

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

Факультет «Інформаційно – керуючі системи та технології»

Кафедра «Транспортний зв'язок»

Пояснювальна записка

до дипломної роботи бакалавра

на тему:

РОЗРОБКА ЦИФРОВИХ МЕРЕЖ ПОЇЗНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

БРА 02.25.135.03ПЗ

Виконала:

студентка групи 135-ТКРТ-322

спеціальності

172 «Телекомунікації та

радіотехніка»

освітньої програми «Телекомунікації

та радіотехніка» (роботу виконано

самостійно, відповідно до принципів

академічної доброчесності)



Ірина МАРЕНДИЧ

Керівник:

доцент кафедри, канд. техн. наук



Андрій ЄЛІЗАРЕНКО

Рецензент:

доцент кафедри автоматики та

комп'ютерного телекерування рухом

поїздів, канд. техн. наук

Андрій ПРИЛИПКО

АНОТАЦІЯ

Актуальність роботи. Запровадження швидкісного руху пасажирських поїздів є основним напрямком розвитку залізничних пасажирських перевезень. На ділянках швидкісного руху пред'являються вимоги до підвищення надійності та організації безперервного зв'язку в межах диспетчерських ділянок. Мережа поїзного радіозв'язку повинна працювати в дуплексному режимі з використанням цифрових радіотехнологій. Для реалізації додаткових вимог в роботі розроблені технічні пропозиції з організації на діючих ділянках залізниць лінійної дуплексної цифрової радіомережі на основі стандарту DMR, тому тема роботи є важливою і актуальною.

Ключові слова: технологічний радіозв'язок, дальність зв'язку, цифрові системи стандарту DMR, радіотехнологія, надійність радіоканалу.

Мета роботи – розробка технічних рішень з організації цифрових мереж поїзного радіозв'язку на ділянці залізниці.

Об'єкт досліджень – запровадження цифрових дуплексних мереж залізничного технологічного радіозв'язку стандарту DMR.

Структура та обсяг роботи: 68 сторінок друкованого тексту. Робота містить вступ, 3 розділи, висновки та список використаних джерел.

Розділи кваліфікаційної роботи.

В першому розділі випускної роботи розглянуті призначення, склад абонентів та принципи побудови мереж поїзного радіозв'язку на ділянках залізниць з інтенсивним рухом поїздів.

В другому розділі роботи проведено аналіз особливостей цифрових мереж поїзного радіозв'язку, застосування вокодерних систем, забезпечення процедури хендверу в лінійних каналах ПРЗ, організації дуплексного радіоканалу.



У третьому розділі розроблені технічні пропозиції з організації мереж поїзного радіозв'язку. Виконані розрахунки зон обслуговування в лінійних та зонних мережах поїзного радіозв'язку. Розроблено схему організації мереж поїзного радіозв'язку на ділянках зі швидкісним рухом пасажирських поїздів.

Методи дослідження. Методи теорії поширення радіохвиль; теорії ймовірностей та випадкових процесів; методи теорії надійності, теорії електромагнітної сумісності.

Рекомендації щодо використання та результати впровадження. В роботі розроблені технічні пропозиції з організації цифрових мереж поїзного радіозв'язку у виділених діапазонах радіохвиль. Впровадження систем стандарту DMR забезпечує використання існуючих алгоритмів роботи і принципів встановлення зв'язку при використанні виділеного спектру частот. Результати дослідження можуть бути використано при проектуванні та впровадження сучасних цифрових систем технологічного радіозв'язку.



ANNOTATION

Relevance of the study. The introduction of high-speed passenger train traffic is the main direction of development of railway passenger transportation. On high-speed sections, requirements are imposed for increasing reliability and organizing continuous communication within dispatching sections. The train radio network must operate in duplex mode using digital radio technologies. To implement additional requirements, technical proposals have been developed in the work for organizing a linear duplex digital radio network on existing railway sections based on the DMR standard, therefore the topic of the work is important and relevant.

Keywords: technological radio communication, communication range, digital systems of the DMR standard, radio technology, radio channel reliability.

The aim of the study – development of technical solutions for organizing digital train radio networks on the railway section.

Object of the study – introduction of digital duplex networks of railway technological radio communication of the DMR standard.

Structure and volume of the work: The work comprises 66 pages of printed text. The work contains an introduction, 3 sections, conclusions and a list of sources used.

Chapters of the qualification work:

The first section of the final work considers the purpose, composition of subscribers and principles of building train radio networks on sections of railways with intensive train traffic.

The second section of the work analyzes the features of digital train radio networks, the use of vocoder systems, ensuring the handover procedure in linear channels of the PRZ, and the organization of a duplex radio channel.

The third section develops technical proposals for the organization of train radio networks. Calculations of service areas in linear and zonal train radio



networks are made. A scheme for organizing train radio networks on sections with high-speed passenger train traffic is developed.

