

**МІНІСТЕРСТВО УКРАЇНИ З ПИТАНЬ НАДЗВИЧАЙНИХ
СИТУАЦІЙ ТА У СПРАВАХ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ВІД
НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ
УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи на тему:

**«Розрахунок дальності дії радіозв'язку для забезпечення оперативного
управління підрозділами МНС України»**

**Харків
2006**

МІНІСТЕРСТВО УКРАЇНИ З ПИТАНЬ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ТА В СПРАВАХ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ВІД НАСЛІДКІВ
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ
УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічної роботи на тему:

«Розрахунок дальності дії радіозв'язку для забезпечення оперативного управління підрозділами МНС України».

Для курсантів, студентів та слухачів усіх форм навчання

Методичні вказівки затверджені на засіданні кафедри «Інформаційні технології і системи управління», протокол № 13 від 13.06. 2006 р.

Харків
2006

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи на тему: «Розрахунок дальності дії радіозв'язку для забезпечення оперативного управління підрозділами МНС України». Для курсантів, студентів та слухачів усіх форм навчання. /Укладачі: Г.В. Щербак, В.П. Докучасв, А.Б. Феценко, Є.Є. Селеєнко. - Харків: УЦЗУ, 2006 – 21 с.

Рецензенти: Денисов Д.С. – доц. ХНУ ім. В.Н.Каразіна,
Шматко О.В. – зав. каф. УЦЗУ.

План 2006 р.

Підп. до друку
Друк різнограф
Тираж 100 прим.

Обр.

Формат 60 x 84 1/16
Умовн. - друк. арк. 1,75
Вид. № Зам. №

УЦЗУ, 61023, Харків, вул. Чернишевського, 94

РОЗРАХУНОК ДАЛЬНОСТІ ДІЇ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ МНС УКРАЇНИ

Мета розрахунково-графічної роботи:

1. Удосконалення знань з основ організації радіозв'язку для забезпечення оперативного управління підрозділами МНС України.
2. Придбання умінь у проведенні оціночних розрахунків параметрів радіозв'язку для конкретних умов місцевості.
3. Отримання навичок в оформленні звітних матеріалів.

Вимоги до розрахунково-графічної роботи:

1. Розрахунково-графічна робота оформлюється у вигляді звіту (пояснювальної записки) на паперах формату А-4, в якому відображаються текстова і графічна частини.
2. Текстова частина включає пояснення проведених розрахунків і висновків по результатам розрахунків.
3. Графічна частина включає підсумкові таблиці за результатами розрахунків, графіки та схеми, за допомогою яких ці розрахунки проводились.
4. В заключній частині повинні бути висновки з результатів розрахунків.

Вихідні данні для проведення розрахунків надані у додатку № 1, де по варіантах у таблиці № 1 вказані умови розташування пунктів радіозв'язку та енергетичні параметри радіостанцій.

На основі вихідних даних виконати:

1. Розрахунок дальності дії радіозв'язку;
2. Визначити максимально можливе перевищення висот на трасі радіозв'язку між заданими пунктами;
3. Визначити мінімальну потужність передавальної радіостанції для забезпечення радіозв'язку між заданими пунктами;
4. Визначити мінімальну висоту підйому антени приймальної радіостанції для забезпечення радіозв'язку між заданими пунктами;
5. Зробити висновки, в яких дати аналіз отриманих результатів.
6. Обов'язково привести фрагменти графіків, за допомогою яких визначається та, чи інша розрахункова величина.

Рекомендований алгоритм виконання розрахунково-графічної роботи:

1. З'ясувати завдання на розрахунково-графічну роботу.
2. Провести попередні розрахунки параметрів радіозв'язку.
3. Визначити довжину траси радіозв'язку, побудувати трикутник максимального перевищення висот точок місцевості між пунктами радіозв'язку.
4. Визначити максимальне перевищення висот точок місцевості відносно траси радіозв'язку.
5. Визначити послаблення сигналу за рахунок рельєфу.
6. Провести остаточні розрахунки параметрів радіозв'язку.
7. Зробити висновки. У висновках дати всебічний аналіз отриманих результатів, дати також порівняльну оцінку результатів розрахунків, отриманих графічним методом і за формулою Введенського.

