

Зміст

Вступ.....	6
1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
1.1. Організація управління на залізничному транспорті	7
1.2. Показники якості радіосистем	9
1.3. Радіочастоти і радіовипромінювання	12
1.4. Електромагнітна сумісність в мережах рухомого радіозв'язку	14
1.5. Загальні відомості про поїзний радіозв'язок	26
1.6. Лінійний поїзний радіозв'язок	27
1.7. Направляючі лінії в діапазоні гектометра	31
1.8. Особливості функціонування антено-погоджувальних пристроїв	43
1.9. Зонний радіозв'язок діапазону гектометра	45
1.10 Апаратура поїзного радіозв'язку	46
2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	60
2.1. Розрахунок радіозв'язку іоносферними хвилями на закріплених частотах	60
2.2. Розрахунок радіозв'язку іоносферними хвилями на групі частот	67
2.3. Розрахунок радіозв'язку земними хвилями на закріплених частотах	69
3. Охорона праці	73
ВИСНОВКИ	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Вступ

Залізничний транспорт складає основу транспортної системи України і покликаний у взаємодії з іншими видами транспорту своєчасно і якісно забезпечувати у внутрішньому і в міжнародному залізничному обслуговуванні потреби населення в перевезеннях.

Широке впровадження пристроїв автоматики і телемеханіки дозволило при невеликих витратах істотно збільшити пропускну спроможність залізниць, забезпечити безпеку руху поїздів, підвищити продуктивність і поліпшити умови праці залізничників. До засобів організації, регулювання рухом поїздів і забезпечення безпеки руху поїздів відносяться автоблокування і автоматична локомотивна сигналізація. Окрім цього пристрою автоблокування доповнюються автоматичною сигналізацією переїзду і диспетчерським контролем за рухом поїздів.

Системи ДЦ призначені для реалізації сучасних принципів управління експлуатаційною роботою автоматизацією функцій управління і контролю технологічного процесу руху поїздів з використанням засобів обчислювальної техніки при сполученні їх з системами ЗАТ і зв'язки, а також для забезпечення можливості обміну інформацією з автоматизованою системою управління залізничного транспорту.

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Організація управління на залізничному транспорті

Головне достоїнство радіотехнічних систем—відсутність жорсткого дротяного каналу, що дозволяє створювати системи зв'язку з рухомими об'єктами, використовуючи безпроводну радіолінію. Тому основною метою застосування РТС на залізничному транспорті є інформаційний обмін з рухомими одиницями. Виходячи з конкретних умов роботи РТС з такими об'єктами радіостанції класифікуються таким чином.

Стационарна—радіостанція, не призначена для роботи з об'єктом під час руху. Вона встановлюється в приміщеннях, спеціальних контейнерах або на відкритому повітрі. Абонентами стаціонарних радіостанцій (зазвичай такі радіостанції належать службам управління) є диспетчери, начальники, командири, чергові і так далі

Рухома—радіостанція, призначена для використання під час руху або зупинок в невизначених пунктах. Рухомі радіостанції діляться на мобільні, ношені і переносні.

Мобільна радіостанція, призначена для установки на рухомих об'єктах зв'язки, якими є локомотиви поїздові і маневрові, спеціальні дорожні вагони (ремонтні, пасажирські, рефрижераторні і ін.) і механізми, службові автомобілі, дрезини і так далі На цих об'єктах радіозасобу отримують живлення від бортової мережі.

Носима — радіостанція має власне джерело живлення і знаходиться в робочому стані під час транспортування. Абонентами рухомого зв'язку є різні категорії працівників залізничної станції: укладачі поїздів, робочі по ремонту, оглядачі вагонів, електромеханіки, сигналісти, стрільці ВОХР і так далі Всі такі абоненти оснащуються ношеними радіостанціями.

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Переносна—радіостанція має власне джерело живлення і призначена для роботи під час зупинок. Переносити або перевозити таку радіостанцію слід у неробочому стані.

Портативна—носима радіостанція масою до 1 кг

Залізничний технологічний зв'язок з рухомими об'єктами включає Поїзний, станційний радіозв'язок і радіозв'язок ремонтних підрозділів.

Поїзний радіозв'язок призначений для переговорів машиністів поїздових локомотивів з поїздовими диспетчерами (ДНЦ) і черговими по станціях (ДСП), а також з відома поїзного диспетчера з черговим по депо і локомотивним диспетчером.

Станційний радіозв'язок з рухомими об'єктами включає радіозв'язок машиністів маневрових і гіркових локомотивів з ДСП, маневровими диспетчерами, операторами гір, укладачами і іншими працівниками і службами залізничної станції. У цю систему можуть входити радіозв'язок чергових по технічній конторі з тими, що списують вагонів, зв'язок оглядачів вагонів, службовий зв'язок, зв'язок транспортної міліції і служби ВОХР.

Радіозв'язок ремонтних підрозділів дозволяє оперативно передавати необхідну інформацію, завдяки чому скорочується час виконання цих робіт, ефективніше використовуються в графіці руху виділені «вікна», підвищується безпека руху поїздів по ділянці робіт, а також підвищується безпека персоналу, що працює на шляхах.

