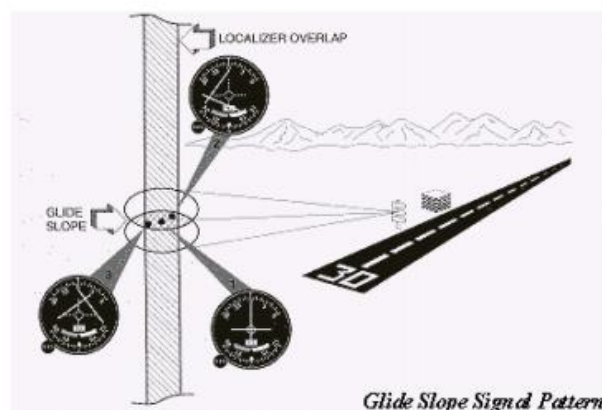


Мал. 1.3 Схема сигналу локалізатора

Вихід приймача шляху ковзання також розділений на 90 Гц і 150 Гц складових, випрямлених та напруг, поданих на горизонтальну голку хреста покажчик індикатора. Немає звукового ідентифікаційного сигналу, пов'язаного зі шляху ковзання.

Вихід з приймача сигнального сигналу маркера приводить в дію відповідний маркер лампи маяка і забезпечує ідентифікаційний звуковий сигнал.

Вихідна інформація приймача радіовисокомірця подається на відповідному інструмент на панелі приладів пілота. Радіовисокомір зазвичай використовується лише для автоматичний пілотний з'єднаний підхід.



Мал. 1.4 Шаблон сигналу нахилу GS



### **1.3 Системна антена**

На більшості сучасних високошвидкісних літальних апаратів є змивні або вбудовані антени локалізатора зазвичай розташований у вертикальному стабілізаторі. Ця ж антена може подавати два локалізатори приймачі; повітряна система та приймачі, як правило, також використовуються для VOR. Якщо третя Встановлений приймач локалізатора, його антена, як правило, розташована в області носа, як правило в межах випадкового, передбаченого для радіолокації погоди. Антена приймача ковзаючої траси зазвичай розташована на носі літака або в межах Радом. На дуже великих літальних апаратах, або на тих, які приземляються з незвично високими ставлення до носа.

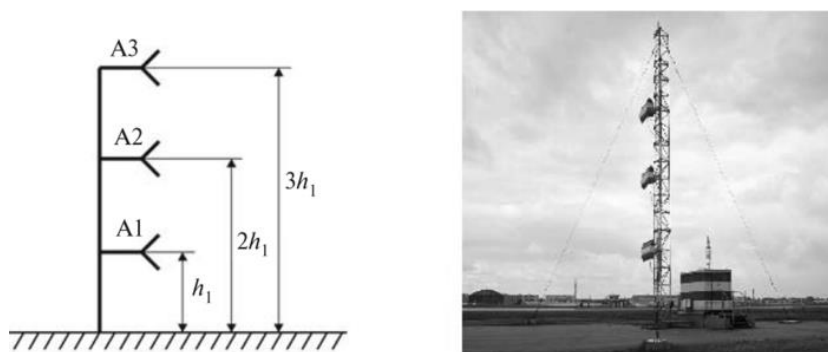
### **1.4 Масив антени локалізатора**

Масив антени локалізатора або просто локалізатор (LLZ), що працює на частоті 108 - 112 МГц - це обладнання, яке за допомогою радіохвиль створює т. Зв Літак курсу в напрямку літака наближається на відстані 30NM від зона приземлення злітно-посадкової смуги. Антенна система здатна передавати несучу частоту роздмухнув дві бокові амплітудно-модульовані частоти, одна - 90 Гц (зліва від посадки) напрямком) та інші 150 Гц (справа від напрямку посадки). Двочастотна локалізатори надзвичайно точні і можуть бути використані для категорій ILS II / III.

### **1.5 Масив косого нахилу**

Масив схилю схилю (також його називають схилом ковзання) утворює електромагнітне поле до керувати літальним апаратом у вертикальному та в напрямку наближення. Масив косо-схилю повинні подавати достатній сигнал для керування літальним апаратом, який оснащений стандартною ІЛС встановлення через систему амплітудно-модульованих сигналів по обидва боки ІЛС лінія спуску, щонайменше за 18,5 км від відстані. Лінія спуску ILS, так звана Glide Шлях формується заземленим УВЧ-передавачем та його антенною системою, що працює на а принцип дуже схожий на локалізатор. Масив ковзаючого схилю працює в діапазоні частот від 328,6 МГц до 335,4

МГц, що приблизно втричі вище частоти, ніж LLZ3 (більш висока частота також, як правило, забезпечує більш високу точність).



Мал. 1.5 ГРМ

Для зменшення викривлень глісади випромінювання ГРМ компенсується під малими кутами місця, а для отримання інформації про стан літака в цій області використовується додатковий канал. З цією метою в двоканальному ГРМ, крім двох антен (нижньої і верхньої), застосовується додаткова третя антена А3, розташована на висоті, в 3 рази перевищує висоту підвісу нижньої антени (Мал. 1.5). В основному каналі ГРМ використовуються антени А1 і А2, а в додатковому - антени А1 і А3. Фази і амплітуди струмів харчування антен підбираються такими, щоб зменшити рівень поля під малими кутами до горизонту, що призводить до зменшення сигналів, відбитих нерівностями рельєфу, і, отже, до зменшення амплітуди викривлень глісади.

### 1.6 Масив маяка маркера

Антенна приймача сигнального маяка в більшості випадків встановлюється на нижній стороні фюзеляж або крила повітряного судна в місці, поза межами всіх інших антен і перешкоди. У деяких літальних апаратах використовується антена в корпусі у формі човна, а в інших установках використовують повітряний вбудований змив із шкірою літака. Маркерні маяки та обладнання DME. Метою маркерних маяків є інформування пілота про горизонтальну відстань з зони тактичного зльоту злітно-посадкової смуги, де вона вважається значною (наприклад, літаком) Висота перевіряється при переході над маяком). Всі типи маяків працюють на несучій частоті 75,0 МГц і працюють в таких режимах Таким чином, вони вертикально передають конус радіохвиль. Приймач на борту літака зафіксовано до 75 МГц і буде приймати

сигнал під час прольоту антени. Традиційна ІЛС установка, окрім ковзаючого схилу та масиву локалізатора, містить також щонайменше два маркери маяки, які зазвичай розміщуються на ділянках, віддалених від аеропорту.

### **1.7 Склад і принцип роботи КГС**

Курсо-гліссадну система є найбільш поширеною системою заходу на посадку на великих і жвавих аеродромах. Крім того, вона є найбільш точною, якщо звичайно не вважати MLS - Microwave Landing System, яка до цих пір не отримала такого ж широкого поширення. Зараз ми спробуємо розібратися, як працює ця система і як навчити нею користуватися. Звичайно, ця стаття не претендує на найбільш повне і єдино вірне керівництво, але в якості навчального посібника на початковому етапі вона вам дуже допоможе.

Все, що ми бачимо на приладах при посадці - це 2 перехресних планки, що позначають положення літака відносно траєкторії заходу на посадку. Давайте спробуємо зрозуміти, за рахунок чого вони переміщуються, і чому пілотажно-навігаційний комплекс літака отримує дуже точну інформацію про положення літака.

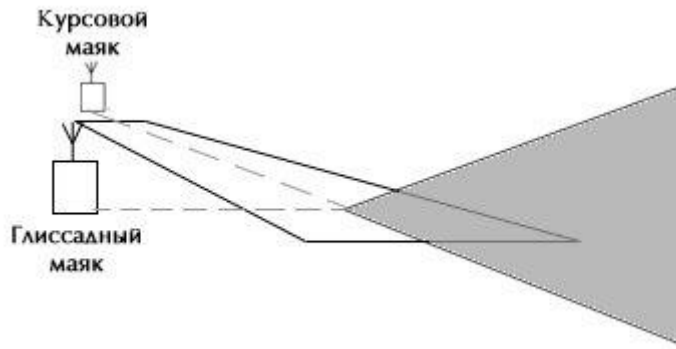
Отже, з чого складається КГС:

1) Курсовий маяк, який забезпечує наведення літака в горизонтально площині - по курсу.

2) Гліссадну маяк, що забезпечує наведення у вертикальній площині - по гліссаде.

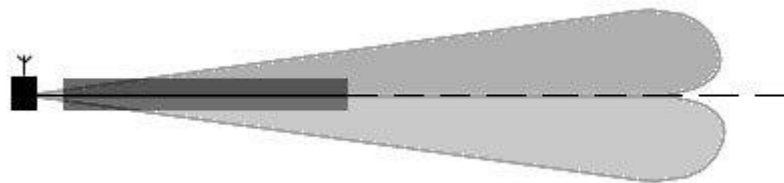
3) Маркери, які сигналізують момент прольоту певних точок на траєкторії заходу. Зазвичай маркери встановлюються на ДПРМ і БПРМ.

4) Приймальні пристрої на борту літака, що забезпечують прийом і обробку сигналу. Курсовий і гліссадну маяки встановлюються біля ЗПС. Курсовий маяк - в протилежному торці ЗПС по осьовій лінії, гліссадну маяк збоку від ЗПС на відстані точки приземлення від порога ЗПС.



Мал. 1.6 Курсо-глиссадну система

Тепер про те, як працюють ці маяки. Візьмемо за основу курсової маяк і дещо спрощено розглянемо його роботу. При роботі маяк формує 2 різночастотних сигналу, які схематично можна показати як 2 пелюстки, спрямовані уздовж траєкторії заходу на посадку.



Мал. 1.7 Діаграма направленості КГС

У разі, якщо літак знаходиться точно на перетині цих двох пелюсток, потужність обох сигналів однакова, відповідно різниця їх потужностей дорівнює нулю, і індикатори приладу видають 0. Ми на курсі. Якщо літак відхилився вліво або вправо, то один сигнал починає переважати над іншим. І чим далі від лінії курсу, тим більше це переважання. В результаті цього за рахунок різниці в потужності сигналу приймач літака точно встановлює, наскільки далеко ми від лінії курсу.

Глиссадний маяк працює точно за таким же принципом, тільки у вертикальній площині. Отже, ми увійшли в зону дії КГС. Планки на ПНП отшкалілі, значить пора нам зорієнтуватися, де ми знаходимося і як нам треба пілотувати літак, щоб точно вписується в траєкторію заходу.

Залежно від того, який прилад у нас встановлений, індикація може змінюватися, але основний принцип залишається незмінним - планки (стрілки,

індекси) показують нам положення траєкторії заходу щодо нашого місця. На тому приладі, що ми зараз розглянемо, наше становище щодо курсу показує вертикальна планка, а положення щодо глісади - трикутний індекс в правій частині приладу.

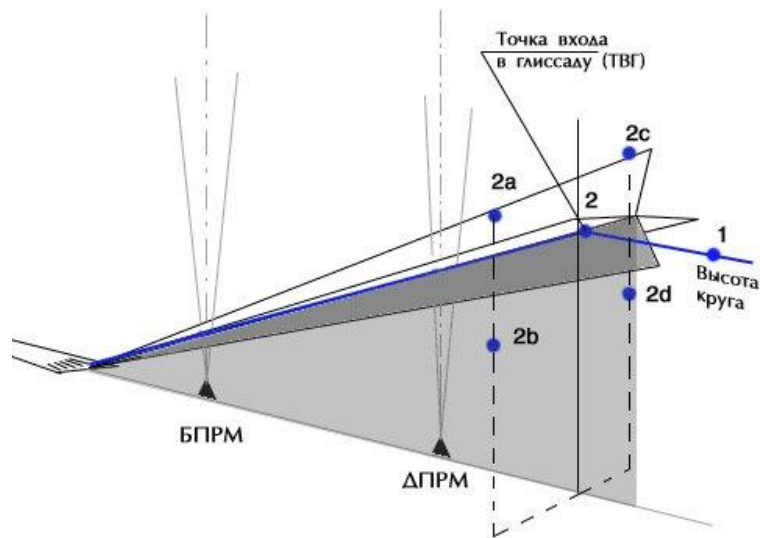
Самі планки як би показують нам, де саме знаходиться наша траєкторія. Якщо курсова планка зліва, то лінія курсу теж знаходиться зліва, а значить, нам треба повернути вліво. Те ж і з глісаде - якщо глісадну індекс внизу, то ми йдемо вище, і нам треба збільшити вертикальну швидкість, щоб "наздогнати" глісаду.



Мал. 1.8 прилад КГС

Планка справа - повернути вправо

Планка зліва - повернути вліво



Мал. 1.9 Зони дії КГС

Ми на лінії курсу і ще не підійшли до точки входу в глиссаду. Все як годиться - курсова планка точно в центрі, глиссаду індекс вгору. Лінія глиссади проходить над нами і спрямовується в нікуди під кутом в середньому 2 градуси 40 хвилин відносно горизонту. До речі, кут нахилу глиссади (УНГ) на різних аеродромах різний. Це залежить від рельєфу місцевості і від інших умов. Наприклад, на гірських аеродромах УНГ може становити до 4-5 градусів.

### 1.8 Вимоги до характеристик глиссадного маяка

Таблиця 1.1 Вимоги до характеристик глиссадного маяка

№	Найменування характеристик	Одиниця виміру	норматив РМС-1	норматив РМС-2	норматив РМС-3
1	Межі установки і підтримки кута глиссади відносно номінального (Розрахункового для даного напрямку $\Theta$ )	від н. од.	$\pm 0,07$ 5	$\pm$ 0,075	$\pm 0,04$
2	положення кордонів	мін	(0,07 -0,14) $\Theta$	0 ,12 $\Theta$	(0,12 $\pm$ 0,02) $\Theta$

	полусект ора глісади щодо номіналь ної лінії глісади: - вище глісади - нижче глісади	мін	(0,07 - 0,14)⊖	( 0,12±0, 02)⊖	(0,12± 0,02)⊖
3	межі підтримки чутливос ті до зміщенн я РГМ щодо номіналь ного значення	%	±25	± 20	±15
4	амплітуд а викривлень глісади	РГ М	035	0,035 лінійне зменшення до 0,023	
5	Зона дії: - в горизонтальні й площині в секторі ± 8 ° щодо осьової лінії ЗПС - у вертикальній площині в секторі, обмежен ому кутами вище глісади нижче глісади	Км  градус  градус	18  1,75 ⊖  0,45 ⊖	1 8  1 ,75⊖  0 ,45⊖	18  1,75⊖  0,45⊖
6	Напруже ність поля в зоні дії, не менше	мк В/м	400	4 00	400

7	<p>угломестная характеристика в секторі (плавне збільшення):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- від лінії глісади вгору до величини</li> <li>- від лінії глісади вниз до кута <math>0,45\theta</math>, не менше</li> </ul>	<p>РГ М</p> <p>РГ М</p>	<p>0,175</p> <p>-0,22</p>	<p>0 ,175</p> <p>- 0,22</p>	<p>0,175</p> <p>-0,22</p>
8	<p>спрацьовування системи автоматичного контролю для одночастотне ГРМ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при зміщенні кута глісади від номінального значення, не більше</li> <li>- при зміні чутливості до зміщення від номінального значення, не більше</li> </ul>	<p>від н. од.</p> <p>%</p>	<p><math>\pm 0,075</math></p> <p><math>\pm 25</math></p>		
9	<p>допуск несучої</p>	<p>%</p>	<p><math>\pm 0,005</math></p>	<p>-</p>	<p>-</p>



	частоти: - одночастотне радіомая ка - двухчастотного радіомая ка	%	$\pm 0,002$	0,002
10	глибина модуляції несучих частот сигнала ми 90 і 150 Гц	%	40 $\pm$ 2,5	
11	межі спрацювання допуско вого контролю: - час помилкового випромі нювання, не більше - зменшення потужності випромі нювання одночаст отне маяка - зменшення потужності випромі нювання двухчаст отного маяка	с  %  %	1  50  80	

## Карта аеропорту «Київ» та аналіз місцевості

### 2.1 Карта місцевості

Розміщення маяків на аеродромі без попереднього розрахунку його характеристик часто призводить до невиправданих витрат. Витрати на планування майданчика перед радіомаяками, монтажні роботи і льотні випробування виявляються невиправданими в тих випадках, коли на даному аеродромі через вплив місцевості забезпечити необхідні параметри траєкторії не є можливим. У зв'язку з цим доцільно, моделювання характеристик радіомаяків, яке повинно служити цілям зниження обсягу дорогих земляних робіт з інженерної підготовки майданчиків перед антенами (шляхом оптимізації форми рельєфу площадки).