До початку виконання розрахунків слід ретельно ознайомитися з основами теорії радіозв'язку і методикою розрахунків, які надані у довідковому матеріалі.

Методика розрахунків надається конкретним прикладом.

1. Умови розповсюдження радіохвиль.

Радіозв'язок у підрозділах МНС України організується в основному на ультракоротких хвилях за допомогою радіостанцій, які працюють у діапазонах 148...149МГц (діапазон А) та 172...173МГц (діапазон Б).

При організації оперативного радіозв'язку в гарнізоні МНС одним з основних параметрів є дальність.

Параметр - дальність радіозв'язку, як правило, надається в характеристиках радіостанцій. Для стаціонарних і мобільних радіостанцій, які випускаються в дійсний час, дальність зв'язку лежить у межах 10...30 км, а для тих, що носяться, 1...3 км. Однак приведені значення умовної і реальної дальності радіозв'язку визначаються стосовно до кожного конкретного випадку. Дійсно, дальність радіозв'язку залежить не тільки від електричних параметрів радіостанції, але і від умов, у яких організується радіозв'язок (характер місцевості, висота установки антен і т.д.).

На розповсюдження радіохвиль мають вплив багато різних факторів: погодні умови, характер місцевості, тобто її рельєф, наявність природних або штучних перешкод, і, нарешті, особливості розміщення і побудови антенних пристроїв.

Переважний вплив того, чи іншого фактору при рівних вихідних умовах в значній мірі визначається діапазоном радіохвиль, у якому організується радіозв'язок.

Для ультракороткохвильового діапазону, у якому організується радіозв'язок аварійно-рятувальної служби, потрібно, перш за все, враховувати умови місцевості: рельєф, поверхню, що підстилає, наявність перешкод тощо.

З урахуванням місцевості визначається потрібна висота підняття антен радіостанцій для забезпечення потрібної дальності дії каналу радіозв'язку.

При наявності прямої видимості між передавальною і приймальною антенами користуються формулою Б. В. Введенського

$$E_m = 4\pi \frac{\sqrt{60 P_{\Sigma} \sigma}}{\lambda d^2} h_1 h_2 \quad (1)$$

E_m - напруженість поля, мкВ/м; P_{Σ} - потужність випромінювання передавальної радіостанції, Вт; σ - коефіцієнт спрямованої дії передавальної антени; λ - довжина хвилі, м; d - довжина лінії радіозв'язку,

км; h_1, h_2 - висоти підняття відповідно передавальній і приймальній антен, м.

Відомо, що радіозв'язок можливий у межах дальності прямої видимості, яка визначається за формулою:

$$D_{п.в.} = 4 \cdot 12 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}), \quad (2)$$

де $D_{п.в.}$ – дальність прямої видимості, h_1, h_2 – висота підйому антен, передаючої та приймальної відповідно.

Дальність дії каналу радіозв'язку обмежується дальністю прямої видимості.

Ця дальність скорочується за умовами місцевості та енергетичними можливостями радіостанцій.

Для визначення можливості забезпечення радіозв'язку між двома пунктами місцевості треба спочатку з'ясувати, що відстань між ними не перевищує дальність прямої видимості.

Якщо ця відстань перевищує дальність прямої видимості, то треба збільшити висоти підйому антен.

Якщо ця відстань знаходиться у межах дальності прямої видимості, то треба переходити до вивчення профілю рельєфу і виявлення перешкод на трасі радіозв'язку.

2. Порядок вивчення рельєфу місцевості та побудова його профілю за допомогою топографічних карт.

Профіль рельєфу будується за допомогою горизонталей на окремому папері. Вивчення профілю дає можливість виявити природні та штучні перешкоди на трасі радіозв'язку, абсолютні та відносні перевищення точок місцевості, а також антен радіостанцій на трасі радіозв'язку.