Всі види залізничного зв'язку можна класифікувати по різних критеріям за призначенням — станційна (діє в межах зони станції); поїздова (забезпечує зв'язок машиністів локомотивів із службами руху); ремонтно-оперативна (тимчасова на ділянці залізниці); сповіщення (стаціонарна); телеметрична (передача даних і управління);

- по напрямку передачі — одностороння; двостороння;
- по режиму роботи — симплексна одночастотна (абоненти зв'язуються на одній частоті, що несе, і говорять по черзі); симплексна

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

двохчастотна (два абоненти говорять по черзі, використовуючи різні частоти); дуплексна (два абоненти можуть говорити одночасно на різних частотах); напівдуплексна; чергова (режим в очікуванні виклику);

- за формою передавального повідомлення — аналогова (безперервна, мовна); дискретна (в т.ч. цифрова);
- за способом управління радіозасобами — з місцевим, розподіленим і дистанційним управлінням;
- по кількості каналів і способу їх використання — одноканальна (із закріпленими каналами, тобто за наявності «адреси» радіостанція включається тільки при отриманні спеціального «виклику» за своєю «адресою»); багатоканальна (рівнодоступна, тобто радіостанція включаються завжди, коли на частоті налаштування несе з'являються будь-які сигнали); багатоканальна (змішана);
- за способом виклику — з індивідуальним (передається на початку зв'язку виклик з «адресним сигналом»); груповим (викликаються всі «адресні» радіостанції) і циркулярним викликом.
- по обслуговуванню території — лінійна; зонна; локальна;
- за способом організації мережі — пряма, радіорелейна (з проміжними ретрансляторами); космічна (з використанням штучних супутників Землі — ІСЗ); стільникова; транкінгова.

1.2. Показники якості радіосистем

Основними показниками якості РТС є:

- *точність відтворення (вірність)*, яка характеризується розбірливістю мови і визначається відсотком правильно прийнятих елементів мови (звуків, складів, слів, фраз). Відповідно до ДОСТ 16600—72 «Передача мови по трактах

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

радіотелефонного зв'язку. Вимоги до розбірливості мови і методи вимірювань» артикуляцій встановлені наступні класи якості розбірливості мови:

1 клас, розуміння без щонайменшої напруги уваги (норма розбірливості звуків (D) більше 90 %);

2 клас, розуміння без утруднень (норма розбірливості $D = 85—90\%$);

3 клас, розуміння з напругою без переспросів і повторень (норма розбірливості $D = 78—85\%$);

4 клас, розуміння з великою напругою і з перезапитом (норма розбірливості $D = 60—78\%$);

5 клас, повна нерозбірливість тексту (зірвавши зв'язки) (норма розбірливості D до 60 %).

- *перешкодостійкість*, яка є властивістю виконувати свої функції в умовах дій, що заважають. Кількісно перешкодостійкість оцінюється вірогідністю помилкової передачі;

- *перешкодозахисна*, яка визначає здатність РТС протистояти дії певних перешкод, що заважає. При роботі радіостанцій в режимі Прийом, коли на її вході немає сигналу від передавача-кореспондента, прослуховуються шуми приймача. Це особливо виявляється в радіостанціях з кутовою модуляцією. Для придушення шумів приймача застосовується спеціальне пристрій—шумоподавлювач.

У сучасних радіостанціях передбачаються спеціальні схеми для підвищення перешкодозахисної від імпульсних перешкод.

- *пропускна спроможність* РТС, яка визначає здатність системи обробляти інформацію, що приймається, без накопичення (без затримки) у фіксований реальний час. Реальні умови роботи залізничного транспорту характеризуються істотним завантаженням радіоканалів, особливо на крупних станціях при сортувальній і маневровій роботі, що приводить до тимчасових втрат у встановленні зв'язку, з'являється час очікування— $T_{оч}$. Як експлуатаційний показник оперативності передачі інформації можна використовувати сумарний протягом години час очікування $T_{оч}$ звільнення каналу всіма абонентами.

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Зменшення пропускної спроможності радіоканалу можливе внаслідок зниження розбірливості мови, яка приводить до переспросам і повторень і у зв'язку з цим до збільшення часу передачі повідомлення. В результаті обліку всіх чинників, що заважають, знижується пропускна спроможність радіомережі, що приводить до збільшення часу очікування зв'язку і зниження швидкості переробки вагонів на сортувальній станції;

- *електромагнітна сумісність*, яка визначає здатність РТС одночасно функціонувати в реальних умовах з необхідною якістю при дії на них ненавмисних радіоперешкод і не створювати неприпустимих радіоперешкод іншим радіоелектронним средствам—РЭС (оцінюється вірогідністю).

Електромагнітна сумісність, визначувана умовами експлуатації і технічними засобами систем радіозв'язку, має радий своїх показників якості. Одним з таких показників є мінімальне частотне рознесення між працюючими радіостанціями. У зв'язку із зростанням числа радіостанцій рухомого радіозв'язку при обмежених виділених смугах частот стараються скоротити частотне рознесення між сусідніми каналами. Якщо радіостанції першого покоління мали частотне рознесення 100,150 і навіть 250 кГц (ЖР-5), а радіостанції другого покоління, як правило, мали частотне рознесення в 50 кГц, то в радіостанціях третього покоління передбачається частотне рознесення в 25 кГц;

- *роздільна здатність* визначає властивість РТС незалежно розпізнавати різні джерела радіовипромінювання;

- *надійність* представляє здатність РТС працювати безвідмовно (з вірогідністю відмови) за фіксований час, норми напрацювання на відмову визначаються ДОСТом;