Актуальність обраної теми заключається в дослідженні можливості підвищити точність посадки літака по КРМ у вибраному аеропорту «Київ» до II категорії ICAO.

Нижче на карті зображено аеропорт «Київ», напрямок випромінювання антени курсового радіомаяка у бік міста, де на місцевості позначені можливі перепони та відбивачі сигналу. По кожному з них проведено розрахунки зон Френеля та зроблені висновки у відповідних розділах дипломної роботи.



Мал. 2.1 Карта аеропорту «Київ» із зображеними відбивачами на ній.

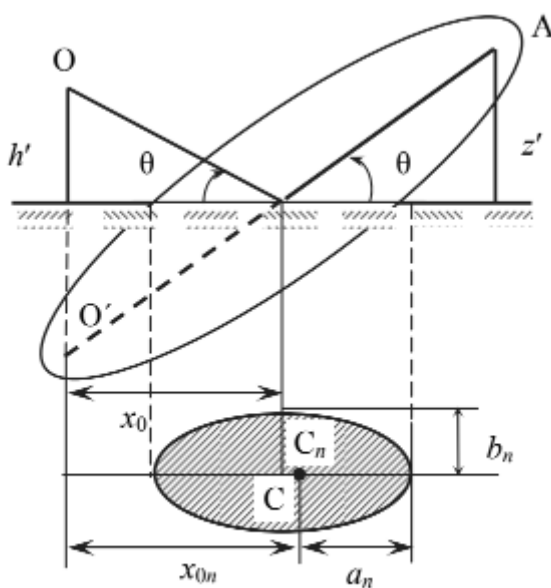
## 2.2 Відбивання радіохвиль від поверхні

У разі першої математичної моделі ( $r < 0,2 r_0$  - радіотраса малої протяжності) поле в області прямої видимості може являти собою геометричну суму полів прямий і відображеної від земної поверхні хвиль (результат інтерференції полів прямий і відображеної радіохвиль).

Спочатку припустимо, що земна поверхня плоска і абсолютно рівна, як показано на Мал. 2.2. Випромінювач і точка спостереження підняті над плоскою земною поверхнею на висоту  $h$  і  $z$  відповідно. У цьому випадку напрямок поширення відбитої хвилі підкоряється закону геометричної оптики (кут відбиття дорівнює куту падіння). За законами геометричної оптики відображення радіохвиль відбувається в деякій точці  $C$ .

Насправді ж, згідно хвильової теорії, відбита хвиля формується деякими ділянкою земної поверхні, оточуючим точку відображення. Ця ділянка формується таким чином. Як для прямої, так і для відбитої радіохвилі має місце область простору, істотна для поширення (Мал. 2.2).

Для прямої хвилі ця область являє собою еліпсоїд обертання з фокусами в точках  $O$  і  $A$ . Точка  $O$  є точкою розташування фіктивного випромінювача, що є дзеркальним зображенням реального випромінювача.



Мал. 2.2 Істотна для поширення

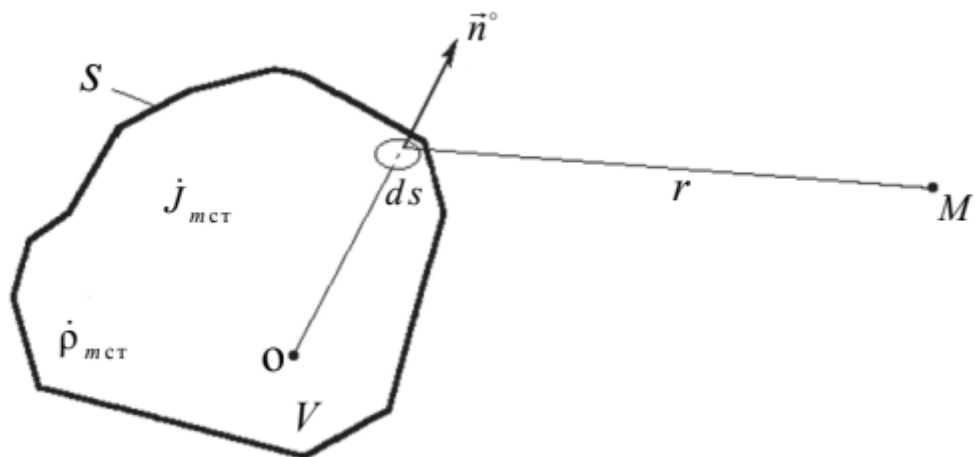
## 2.3 Принцип Гюйгенса – Френеля

Найпростішою математичною моделлю є модель вільного простору.

У теорії випромінювання і поширення електромагнітних радіохвиль вирішується наступна основна електродинамічна задача. Задається розподіл джерел випромінювання (розподіл щільності сторонніх струмів в випромінювачі) і електричні параметри середовища, що оточує ці джерела.

Потрібно розрахувати ЕМП в довільній точці навколишнього простору (в точці спостереження). У точці спостереження може перебувати або приймальня антена (в системі радіозв'язку), яку мету (в радіолокаційної системи).

Однак в реальності первинні джерела поля  $\dot{\vec{J}}_{ст}$  і  $\dot{\vec{\rho}}_{ст}$  можуть бути невідомі або виражатися складної математичної залежністю, але при цьому відомо поле  $(\vec{H}, \vec{E}, \vec{A}, \vec{Z}$  і  $\Phi)$  на деякій замкнутій поверхні  $S$ , яка охоплює випромінює систему (Мал. 2.3).

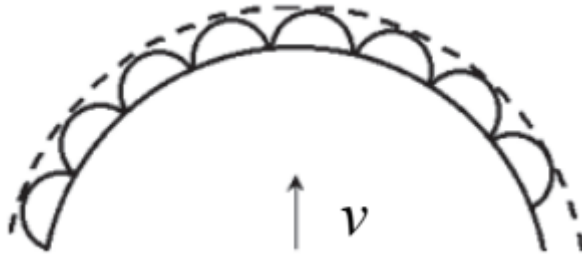


Мал. 2.3 Знаходження поля первинних джерел в точках, які не охоплюються замкнутою поверхнею  $S$

У зв'язку з цим широко застосовується метод розрахунку ЕМП, базуючийся на принципі Гюйгенса - Френеля. Принцип Гюйгенса-Френеля полягає у тому, що будь-яка точка  $ds$  середовища, якої досяг хвильової фронт,

створений будь-яким первинним джерелом, є другорядним елементарним джерелом сферичної хвилі.

Новий фронт хвилі являє собою огинаючу всіх виниклих елементарних хвиль (Мал. 2.4).



Мал. 2.4 Фронт сферичної хвилі

В цьому випадку для знаходження поля в точках, які не охоплюються замкнутою поверхнею  $S$ , використовується відома скалярна формула Кирхгофа [15], яка для гармонійних полів має наступний вигляд:

$$\dot{U}_m(M) = \frac{1}{4\pi} \oint_S \left[ \frac{\partial \dot{U}_{ms}}{\partial n} \left( \frac{e^{-jkr}}{r} \right) - \dot{U}_{ms} \frac{\partial}{\partial n} \left( \frac{e^{-jkr}}{r} \right) \right] ds,$$

де  $\dot{U}_m(M)$  - комплексна амплітуда векторів поля  $\vec{H}$ ,  $\vec{E}$ ,  $\vec{A}$ ,  $\vec{Z}$  у точці  $M$ ;

$\dot{U}_{ms}$  - комплексна амплітуда векторів поля на поверхні  $S$  в місці розташування елемента  $ds$ ;

$\frac{e^{-jkr}}{r}$  - допоміжна хвильова функція;

$r$  - відстань від точки  $M$  до елемента  $ds$ ;

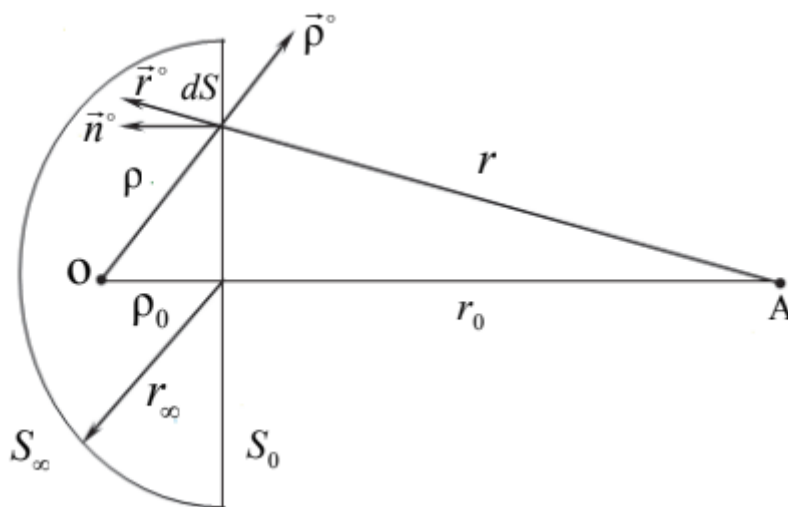
$n$  - нормаль до елемента  $ds$ .

Фізичний зміст виразу полягає в тому, що поле в будь-якій точці  $M$ , що не охоплюється поверхнею  $S$ , може бути представлено як сумарне поле

вторинних джерел, безперервно розподілених на замкнутої поверхні  $S$ , що охоплює первинні джерела.

Скористаємося формулою Кірхгофа для розрахунку поля елементарного електричного вібратора (ЕЕВ), помістивши його в точку  $O$  і вибравши замкнуту поверхню  $S$  так, як показано на Мал. 2.5:

$$k \cdot r_0 \gg 1; \quad k \cdot \rho_0 \gg 1.$$



Мал. 2.5 До розрахунку поля елементарного електричного вібратора

#### 2.4 Зони Френеля. Область, істотна для поширення радіохвиль

Припустимо, що в точці  $O$  (Мал. 2.5) знаходиться елементарний електричний вібратор. Визначимо поле, створюване ЕЕВ в точці спостереження  $A$ .

З цією метою розглянемо нескінченну площину  $S_0$ , перпендікулярні лінії спостереження  $OA$ , на якій розташовуються вторинні джерела (випромінювачі Гюйгенса).

Розіб'ємо цю площину на зони Френеля (Мал. 2.6).



Згідно з принципом Гюйгенса - Френеля, поле в точці спостереження  $A$  визначається як векторна сума полів усіх вторинних джерел, розташованих на нескінченній площині  $S_0$ .

Для знаходження результуючого поля в точці спостереження  $A$  спочатку підсумуємо геометрично вектори полів, створюваних вторинними випромінювачами, розташованими в межах кожної зони Френеля, а потім підсумуємо геометрично результуючі вектори кожної цієї зони.



## Розділ 3. Розрахунок викривлення лінії глісади глісадного радіомаяка

### 3.1 Антенна системи ГРМ

Антенна система ГРМ ILS включає наступні основні частини та обладнання:

- Антена ГРМ встановлюється на відстані 120 ... 180 м від осьової лінії ЗПС при відстані 286 ... 344 м від порога ЗПС. Продукція, що поставляється додатково антена ближнього поля розміщується перед антеною ГРМ для контролю параметрів радіомаяка в ближньому полі випромінювання антени. Місце установки антени ближнього поля залежить від типу радіомаяка і місцевих умов, таких як значення кута глісади. Працюючий на антену передавач знаходиться в боксі ГРМ поблизу антени.

- Кабельну систему

- Заземлення

Антенна система типу 1F (Підрозділ 2.1), включаючи антену ближнього поля, приєднується до блоку розподілу сигналів (DU) в боксі ГРМ за допомогою 5 коаксіальних РЧ кабелів. Це - РЧ-сигнали до антен А1 / А2, РЧ-сигнали зворотного зв'язку від антен А1 / А2 і антени ближнього поля. Блок DU в радіомаяк В-типу складається зі схеми підсумовування сигналів і дільника потужності для формування сигналів CSB / LSB (НБЧ / нижня БЧ) і USB (верхня БЧ).

Призначенням схеми підсумовування сигналів є формування сигналів, які ідентичні випромінюваним радіомаяків сигналів в дальній зоні. До блоку підсумовування сигналів подаються сигнали від зондів контролю, які інтегровані в конструкцію кожного симетричного вібратора антени. Результуючі вихідні сигнали схеми підсумовування сигналів: " Положення глісади " (POSN.), " Ширина сектора глісади "(WIDTH), а також сигнал від антени ближнього поля (NEARF.) Через детекторний антенний блок подаються на систему контролю (моніторингу) . Блок підсумовування

сигналів (для опорного нуля) і антенний детекторний блок розміщуються в стійці передавача.

Антенна система типу 2F включаючи антену ближнього поля, приєднується до стійки передавача в боксі ГРМ за допомогою 7 коаксіальних РЧ кабелів. Це - РЧ-сигнали до антен А1 / А2 / А3, РЧ-сигнали зворотного зв'язку від антен А1 / А2 / А3 і антени ближнього поля. До блоку підсумовування сигналів подаються сигнали від зондів контролю, які інтегровані в конструкцію кожного симетричного вібратора антени, для формування сигналів, ідентичних сигналів далекого поля радіомаяка.

Результуючі сигнали: " Положення глісади " (POSN.), " Ширина сектора глісади "(WIDTH), " Кліренс " (CLEAR.) А також сигнал від антени ближнього поля (NEARF) через детекторний антенний блок подаються на систему контролю (моніторингу). Значення РГМ (DDM) цих сигналів пропорційні сигналам на виході приймача в далекому полі. В активному ГРМ М-типу дільник потужності, блок підсумовування сигналів і детекторний блок розміщуються в стійці передавача. У стандартному ГРМ М-типу дільник потужності встановлюється в блоці DU, який поміщається на стінці боксу радіомаяка.

Поверхня між антенами ГРМ і ближнього поля повинна виконувати функції відбивача зі стабільними характеристиками незалежно від погодних умов. Це досягається установкою електропровідного відбивача у вигляді решітки (зварна конструкція). У разі ГРМ GP-1F В - типу особливу увагу необхідно приділити конструкції відбивача внаслідок невеликої висоти антени ближнього поля над відбивачем.

### 3.2 Діаграми спрямованості глісадних радіомаяків

Діаграми спрямованості ГРМ для різних варіантів виконання формуються спеціальною антеною системою, що складається з декількох антенних решіток, порушуваних сигналами несучої з бічними частотами CSB (НБЧ), сигналами з пригніченою несучої SBO (БЧ), а у варіанті 2F також і сигналами кліренсу - CL. Порушення антенних решіток забезпечує необхідні характеристики РГМ в заданому секторі повітряного простору. Антенні решітки являють собою лінійні решітки випромінювачів, розташованих над поверхнею, що відбиває, що знаходиться перед антеною системою. Випромінювачі збуджуються сигналами рівній амплітуди і формують односпрямований промінь, симетричний по азимуту і куту місця. Сигнал CSB (НБЧ), містить несучу і бічні частоти (+ 90 / + 150 Гц), синфазних з несучої. Сигнал SBO (БЧ) містить тільки бічні частоти (-90 / + 150 Гц) з взаємно протилежними фазами. Сигнал кліренсу CL в варіанті 2F містить несучу частоту, зміщену на 8 кГц щодо несучої сигналу глісади (CSB), амплітудно-модульовану сигналами частотою 150 Гц (з глибиною модуляції 55%) і частотою 90 Гц (з глибиною модуляції 25%), що забезпечує в результаті РГМ, рівну 30%, а також СГМ 80%. Випромінювані антеною прямі хвилі складаються в просторі з хвилями, відбитими від земної поверхні. При цьому забезпечується лінійна залежність РГМ в межах сектора глісади. Просторові характеристики випромінюваних сигналів такі, що можуть бути використані для роботи при кутах місця, що не перевищують  $1.75 * (* - \text{кут глісади})$ , як це визначено в Рекомендаціях ІКАО, Додаток 10, так як при більшому значенні кута місця може перебувати мінімум напруженості поля і напрямок помилкової глісади. Амплітуда несучої визначає дальність дії ГРМ, в той час як амплітуда сигналу SBO визначає чутливість РГМ до зміни кута місця і, тим самим, ширину сектора глісади. Ширина сектора зменшується зі збільшенням амплітуди БЧ (SBO).