Ці дані застосовуються для розрахунку реальної дальності дії радіозв'язку з урахуванням енергетичних можливостей радіостанцій.

Для більшості оціночних розрахунків обмежуються побудовою трикутника профілю рельєфу для трьох основних точок місцевості, таких як: місця розташування ЦПЗ і ПЗЧ та найвища точка місцевості на трасі радіозв'язку між цими пунктами.

3. Розрахунок дальності дії радіозв'язку графічним методом.

Дальність радіозв'язку визначається величиною напруженості електричного поля корисного сигналу E_m (мкВ/м) у точці прийому і розраховується за формулою:

$$E_m = E_{\min} + B_{\text{осл}} - B_m + \beta_1 I_1 + \beta_2 I_2 - G_1 - G_2 + \Delta E, \quad (3)$$

де E_m – напруженість поля в точці прийому, дБ;
 E_{\min} – мінімальна напруженість поля корисного сигналу, дБ;
 $V_{\text{осл}}$ – коефіцієнт, що залежить від нерівномірності рельєфу, дБ;
 V_m – поправочний коефіцієнт, якщо потужність передавача відрізняється від 10 Вт (перевищує її);
 β_1, β_2 – коефіцієнти, що враховують втрати потужності у фідерних трактах передавача та приймача, дБ/м;
 l_1, l_2 – довжина фідерних ліній передавача та приймача, м;
 G_1, G_2 – коефіцієнти підсилення антен передавача та приймача, дБ;
 ΔE – величина додаткового підвищення рівня сигналу, дБ (як правило, $\Delta E = 3$ дБ).

Для забезпечення упевненого зв'язку напруженість поля корисного сигналу E_m (мкВ/м) повинна перевищувати напруженість поля завади E_n (мкВ/м) у точці прийому у визначене N число разів, що визначається технічними характеристиками радіозасобів і задачами, які вирішуються застосуванням цих засобів. Так, для радіостанцій, які застосовуються в аварійно-рятувальній службі, таке перевищення складає $E_{\min} = 20$ дБ, тобто:

$$N(\text{дБ}) = 20 \lg \frac{E_m}{E_n} = 20 \text{ дБ} \quad (4)$$

Напруженість електричного поля корисного сигналу і завади вимірюється у мкВ/м. Для забезпечення необхідного перевищення у 20 дБ напруженість поля корисного сигналу в точці прийому повинна бути більше напруженості поля завади у 10 разів.

Для розрахунку дальності радіозв'язку з нерухомими та рухомими об'єктами (пожежно-рятувальними частинами, аварійно-рятувальними автомобілями) у діапазоні метрових хвиль користуються графіками, що наведені на рис. 1. На цих графіках наведена залежність середніх значень напруженості електричного поля E_m (дБ) від дальності радіоліній d (км) для різних значень добутку висот $h=0.5h_1(\text{м}) * h_2(\text{м})$ підйому антен стаціонарної (центральної) радіостанції та радіостанції, з якою треба встановити зв'язок. Графіки складені на основі опрацювання статистичного матеріалу.

Виміри напруженості електричного поля проводилися на частоті 150 МГц. Для діапазону частот 40...300 МГц ці значення відрізняються незначною мірою. Графіки значень напруженості електричного поля наведені для середньо пересічної місцевості.

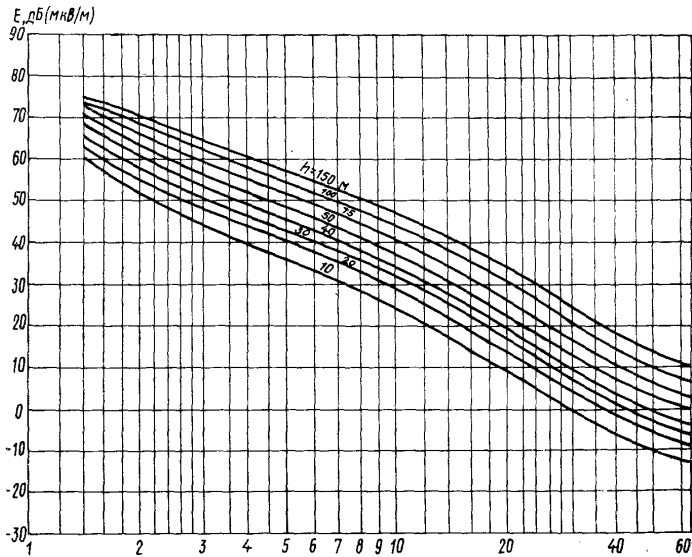


Рис. 1. Залежності середніх значень напруженості поля від відстані випромінюючої антени для різних висот підйому її над землею.