- *тривалість роботи* радіостанцій, яка визначає їх роботу в режимах Прийом і Черговий прийом. Стаціонарні радіостанції, використовувані як центральні, як правило, можуть тривало працювати і в режимі Передача (час безперервної роботи в цьому режимі радіостанцій, що возяться, ношених і портативних, обмежений). Радіостанції, що возяться, розраховані на тривалу роботу при

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

співвідношенні часу роботи в режимі Прийом—передача 3:1, при цьому тривалість безперервної роботи в режимі Передача складає не менше 5 хв. Ношені і портативні радіостанції з власним джерелом живлення можуть тривало працювати, як правило, при співвідношенні часу роботи в режимах Черговий прийом—Прийом— Передача 8:1:1, при цьому забезпечується тривалість безперервної роботи в режимі Передача не менше 5 хв. У залізничних стаціонарних радіостанціях, що возяться, передбачається автоматичне обмеження часу роботи на передачу до 1 хв.

Механічні і кліматичні вимоги до апаратури РТС визначаються ГОСТ 16019—86, з якого виходить, що рухомі радіозасоби залізничного радіозв'язку повинні витримувати вібронавантаження на частотах 10...70 Гц з прискоренням в 0,8...3,8 і ударні навантаження до 4 Температурних дії на апаратуру РТС знаходяться в межах від - 40 до +60 °С при вологості до 98 %.

1.3. Радіочастоти і радіовипромінювання

Для федерального залізничного транспорту виділені частоти наступних діапазонів: 1 -й діапазон — 2150 і 2130 кГц (симплексний зв'язок); 2-й діапазон — 151,725... 156,000 МГц (симплексний зв'язок); 3-й діапазон — 330 МГц (дуплексний зв'язок: 307 МГц на передачу, 341 МГц — на прийом); 4-й діапазон - 460 МГц (дуплексний зв'язок: 457,400...458,450 МГц на передачу, 467,400...468,450 МГц на прийом).

Радіохвилі першого діапазону розповсюджуються уздовж земної поверхні, тому для їх використання застосовуються спеціальні направляючі системи, які каналізують випромінювану енергію уздовж залізничної колії. Цей діапазон радіохвиль (довжина хвилі складає приблизно 140 м) використовується для організації лінійного поїзного радіозв'язку.

Радіохвилі решти діапазонів (метровий, дециметровий діапазони хвиль) розповсюджуються прямолінійно в межах прямої видимості (з урахуванням

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

рефракції і багатократного перевідображення можлива передача і поза межами прямої видимості).

Класифікація радіовипромінювань. Всі випромінювання радіозасобів класифікують по вигляду модуляції, модулюючого сигналу і займаній смузі.

Кожен вид радіовипромінювання має певне позначення, що складається з різних символів. Перші чотири символи позначають займану смугу частот, і для визначення масштабу частот використовують наступні символи: Н — герци, К— кілогерци, М — мегагерци, Про - гігагерци, які ставлять в числовій характеристиці смуги на місце коми, наприклад: 25,4 Гц —» 25Н4; 3,4 кГц —» 3к40; 2 МГц —» 2М00; 6,5 ГГц —» 6050.

Наступні три символи в числовій характеристиці позначають характеристику модуляції основної несе.

Перший символ: N—немодульована що несе; А—амплітудна модуляція (повна) з двома бічними і що несе; Н — одна бічна смуга ОБП з тією, що повною несе; R—ОБП з тією, що ослабленою несе; J— ОБП з тією, що пригніченою несе; F—частотна модуляція; G—фазова модуляція; W—одночасна модуляція декількох видів.

Другий символ позначає: 0 — сигнал немодульований; 1 — один цифровий канал; 2—один цифровий канал з тією, що піднесе; 3 — один канал аналоговий інформації; 7—два або більш за канали цифрової інформації; 8—два або більш за канали аналогової інформації; 9 — канал з ущільненням будь-якого вигляду; X— випадки, не вказані вище.

Третім символом є вид передаваної інформації: А—телеграфія (прийом на слух); У — букво/цифropечатання; С—факсимільна (в т.ч. фототелеграф); Е — передача даних, телеметрія; Е — телефонія (в т.ч. радіомовлення); Р— телебачення.

Наприклад: 20K0A3E—радіомовлення двохсмугове з амплітудною модуляцією; 20K0F3E—радіозв'язок станційний з частотною модуляцією; 6M50\Y8P — чорно-біле телебачення з амплітудною (відео) і частотною (звук)

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

модуляцією; 15MG9B — радіорелейний сигнал; 130MG9D—спутникова радіозв'язок.

Окрім вказаних вище характеристик радіосигналу можуть використовуватися додаткові характеристики, які позначаються четвертим і п'ятим символами.