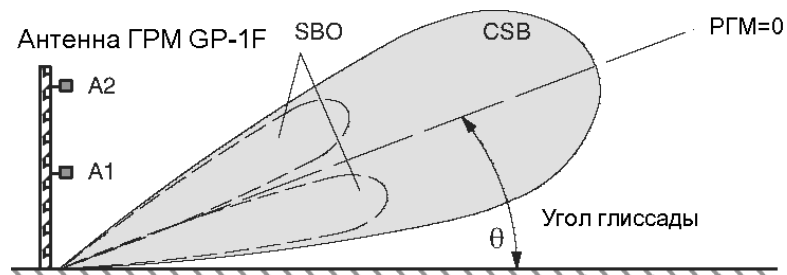
Сигнал CSB зазвичай визначається як має РГМ = 0%. В ГРМ В - типу і М - типу антени А1 або А1 і А2 випромінюють сигнали CSB з РГМ 0%. Ці

сигнали генеруються додатково до компонентів сигналу SBO. При використанні так званого ГРМ active компоненти Сігала SBO генеруються безпосередньо субблока модулятора (MOD - 330). Тому схема дільника потужності може бути опущена для ГРМ В - типу і спрощена для М - типу.

### 3.3 Гліссадний маяк GP-1F 0-типу (з опорним нулем)

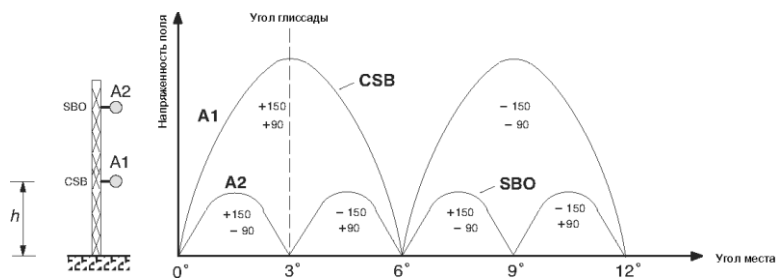
Цей тип антеною системи використовується в ГРМ за умови, що земна поверхня перед антеною майже ідеальна з точки зору відбивної здатності, тобто поверхню землі рівна на відстанях до 1000 м, ухил її невеликий і відсутні перешкоди у вигляді пагорбів або будівель, що піднімаються над горизонтом з кутами місця більше  $0.2^\circ$ . В результаті випромінювання РЧ-сигналів двома випромінювачами A1 і A2 формується область простору, в якій приймаються сигнали CSB (НБЧ) з амплітудною модуляцією частотами 90 Гц і 150 Гц. На осі симетрії головної пелюстки діаграми спрямованості сигналу CSB значення РГМ = 0, що відповідає лінії глісади. Цей метод відомий, як метод з опорним нулем (див. Мал. 1-1).

Антенна складається з двох решіток (випромінювачі A1 і A2), розташованих на висоті  $h$  і  $2h$  від поверхні землі (див. Мал. 1-2). Нижня решітка (випромінювач A1) порушується сигналом CSB. Верхня (випромінювач A2) - сигналом SBO, в якому фаза модуляційної складової на частоті 150 Гц збігається з фазою цієї складової в сигналі CSB. Вибір висоти підвісу решітки A1 над поверхнею, що відбиває обумовлений вимогою отримання першого максимуму напруженості поля в напрямку лінії глісади (кут  $\theta$ ), а висота установки решітки A2 - вимогою отримання в цьому напрямку першого нуля.



### Мал. 3.1 Формування діаграм спрямованості гліссадну радіомаяка GP-

#### 1F (опорний нуль)

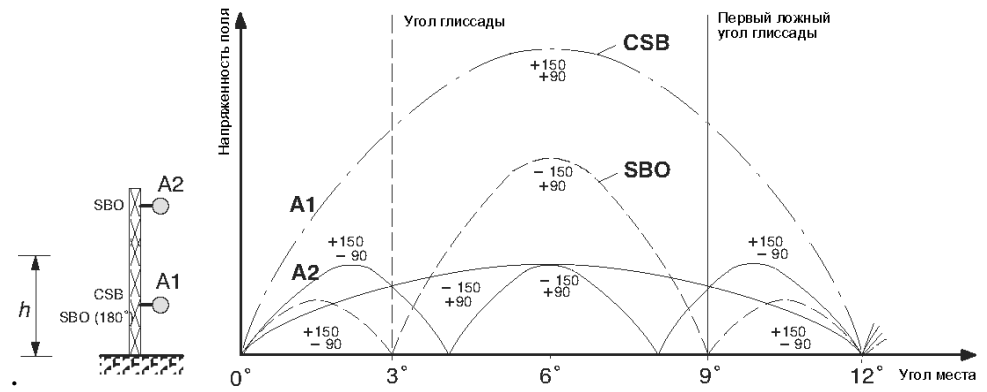


Мал. 3.2 Діаграми спрямованості у вертикальній площині гліссадну радіомаяка GP-1F (опорний нуль)

### 3.4 Гліссадни маяк GP-1F, В-типу

У тих випадках, коли умови, необхідні для установки стандартного виконання 1F (з опорним нулем), не виконуються, наприклад, ділянку поверхні землі має ухил або занадто малий, використовується виконання В-типу. За рахунок зменшення висоти підвісу випромінювачів і відповідного зменшення зони Френеля для антени По-типу потрібно менший розмір відбиває майданчика перед антеною. У порівнянні з виконанням 0-типу спотворення, що виникають із-за нерівності земної поверхні, зменшуються на 20 ... 30%. Однак, система стає більш чутливою до змін погодних умов. Слід брати до уваги і такі місцеві фактори, як коливання рівня ґрунтових вод і ймовірність сильних снігопадів. Завжди можливо зробити модифікацію стандартного варіанту 1F в В-тип.

Антенна система складається з двох решіток (A1 і A2), встановлених на висоті приблизно  $0.5h$  і  $1.5h$  над рівнем землі (див. Мал. 1-3). Нижня решітка A1 збуджується сигналом CSB / НБЧ (+ 90 / + 150 Гц) і, додатково, сигналом SBO / БЧ (+ 90 / -150 Гц), в якому фази модуляційних складових протилежні відповідним фазам в сигналі SBO / БЧ, збудливу верхню решітку A2 (-90 / + 150 Гц).



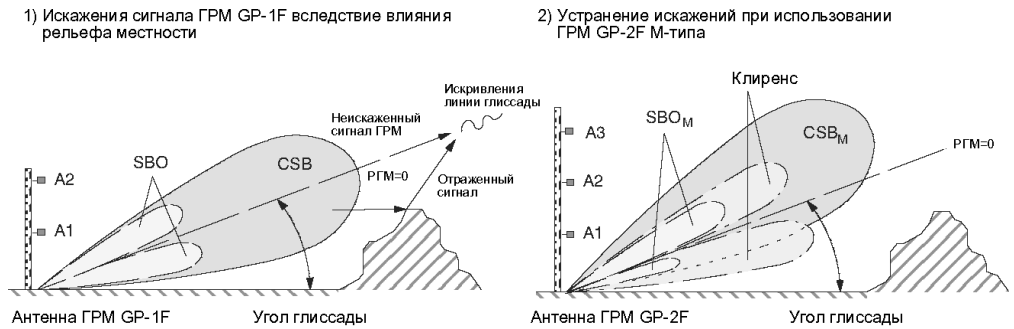
Мал. 3.3 Діаграми спрямованості у вертикальній площині гліссадну радіомаяка GP-1F В-типу (метод бічних частот)

Висота підвісу решітки A1 над поверхнею, що відбиває, що знаходиться перед антеною, вибирається з умови отримання першого максимуму напруженості поля при вугіллі місця, в 2 рази перевищує номінальне значення кута глісади. Висота підвісу решітки A2 визначається вимогою отримання першого максимуму - при куті місця  $0.33^{\circ}$ . В результаті випромінювання двох сигналів SBO в просторі формується мінімум напруженості поля в напрямку заданої лінії глісади. Щоб забезпечити харчування обох решіток сигналом SBO, а нижній - також і сигналом CSB, в ГРМ В-типу необхідний спеціальний дільник потужності.

### 3.5 Гліссадный радіомаяк GP-2F М-типу

У тих випадках, коли земна поверхня перед антеною поступово підвищується, використання в ГРМ антенних систем GP-1F 0- або В-типу може привести до помилок наведення по гліссаде внаслідок відображення РЧ-сигналів від піднесених і нерівних ділянок землі (Мал. 1-4 / 1). Це явище можна усунути, якщо зменшити рівень випромінювання сигналів БЧ (SBO) під малими кутами місця (Мал. 1-4 / 2). Задане значення кута глісади (лінія, де рівень сигналу SBO дорівнює нулю), проте, має залишатися незмінним, як і у випадку звичайної діаграми спрямованості (типове значення  $2.5 \dots 3^{\circ}$ ). Для того, щоб компенсувати зменшення напруженості поля при малих кутах місця, випромінюється додатковий сигнал - сигнал кліренсу, несуча частота якого відстоїть від несучої сигналу курсу приблизно на 8 кГц. Цей сигнал служить для опромінення області малих кутів місця в далекому полі. У цьому випадку

будь-які сигнали, відбиті від заважають об'єктів в ближній зоні, на лінії глісади не впливають на процедуру вимірювання кута глісади, так як вони послаблюються приймачем ВС завдяки дії ефекту захоплення при прийомі сигналів, що розрізняються по амплітуді. Цей метод і використаний у варіанті виконання гліссадну радіомаяка GP-2F (позначається також, як GP M-типу).



Мал. 3.4 Порівняння діаграм спрямованості гліссадних радіомаяків GP-2F M-типу, і GP-1F B-типу

Антенна система такого ГРМ складається з трьох антенних решіток (A1, A2, A3) розташованих на висоті  $h$ ,  $2h$ ,  $3h$ , відповідно (Мал. 1-5). Випромінювачі A1 і A2 збуджуються сигналами CSB (НБЧ), причому до випромінювача A2 цей сигнал подається в протифазі і має вдвічі меншу амплітуду (-6 дБ), в порівнянні з сигналом, що надходять на A1. На решітки (A1, A2, A3) подається також сигнал SBO (БЧ); сигнал, що надходить на випромінювачі A1 і A3 знаходиться зазвичай в протифазі по відношенню до сигналу, що подається на A2. Фаза сигналу модуляції частотою 150 Гц в сигналі SBO, що надходить на A1 і A3, збігається з відповідною фазою в сигналі CSB, що надходить на випромінювач A2. Амплітуда сигналу SBO, що подається на випромінювачі A1 і A3, зазвичай на 6 дБ менше сигналу, що подається на A2. Висота підвісу над поверхнею землі вибирається для антени A1 з умови отримання першого максимуму в напрямку лінії глісади, для A2 - в напрямку половинного кута глісади і для A3 - в напрямку кута місця, рівного 0.33 від кута глісади.

Діаграми спрямованості у вільному просторі для сигналів CSB і SBO в даному випадку розташовані під кутами, більшими, ніж в антенах 0-типу або

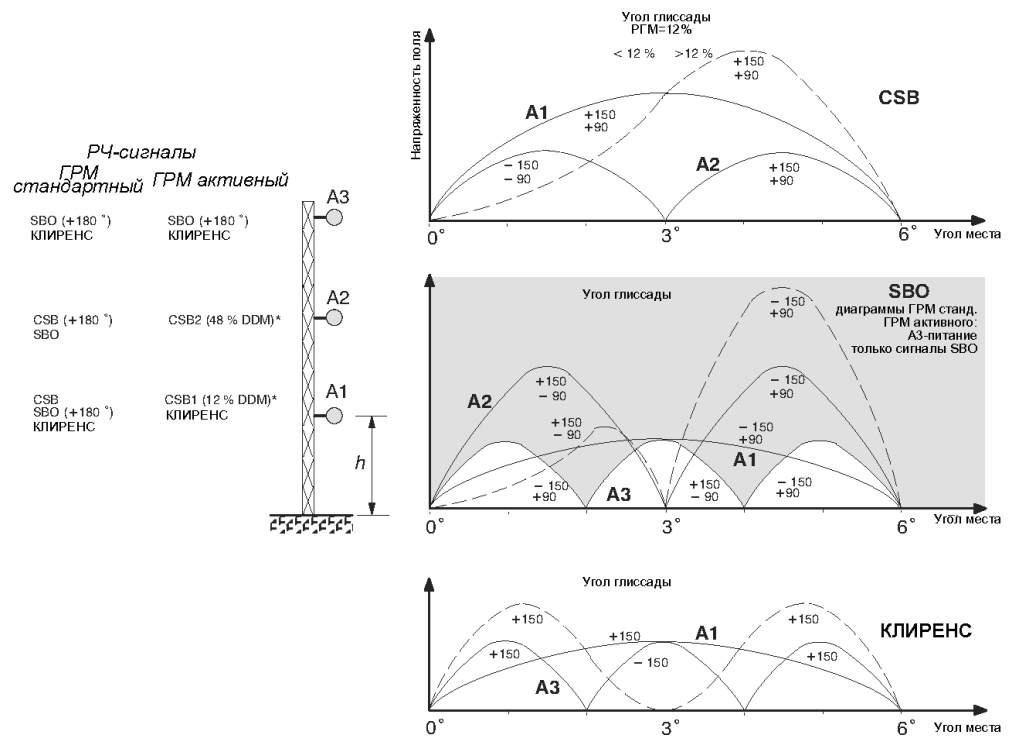
В-типу; відповідно, рівень опромінення земної поверхні менше, тому вплив нерівностей і заважають об'єктів також зменшується. Однак, зменшення інтенсивності випромінювання на малих кутах місця може привести до обмеження робочої зони ГРМ і недостатність інформації для індикації попереджувального сигналу "Лети вгору" при ухиленні ВС в зону малих кутів місця. Тому додатково до сигналів CSB і SBO верхня і нижня антени А1 і А3 випромінюють сигнал кліренсу CL з РГМ = 30% з рівними фазами і амплітудами. Максимум діаграми спрямованості у вільному просторі для сигналу кліренсу CL орієнтований в напрямку  $1.2^\circ$ . Цей сигнал модульований частотою модуляції 150 Гц з глибиною 55% і частотою модуляції 90 Гц з глибиною 25%, що дає в результаті РГМ = 30%. При малих кутах місця через низьку інтенсивності сигналів CSB і SBO переважає сигнал кліренсу, робоча зона і Значення на дисплеї РГМ внаслідок ефекту захоплення визначаються сигналом кліренсу. На лінії глісади сигнал кліренсу має мінімум, що обумовлено відображенням від земної поверхні, а на більш високих кутах місця сигнали глісади переважають над сигналами кліренсу, тому вплив останнього незначно. Незважаючи на те, що в антені М-типу присутній верхній випромінювач з більшою висотою підвісу в порівнянні з антенами 0-типу і В-типу, для нормального функціонування цієї антени потрібна менша площа відбиває земної поверхні перед антеною. У порівнянні з варіантом виконання 0-типу заважає вплив, обумовлене нерівністю земної поверхні, її ухилом або наявністю перешкод перед антеною, знижується на 50 ... 80%.

### **3.6 Гліссадний радіомаяк GP-2F М-типу, активний**

У версії ГРМ active сигнали глісади до випромінювачів А1, А2, А3, на відміну від стандартної версії, коли вони формуються в дільнику потужності, генеруються безпосередньо в передавачі і через відповідні модулятори з заданими установочними значеннями подаються до випромінювачів. Генеровані таким чином РЧ-сигнали: CSB1 (з РГМ = 12%) для А1, CSB2 (з РГМ = 48%) для А2 і SBO для А3 далі випромінюються. Сигнал кліренсу від передавача ГРМ GP-2F підсумовується з сигналами CSB1 і SBO в звичайному делителе потужності. Отриманий сигнал подається до елементів антеною



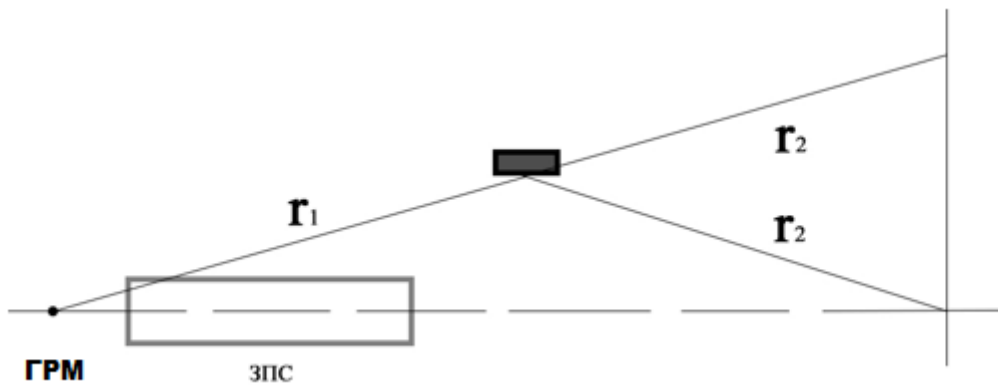
решітки A1 і A3. Сигнал CSB2 підводиться безпосередньо до випромінювача A2.