Середньопересічна місцевість є така, на якій середнє коливання висот на відстані від 10 до 50 км від стаціонарної радіостанції не перевищує $\Delta h = 50$ м (рис. 2).

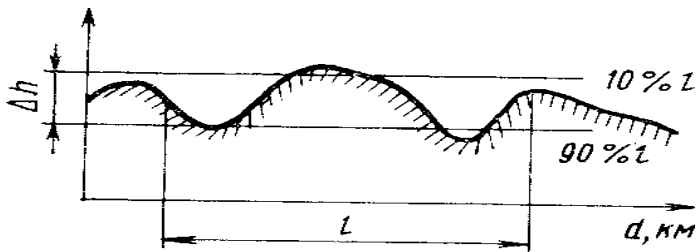


Рис. 2. Нерівність рельєфу місцевості

Встановлено, що на відстані менше 10 км від центральної радіостанції рельєф місцевості на дальність зв'язку істотно не впливає. У великій кількості випадків нерівномірність рельєфу $\Delta h = 50$ м можна вважати цілком припустимою.

У тих випадках, коли Δh відрізняється від 50 м у зоні визначення, варто вносити поправки. Поправка, що враховує відхилення реального рельєфу

місцевості від значення $\Delta h = 50$ м, визначається за даними таблиці 1, у якій наведена залежність додаткового коефіцієнту ослаблення $V_{осл}$ від величини Δh нерівномірності рельєфу. Для відстаней, що відрізняються від табличних, застосовується лінійна інтерполяція.

Таблиця 1
Визначення коефіцієнту ослаблення $V_{осл}$ від величини Δh нерівномірності рельєфу місцевості

Δh (м)	30	40	50	70	90	110	140	170	190	210	230	250	290	330
$V_{осл}$ (дБ)	-2	-1	0	1	3	4	6	8	9	10	11	12	13	14

Мінімальні значення напруженості поля корисного сигналу, при яких забезпечується надійність і висока якість радіоз'в'язку, визначаються для різних діапазонів частот величинами, які приведені у таблиці 2 .

Таблиця 2
Мінімальні значення напруженості поля корисного сигналу для різних діапазонів частот

Діапазон частот	Мінімальне значення напруженості поля корисного сигналу E_{min}	
	дБ	мкВ/м
МГц		
30...50	8	2,5
100...200	20	10
300...350	25	18

Ці дані визначені для потужності передавача, що дорівнює 10 Вт. Якщо потужність передавача відрізняється від 10 Вт, то вводиться поправка V_m , яка визначається за графіком на рис. 3.

Для визначення втрат потужності сигналу у фідерних трактах передавача та приймача необхідно знати добутки $\beta_1 l_1$ та $\beta_2 l_2$. Для фідерних трактів радіостанцій, що застосовуються в аварійно-рятувальній службі, $\beta_1 = \beta_2 = 0,15$ дБ/м.

В аварійно-рятувальній службі в основному застосовуються неспрямовані антени з круговою діаграмою спрямованості у горизонтальній площині (штирьова антена та антена типу "стакан"). Коефіцієнти підсилення для таких антен $G_1 = G_2 = 1,5$ дБ.

Остаточне значення напруженості електричного поля обчислюється за формулою (3), з урахуванням усіх визначених коефіцієнтів.