Четвертий символ є докладними відомостями про сигнал: А — двопозиційний код з послідовними (рівномірний або нерівномірний); У — без корекції помилок; С—с корекцією помилок; Б—чотирьохпозиційний код, в якому кожна позиція є сигнальним елементом (один біт або більш); Е — багатопозиційний код, в якому кожна позиція є посилкою сигналу (один біт і більш) і так далі

П'ятий символ представляє характер ущільнення (розділення) сигналів: N — ущільнення відсутнє; F— частотні ущільнення; T — тимчасове ущільнення; С— кодове ущільнення і так далі

1.4. Електромагнітна сумісність в мережах рухомого радіозв'язку

Відповідно до ДОСТ Р-50397—92 електромагнітна сумісність (ЕМС) РЕС представляє здатність РЕС одночасно функціонувати в реальних умовах експлуатації з необхідною якістю при дії на них ненавмисних радіоперешкод і не створювати неприпустимих радіоперешкод іншим РЕС. Для залізничного транспорту характерне вельми щільне і насичене устаткування радіозасобами залізничних станцій, високий рівень електричних перешкод і металеве оточення, що приводить до численних перевідображенням і рефракцій радіохвиль. Високий рівень перешкод не дозволяє повною мірою реалізувати високу чутливість радіоприймальних пристроїв. Спектральний склад завадових сигналів, як відомо, спадає у бік високих частот із швидкістю зразкового в 6 дБ/октава, що пояснює прагнення до розвитку засобів зв'язку у високочастотних діапазонах дециметрових радіохвиль. Проте близьке розміщення значного числа радіозасобів в умовах залізничних станцій виводить на перший план взаємний вплив

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

радіостанцій. Це, в основному, вплив основного і побічного випромінювання передавачів на основному і побічних каналах прийому радіоприймачів. Зі всього різноманіття шляхів і методів впливу радіовипромінювань можна виділити декілька найбільш важливих і значних проблем по забезпеченню електромагнітної сумісності, істотних для залізничного транспорту:

Визначення координатних відстаней (просторове рознесення) між радіостанціями, що працюють на одній частоті, для забезпечення їх нормальної роботи.

Визначення мінімальне необхідного просторового рознесення антени радіостанцій, що працюють на різних частотах, але розміщених територіально близько, для запобігання явищу блокування (частотно-просторове рознесення).

Застосування різноспрямованих і різнополяризованих антен (просторово-орієнтоване рознесення) для зменшення відстаней між радіостанціями.

Планування сітки сумісних робочих частот в станційному радіозв'язку для запобігання перешкодам від інтермодуляції (частотне рознесення).

Планування радіомереж на станціях повинне здійснюватися відповідно до Частотного плану технологічного радіозв'язку залізничного транспорту, що встановлює розподіл частот між різними службами, і нормативними документами Державної комісії з радіочастот (ГКРЧ), що визначають умови використання частотного ресурсу на залізницях України. Метою планування є забезпечення ЕМС на кожній станції. Планування частот повинне відбуватися в наступному порядку.

По частотно-територіальному плану, приведену в Частотному плані, визначається номер частотної групи дуплексного поїзного радіозв'язку ПРС-Д, який повинен використовуватися на даній ділянці залізниці. Номери частотних груп Поїзний симплексного і ремонтно-оперативного радіозв'язків (ПРС-С, РОРС-л і РОРС-В) мають бути такими ж, як і номер ПРС-Д.

З урахуванням радіомереж, що є на станції, по розрахунковій таблиці підбирається найбільш відповідний для даної станції комплект сумісних частот

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

(КСЧ), що включає частоти ПРС-С, РОРС-л, РОРС-В, СРС, а також частоти радіостанцій технічних працівників станції і станційних локомотивів.

Для вибраного КСЧ розраховуються просторові рознесення між радіозасобами, виходячи з вимоги про недопущення блокування їх друг іншому. Висота установки антен стаціонарних радіостанцій і потужність їх передавачів заздалегідь визначаються залежно від заданої дальності зв'язку з радіостанціями, що возяться і ношеними.

При плануванні частот на станції необхідно унеможливити появи інтермодуляційних впливів на канали поїзного радіозв'язку дециметрового і гектометра діапазонів хвиль.

Враховуючи значні рівні перешкод, що мають місце на станціях, а також можливі впливи з боку інших радіоелектронних засобів, поріг спрацьовування шумоподавлювачів приймачів стаціонарних радіостанцій, що возяться, потрібно встановлювати в межах 0,9—1,1 мкВ.

Якщо в одній службовій будівлі знаходяться декілька командирів, кожен з яких працює в своїй радіомережі, доцільно для виключення впливів між стаціонарними радіостанціями використовувати для кожної з них дві антени— передаючу і приймальню. Всі передавальні антени слід розташовувати на даху будівлі, де встановлені радіостанції. Приймальні антени повинні встановлюватися на спеціальній щоглі на відстані, визначеному розрахунком, і порівняння його з допустимим. Стаціонарні радіостанції РС-23 в цьому випадку повинні комплектуватися приймачами УПП-2-2, що мають два антенні введення.

При рішенні питання про виключення взаємних впливів між радіозасобами може використовуватися режим зниженої потужності радіостанції РС-23, а також направлені антени. У разі потреби зменшення загасання в антенному фідері слід застосовувати коаксіальний кабель з малою постійною загасання, наприклад, типу РК-50-17-51 або РК-50-13-51.

Проблема електромагнітної сумісності ЮС, що працюють на одній залізничній станції, вирішується шляхом частотного, просторового і

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

направленого рознесення між антенами радіостанцій. Розрахунок мінімально необхідних рознесення ведеться в припущенні, що радіостанції працюють безперервно; вірогідність перевищення сигналом, що заважає, допустимого рівня $P=5-10\%$, співвідношення величини сигнал/перешкода на виході радіоприймача станції, щодо якої ведеться розрахунок, перевищує 6 дБ.