Мал. 3.5 Діаграми спрямованості у вертикальній площині ГРМ GP-2F М-типу

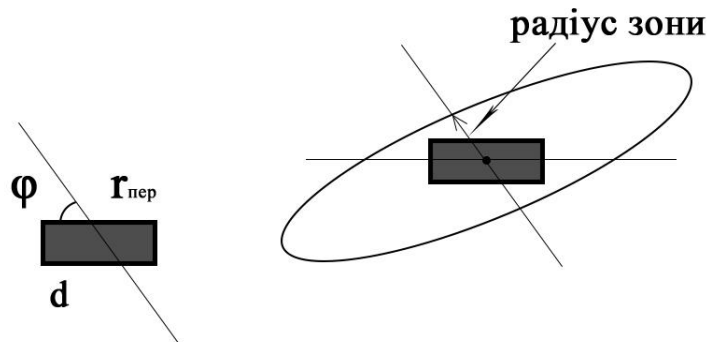
Внаслідок суперпозиції в просторі компонентів сигналу від A1 (CSB1 з 12%) і A2 (CSB2 з 48%) залежність РГМ від кута місця при <12% відповідає положенню нижче кута глісади, а при РГМ > 12% - вище кута глісади. Нуль діаграми спрямованості A2 збігається з кутом глісади, тому увагу слід звернути на сигнали: A1 - CSB1 (12% РГМ) і A3 - SBO. Амплітуда і фаза сигналу SBO, який випромінюється антеною A3, шляхом регулювання вибираються такими, щоб компенсувати компоненту сигналу SBO, включену в CSB1. В результаті на вугіллі глісади отримуємо РГМ = 0%.

### 3.7 Розрахунки, загальний алгоритм дій



Мал. 3.6 Відбивання сигналу від перешкоди

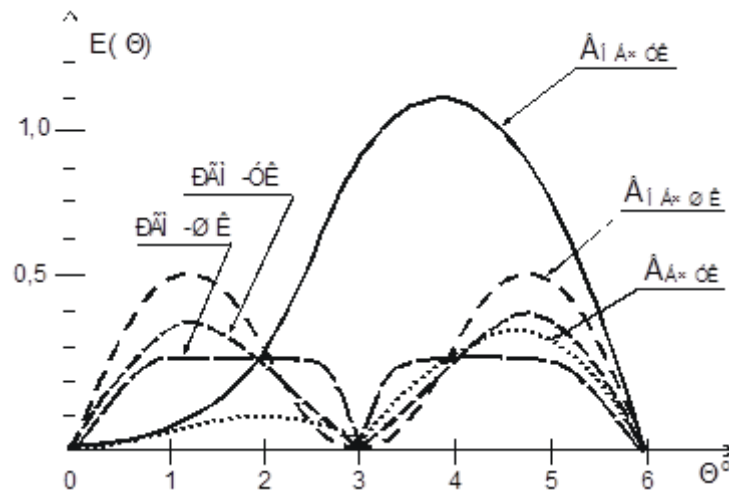
1. Вираховуємо РГМ у напрямку до перешкоди по ШК  $R_{ГМ1}^{ШК} = \frac{f_{БЧ}^{ШК}}{f_{НБЧ}^{ШК}}$ , за діаграмою направленості ШК.
2. Враховуємо співвідношення площі зони Френеля та перешкоди.
  - 2.1. Для відстані  $r_1 + r_2$  між антенами, на відстані  $r_1$  вираховуємо радіус зон Френеля.
  - 2.2. Знаходимо радіус перешкоди за формулою:  $r_{пер} = \frac{d}{2} \cos \varphi$



Мал. 3.7 Зона френеля

- 2.3. Порівнюємо  $r_{пер}$  з  $r_{\varphi}$  – радіуси зон Френеля. При  $r_{пер} \approx r_{\varphi}$  – першої зони коефіцієнт  $m_{пер}$  при РГМ множимо на 2.
3. Вводимо коефіцієнт на велику відстань від перешкоди порівняно з прямою курсу:  $m_r = \frac{r_{пер}}{r_1 + r_2} \cos \varphi$

4. Вводимо коефіцієнт нормованості рівнів вузького та широкого каналів  $m_{\text{норм}} = \frac{P_{\text{ГМ}}^{\text{БК}}}{P_{\text{ГМ}}^{\text{ШК}}}$
5.  $P_{\text{ГМ}}^{\Sigma} = P_{\text{ГМ}}^{\text{ШК}} \times m_{\text{пер}} \times m_r \times m_{\text{норм}}$
6. Порівнюємо  $P_{\text{ГМ}}^{\Sigma}$  із допусками ІСАО на викривлення на відстані  $r_{\text{пер}}$



Мал. 3.8 Діаграми спрямованості антени для сигналів  $P_{\text{ГМ}}^{\text{БК}}$   $P_{\text{ГМ}}^{\text{ШК}}$

$m$  – глибина модуляції ШК;

$$a = \frac{U_{m_{\text{БЧ}}}^{\text{ШК}}}{U_{m_{\text{НБЧ}}}^{\text{ШК}}}$$

На лінії глісади (зона дії «вузького» каналу) глибини модуляції несучої частотами 90 і 150 Гц рівні.

В області простору вище глісади сигнал "широкого" каналу пригнічується набагато сильнішим сигналом "вузького" каналу. Під малими кутами до горизонту переважаючим є сигнал "широкого" "каналу, де видається інформація тільки про сторону відхилення.

На малюнку 20 показаний принцип спільної роботи "вузького" і "широкого" каналів. Частота несучої дорівнює 110 МГц. АР розташована на висоті 3 м відносно горизонтальної площини. При обліку нахилу припущено, що площину з поперечним ухилом повернена на заданий кут відносно прямої, що проходить через точку О, яка є проекцією центру антени на горизонтальну площину.

Розрахунки для першої перешкоди:



Мал. 3.9 Перша перешкода

$$r_1 = 1778$$

$$\text{РГМ}_1^{\text{ШК}} = 0.3$$

$$\lambda = 0.9$$

$$m_n = 0.75$$

$$p_0 = 1610$$

$$a = 72$$

$$r_0 = 468$$

$$b = 226$$

$$\tan(\theta) = \frac{a}{p_0} = \frac{72}{1610} \quad \theta = 2.56^\circ$$

$$m_{\text{норм}} = \frac{\text{РГМ}^{\text{ШК}}}{\text{РГМ}^{\text{БК}}} = \frac{0.3}{0.4} = 0.75$$

$$R = \sqrt{\frac{\lambda \times p_0 \times r_0}{p_0 + r_0}} = 18.065$$

$$S = a \times b = 1.627 \times 10^4$$

$$m_r = \frac{r_1}{p_0 + r_0} = 0.856$$

$$S_k = \pi \times R^2 = 1.025 \times 10^3$$

$$\frac{S}{S_k} = 15.872 \quad m_p = 1$$

$$PGM_{\Sigma} = PGM_1^{ШК} \times m_r \times m_p \times m_n = 0.193$$

$$\frac{223}{6450} = 0.034 = 3.4\%$$

Другої перешкоди:



Мал. 3.10 Друга перешкода

$$r_1 = 1084$$

$$PGM_1^{ШК} = 0.3$$

$$\lambda = 0.9$$

$$m_n = 3$$

$$p_0 = 591$$

$$a = 12$$

$$r_0 = 564$$

$$b = 13$$

$$\tan(\theta) = \frac{a}{p_0} = \frac{12}{591} \quad \theta = 1.16^\circ$$

$$m_{\text{норм}} = \frac{PGM^{ШК}}{PGM^{БК}} = \frac{0.3}{0.1} = 3$$

$$R = \sqrt{\frac{\lambda \times p_0 \times r_0}{p_0 + r_0}} = 16.116$$

$$S = a \times b = 156$$

$$m_r = \frac{r_1}{p_0 + r_0} = 0.939$$

$$S_k = \pi \times R^2 = 815.975$$

$$m_p = \frac{S \times 2}{S_k} = 0.382$$

$$PGM_{\Sigma} = PGM_1^{ШК} \times m_r \times m_p \times m_n = 0.323$$

$$\frac{10}{6450} = 0.001 = 0.1\%$$

Третья перешкода:



Мал. 3.11 Третья перешкода

$$r_1 = 3200$$

$$PGM_1^{ШК} = 0.3$$

$$\lambda = 0.9$$

$$m_n = 2.308$$

$$p_0 = 2236$$

$$a = 48$$

$$r_0 = 1541$$

$$b = 63$$

$$\tan(\theta) = \frac{a}{p_0} = \frac{48}{2236} \quad \theta = 1.23^\circ$$

$$m_{\text{норм}} = \frac{PGM^{ШК}}{PGM^{БК}} = \frac{0.3}{0.13} = 2.308$$

$$R = \sqrt{\frac{\lambda \times p_0 \times r_0}{p_0 + r_0}} = 28.654$$

$$S = a \times b = 3.024 \times 10^3$$

$$m_r = \frac{r_1}{p_0 + r_0} = 0.847$$

$$S_k = \pi \times R^2 = 2.579 * 10^3$$

$$\frac{S}{S_k} = 1.172 \quad m_p = 2$$

$$PGM_{\Sigma} = PGM_1^{ШК} \times m_r \times m_p \times m_n = 1.173$$

$$\frac{55}{6450} = 0.008 = 0.8\%$$

Четверта перешкода:



Мал. 3.12 Четверта перешкода

$$r_1 = 3425$$

$$PGM_1^{ШК} = 0.3$$

$$\lambda = 0.9$$

$$m_n = 6$$

$$p_0 = 3504$$

$$a = 63$$

$$r_0 = 400$$

$$b = 118$$

$$\tan(\theta) = \frac{a}{p_0} = \frac{48}{2236} \quad \theta = 1.03^\circ$$

$$m_{\text{норм}} = \frac{PGM^{ШК}}{PGM^{БК}} = \frac{0.3}{0.05} = 6$$

$$R = \sqrt{\frac{\lambda \times p_0 \times r_0}{p_0 + r_0}} = 17.975$$

$$S = a \times b = 7.434 \times 10^3$$

$$m_r = \frac{r_1}{p_0 + r_0} = 0.877$$

$$S_k = \pi \times R^2 = 1.015 \times 10^3$$

$$m_p = \frac{S \times 1}{S_k} = 7.323$$

$$PГМ_{\Sigma} = PГМ_1^{ШК} \times m_r \times m_p \times m_n = 11.565$$

$$\frac{84}{6450} = 0.013 = 1.3\%$$

П'ята перешкода:



Мал. 3.13 П'ята перешкода

$$r_1 = 3984$$

$$\lambda = 0.9$$

$$p_0 = 2959$$

$$r_0 = 1482$$

$$PГМ_1^{ШК} = 0.3$$

$$m_n = 2$$

$$a = 82$$

$$b = 46$$

$$\tan(\theta) = \frac{a}{p_0} = \frac{48}{2236} \quad \theta = 1.5^\circ$$

$$m_{\text{норм}} = \frac{PГМ^{ШК}}{PГМ^{БК}} = \frac{0.3}{0.15} = 2$$



$$R = \sqrt{\frac{\lambda \times p_0 \times r_0}{p_0 + r_0}} = 29.811$$

$$S = a \times b = 3.772 \times 10^3$$

$$m_r = \frac{r_1}{p_0 + r_0} = 0.897$$

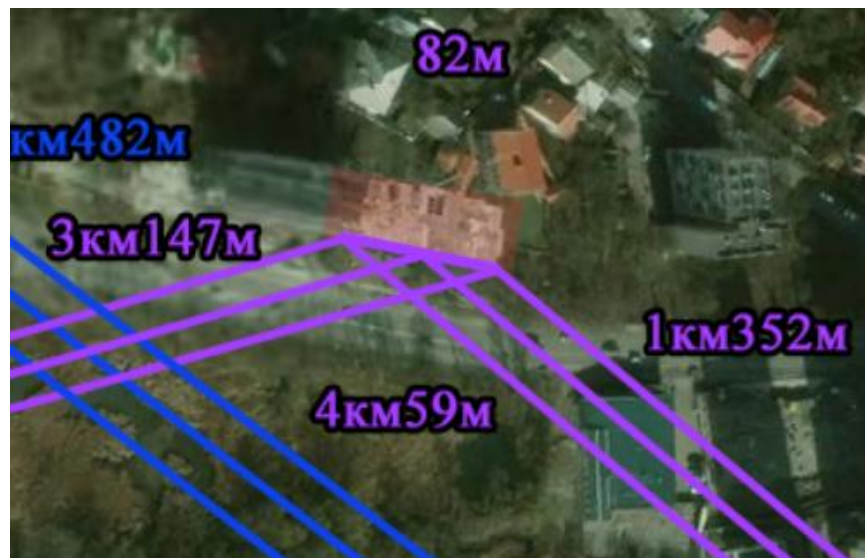
$$S_k = \pi \times R^2 = 2.792 \times 10^3$$

$$\frac{S}{S_k} = 2.702 \quad m_p = 1.4$$

$$P_{GM\Sigma} = P_{GM_1}^{ШК} \times m_r \times m_p \times m_n = 0.538$$

$$\frac{59}{6450} = 0.009 = 0.9\%$$

Шоста перешкода:



Мал. 3.14 Шоста перешкода

$$r_1 = 4059$$

$$P_{GM_1}^{ШК} = 0.3$$

$$\lambda = 0.9$$

$$m_n = 2$$

$$p_0 = 3147$$

$$a = 82$$

$$r_0 = 1352$$

$$b = 49$$

$$\tan(\theta) = \frac{a}{p_0} = \frac{48}{2236} \quad \theta = 1.5^\circ$$

$$m_{\text{норм}} = \frac{P_{GM}^{ШК}}{P_{GM}^{БК}} = \frac{0.3}{0.15} = 2$$

$$R = \sqrt{\frac{\Delta \times p_0 \times r_0}{p_0 + r_0}} = 29.174$$

$$S = a \times b = 4.018 * 10^3$$

$$m_r = \frac{r_1}{p_0 + r_0} = 0.902$$

$$S_k = \pi \times R^2 = 2.674 * 10^3$$

$$\frac{S}{S_k} = 3.005 \quad m_p = 1.4$$

$$PGM_{\Sigma} = PGM_1^{\text{IIIK}} \times m_r \times m_p \times m_n = 0.758$$

$$\frac{40}{6450} = 0.006 = 0.6\%$$

## Розділ 4 Охорона праці

### 4.1 Загальні питання охорони праці

Охорона праці - це система законодавчих, організаційно-технічних, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я й працездатності людини в процесі праці. Завдання охорони праці полягає в тому, щоб звести до мінімуму ймовірність поразки працюючого під дією небезпечного виробничого фактора або захворювання під дією шкідливого виробничого фактора з одночасним забезпеченням комфортних умов при максимальній продуктивності праці. Закон України "Про охорону праці" визначає основні положення по реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності; регулює взаємини між адміністрацією і працівником в незалежності від форм власності; встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні [1]. Завданням законодавства про охорону навколишнього природного середовища є регулювання відносин у галузі охорони, використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій та природних об'єктів, пов'язаних з історико-культурною спадщиною [2]. Згідно закону України «Про підприємства в Україні» усі роботодавці повинні турбуватись про дотримання у своїй діяльності вимог законів України стосовно охорони праці та навколишнього природного середовища. У даній дипломній роботі питання охорони праці розглядаються стосовно Комунальне підприємства Міжнародний аеропорт «Київ» (Жуляни), де виконується безпосередньо робота за напрямом диплому та за умовами праці які визначені завданням.

## 4.2 Інформація про підприємство

Підприємство зареєстроване Залізничною райдержадміністрацією м. Києва, як юридична особа від 24,06,1999 за № 10731200000006050, про що видано свідоцтво серії АОО № 001919.