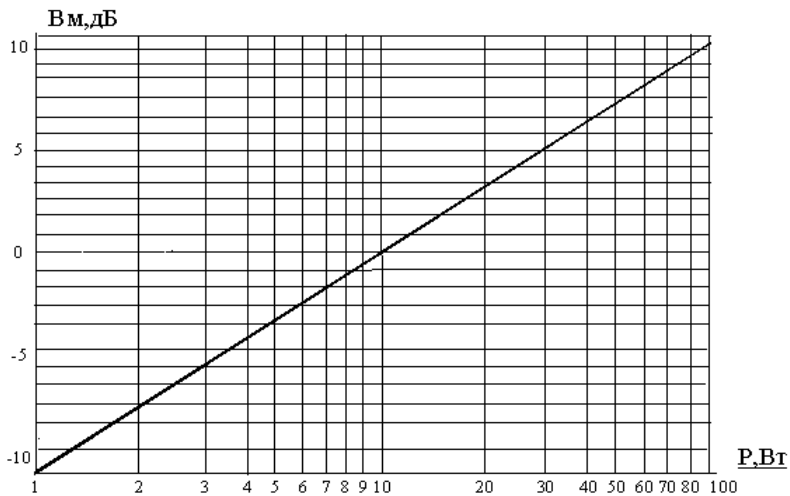


Рис. 3. Величина поправочного коефіцієнта V_m , якщо потужність передавача відрізняється від 10 Вт.

Приклад виконання розрахунково-графічної роботи графічним методом

Вихідні дані включасмо у таблицю 1*.

Таблиця 1*. Вихідні дані

Абсолютні висоти пунктів траси зв'язку, їх взаємна відстань (відстань від ЦПЗ) № варіантів	ЦПЗ ($H_{\text{ЦПЗ абс}}[\text{м}]$)	ПЗЧ ($H_{\text{ПЗЧ абс}}[\text{м}]/L_{\text{ЦПЗ-ПЗЧ}}[\text{км}]$)	Найвища точка місцевості ($H_{\text{ТМ абс}}[\text{м}]/L_{\text{ЦПЗ-ТМ}}[\text{км}]$)
1	95м	135м/25км	185м/15км
Технічні характеристики засобів зв'язку			

Діапазон частот (МГц)	Потужн. передавача (Вт)	Висота підйому передав. антени (м)	Висота підйому прийм. антени (м)	Довжина фідерної лінії передавача (м)	Довжина фідерної лінії приймача (м)
100...200	7	22	11	22	11

1. Попередня оцінка розрахункових параметрів.

Визначаємо значення параметрів, які входять до розрахункової формули (3), безпосередньо на основі вихідних даних.

Для заданного частотного діапазону визначаємо $E_{\min} = 20$ дБ.

Для заданної потужності передавача і за допомогою графіка на рис. 3 визначаємо $V_m = -2$ дБ;

З урахуванням довжини фідерних ліній $l_1 = 22$ м і $l_2 = 11$ м а також β_1 і $\beta_2 = 0,15$ дБ/м визначаємо $\beta_{1l_1} = 3,3$ дБ, $\beta_{2l_2} = 1,65$ дБ.

Приймаємо G_1 і $G_2 = 1,5$ дБ; $\Delta E = 3$ дБ.

Визначені параметри включаємо у таблицю 2*.

Таблиця 2*. Попередня оцінка розрахункових параметрів

E_{\min}	V_m	β_{1l_1}	β_{2l_2}	G_1	G_2	ΔE
20 дБ	-2 дБ	3,3 дБ	1,65 дБ	1,5 д	1,5 д	3 дБ

2. З'ясування довжини траси зв'язку.