Для забезпечення нормальної роботи радіостанцій необхідно, щоб на вході приймача рівень сигналу від радіостанції, що заважає, не перевищував допустиму величину рівня для даного виду сигналу, що заважає.

Значення допустимої напруги визначається параметрами захищеності приймача по конкретному виду впливів. У разі, коли антени радіостанцій знаходяться на невеликій відстані один від одного (до 30 м), рівень сигналу, що заважає, визначається рівнем вихідного сигналу передавача, що заважає, і величиною загасання електромагнітного поля між антенами.

Координаційною відстанню називається мінімально допустима відстань між антенами радіостанцій, що працюють на одній частоті без взаємних впливів, що заважають.

Проблема електромагнітної сумісності РЕС надзвичайно складна і багатообразна. Загальних методів її рішень не існує. ЕМС оцінюється стосовно кожної конкретної системи. При цьому визначаються раціональні параметри РЕС, забезпечується нормальне функціонування системи при мінімальних взаємних впливах РЕС, що заважають.

Розглянемо ряд тих, що впливають ЕМС електричних параметрів приймача і методи їх вимірювання.

Номінальна девіація визначається (рис. 1.1) при подачі на вхід передавача нормального випробувального сигналу, який є сигналом частотою 1000 Гц, рівнем $1/0$ для даного конкретного передавача, при якому коефіцієнт нелінійних спотворень на виході не перевищує 10 %, при цьому девіація має номінальне значення 5 кГц. Одночасно визначається чутливість входу передатчика— значення U_0 .

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

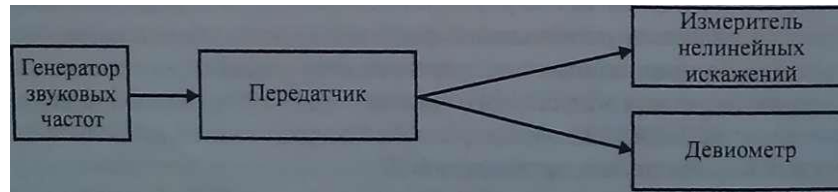


Рис. 1.1. Вимірювання девіації

Максимальна девіація. Рівень сигналу на вході збільшується на 12 дБ, в порівнянні з номінальною девіацією частота сигналу міняється в межах від 300 до 3400 Гц. При одному з цих значень фіксується максимальна величина девіації сигналу на виході, яка не повинна перевищувати значення максимальної девіації передавача $D=10$ кГц.

Характеристика передкорекції. Частотно-модуляційна характеристика (залежність девіації від частоти модулюючого сигналу) повинна мати підйом з крутизною 6 дБ/октава (октава—полоса частот, верхня межа якої перевищує нижню в два рази). Це робиться для того, щоб підвищити питому вагу високочастотних складових мовного сигналу, найбільш схильних до дії імпульсних перешкод, і припускає післякорекцію частотної характеристики приймача з крутизною -6 дБ/октава. Вимірювання характеристики проводиться по схемі рис. 1.1.

Основне випромінювання передавача є випромінюванням на частотах в межах необхідної смуги B_n , яка має мінімальну ширину смуги частот, що забезпечує передачу з необхідною швидкістю і якістю (рис. 1.2).

Неосновні випромінювання (див. рис. 1.2) розташовуються за межами необхідної смуги частот B_n і їх можна зменшити або виключити без збитку для швидкості і якості передачі.

Побічні випромінювання—випромінювання, частоти і рівні яких визначаються нелінійними процесами в схемі передавача при протіканні високочастотних струмів. Їх виникнення не пов'язане з процесами модуляції.

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Випромінювання на гармоніках (частотах, кратних частоті основного випромінювання) виникають в каскадах передавача, що спотворюють форму сигналу. Випромінювання на субгармоніках (частотах, які в ціле число разів менше частоти основного випромінювання) характерні для передавачів з множенням частоти.