Відповідно до довідки еДРГТОУ від 31.01.2012 року серії АБ № 520573 та свідоцтва про державну реєстрацію юридичної особи Серії АОО № 001919, виданої 24,06.1999 року, КП МА «Київ» (Жуляни) має наступні реквізити:

повна назва: Комунальне підприємство Міжнародний аеропорт "Київ" (Жуляни);

код ЄДРПОУ: 01131514;

правовий статус суб'єкта - юридична особа;

організаційно-правова форма за КОПФГ - 150 комунальне підприємство;

місцезнаходження Україна, 03036, м. Київ, Солом'янський р-н проспект Повітрофлотський 79, Аеропорт "Київ" (Жуляни); вид діяльності за КВЕД:

- 52.23 Допоміжне обслуговування авіаційного транспорту (основний);
- 33.14 Ремонт і технічне обслуговування електричного устаткування;
- 35.30 Постачання пари, гарячої води та кондиціонованого повітря;
- 43.21 Електромонтажні роботи;
- 45.20 Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів;
- 46.71 Оптова торгівля твердим, рідким, газоподібним паливом і подібними продуктами;
- 55.90 Діяльність інших засобів тимчасового розміщення;
- 63.99 Надання інших Інформаційних послуг, н.в.і.у.;
- 68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна;
- 77.39 Надання в оренду Інших машин, устаткування та товарів, н.в.і.у.;
- 79.90 Надання інших послуг бронювання та пов'язана з цим діяльність;
- 81.10 Комплексне обслуговування об'єктів;
- 81.29 Інші види діяльності із прибирання;
- 86.21 Загальна медична практика.

Інституційний сектор економіки за КІСЕ: 8.11001 Державні не фінансові корпорації.

Згідно довідки форми № 4-ОПП від 09.02.2012 року за № 31303/29-004, КП МА «Київ» (Жуляни) взято на облік платника податків в ДШ у Солом'янському р-ні м. Києва.

Крім того, підприємство є платником податку на додану вартість згідно свідоцтва від 20.02,2012

№ 200028163, індивідуальний податковий номер - 011315126653, виданого ДП у Солом'янському р-ні м. Києва.

Комунальне підприємство Міжнародний аеропорт "Київ"(Жуляни) є постійним членом Міжнародної Ради Аеропортів Європейський регіон. КП МА «Київ» (Жуляни) здійснює свою діяльність на підставі Статуту, затвердженого в новій редакції розпорядженням виконавчого комітету Київської міської ради (Київсько міської державною адміністрацією від 24.01.2012 року №107 та зареєстрованого державним реєстратором Солом'янської районної в м. Києві державною адміністрацією 27,01.2012 року за № 10731050011006050,

Згідно п. 1.1 Статуту Комунальне підприємство Міжнародний аеропорт «Київ» (Жуляни) створене згідно з постановою КМУ від 17,09.1993 року Я" 746 «Про заходи щодо розвитку аеропортового комплексу «Київ» (Жуляни - Васильків)», засноване на комунальній власності територіальної громади м. Києва і підпорядковується Департаменту транспортної інфраструктури виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації).

Відповідно до п. 1.3 підприємство є юридичною особою, діє за засадах господарського, користується правами та виконує обов'язки, пов'язані з його діяльністю, має власний баланс, поточний та інші рахунки, круглу печатку з власним найменуванням, інші необхідні печатки і штампи, бланки організаційно-розпорядчої документації, торгові та фірмові знаки, логотипи, інші реквізити.

Пунктом 2.1 Статуту передбачено, що підприємство створене для задоволення суспільних потреб в обслуговуванні при перевезенні пасажирів, багажу,

Вантажу та пошти авіаційним транспортом; забезпечення виконання польотів

і обслуговування вітчизняних та іноземних повітряних суден, з метою отримання прибутку для задоволення соціальних та економічних потреб колектив підприємства шляхом здійснення виробничої, торговельної та іншої господарської діяльності.

Згідно п.2.2 Статуту предметом діяльності підприємства є: -

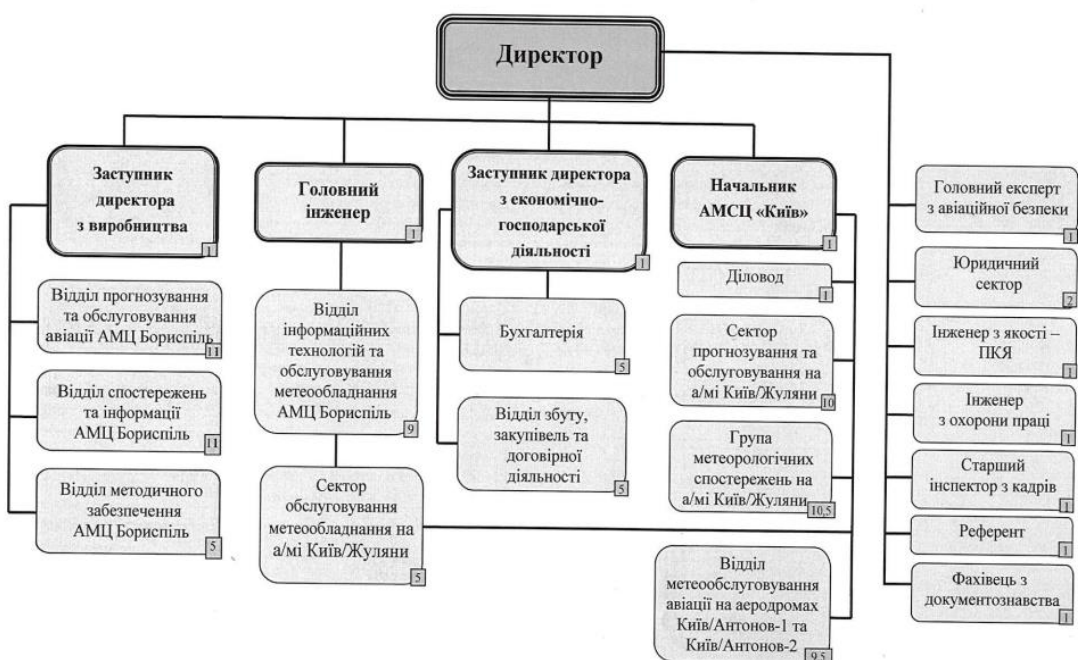
забезпечення експлуатації і функціонування аеродрому, будівель, споруд, інженерних мереж та інших об'єктів аеродромного обладнання, пасажирського та вантажного терміналів, а також засобів механізації і спеціалізованого транспорту прийняття та відправлення повітряних суден із забезпеченням авіаційних перевезень пасажирів, багажу та пошти необхідними засобами з обов'язковим дотриманням установлених правил і норм обслуговування забезпечення обслуговування зльотів та посадок повітряних суден, здійснення ІХ наземного обслуговування здійснення діяльності, пов'язано з транспортуванням юридичним та/або фізичним особам води, теплової та електроенергії, інших видів енергоресурсів, а також надання послуг з лабораторного дослідження тепло, енерго мереж купівля та продаж нерухомості і надання послуг, пов'язаних з рухомим та нерухомим майном. Комунальне підприємство Міжнародний аеропорт "Київ" (Жуляни) - це багатопрофільне підприємство, яке надає послуги авіаційним компаніям, пасажирам та іншим клієнтам в авіаційній і неавіаційній сферах діяльності, забезпечує регулярність і безпеку польотів, один з чинників розвитку транспортної мережі столиці України. В 2008-2011 роках, відповідно до Постанов Кабінету Міністрів України від 22.02.2008 року №107 «Про затвердження Державної цільової програм підготовки та проведення в Україні фінальної частини чемпіонату Європи 2012 року з

футболу», від 14 квітня 2010 року №357 «Про затвердження Державної цільової програми підготовки та проведення в Україні фінальної частини чемпіонату Європи 2012 року з футболу» та Генерального плану реконструкції аеродрому КП МА "Київ" (Жуляни) до ЄВРО-2012 підприємство провело часткову реконструкцію аеродрому, що суттєво покращило якісні характеристики штучної злітно-посадкової смуги і дозволило приймати аеропорту літаки західного виробництва та підвищити пасажиропотік. В II кварталі 2010 року Київська міська державна адміністрація провела конкурс щодо оренди комплексів будівель і споруд Комунального підприємства Міжнародний аеропорт "Київ" (Жуляни). Результати конкурсу затверджені рішенням Київської міської ради. В травні 2012 року за рахунок орендаря закінчено будівництво нового міжнародного терміналу «А» площею 13541,7 м. кв. та пропускною спроможністю 500 пас. на годину на виліт, збудовано тимчасову будівлю внутрішнього терміналу «О» площею 2257,8 м. кв. та пропускною спроможністю 400 пас. на годину на виліт (листопад 2013 р.) та бізнес-термінал «В» площею 2788 м, кв. та пропускною спроможністю 50 пасажирів на годину на виліт (грудень 2013 р.), що дозволило залучити міжнародних регулярних перевізників та збільшити пасажиропотік. Організаційна структура аеропорту - лінійно-функціональна. Підприємство очолює генеральний директор, якому підпорядковуються заступники за напрямками, а саме:

- Заступник генерального директора з авіаційної безпеки;
- Начальник служби авіаційної безпеки;
- Заступник генерального директора з розвитку аеропортового комплексу та сертифікації;
- Заступник генерального директора
- Начальник служби аварійно-рятувального та протипожежного забезпечення та мобілізаційної роботи та ін. Заступникам генерального директора підпорядковуються відповідні за напрямками підрозділи та

служб Середньооблікова чисельність штатних працівників підприємства станом на 31.12.2018 року складає 497 особи.

Персонал підприємства – це 497 висококваліфікованих спеціаліста в галузі метеорології, географії, техніки та сучасних комп’ютерних систем, економіки та маркетингу (синоптики, метеорологи, інженери-електроніки, бухгалтери, економісти, юристи). АМЦ Бориспіль надає послуги на аеродромі Київ/Бориспіль. АМСЦ “Київ” надає послуги на аеродромах Київ/Жуляни, Київ/Антонов-2, Київ/Антонов-1. Окрім виробничих відділів, підприємство має адміністрацію, яка територіально розташовується в аеропорту “Бориспіль”. До адміністрації відносяться заступник директора з технічного розвитку, заступник директора з економічно-господарської діяльності, бухгалтерія, юридичний сектор, інженер з якості, інженер з охорони праці, старший інспектор з кадрів, референт та фахівець з документознавства. Ці спеціалісти організовують та управляють фінансово-господарською діяльністю підприємства, проводять кадрову та правову політики, координують технічне оснащення, контролюють стан охорони праці, техніку безпеки та якість продукції, займаються документообігом та архівною справою.



Мал 4.1 Схема організаційної структури ДП “УАМЦ”



### 4.3 Загальна характеристика приміщення та робочого місця

Згідно з НПАОП 0.00-1.28-2010 в приміщенні може перебувати 6 працівників. Мінімальна припустима площа приміщення на 1 людину повинна складати не менш 6,0 м<sup>2</sup>. Висновок - за умовами завдання це виконується повністю. В приміщенні відсутні умови, які можуть створювати підвищену або особливо підвищену небезпеку, тому воно відноситься до класу звичайних приміщень (згідно ПУЕ[4]). Джерелом живлення є трифазна мережа напруги 380/220 В з глухо заземленою нейтраллю, з частотою 50 Гц (згідно НПАОП 0.00-1.28-2010 [3]). За пожежевибухонебезпекою приміщення лабораторії відноситься до класу В. У таблиці Х.3 наведена загальна характеристика приміщення щодо вибухопожежної небезпеки та за важкістю робіт.

Таблиця 4.1 Загальна характеристика приміщення щодо вибухопожежної небезпеки та за важкістю робіт

Характеристика приміщень за вибухопожежною категорією та класом зони	Загальна характеристика приміщення	Категорія за важкістю робіт згідно ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002
В – пожеже небезпечна, Клас П-П	Звичайне, без ознак хімічного забруднення та нормальної вологості за санітарними вимогами	<b>Ia</b> .....до 139 Вт/м <sup>2</sup> <b>Iб</b> ..... 140-174 Вт/м <sup>2</sup> Клас умов праці - <u>Оптимальний</u> <u>Окремі показники напруженості трудового процесу</u> – ступінь ризику для власного життя – виключено; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – виключено. Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки - допустимий: (напруженість праці середнього ступеня), а саме – несе відповідальність за функціональну якість допоміжних завдань. Вимагає додаткових зусиль з боку керівництва (керівника дипломної роботи); спостереження за екраном відео терміналу (годин на зміну) 2-3.

Під час роботи з ПЕОМ необхідно дотримувати оптимальні метеорологічні умови. Оптимальні метеорологічні умови - сполучення параметрів, які при тривалому й систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального функціонального й теплового стану організму без напруження реакцій терморегуляції. Параметри мікроклімату в приміщенні повинні відповідати ГН 3.3.5-8-6.6.1-2002 . Із урахуванням категорії роботи за енерговитратами повинні дотримуватися параметри мікроклімату, наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 Оптимальні параметри мікроклімату

Категорія робіт	Період року	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Легка (Іб)	холодний	21-23	40-60	не більше 0,1
Легка (Іб)	теплий	22-24	40-60	не більше 0,2

Для підтримки в приміщенні оптимального температурного режиму відповідно до вимоги ДБН В.2.5-67:2013 є централізоване опалювання і вентиляція. У теплий період року використовується кондиціонування.

#### 4.4 Освітлення

Особливістю роботи за дисплеєм ЕОМ є постійна й значна напруга функцій зорового аналізатора, обумовленого необхідністю розходження самосвітних об'єктів (символів, знаків і т.п.) при наявності відблисків на екрані, рядковій структурі екрана, мерехтіння зображення, недостатньою чіткістю об'єктів розходження. Для забезпечення нормального освітлення застосовуються природне бокове одностороннє й штучне освітлення, які нормуються ДБН В.2.5-28-2006 та НПАОП 0.00-1.28-2010 . По характеру зорової роботи, робота відноситься до високої точності, розряд зорової роботи III, підрозряд г. Рациональне освітлення приміщення сприяє кращому виконанню виробничого завдання і забезпеченню комфорту при роботі. Для

забезпечення нормального освітлення застосовуються природне, одnobічне, бічне і штучне освітлення, а також сполучене, які нормуються санітарними нормами й правилами ДБН В.2.5-28-2006 . Дані по нормах освітлення наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 Дані по нормах освітлення

Мінімальний розмір об'єкта розрізнювання, мм	Фон	Контраст	Розряд, під розряд зорової праці	Нормоване значення		
				Природне освітлення КПО, %	Штучне освітлення	
					Е <sub>мін</sub> , лк	Тип ламп
Від 0,3 до 0,5	Світлий	Середній	III г	1,5	300	Газорозрядні

Приміщення з постійним перебуванням людей повинно мати, як правило, природне освітлення. При виконанні роботи використовувалося природне одностороннє бокове й штучне освітлення. Нормативне значення КПО повинно бути не менш 1,5% при роботі з ПЕОМ, тому потрібно застосовувати штучне освітлення (згідно ДБН В.2.5-28-2006 ).

#### 4.5 Розрахунок природного освітлення

Забезпечення освітленості від природного світла пов'язане із пристроєм прорізів для пропущення світла. Конструктивно прорізи можуть бути різними по виконанню й по місцезнаходженню. Тому й характер природного висвітлення має свої особливості - воно може бути:

- бічним, якщо світлові прорізи (вікна) розташовані в зовнішніх стінах;
- верхнім, якщо світлові прорізи влаштовані в покритті, верхнє висвітлення здійснюється й через ліхтарі;
- сполучене висвітлення - це сполучення бічного й верхнього або ліхтарного пропущення світла в приміщення.

Природне висвітлення характеризується відношенням природної освітленості, створеної усередині приміщення, світлом неба (безпосереднім або відбитим), до значення зовнішньої освітленості земної поверхні від небозводу, виражене у відсотках. Це відношення прийняте називати коефіцієнтом природної освітленості КЕО ( $\epsilon$ ).