Потрібна дальність зв'язку $d_{\text{потр}} = 25$ км (довжина траси радіозв'язку). З'ясується за даними таблиці 1* ($L_{\text{шз-пзч}} = 25$ км)

3. Перевірка забезпечення дальності прямої видимості з урахуванням висот підйому антен радіостанцій.

$$D_{n.e.} = 4,12 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) \approx 4,12 * (4,69 + 3,31) = 4,12 * 8,01 = 33 \text{ км.}$$

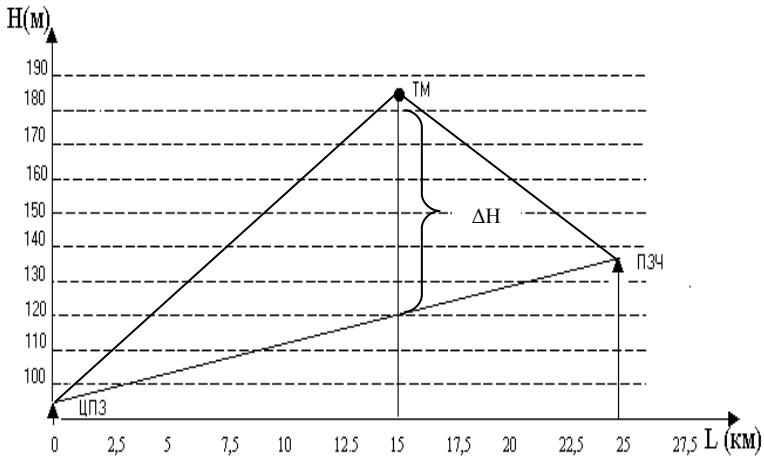
Визначаємо, що $D_{\text{пв}} > d_{\text{потр}}$. Таким чином, потрібна дальність зв'язку знаходиться у межах прямої видимості.

4. Побудова трикутника профіля рельєфу місцевості та визначення $V_{\text{осл.}}$

Будуємо трикутник профіля рельєфу на трасі радіозв'язку, відображаємо його на рис. 1*.

Побудовою трикутника профілю рельєфу визначаємо максимальне перевищення висот на трасі радіозв'язку, $\Delta h = 65$ м.

За допомогою таблиці 1 визначаємо $V_{\text{осл}} = 1$ дБ.



5. Визначення розрахункової дальності радіозв'язку $d_{\text{розн}}$

Визначаємо добуток висоти $h = 0,5h_1 * h_2$, $h = 0,5 * 22 * 11 = 121 (\text{м}^2)$.

Визначаємо $E_m = 20 + 1 - (2) + 3,3 + 1,65 - 1,5 - 1,5 + 3 = 27,95 \approx 28$ (дБ).

За допомогою графіків на рис. 1 визначаємо розрахункову дальність радіозв'язку $d_{\text{розн}} = 26$ км.

Результати розрахунків включаємо у таблицю 3*.

Таблиця 3*. Розрахункова дальність радіозв'язку з урахуванням усіх вихідних даних.

E_m (дБ)	V_m (дБ)	$V_{\text{осл}}$ (дБ)	h_1 (м)	h_2 (м)	h (м^2)	$d_{\text{розн}}$ (км)	$d_{\text{поттр}}$ (км)
28	- 2 дБ	1	22	11	121	26	25

6. Визначення максимально можливого перевищення висот на трасі радіозв'язку, Δh_{max}

Для $d_{\text{поттр}} = 25$ км та $h = 121 \text{ м}^2$ знаходимо $E_{m^*} = 29$ дБ. Із співвідношення $E_{m^*} - V_{\text{осл}^*} = E_m - V_{\text{осл}}$, визначаємо $V_{\text{осл}^*} (\text{дБ}) = E_{m^*} - E_m + V_{\text{осл}} = 29 - 28 + 1 = 2$ (дБ). З таблиці 1 знаходимо $\Delta h_m = 80$ м. При заданих вихідних умовах радіозв'язок можливий для місцевості з максимальним перевищенням висот на трасі радіозв'язку $\Delta h_m = 80$ м.

7. Визначення мінімальної потужності передавальної радіостанції для забезпечення радіозв'язку між заданими пунктами.

Мінімальне значення потужності радіопередавача для реально заданої місцевості а також для заданих підйомах антен знаходимо з графіків на рис. 1 з урахуванням того, що $d = d_{\text{потгр}} = 25\text{км}$.