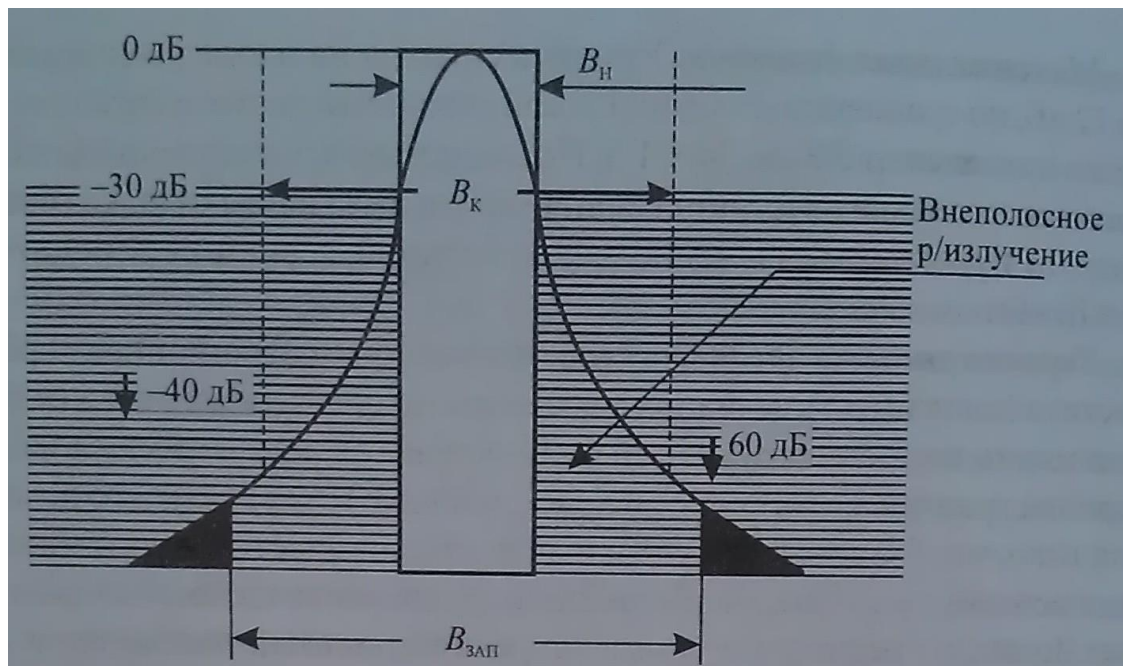


Рис. 1.2. Випромінювання передавача

Комбінаційні випромінювання виникають в передавачах, що використовують нелінійні перетворення допоміжних коливань при формуванні сітки робочих частот. Паразитні випромінювання не пов'язані з процесами формування коливання, що несе, і виникають в частинах схеми передавача, в яких ненавмисно виконуються умови самозбудження. Перераховані побічні випромінювання пов'язані з схемою даного передавача.

Для систем рухомого радіозв'язку більший інтерес представляють інтермодуляційні побічні випромінювання, що виникають в схемі передавача при дії на неї випромінювань інших передавачів.

Позасмугові випромінювання—випромінювання на частотах, що примикають до смуги частот V_n , обумовлені процесами модуляцій, у тому числі і паразитною.

Причинами позасмугових випромінювань стають нелінійності трактів, що формують модульований сигнал. Середня потужність будь-якого побічного випромінювання даного передавача має бути на 40 дБ нижче за середню потужність основного випромінювання і при цьому не перевищувати 25 мкВт. На рис. 1.3 показано співвідношення основного і неосновного випромінювань. З графіка видно, що чим більше потужність основного випромінювання, тим більше жорсткі вимоги пред'являються до побічних випромінювань. Тому схема передавача ускладнюється і є більше можливостей придушення побічних випромінювань.

Прийом основного випромінювання передавача забезпечує основний канал прийому, що має смугу пропускання не менше V_n (див. рис. 1.2). Характеристикою основного каналу прийому є чутливість приймача, що є мінімальним рівнем корисного сигналу на вході приймача, при якому на його виході досягається задана потужність. При визначенні реальної чутливості як такий ефект виступає відношення сигнал/шум на виході приймача.

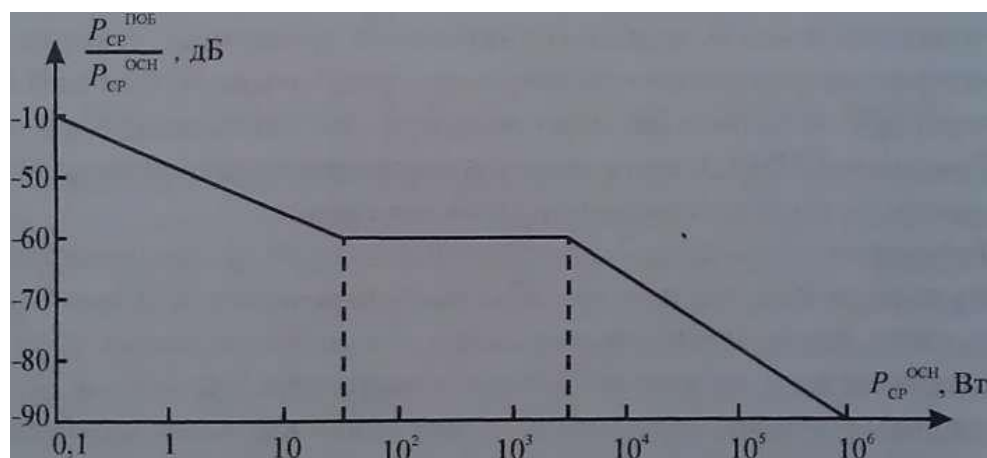


Рис. 1.3 Співвідношення основного і неосновного випромінювань

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Вибірковістю приймача є здатність виділяти корисний сигнал зі всього спектру електромагнітних коливань на його вході. Розрізняють вибірковість по амплітуді, формі, часу появи сигналу, просторову, поляризаційну і тому подібне. Але оскільки до складу приймальних пристроїв, як правило, входять коливальні системи, налаштовані на частоту сигналу, що приймається, то перш за все реалізується частотна вибірковість.

Односигнальна (знята при дії одного гармонійного сигналу) частотна характеристика приймача приведена на рис. 1.4, на якій показані можливі частотні канали прийому сигналів: частота відповідає налаштуванню приймача, і смуга частот біля неї представляє основний канал прийому, області частот, прилеглі до частот основного каналу відповідають частотам сусідніх каналів; частота F_g є частотою гетеродина, на частоті утворюється додатковий канал прийому, так званий дзеркальний (помилковий) канал, який спільно з частотою гетеродина також утворює проміжну частоту, на якій відбувається подальше посилення прийнятого сигналу.

Всі канали прийому, за винятком основного каналу, носять назву неосновних каналів.