Тому що приміщення прохідний розташоване на першому поверсі триповерхового будинку, те світлові прорізи влаштовані в зовнішніх стінах. Для забезпечення нормованого значення КЕО площа світлових прорізів при бічному висвітленні визначають по формулі:

$$S_0 = \epsilon_n * h_0 * S_{\text{п}} * D_{\text{о з д}} * K_{\text{з}} / 100 * t_0 * r_1, (4.1)$$

де:

- $S_0$  – площа вікон, м<sup>2</sup>;
- $\epsilon_n$  – значення мінімального коефіцієнта природної освітленості від бічного висвітлення для розглянутого приміщення без обліку світловтрат і відбитого світла й без обліку затінення конфронтуючими будинками (КЕО приймається для грубих робіт – 0,5 по [56] );
- $h_0$  - світлова характеристика вікна (орієнтовно приймається від 8,0 до 15,0);
- $S_{\text{п}}$  – площа підлоги;
- $D_{\text{о з д}}$  – характеризує затінення вікон від конфронтуючих будинків;
- $D_{\text{О з}}$  – коефіцієнт запасу, приймається рівним від 1,5 до 2,0, причому менше значення використовується при вертикальному розташуванні світлопропускного матеріалу;
- $t_0$  - загальний коефіцієнт світлопропускання;
- $r_1$  – коефіцієнт, що враховує підвищення КЕО від відбитого світла.

Значення величин, що входять у формулу, приймаються по [56].

Тоді, для даного приміщення мінімальна площа світлових прорізів, округлена, складе:

$$S_0 = 0,5 * 8,0 * 12,3 * 1,0 * 2,0 / 100 * 0,4 * 1,4, (4.2)$$

$$S_0 = 1,8 \text{ м}^2$$

По розрахованій площі світлових прорізів визначають їхній розмір і число.

Тому що в даному приміщенні влаштований один віконний проріз, то площа його повинна становити:

$$S = 1,8 \text{ м}^2$$

#### 4.6 Розрахунок штучного освітлення

Основна відмінність умов праці у вечірній час від денного полягає в тому, що у вечірній час відсутня достатня освітленість поля зору працюючого рівномірно розподіленим світловим потоком. Тому необхідно створити таке штучне висвітлення, при якому сумарний світловий потік від всіх установлених у робочій зоні світильників розподілявся рівномірно.

Завданням розрахунку освітленості є визначення числа й потужності світильників, необхідних для забезпечення заданого значення освітленості.

Розрахунок проводиться методом світлового потоку.

Величина світлового потоку однієї лампи дорівнює:

$$\Phi_{\text{л}} = E_{\text{н}} S K_{\text{з}} Z / \eta N, \quad (4.3) \text{ де:}$$

- $E_{\text{н}}$  – нормована освітленість, лк ( $E_{\text{н}} = 25$  по [56] );
- $S$  – освітлювана площа,  $\text{м}^2$ ;
- $K_{\text{з}}$  – коефіцієнт запасу (приймаємо 1,3);
- $Z$  - поправочний коефіцієнт, залежить від типу лампи (приймаємо  $Z = 1,15$ );
- $N$  - число світильників; проектуємо  $N = 6$  (мал.6.4.1.);
- $\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку, визначається по індексі приміщення  $i$  і коефіцієнту відбиття стелі, стін і підлоги ( $\rho_{\text{п}}$ ,  $\rho_{\text{з}}$ ,  $\rho_{\text{р}}$ ).

Індекс приміщення

$$i = a b / h (a + b), \quad (4.4) \text{ де:}$$

- $a$  – довжина приміщення,  $a = 5,6$  м;
- $b$  – ширина приміщення,  $b = 2,2$  м;
- $h$  – розрахункова висота (приймається рівної різниці між висотою приміщення й відстанню від підлоги до робочої поверхні).

$$h = H - 1,2, (4.5)$$

$$h = 3 - 1,2 = 1,8 \text{ м.}$$

$$i = 5,6 \times 2,2 / 1,8 \times (5,6 + 2,2) = 0,88$$

Приймаємо:  $\rho_{\text{п}} = 70\%$

$$\rho_{\text{с}} = 50\%$$

$$\rho_{\text{р}} = 10\%$$

Тоді  $\eta = 59,76\%$

Підставивши значення, одержимо:

$$\Phi = 25 \times 12,3 \times 1,3 \times 1,15 / 0,5976 \times 6 = 12\,841 \text{ лм}$$

Вибираємо лампу накаливання типу Б-220 потужністю 100 Вт і світловим потоком  $\Phi_{\text{л}} = 1\,350 \text{ лм}$ .

Визначимо розрахункову величину освітленості, що формується при використанні ламп типу БК-220.

$$E_{\text{р}} = E_{\text{н}} * \Phi_{\text{л}} / \Phi, (4.6)$$

$$E_{\text{р}} = 25 * 1\,350 / 12\,841 = 2,64 = 3 \text{ лм.}$$

Отримана величина  $E$  задовольняє умовам поставленого завдання.

Розрахунок для покращення рівня штучного освітлення:

Для покращення освітлення комп'ютерній лабораторії будуть використовуватися світлодіодні лампи, а саме LITWELL LED-T8S-120 світловий потік яких  $\Phi_{\text{л}} = 1500 \text{ лм}$ .

Відповідно до вибраного розрядом зорових робіт допустиме значення освітленості робочої поверхні приймається  $E = 400 \text{ лк}$ .

Для розрахунку освітлення КЛ скористаємося методом світлового потоку. Для визначення кількості світильників визначимо світловий потік, що падає на поверхню по формулі:

$$F = \frac{E_{\text{к}} S Z}{\rho}$$

де  $F$  - світловий потік,  $\text{Лм}$ ;

$E$  - нормована оптимальна освітленість,  $\text{Лк}$ ,  $E = 400 \text{ Лк}$ ;

$S$  - площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку  $S = 25 \text{ м}^2$ );

$Z$  - коефіцієнт мінімальної освітленості, характеризує нерівномірність освітлення. Приймається при найвигіднішому розташуванні світильників, коли світловий потік використовується для освітлення робочої зони найбільш раціонально,

( $Z = 1.1$ ); – висота підвісу світильника,  $= 0,3 \text{ м}$ ;  $k$  - коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення визначається по таблиці коефіцієнтів запасу для різних приміщень і в нашому випадку  $k = 1.2$ );  $\eta$  - коефіцієнт використання світового потоку від світильника, що показує, яка частина світлового потоку лампи досягає освітлюваної поверхні, у тому числі завдяки відбиттю світлового потоку від стін, стелі й робочої поверхні.

Для визначення коефіцієнта  $\eta$  потрібно розрахувати індекс приміщення  $i$  за формулою :

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}$$

де  $S$  - площа приміщення,  $S = 25 \text{ м}^2$ ;

$h$  - висота підвісу світильників над робочою поверхнею,  $\text{м}$ ;

$A$  - ширина приміщення,  $A = 4 \text{ м}$ ;

$B$  - довжина приміщення,  $B = 6,25 \text{ м}$ .

Висота підвісу знаходить за формулою 4.3:

$$h = H - h_{cs} - h_p \quad (4.3)$$

де  $H$  – геометрична висота КЛ,  $H = 3 \text{ м}$ ;

$$3,2 - 0,3 - 0,9 = 2 \text{ м}$$

$$i = \frac{25}{2,9(4 + 6,25)} = 0,84$$

По показнику приміщення та коефіцієнтам світлового потоку від підлоги – 10% (0,1), від стін – 30% (0,3) та від стелі – 50% (0,5) визначаємо для світлодіодної лампи LITWELL LED-T8S-120 значення коефіцієнта використання світлового потоку  $\eta = 0,51$ .

Підставимо всі значення у формулу 5.1 для визначення світлового потоку:

$$F = \frac{400 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot 1,1}{0,51} = 25882 \text{ Лм}$$

Розрахуємо необхідну кількість ламп по формулі 4.4:

$$N = \frac{F}{F_{\text{л}}} \quad (4,4)$$

де  $N$  - визначається число ламп;

$F$  - світловий потік,  $F = 25882$  Лм;

$F_{\text{л}}$  - світловий потік лампи,  $F_{\text{л}} = 1500$  Лм.

$$N = \frac{25882}{1500} = 18 \text{ шт.}$$

Отже, для освітлення використаємо 6-ть світильників, кожен світильник комплектується 3-ма лампами. Розміщуються світильники двома рядами, по три в кожному ряду.

Дане приміщення не відноситься до тих, що потребують аварійного освітлення.



#### **4.7 Шум та вібрація у робочому приміщенні**

У приміщенні технічного відділу причинної шуму і вібрації являються апарати, прилади і устаткування: друкуючі пристрої, комп'ютери, вентилятори, кондиціонер та ін. При їхній роботі рівень вібрації не вище 33 дБ, рівень шуму не повинен перевищувати 50 дБА, що є нормою для даного виду діяльності відповідно до НПАОП 0.00-1.28-2010. Заходи по забезпеченню встановлених норм: використання спеціальних шум-поглинаючих перегородок, застосування меблів, які сприяють зменшенню шуму і вібрації, установка апаратів і приладів на спеціальні амортизуючі підкладки.

#### **4.8 Електробезпека**

Для живлення устаткування (ПЕОМ, освітлювальні прилади) які є однофазними споживачами використовується трифазна мережа 380/220В частотою 50Гц з глухо заземленої нейтралі. Із цієї причини при роботі з електроприладами існує потенційна небезпека ураження людини електричним струмом, тому в правилах устрою електроустановок (згідно ПУЕ) передбачені наступні заходи електробезпеки: конструктивні, схемно-конструктивні й експлуатаційні. Конструктивні - вимоги що забезпечують захист від доторкання персоналу до струмоведучих частин. ПЕОМ мають ступінь захисту IP44. Прилади освітлення IP-23. Схемно-конструктивним заходом захисту є занулення електрообладнання у приміщенні. Для користувача ПЕОМ важливим є дотримання правил безпеки експлуатації електрообладнання. Так, заборонено доторкатися до дротів та з'єднань при наявності напруги в мережі, а також самостійно проводити ремонт електрообладнання. Усі питання щодо ремонту налагодження та інше, можуть виконувати тільки електрики та відповідні фахівці, які мають допуск до роботи із електрообладнанням певної категорії.

#### **4.9 Ризики та страхування**

Авіаційне страхування в Україні є обов'язковим. Згідно з чинним законодавством авіаційне страхування здійснюють страхові компанії, які є

членами Авіаційного страхового бюро. АСБ 9 об'єднує 52 страхові компанії, які діють на ринку авіаційного страхування України. Серед них ВАТ СК "Алькона", ЗАТ СК "Інтер-Поліс", ВАТ "Народна фінансово-страхова компанія", "Тарант Ре", АЗТ "Перша міжнародна страхова компанія", НАСК "Оранта", АТ АСК "Енергополіс", АТЗ СК "Лем-ма" та ін. Порядок та умови проведення обов'язкового авіаційного страхування регламентується постановою Кабінету Міністрів України "Про затвердження Порядку і правил здійснення обов'язкового авіаційного страхування цивільної авіації" від 06 вересня 2017 р. № 676. Обов'язкове авіаційне страхування включає:

- страхування відповідальності повітряного перевізника за шкоду, заподіяну пасажиром, багажу, пошти, вантажу;
- страхування відповідальності експлуатанта повітряного судна за шкоду, заподіяну третім особам;
- страхування членів екіпажу повітряного судна та іншого авіаційного персоналу;
- страхування авіаційних суден;
- страхування працівників замовника авіаційних робіт, осіб, пов'язаних із забезпеченням технологічного процесу під час виконання авіаційних робіт.

Даний перелік є вичерпним і не включає обов'язкове державне страхування аеропортів і суб'єктів наземного обслуговування. На підставі ст. 18 Повітряного кодексу КР МА «Київ» (Жуляни) уклало договір обов'язкового страхування відповідальності експлуатанта аеропорту за шкоду, заподіяну третім особам.

Страхова сума договору складає 86 000 000 дол. США. Характеристика застрахованої діяльності та об'єктів:

1. Аеродромне забезпечення польотів: Підтримка льотного поля аеродрому, аеродромних систем і споруд у постійній експлуатаційній готовності зльоту/посадки, маневрування і стоянки повітряних суден;
- Орнітологічне забезпечення Електро - світлотехнічне забезпечення польотів;
- Заходи щодо світлотехнічного забезпечення зльоту, заходу на посадку, посадки, руління ПС
- Централізоване забезпечення електроенергією аеропорту та його об'єктів

3. Забезпечення авіаційної безпеки на території аеропорту (включаючи перевірку пасажирів та багажу).
4. Забезпечення спецтранспортом та засобами механізації.
5. Обслуговування на пероні та місцях стоянок ПС: • Супроводження, руління та буксировка ПС перед вильотом / після прильоту • Оперативне наземне обслуговування та утримання ПС на пероні та на стоянках
6. Наземне адміністрування аеропорту
7. Пошукове та аварійно-рятувальне забезпечення
8. Протипожежне забезпечення
9. Забезпечення авіаційними продуктами, товарами, виробами: • Забезпечення бортовим харчуванням (кейтерінг)
10. Надання ангарів та стоянок для зберігання ПС для авіакомпаній, клубів, власників ПС (Ангарне обслуговування). Ліміт відповідальності аеропорту передбачає: • відповідальність за втрату або пошкодження повітряного судна та/або його устаткування • відповідальність за шкоду життю та здоров'ю та/або шкоду майну, завдану третім особам при здійсненні застрахованої діяльності • відповідальність за шкоду життю та здоров'ю та/або шкоду майну, завдану третім особам внаслідок використання або споживання авіаційних продуктів • відповідальність за шкоду, завдану фізичним особам внаслідок неправомірних дій.

#### **4.10 Висновок**

Аналіз умов праці в розглянутому робочому приміщенні показав, що умови праці з ПЕОМ відповідають вимогам, оскільки площа та об'єм не менше нормативних значень, рівні шуму, вібрації і загазованості не перевищують нормативних обмежень. Запропоновані світлодіодні світильники мають строк служби 50 тисяч годин, що значно краще ніж у люмінесцентних ламп, де строк рівний 10 - 20 тисяч годин, і крім того залежить від кількості переключень. З іншого боку світильники є економічнішими на 44 % (світлодіодна лампа 20 +/- 1 Вт, люмінесцентна 36 +/- 1Вт), більш ударостійкі, не містять токсичних речовин і не мають спеціальних вимог щодо утилізації. Ці лампи створюють оптимальні умови для зорової роботи.

## Розділ 5 Охорона навколишнього середовища

### 5.1 Вплив електромагнітного випромінювання на живі організми

В доісторичні часи, на початку людства, перші "хомо-сапієнс" займалися збиральництвом, вживали в їжу сире м'ясо, одягались в шкіри вбитих тварин, жили в печерах, пересувались по чистій землі виключно на своїх двох або простіше – вдовольнялись тим, що було їм дано. Минуло небагато часу, порівняно з віком нашої планети, і що ми маємо? Прокинувшись вранці ми йдемо на кухню, підігріваємо харчі в мікрохвильовий печі, вмикаємо електричний чайник, сушимо волосся за допомогою фена, ставимо на підзарядку мобільний телефон. Снідаючи ми дивимося у вікно і бачимо поруч лінію електричних передач, під якою живо пройшов трамвай... На робочому місці чути маленький фон від працюючих електричних приладів - наших маленьких, розумних помічників.

Електрична енергія - найвагомніше відкриття людства, без якого цивілізації в її сьогоdnішньому вигляді не існувало б. Цей вид енергії широко використовується людством, але у палки є два кінця... Електромагнітне поле (електромагнітне випромінювання) завжди виникає при русі вільних електронів в провіднику, тому передача електричної енергії супроводжується інтенсивним електромагнітним випромінюванням.

В певних випадках електромагнітне випромінювання має більш пагубний вплив на живий організм, ніж радіаційне випромінювання. Справа у тому, що радіаційний фон був на нашій планеті завжди і в певні часи (а місцями і зараз) його рівень був вище ніж в Чорнобильській зоні відчуження. Рівень же електромагнітного поля землі з кожним роком тільки зростає, що пов'язано з людською діяльністю. На території СНД загальна протяжність тільки ЛЕП-500 кВ перевищує 20000 км (окрім ЛЕП-150, ЛЕП-300, ЛЕП-750). Лінії електропередач і деякі інші енергетичні установки створюють електромагнітні поля промислових частот (50 Гц) в сотні раз вище середнього рівня природних полів. Напруженість поля під ЛЕП може сягати десятків

тисяч В/м. Найбільша напруженість поля спостерігається в місцях максимального провисання дротів, в точці проекції крайніх дротів на землю и в п'яти метрах от неї зовні від повздожньої вісі траси: наприклад, для ЛЕП-330 кВ – від 3,5 до 5 кВ/м, для ЛЕП - 500 кВ – від 7,6 до 8 кВ/м, для ЛЕП-750 кВ – від 10 до 15 кВ/м.