Для $d_{\text{потгр}} = 25\text{км}$ та $h = 121\text{м}^2$ знаходимо $E_{\text{м}*} = 29\text{дБ}$. Із співвідношення $E_{\text{м}*} + B_{\text{м}*} = E_{\text{м}} + B_{\text{м}}$ визначаємо $B_{\text{м}*}(\text{дБ}) = E_{\text{м}} + B_{\text{м}} - E_{\text{м}*} = 28 - 2 - 29 = -3(\text{дБ})$. З графіку на рис. 3 знаходимо мінімальну потужність радіопередавача $P_{\text{мін}} = 5\text{Вт}$.

8. Визначення мінімальної висоти підйому приймальної радіостанції для забезпечення радіозв'язку між заданими пунктами.

За допомогою графіків на рис. 1 для $E_{\text{м}} = 28(\text{дБ})$ і $d_{\text{потгр}} = 25\text{км}$ визначаємо потрібний добуток висоти $h_* = 0,5h_1 * h_2 = 110(\text{м}^2)$, а також $h_2 = 10\text{м}$.

Остаточні результати розрахунків включаємо у таблицю 4*.

Таблиця 4*. Остаточні результати розрахунків.

$E_{\text{м}}$ (дБ)	$P_{\text{м}}$ (Вт)	Δh (м)	$h_1(\text{м})$	$h_2(\text{м})$	$h(\text{м}^2)$	$d_{\text{розр}}$ (км)	$d_{\text{потгр}}$ (км)
28	7	65	22	11	121	26	25
29	7	80	22	11	121	25	25
29	5	65	22	11	121	25	25
28	7	65	22	10	110	25	25

8. Визначення дальності радіозв'язку за формулою Введенського.

Для надійного радіозв'язку необхідно забезпечити $E_{\text{м}} = E_{\text{мін}} + \Delta E = 20 + 3 = 23(\text{дБ})$ відносно рівня власних шумів радіоприймача. Як правило, для більшості радіостанцій $E_{\text{мін.пр.}} = 1\text{мкВ/м}$. Перевищення сигналу на 23 дБ означає, що потрібний рівень корисного сигналу має бути $E_{\text{м}} = 14\text{мкВ/м}$.

Сумарне ослаблення сигналу в фідерних лініях $\beta_1 l_1 + \beta_2 l_2 = 3,3 + 1,65 = 4,95(\text{дБ}) \approx 5\text{дБ}$. Це відповідає еквівалентному послабленню потужності передавача P_{Σ} у 3 рази.

Коефіцієнт підсилення антени передавача $G_1 = 1,5\text{дБ}$ відповідає підсиленню у 1,4 рази.

Фактичне ослаблення сигналу за рахунок рельєфу потрібно відрховувати від $N_{\text{абс.}} = 0\text{ м}$. Тому для $\Delta h = 65\text{ м}$ фактичне $B_{\text{осл.}} = 4\text{дБ}$, або 2,5 рази. Це враховується, таким чином, послабленням потужності передавача у 2,5 рази.

Довжина хвилі для середини частотного діапазону складає $\lambda = 2\text{м}$.

$h_1 = 22\text{ м}, h_2 = 11\text{ м}, D_{\text{зв}} = d?$

Після підстановки визначених величин у формулу Введенського отримаємо:

$$14 = \frac{4\pi \sqrt{60 * 7 * 1.4 / (3 * 2.5)}}{2 * d^2} * 22 * 11$$

Після завершення числових розрахунків отримаємо дальність радіозв'язку за формулою Введенського $D_{зввв} = 31$ км.

Бачимо, що ретельне врахування умов радіозв'язку надає практично однакові результати, як за формулою Введенського, так і графічним методом. Але, як правило, за формулою Введенського отримуються результати, які на 25-30 % перевищують результати графічних розрахунків.