Правильний вибір частот основного випромінювання з урахуванням інтермодуляційних випромінювань особливо необхідний при проектуванні мереж рухомого зв'язку, в яких РЕС можуть в процесі переміщення опинитися в безпосередній близькості.

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

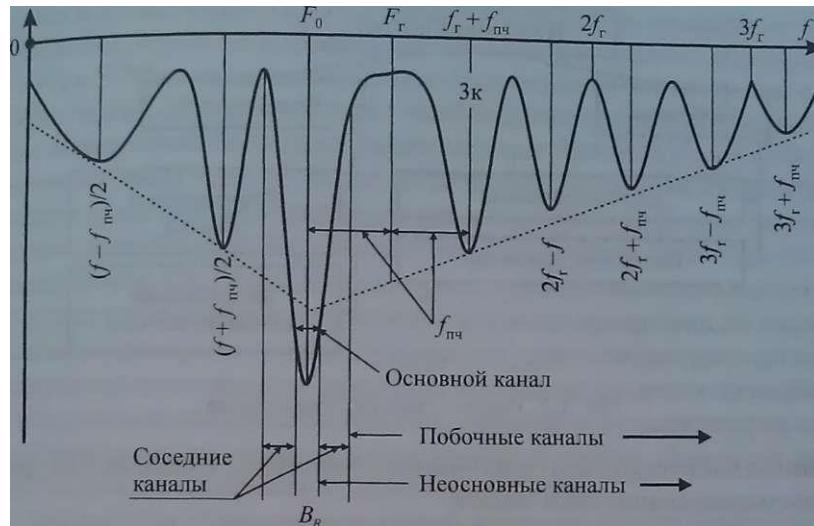


Рис. 1.4 Односигнальная частотная характеристика приему

Позасмугові канали прийому є результатом нелінійних процесів взаємодії корисного і сигналів, що заважають, і утворюються в УРЧ і УПЧ із-за недостатньої вибірконості трактів, ним передуючих; вони утворюються на частотах, сусідніх з основним каналом. Перехресні перешкоди виявляються в приймачах АМ сигналів при одночасній присутності на вході корисного сигналу і сигналів, що заважають, значно перевищують його по рівню. Для розрахунку мережі приймачів ЧМ використовується блокування (забиття) корисного сигналу, тобто зменшення його рівня або повне придушення в результаті зменшення коефіцієнта посилення приймача на частоті корисного сигналу із-за наявності великого рівня сигналу, що заважає, частота якого лежить за межами смуги пропускання приймача. Блокування спостерігається при одночасній дії на вхід приймача корисного сигналу і інтенсивної перешкоди. За відсутності корисного сигналу прийому перешкода не виявляється.

Параметром, що визначає ступінь сприйнятливості приймача по блокуванню, є його вибірковість по сусідньому каналу, вимірювана двохсигнальним методом. Для приймачів стаціонарних радіостанцій, що возяться, «Транспорт» вона рівна 75 дБ, для ЖЕРУ і ношених РН—70 дБ.

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Збільшення частотного рознесення між корисними сигналами, що заважають, веде до підвищення захищеності приймача від сигналу, що заважає. Збільшення корисного сигналу на вході приймача також підвищує захищеність приймача від перешкод. При збільшенні рівня корисного сигналу на вході приймача від 0 до 20 дБ/мкВ (від 1 до 10 мкВ) захищеність приймачів від сигналу, що заважає, зростає на таке ж значення. При подальшому збільшенні корисного сигналу захищеність росте не так значно. У правильно розрахованих радіомережах корисний сигнал на вході радіозасобів має бути не менш заданого для даного виду тяги.

За наявності сигналів великого рівня, що заважають, не може використовуватися односигнальний метод оцінки вибіркової, коли вимірюється загасання на частотах в смузі непрозорості. В цьому випадку використовується двохсигнальний метод оцінки вибіркової, який характеризує здатність приймача виділяти корисний сигнал на тлі тих, що заважають, рівні яких настільки великі, що приводять до нелінійних процесів взаємодії при одночасності дії корисних сигналів, що заважають.

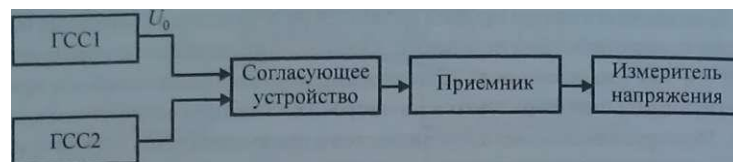


Рис. 1.5 Двохсигнальна схема вимірювань приймача

Двохсигнальна вибірковість по сусідньому каналу вимірюється для даного приймача по схемі, приведеній на рис. 1.5.

На вхід приймача від генератора ГСС1 подається нормальний випробувальний сигнал. Рівень його збільшують до значення U_0 при якому відношення сигнал/шум складе 12 дБ (напряга шумів на виході заздалегідь вимірюють при відключеній модуляції в ГСС1). Потім, не знімаючи сигналу від генератора ГСС1, подають сигнал від генератора ГСС2 на частоті сусіднього (+50

кГц) каналу (модульований сигнал коливанням з частотою 400 Гц з девіацією, рівній номінальній девіації передавача). Рівень цього сигналу збільшують до значення U_1 при якому відношення сигнал/шум на виході приймача знизиться до значення 6 дБ (початок блокування корисного сигналу). Після цього вимірювання повторюють для сигналу від ГСС2 на частоті сусіднього (-50 кГц) каналу. Це значення для будь-якого даного приймача має бути не менше 70 дБ.