Негативний вплив електромагнітних полів на людину і на ті або інші компоненти екосистем прямо пропорційний потужності поля і часу опромінення. Неприятливий вплив електромагнітного поля, що створюється ЛЕП, виявляється вже при напруженості поля, що дорівнює 1 кВ/м. У людини порушується робота ендокринної системи, обмінні процеси, функції головного і спинного мозку і ін.

На теперішній час, по даним екологів і лікарів-гігієністів відомо, що всі діапазони електромагнітного випромінювання впливають на здоров'я і працеспроможність людей і мають віддалені наслідки. Вплив електромагнітних полів на людину в силу їх значної розповсюженості більш небезпечний, ніж радіація. Електричні поля промислової частоти оточують людину цілодобово, завдяки випромінюванню від електропроводки, освітлювальних приладів, побутових електроприладів, ліній електропередач і т.п. Енергетичне навантаження від електромагнітних випромінювань в промисловості і побуті зростає постійно в зв'язку зі стрімким розширенням мережі джерел фізичних полів електромагнітної природи, а також зі збільшенням їх потужностей. Людина нездатна фізично відчувати електромагнітне поле що його оточує, проте воно викликає зменшення її адаптивних резервів, зниження імунітету, працеспроможності, під його впливом у людини розвивається синдром хронічної втоми, збільшується ризик захворювань. Особливо небезпечною є дія електромагнітних випромінювань на дітей, підлітків, вагітних жінок та осіб з послабленим здоров'ям.

## **5.2 Можливі механізми біологічної дії електромагнітного поля...**

Механізм дії електромагнітного випромінювання на живі організми то сих пір остаточно не розшифрований. Існує декілька гіпотез, що пояснюють біологічну дію електромагнітного поля. В основному вони зводяться до індиціюванню струмів в тканинах і безпосередньому впливу поля на клітковому рівні, в першу чергу з його впливом на мембранні структури. Вважається, що під дією електромагнітного поля може змінюватися швидкість дифузії через біологічні мембрани, орієнтація і конфірмація біологічних макромолекул, крім того, стан електронної структури вільних радикалів. Вочевидь, механізми біологічної дії електромагнітного поля мають, в основному, неспецифічний характер і пов'язані зі зміною активності регуляторних систем організму.

## **5.3 Вплив електромагнітного випромінювання на хімічні реакції...**

Живі організми являють собою складні гетерогенні системи, в яких біоколоїдам і фізико-хімічним реакціям належить головна роль. На підставі неперервних багаторічних досліджень декількома вченими було показано, що швидкість реакції в колоїдних системах залежить від сонячної активності і розташування відносно геомагнітних полюсів, причому основна причина цього – зміна під впливом електромагнітного поля властивостей води – загального компонента реакцій в живих і неживих об'єктах.

## **5.4 Вплив електромагнітного поля на клітину...**

Мішенню для ініціації будь-якого адаптуючого ефекту, в першу чергу, є мембрани, плазматичні і внутріклітинні, обмежуючі різні органели і внутріклітинні компоненти. Відома велика чутливість кліткових мембран до дії самих різних хімічних і фізичних агентів, у тому числі до опромінення. Морфологічні і функціональні порушення мембран виявляються практично відразу після опромінення і при дуже малих дозах. Зміна іонного складу, що виникає при цьому, може ініціювати в клітині проліферативні процеси. Окрім

зміни проникності біологічних мембран і прискорення активного транспорту катіонів натрію, під впливом електромагнітного випромінювання відбувається активація перекисного окислення ненасичених жирних кислот і розгалуження процесів окислення і фосфорилірування в мітохондріях.

Вважається, що всі ці зміни на рівні клітини розвиваються з наступних причин:

Електромагнітне поле впливає на заряджені частинки і струми, внаслідок чого енергія поля на рівні клітини перетворюється в інші види енергії. Атоми і молекули в електричному полі поляризуються, полярні молекули орієнтуються по напрямку розповсюдження магнітного поля. В електролітах, якими є рідкі складові тканин, після впливу зовнішнього поля виникають іонні струми. Змінне електричне поле викликає нагрівання тканин живих організмів як за рахунок змінної поляризації діелектрика (суглобів, хрящів, кісток), так і за рахунок виникнення струмів провідності. Тепловий ефект є наслідком поглинання енергії електромагнітного поля. Чим більше напруженість поля і час впливу, тим сильніше виражені вказані ефекти. До величини в 10 мВт/м, умовно прийнятій за тепловий поріг, надлишкове тепло відводиться за рахунок механізму терморегуляції. Крім того, чутливість органів до перегрівання визначається їх будовою. Найбільш чутливими до перегрівання є органи зору, мозок, нирки, жовчний і сечовий міхур.

### **5.5 Вплив електромагнітного поля на нервову систему...**

Перші експериментальні дослідження по впливу електромагнітного поля на нервову систему були проведені в СРСР. В монографіях професора Ю.А. Холодова опубліковані результати його багаторічних досліджень по проблемі впливу електромагнітних і магнітних полів на центральну нервову систему. Було встановлено наявність прямої дії електромагнітного поля на мозок, мембрани нейронів, пам'ять, умовно-рефлекторну діяльність. В модельних експериментах показана можливість впливу слабких електромагнітних полів на процеси синтезу в нервових клітинах. Отримані

чіткі зміни імпульсації коркових нейронів, що приводять до порушення інформації що передається в більш складні структури мозку. Р.І. Крутиковим виявлено, що при впливі електромагнітного поля в надвисокочастотному діапазоні може розвинути порушення короткочасної пам'яті.

### **5.6 Вплив електромагнітного випромінювання на імунну систему...**

На теперішній час накопичено достатньо даних, що вказують на те, що при впливі електромагнітного поля порушуються процеси імуногенезу. Встановлено, що під впливом електромагнітного поля змінюється характер інфекційного процесу, виникають порушення білкового обміну, спостерігається зниження вмісту альбумінів і підвищення гамма-глобулінів в крові. Крім того, електромагнітне поле може виступати в якості алергену або пускового фактора, викликаючи важкі реакції у хворих алергіків при контакті з електромагнітним полем.

### **5.7 Вплив електромагнітного поля на статеву систему...**

Під впливом електромагнітного випромінювання знижується функція сперматогенезу, змінюється менструальний цикл, уповільнюється ембріональний розвиток, виникають вроджені вади у новонароджених дітей і зменшення лактації у годуючих мам.

### **5.8 Вплив слабких електромагнітних полів на живі організми...**

Слабкі електромагнітні поля при інтенсивності менш порогу теплового ефекту також впливають на зміни в живій тканині. Дослідження по біологічному впливу мобільного телефону, комп'ютерного блока і інших електронних засобів проведені в ряді російських наукових центрів, у тому числі - і на біологічному факультеті Московського державного університету. При цьому шкідливість електронних засобів перевірялась як в робочому, так і у вимкненому стані пристрою, у тому числі і без джерел живлення.



## 5.9 Принципи нормування електромагнітних полів

У теперішній час у якості визначального параметра для оцінки впливу поля як електричного, так і магнітного частотою до 10-30 кГц прийнято застосовувати густину електричного струму індукції в організмі. Вважається, що густина струму провідності  $j < 0,1$  мкА/см не впливає на роботу мозку, тому що імпульсні біоструми, що протікають у мозку, мають велике значення. В таблиці 3.3 показані можливі ефекти у залежності від густини струму, наведеного змінним полем в тілі людини.

Значення ГДР енергетичного навантаження на протязі робочого дня, а також ГДР складових поля для короткого проміжку часу, наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 Значення ГДР енергетичного навантаження на людину

Параметр	Граничні значення ГДР в діапазонах частот, МГц		
	від 0,06 до 3	більше 3 до 30	більше 30 до 300
ЕНегдк (В/м) <sup>2</sup> год	20000	7000	800
ЕНнгдк (А/м) <sup>2</sup> год	200		
Егдр (В/м)	500	300	80
Нгдр (А/м)	50		—

Одночасна дія електричних та магнітних полів в діапазоні частот 0,06—3 МГц вважається допустимою за умови:

$$E_{не} / E_{негдр} + E_{нн} / E_{ннгдр} < 1.$$

Гранично допустиму густину потоку енергії в діапазоні частот 300 МГц—300 ГГц на робочих місцях персоналу встановлюють виходячи з допустимого значення енергетичного навантаження  $W$  на організм і часу перебування в зоні опромінення, однак у всіх випадках вона не повинна

перевищувати 10 Вт/м, а при наявності рентгенівського випромінювання або високої температури повітря в робочих приміщеннях (вище 28 0С — 1 В/м<sup>2</sup>.

Гранично допустима густина потоку енергії (в принципі, це густина потужності, судячи з розмірності Вт/м, але в технічній літературі і нормативній документації, на жаль, прийнятий термін «густини потоку енергії») визначається за формулою:

$$\text{ГПЕ} = W/T,$$

де  $W$  — нормоване значення допустимого енергетичного навантаження на організм, що дорівнює 2 Вт/м для всіх випадків опромінення, виключаючи опромінення від антен сканування та антен, що обертаються, і 20 Вт/м для опромінення від антен сканування та антен, що обертаються;  $T$  — час перебування в зоні опромінення, год.

Гранично допустима ГПЕ при експлуатації мікрохвильових печей не повинна перевищувати 0,1 Вт/м при трикратному опроміненні по 40 хвилин кожного дня і загальній тривалості опромінення не більше 2 год. за добу.

Нормування ЕМП промислової частоти і статичних полів. Для електростатичних полів згідно ГОСТ 12.1.045-84 встановлюється допустима напруженість поля на робочих місцях за формулою  $E = 60 / \sqrt{t}$  кВ/м, де  $t = 1-9$  год.

У відповідності з цим стандартом граничне значення напруженості поля  $E_{гдр}$ , за якого дозволяється працювати на протязі години, дорівнює 60 кВ/м. На протязі робочої зміни дозволяється працювати без спеціальних заходів захисту при напруженості 20 кВ/м.

Для електричного поля промислової частоти у відповідності з ГОСТ 12.1.002-84 гранично допустимий рівень напруженості електричного поля, перебування в якому не дозволяється без застосування спеціальних засобів захисту, дорівнює 25 кВ/м. При напруженості поля від 20 кВ/м до 25 кВ/м час перебування персоналу в полі не повинен перевищувати 10 хв.

Згідно стандарту дозволяється перебування персоналу без спеціальних засобів захисту на протязі всього робочого дня в електричному полі

допустимий час перебування  $T$  (год.) визначається за формулою  $T = 50/E^2$ , де  $E$  — напруженість діючого поля у контрольованій зоні, кВ/м.

При перебуванні персоналу на протязі робочого дня в зонах з різною напруженістю приведений час перебування обчислюють за формулою:

$$T_{\text{пер}} = 8 (tE_1 / TE_1 + tE_2 / TE_2 + \dots + tE_n / TE_n),$$

Де  $tE_1, tE_2, tE_n$  та  $TE_1, TE_2, TE_n$  - фактичний та допустимий час перебування в зоні з напруженістю  $E_1, E_2$ , та  $E_n$ .

За необхідності визначення гранично допустимої напруженості електричного поля при заданому часі перебування в ньому, рівень напруженості в кВ/м обчислюється за формулою:  $E = 50 / (T + 2)$ , де  $T$  - час перебування в електричному полі, год.

У середині житлових будівель приймається  $E_{ГДР} = 0,5$  кВ/м, на території житлової забудови — 1 кВ/м.

Для постійних магнітних полів у відповідності з СН 1742-77 встановлена напруженість поля  $H_{ГДР} = 8$  кА/м на протязі робочої зміни при роботі з магнітними установками та магнітними матеріалами.

Для магнітних полів промислової частоти у відповідності з СН 3206-85 у залежності від характеру дії (безперервного або переривчастого) встановлений зв'язок між загальним часом дії на протязі робочого дня ( $T$ ) і гранично допустимою напруженістю поля  $H_{ГДР}$ .

При цьому характер дії поділено на групи:

1. безперервна і переривчаста дія з тривалістю імпульсу  $tI > 0,02$  с, з тривалістю паузи  $t_n < 2$  с (і при  $tI > 60$  с); переривчаста дія  $60$  с  $> tI > 1$  с,  $t_n > 2$  с; переривчаста дія  $0,002$  с  $< tI < 1$  с;  $t_n > 2$  с.

Рекомендації Міжнародного комітету з питання неіонізуючих випромінювань від 1990 р., зокрема, з питань ГДР електричного та магнітного полів промислової частоти для професіоналів (персоналу) та населення приведені в табл. 3.2.

Для електростатичного поля на протязі робочого дня за німецькими нормами  $E = 40$  кВ/м (у нас 20 кВ/м), для постійного магнітного поля -  $H = 16$  кА/м (у нас 8 кА/м).

Для напруженості електричного поля промислової частоти на протязі робочого дня  $E = 20$  кВ/м (у нас 5 кВ/м), для напруженості магнітного поля промислової частоти  $H = 4$  кА/м (у нас 1,4 кА/м).

Порівняння показує, що наші норми для персоналу по постійним полям жорсткіші в 2 рази, а по ЕМП промислової частоти - в 3-4 рази. Це свідчить про те, що у наші діючі норми закладений певний запас.

Таблиця 5.2 ГДР ЕМП для різних груп населення

Час перебування в полі	E (кВ/м)	H (мТл)
Професіонали:		
на протязі робочого дня	10	0,5
короткий час	30	5 (< 2 год. на добу)
для частин тіла		25
Населення:		
аж до 24 годин на добу	5	0,1 (80 А/м)
кілька годин на добу	10	1

Норми і рекомендації для захисту від ЕМП при експлуатації комп'ютерів. У теперішній час рядом країн розроблено документи, які регламентують правила користування дисплеями. Найбільш відомі шведські документи MPR II 1990:8 (Шведського національного комітету з захисту від випромінювань) та більш жорсткий стандарт TCO 95 (Шведської конференції професійних союзів). Ці норми застосовуються у всіх країнах Скандинавії і рекомендовані до розповсюдження в країнах ЕС.

В Україні норми електромагнітної безпеки регламентуються «Державними санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання», які затверджені МОЗ України (№ 239

від 01.08.1996). За цими правилами допустимі рівні інтенсивності електромагнітного випромінювання для цивільного населення становлять 2,5 мкВт/см<sup>2</sup>, на відміну від європейських країн, де допустимі норми встановлені на рівні 100 мкВт/см<sup>2</sup>. Різниця вражаюча, проте, якщо в Європі всі дотримуються таких норм, то в Україні ні населення, ні влада не мають достовірної інформації про рівні інтенсивності електромагнітного випромінювання, якого вони зазнають.

Постійне підвищення насиченості виробничих, адміністративних і побутових приміщень потужними електронними й електричними пристроями потребує визначення рівня електромагнітної обстановки у цих приміщеннях та прогнозування її зміни в залежності від часу доби, дня тижня.

#### **5.10 Вимірювання рівнів електромагнітних випромінювань надвисоких та надзвичайно високих частот**

Наднормативне збільшення рівнів електромагнітних випромінювань надвисоких та надзвичайно високих частот обумовлюється в основному неузгодженістю при встановленні базових станцій мобільного зв'язку окремими операторами та неврахуванням рельєфів місцевості. Визначення внесків різних станцій за допомогою сучасного вимірювального обладнання дуже ускладнюється практичним збігом їх робочих частот.

Сьогодні усе вагомішою складовою зовнішнього електромагнітного впливу на електромагнітну обстановку у виробничих приміщеннях є електромагнітні випромінювання ультрависоких і надвисоких частот, джерелами яких є радіотехнічне обладнання аеропортів та базові станції мобільного зв'язку. Вплив останніх має високий резонанс у суспільстві.