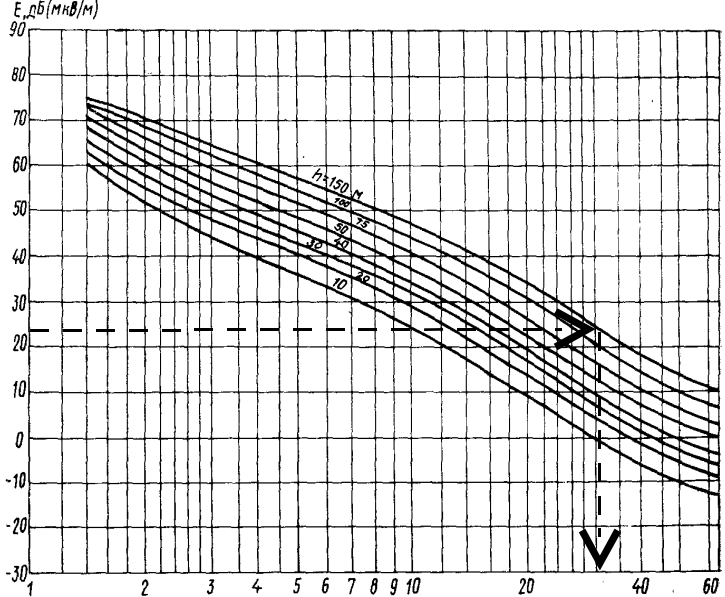


Рис. 2* Приклад визначення розрахункової дальності радіозв'язку за допомогою графіка.

Варіанти завдань для індивідуального вирішення

Пункти розміщення радіостанцій і умови рельєфу

Абсолютні висоти пунктів траси зв'язку, їх взаємна відстань (відстань від ЦПЗ) № варіантів	ЦПЗ ($H_{\text{ЦПЗ абс}}$ [м])	ПЗЧ ($H_{\text{ПЗЧ абс}}$ [м]/ $L_{\text{ЦПЗ-ПЗЧ}}$ [км])	Найвища точка місцевості на трасі зв'язку ($H_{\text{ТМ абс}}$ [м]/ $L_{\text{ЦПЗ-ТМ}}$ [км])
1.	50	135/30	195/25
2.	55	120/27	190/20
3.	60	115/25	185/18
4.	65	110/28	180/17
5.	70	105/32	175/22
6.	75	100/33	170/23
7.	80	95/34	165/16
8.	85	90/31	160/19
9.	90	85/29	165/12
10.	95	80/26	170/13
11.	100	75/25	175/10
12.	105	70/27	180/11
13.	110	65/28	185/12
14.	115	60/29	190/13
15.	120	55/30	195/14
16.	125	50/32	200/15
17.	130	45/33	195/16
18.	135	50/34	190/17
19.	140	55/33	185/18
20.	145	60/32	180/19
21.	150	65/31	175/20
22.	155	70/30	170/21
23.	160	75/29	175/22
24.	165	80/28	180/12
25.	170	85/27	185/13
26.	175	90/26	190/14

Тактико-технічні характеристики радіостанцій

№ Вар.	Діапазон частот (МГц)	Потужн. Передав. (Вт)	Висота підйому передав. антени (м)	Висота підйому прийм. антени (м)	Довжина фідерної лінії передав. (м)	Довжина фідерної лінії прийм. (м)
1	100...200	5	25	15	25	15
2	100...200	10	20	20	20	20
3	100...200	15	30	15	30	15
4	100...200	18	27	17	27	17
5	100...200	20	23	19	23	19
6	100...200	22	21	21	21	21
7	100...200	25	20	20	20	20
8	100...200	26	24	15	24	15
9	100...200	28	26	13	26	13
10	100...200	30	28	12	28	12
11	100...200	28	22	17	22	17
12	100...200	26	19	19	19	19
13	100...200	24	26	20	26	20
14	100...200	23	29	15	29	15
15	100...200	20	21	20	21	20
16	100...200	19	19	19	19	19
17	100...200	17	17	14	17	14
18	100...200	15	23	15	23	15
19	100...200	13	27	17	27	17
20	100...200	11	29	10	29	10
21	100...200	8	25	17	25	17
22	100...200	7	24	16	24	16
23	100...200	6	26	11	26	11
24	100...200	9	27	13	27	13
25	100...200	12	22	18	22	18
26	100...200	24	23	20	26	27