Процедура вимірювання двохсигнальної вибіркової моделює дію радіостанції, що заважає, на частоті сусіднього каналу. Якщо її передавач створює на вході приймача рівень 3 мВ (70 дБ по відношенню до 1 мкВ чутливості), то зв'язок на основній частоті припиняється. Виявилось, що при потужності передавача 8 Вт не можна працювати в радіусі 300 м на сусідніх частотах.



Рис. 1.6 Трьохсигнальна схема вимірювань приймача

Оцінкою можливості приймача послаблювати дію, що заважає, по інтермодуляційних каналах прийому є трьохсигнальна (інтермодуляційна) вибірковість по сусідніх каналах. Схема вимірювання представлена на рис. 1.9. На вхід приймача від ГСС1 подається нормальний випробувальний сигнал. Рівень його збільшують до значення U_0 при якому відношення сигнал/шум складе 12 дБ (напряга шумів на виході заздалегідь вимірюють при відключеній модуляції в Гсс1). Потім, не знімаючи сигналу від ГСС1, подають сигнали від ГСС2 і ГСС3 на частотах сусідніх каналів (+50 і +100 кГц відповідно). Сигнал від генератора ГСС2 модульований коливанням з частотою 400 Гц з девіацією, рівній номінальній девіації передавача, а сигнал від генератора ГСС3 подається

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

немодульованим. Підтримуючи рівні сигналів від ГСС2 і ГСС3 однаковими, їх збільшують до значення U_1 при якому відношення сигнал/шум на виході приймача знизиться до значення 6 дБ (початок блокування корисного сигналу). Після цього вимірювання повторюють для сигналів від ГСС2 і ГСС3 на частотах сусідніх каналів (-50 і -100 кГц відповідно).

Процедура вимірювання трьохсигнальної вибіркості моделює дію радіостанцій, що заважають, на частотах сусідніх каналів. Якщо три радіостанції працюють на інтермодуляційних несумісних частотах, то при потужності передавача 8 Вт не можна одночасно працювати в радіусі 2 км. Приведені вище контрольні значення відношення сигнал/шум на виході приймача є пороговими при оцінці якості відтворення мови: 6 дБ—границя між незадовільною і задовільною якістю, 12 дБ—між задовільним і хорошим, 20 дБ—між хорошим і відмінним.

Одним із способів підвищення спектральної ефективності системи рухомого зв'язку є звуження смуги частот, займаної радіоканалом. Наприклад, в радіостанціях залізничного технологічного радіозв'язку діапазону 160 МГц з кутовою модуляцією рознесення частот між сусідніми каналами послідовно зменшувалося з 250 до 50, а потім і до 25 кГц. При цьому способі відбувається посилювання вимог до електричних параметрів приймача, а особливо до тих, які пов'язані із забезпеченням ЕМС. Норми таких параметрів для радіостанцій з частотним рознесенням 25 кГц між сусідніми каналами наступні:

- вибірквість по сусідньому каналу не менше 75 дБ;
- інтермодуляційна вибірквість не менше 70 дБ;
- вибірквість по побічних каналах не менше 80 дБ;
- максимальна девіація не більше 5 кГц.

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

1.5 Загальні відомості про поїзний радіозв'язок

Поїзний радіозв'язок призначений для службових переговорів поїзного (ДНЦ), локомотивного (ТНЦ) диспетчерів, енергодиспетчерів (ЕЧЦ) і чергових по станціях (ДСП) з машиністами локомотивів (ТЧМ). Крім того, слід забезпечити зв'язок машиністів із службами станцій, охороною, депо, з внутрішньопоїздовими абонентами. Залежно від територіального розміщення абонентів зв'язку щодо рухомого локомотива Поїзний радіозв'язок підрозділяється на два види: лінійна і зонна, які можуть організовуватися в симплексному і дуплексному режимах.

Залежно від технічної оснащеності і розмірів руху диспетчерські ділянки обладналися системою ПРС, організованою в діапазонах хвиль: гектометри (2,130 Мгц), метровому (160 Мгц) і дециметровому (330 Мгц). Радіомережі, організовані в діапазонах гектометра і метрового хвиль, працюють в симплексному режимі, в дециметровому—в дуплексному режимі.

При оснащенні диспетчерських ділянок радіостанціями трьох діапазонів дециметровий і гектометр діапазони хвиль використовують для організації лінійних радіомереж, причому дециметровий діапазон служить для організації основного каналу зв'язку, а гектометр — резервного. Діапазон гектометра використовується в лінійних і зонних радіомережах для радіозв'язку з локомотивами, не обладнаними радіостанціями дециметрового діапазону. Метровий діапазон перед призначений для організації зонних радіомереж. При оснащенні диспетчерських ділянок дводіапазонними радіостанціями, що працюють в діапазонах гектометра і метрового хвиль, дециметровий діапазон використовується для організації лінійних радіомереж, гектометровий—лінійних і лінійно-зонних, метровий — зонних.

При оснащенні диспетчерських ділянок однодіапазонними радіостанціями діапазону гектометра хвиль лінійні і зонні радіо-мережі організовуються в одному діапазоні.

					РДБ.ТЛЗ-221у.180.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26