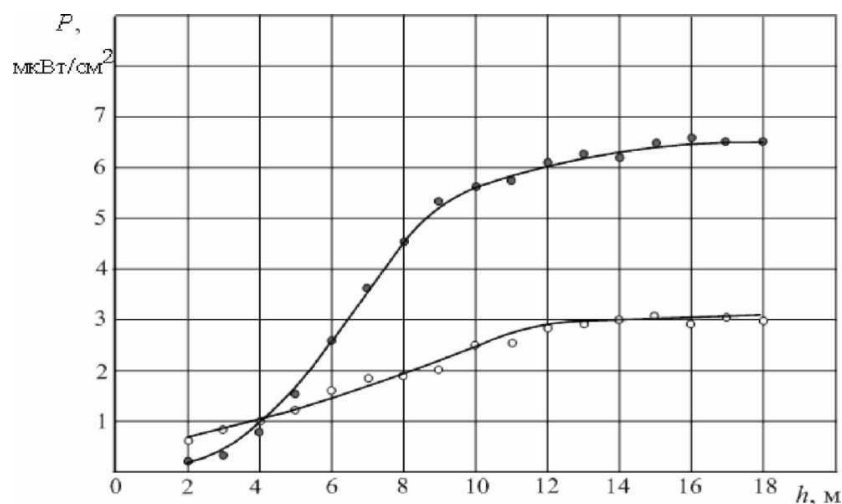
Вимірювання рівнів випромінювань цих частотних діапазонів за методикою, рекомендованою чинними санітарними нормами - на висоті до двох метрів над рівнем землі у місті Києві, де насиченість території радіотехнічними об'єктами різного призначення найбільша в Україні - показали, що цей показник має значення 0,8-1,8 мкВт/см (гранично допустимий рівень - 2,5 мкВт/см<sup>2</sup>).

В окремих місцях центральних районів міста зі складним рельєфом цей показник сягає 2,3 мкВт/см<sup>2</sup>. Але через велику щільність розміщення базових станцій мобільного зв'язку, розташованих на дахах будівель в умовах прямої видимості, рівні випромінювань суттєво збільшуються з висотою.

Рівні густини потоку енергії поблизу базової станції мобільного зв'язку потужністю 50 Вт наведено на рисунку 1.1.

Проведення вимірювань в умовах міста не дозволяють виключити вплив інших випромінювань, але з наведених даних видно, що на висоті третього поверху й вище і на відстані, яка відповідає реальним відстаням між будівлями, мають місце перевищення гранично допустимих рівнів.

Дослідження довели, що ефективним методом захисту працюючих від впливу електромагнітних випромінювань частотних діапазонів мобільного зв'язку є екранування паразитних петлюнок діаграми спрямованості базових станцій безпосередньо на випромінювачі. Розподіл таких випромінювань піддається моделюванню, що дає змогу прогнозувати електромагнітну обстановку у будь-якому місці на стадіях проектування та монтажу технологічного обладнання [3].



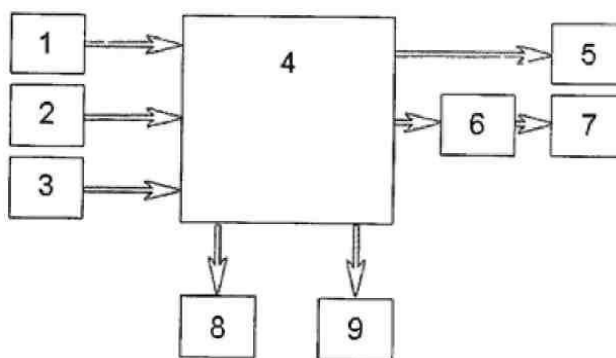
Мал. 5.1 Зміна інтенсивності випромінювання базової станції з висотою від поверхні землі: • - на відстані 50 м, о - на відстані 100 м

### 5.11 Індикатор магнітних і електричних полів

Призначений для застосування населенням з метою виявлення й локалізації зон електромагнітної небезпеки в житлових і громадських приміщеннях.

На Мал.5.2 представлена блок-схема індикатора, де: 1, 2, 3 - антенні плати - давачі електричного і магнітного поля по координатах X, Y, Z; 4 — мікроконтролер, 5 - дисплей з підсвічуванням, 6 - підсилювач, 7 - звуковий випромінювач, 8 - клавіатура, 9 - джерело живлення. Антенні плати - перетворюють коливання електромагнітного поля по кожній координаті X, Y, Z, у коливання електричної напруги, які підсилюються за допомогою підсилювача 6, а мікроконтролер 4 проводить їх частотну фільтрацію та перетворює у цифрову форму. Результати вимірювання висвічуються на РК - дисплеї 5. Коефіцієнти підсилення для кожної антенної плати - давача 1, 2, 3 по координатах X, Y, Z, програмним способом встановлюють у процедурі калібрування індикатора і зберігають у пам'яті антенних плат - давачів 1, 3, 3.

Мікроконтролер 4 виконує подальшу обробку сигналів: дискретизацію, цифрову фільтрацію, масштабування сигналів від - давачів 1, 2 і 3.



Мал. 5.2 - Індикатор магнітних і електричних полів

Індикатор працює в такий спосіб. Натискають на кнопку «ВКЛ/ВИКЛ» клавіатури 8, сигнали напруги з антенних давачів 1, 2, 3 надходять на входи аналого-цифрового перетворювача, що входить до складу мікроконтролера 4.

Отримані результати виводяться на дисплей приладу 5. Функціонування приладу забезпечене програмами мікроконтролера 4, керування режимами здійснюють через екранне меню. Крім безпосередньо індикації поточних

величин електричного і магнітного поля передбачений режим моніторингу - виміру через регульовані інтервали часу та запам'ятовування результатів у пам'яті з можливістю наступного перегляду. При калібруванні приладу обчислюють калібровані коефіцієнти для кожної антенної плати, які зберігають в пам'яті відповідних антенних плат давачів 1, 2 і 3.

## **5.12 Висновок**

Результати проведених досліджень по оцінці впливу антен, комп'ютера і інших сучасних радіоелектронних засобів на різні організми як в робочому, так і у вимкненому стані виявились невтїшними і показали вкрай негативний їх вплив на стан біологічних об'єктів, що виявилось:

- в зменшенні рухомої активності і виживаності мікроорганізмів;
- в збільшенні смертності мікроорганізмів;
- в погіршенні регенерації тканин;
- в порушенні ембріонального і личиночного розвитку;
- в зниженні біохімічних реакцій, порушенні метаболізму;
- в зниженні енергетичного потенціалу в усіх життєво важливих системах організму.

Для зменшення впливу електромагнітних полів на персонал, який знаходиться у зоні дії деяких радіоелектронних засобів необхідним є ряд захисних заходів: організаційні, інженерно-технічні та лікувально-профілактичні.

Слід сказати, що ще на етапі проектування взаємне розміщення об'єктів має бути забезпечено таким чином, щоб інтенсивність опромінення була мінімальною. Також треба заздалегідь попiклуватися про зменшення часу перебування персоналу у зоні опромінення. Потужність джерел випромiнювання повинна бути найменшою з можливих.



Отож, є досить багато методів захисту свого здоров'я від небезпеки на робочому місці з підвищеним електромагнітним фоном. Крім того, потрібно дотримуватись Державних стандартів України та не порушувати їх норм.

## Висновок

Закінчивши розрахунки, звіряємо отримані данні з допусками викривлення лінії курсу курсових радіомаяків ILS категорії II які не утворюють похибки амплітуди, що переважають наступні данні:

Зона	Амплітуда(ГРМ) (95% ймовірності)
Від зовнішнього межі зони	0,035 дії до точки "А" ILS
Від точки "А" ILS до точки "В" ILS	0,035 в точці "А" ILS, зменшуючись за лінійним законом до величини 0,023 в точці "В" ILS
Від точки "В" ILS	0,023 до опорної точки ILS

Бачимо, що усі перешкоди знаходяться у межах від точки "А" до "В" по лінії глісади, а результати розрахунків різниці глибин модуляції хоч і перевищують норму, але ці покази не зберігаються на дистанції більше ніж 5% допуску викривлення лінії курсу.

Отже, після проведених розрахунків, робимо висновок, що для підвищення точності посадки літака по КРМ у вибраному аеропорту «Київ» до II категорії ІСАО критично нічого не заважає.

## Список використаних джерел

1. Watts, C.B., Jr. Instrument Landing Scrapbook / C.B., Jr. Watts. – Trafford Publishing, 2005. – 392 p.
2. НИИ-33 / ВНИИРА. Історія становлення і розвитку Всесоюзного НДІ радіоапаратури. – СПб., 2007. – 291 с.
3. Приложение 10 к Додаток 10 до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію. Авіаційний електров'язок. Том 1. Радіонавігаційні засоби. ИКАО, Монреаль (Канада), 2006. – 616 с.
4. US patent № 3,409,890. Landing System for Aircraft / R.W. Redlich.
5. US patent № 3,711,857. Capture effect system / William C. Cummings.
6. Kramar, E., "The Present State in the Art of Blind Landing of Airplanes Using Ultra-Short Waves in Europe," in Proceedings of the Institute of Radio Engineers, vol. 23, no. 10, pp. 1171-1182, Oct. 1935.
7. Jackson, W.E., "Status of Instrument Landing Systems," in Proceedings of the Institute of Radio Engineers, vol. 26, no. 6, pp. 681-699, June 1938.
8. Jolliffe, S.A.W., Blakemore, T.R., Gough, M.W., Potts, J.K., "The character of the received I.L.S. signal and its relation to monitoring," in Radio and Electronic Engineer, vol. 32, no. 5, pp. 293-311, November 1966.
9. Shih S.L., "ILS Localizer Multipath Analysis," in IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, vol. AES-7, no. 1, pp. 54-60, Jan. 1971.
10. Chin G., Jordan L., Kahn D., Morin S., "Instrument Landing System Performance Prediction," Microwave Symposium, 1975 IEEE-MTT-S International, Palo Alton, CA, 1975, pp. 346-348.
11. Roepcke F., "ILS-past and present," in IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, vol. 5, no. 5, pp. 9-11, May 1990.
12. McFarland R.H., "ILS-a safe bet for your future landings," in IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, vol. 5, no. 5, pp. 12-15, May 1990. 167
13. Odunaiya S., Quinet D., "Calculations and analysis of signal processing by various navigation receivers architectures," Digital Avionics Systems Conference, 2004. DASC 04. The 23rd, 2004, pp. 1.D.1-11-13 Vol.1.

14. Quinet D., Odunaiya S., "Localizer receiver proximity and capture," 2007 IEEE/AIAA 26th Digital Avionics Systems Conference, Dallas, TX, 2007, pp. 4.C.2-1- 4.C.2-8.
15. Lopez A.R., "Application of wedge diffraction theory to estimating power density at airport humped runways," in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 35, no. 6, pp. 708-714, Jun 1987.
16. Lopez A.R., "Estimating power density above runways with complex centerline profiles (microwave landing system)," Antennas and Propagation Society International Symposium, 1989. AP-S. Digest, San Jose, CA, USA, 1989, pp. 834-837 vol.2.
17. Lopez A.R., "Cellular telecommunications: estimating shadowing effects using wedge diffraction," in IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 40, no. 1, pp. 53- 58, Feb 1998.
18. Scherzinger B.M., Feit C.M., "The design, simulation and implementation of an accurate positioning system for automatic flight inspection," Position Location and Navigation Symposium, 1990. Record. The 1990's - A Decade of Excellence in the Navigation Sciences. IEEE PLANS '90., IEEE, Las Vegas, NV, 1990, pp. 444-451.
19. Eskelinen P., "A computerized flight inspection system," in IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, vol. 7, no. 3, pp. 5-11, March 1992.
20. Feit C.M., Bates M.R., "Accurate positioning in an inertial-based automatic flight inspection system using differential global navigation satellite systems," Position Location and Navigation Symposium, 1994., IEEE, Las Vegas, NV, 1994, pp. 107-112.
21. Kim E., Walter T., Powell J.D., "Unaugmented GPS-Based Flight Inspection System," in IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, vol. 46, no. 2, pp. 717-724, April 2010.
22. Novak A., Pitor J., "Flight inspection of instrument landing system," Integrated and Sustainable Transportation System (FISTS), 2011 IEEE Forum on, Vienna, 2011, pp. 329-332. 168
23. IEEE Standard Test Procedures for Antennas. ANSI/IEEE standard 149-1979, rev. 2008, 1979.

24. IEEE Recommended Practice for Near-Field Antenna Measurements. IEEE standard 1720-2012, 2012.
25. Maintenance of instrument landing system (ILS) facilities. Order JO 6750.49A, U.S. Federal Aviation Administration. Dept. of Transportation. 1999.
26. Assessment of ILS protection areas impact on large aircraft operations. Report V1.3 08.07.2010
27. Баскаков, С.І. Радіотехнічні ланцюги і сигнали / С.І. Баскаков. - М.: Вища школа. 2005. – 464 с.
28. Градштейн, И.С. Таблиці інтегралів, сум, рядів і творів / И.С. Градштейн, И.М. Рыжик. – М.: Физматгиз, 1963. – 1100 с.
29. Войтович, Н.И. Моделювання роботи двочастотної системи посадки літаків / Н.И. Войтович, Б.В. Жданов, А.В. Зотов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Комп'ютерні технології, управління, радіоелектроніка». – 2013. – Т.13, № 4. – С. 55–69.
30. ВСН 7-86. Норми проектування об'єктів управління повітряним рухом, радіонавігації та посадки. – М.: Міністерство цивільної авіації, 1987.
31. Радіомаяк курсової СП-90. Технічний опис (ИЦРВ.461512.019ТО). – НИИИТ-РТС, 1998. – 67 с.
32. Зотов, А.В. Діаграми спрямованості антени курсового радіомаяка ILS на поверхні з поперечним ухилом / А.В. Зотов, Б.В. Жданов, Н.И. Войтович // Вестник ЮУрГУ.. – 2014. – Т. 14, № 4. – С. 5–27.
33. Зотов, А.В. Вплив поперечного ухилу місцевості на інформаційний параметр курсового радіомаяка ILS / А.В. Зотов, Б.В. Жданов, Н.И. Войтович // 169 Вестник ЮУрГУ.– 2014. – Т. 14, № 4. – С. 71–88.
34. ГОСТ Р 7.0.11-2011 Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Дисертація і автореферат дисертації. Структура і правила оформлення. — М.: Стандартиформ, 2012. – 16 с.
35. ГОСТ 7.32-2001 Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Звіт про науково-дослідній роботі. Структура і правила оформлення. — М.: Стандартиформ, 2008. – 20 с.

36. Р 50-77-88 Рекомендації. Єдина система конструкторської документації. Правила виконання діаграм. - М .: Видавництво стандартів, 1989. – 11 с.
37. Sommerfeld, A. Mathematische Theorie der Diffraction. Mathematische Annalen. Leipzig. 1896. Vol. 47. P. 317-374.
38. Macdonald, H.M. Diffraction at a Straight Edge. Proceedings of the London Mathematical Society. – 1915. – Ser. 2 Vol. 14 – P. 103-105.
49. Macdonald, H.M. A class of diffraction problems. Proceedings of the London Mathematical Society. – 1915. – Ser. 2 Vol. 14 – P. 410-427. 41. Sommerfeld, A. Mathematische Theorie der Diffraction / A. Sommerfeld. – Boston. Birkhäuser, 2003. – 164 p.
40. Войтович, Н.І. Електромагнітне поле диполя в клиноподібній області / Н.І. Войтович // Питання радіоелектроніки. серія загальнотехнічна. – 1970. – Вып. 14. – С. 67-76.
41. Безпека життєдіяльності / За ред. Я. І. Бедрія. - Львів, 2000. - 54 с.
42. Серіков Я.О. Промислова безпека та соціальний захист працівників виробничих підприємств, компаній і корпорацій. Навч. посіб. Харків. ХНУМГ – корпорація ШЕЛЛ. 2015. – 247 с.
43. Сериков Я. А. Коженевская Л. Ф. Безопасность жизнедеятельности – секьюритология. Проблемы. Задачи. Пути решения. Монография. Харьков – Краков, 2012. – Ч. 1 – 172 с. Ч. 2 – 346 с. 46. Вплив електромагнітних полів на людину [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakinppo.org.ua/>.
44. Watts C.B., Jr. Instrument Landing Scrapbook, Trafford Publishing, 2005. 392 p.
45. NII-33/ VNIIRA Istoriya stanovleniya i razvitiya Vsesoyuznogo NII radioapparatury [The History of the Formation and Development of the All-Union Scientific Research Institute of Radioequipment [NII-33 / VNIIRA], SPb., 2007. 291 p.
46. Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, vol. 1. Radio Navigation Aids, ICAO, Monreal (Canada), 2006. 606 p.
47. Redlich R.W. Landing System for Aircraft. Patent US, no. 3,409,890.

48. Gradshteyn I., Ryzhik I.M. Tablitsy integralov, symm, ryadov [Table of Integrals, Sums, Series and Products], Academic Press, 1963. 1200 p.