Research methods. Methods of radio wave propagation theory; probability and random process theory; methods of reliability theory, electromagnetic compatibility theory.

Recommendations for use and implementation results. The work develops technical proposals for the organization of digital train radio communication networks in dedicated radio wave ranges. The implementation of DMR standard systems ensures the use of existing operating algorithms and principles of establishing communication when using a dedicated frequency spectrum. The results of the study can be used in the design and implementation of modern digital technological radio communication systems.



ЗМІСТ

ПОЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ.....	6
ВСТУП.....	7
1.ОРГАНІЗАЦІЯ МЕРЕЖ ПОЇЗНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ	9
1.1 Призначення та класифікація мереж.....	9
1.2 Лінійні мережі поїзного радіозв'язку.....	11
1.3. Зонні мережі поїзного радіозв'язку	18
1.4. Мережі службового пасажирського радіозв'язку	20
2.РАДІОТЕХНОЛОГІЯ ЦИФРОВОГО РУХОМОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ	
СТАНДАРТУ DMR.....	24
2.1. Аналіз особливостей організації цифрових радіомереж.....	24
2.1.1. Особливості передачі мовної інформації в цифрових мережах.....	24
2.1.2. Організація дуплексного режиму роботи.....	28
2.1.3. Організація хендвера в мережі.....	30
2.2. Вимоги до радіозасобів залізничного технологічного радіозв'язку.....	34
2.3. Техніко-експлуатаційні характеристики стандарту DMR.....	36
3. ОРГАНІЗАЦІЯ МЕРЕЖ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО	
РАДІОЗВ'ЯЗКУ	45
3.1 Розрахунок зон обслуговування радіозасобів.....	45
3.2. Організація мереж радіозв'язку на ділянці залізниці.....	57
ВИСНОВКИ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	65
Додаток А.....	67

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила технічної експлуатації залізниць України. Міністерство транспорту України. ЦРБ 0004. – Київ, 2007.
2. Правила організації та розрахунку мереж поїзного радіозв'язку ЦШ-0058. Державна адміністрація залізничного транспорту України Укрзалізниця. Київ-2009.-123 с.
3. Правила експлуатації поїзного радіозв'язку: затв. наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 24.09.2007 р №452-Ц. Київ – 45 с.
4. Транкінгові мережі залізничного радіозв'язку: навчальний посібник / О. В. Єлізаренко, А. О. Єлізаренко, В. П. Поляков, К. А. Трубочанінова; Харків, УкрДАЗТ – 2007. 114с.
5. Радіотехнічні системи залізничного транспорту: навчальний посібник / С. В. Панченко, С.І. Приходько, А. О. Єлізаренко, Н. А. Корольова. –Харків: УкрДУЗТ – 2024. 145с.
6. Концепція впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України в 2004-2015 роках. Державна адміністрація залізничного транспорту України. Київ, 2004. 43 с.
7. Оцінювання перспектив впровадження швидкісного руху на залізничних магістралях України / А.О. Ковальов, О.О. Шапатіна, К.В. Кім, І.П. Багмут, В.В. Валецька // Збірник наукових праць українського державного університету залізничного транспорту. – 2023, №205, С.122-131.
8. Лук'янова О.М. Сучасний стан та перспективи розвитку мережі швидкісних залізничних магістралей в Україні в умовах Євроінтеграції / О.М. Лук'янова // Науковий вісник Ужгородського національного університету. – 2018, №20, С.107-110.
9. Дейнека О.Г. Теоретико-концептуальні засади формування інфраструктурної системи швидкісних залізничних магістралей / О.Г.



Дейнека, Є. Юрченко // Вісник економіки транспорту та промисловості. – 2017, №59, С.52-61.

10. Єлізаренко А.О. Особливості впровадження сучасних цифрових радіотехнологій на мережах зв'язку залізниць. / А. О. Єлізаренко, І. О. Єлізаренко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2018. №1, С. 10-16.

11. Standard ETSI 102361-1 v1.4.5. Elektromagnetik compatibility and Radio spectrum Matters. Digital Mobile Radio (DMR) Systems. Part1. DMR AIR Interfase protocol – France. ETSI, 2007. – 172 с.

12. Слободянюк П. В. Довідник з радіомоніторингу / П. В. Слободянюк, В. Г. Благодарний, В .С. Ступак. Ніжин: Тов «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2008. 588 с.

13. Трубочанінова К.А., Жученко О.С., Лисечко В.П. Бездротові телекомунікаційні технології: Навч. посібник.- Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 86с.

14. Системи рухомого зв'язку. Навчальний посібник / О. О. Семенова, А. О. Семенов, В. С. Белов. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 185 с.

15. Єлізаренко А.О. Перспективні напрямки розвитку залізничного технологічного радіозв'язку: Конспект лекцій. –Харків: УкрДАЗТ, 20019.

16. Гончаренко В.І. Єдина платформа для організації цифрового технологічного радіозв'язку стандарте DMR / Гончаренко В.І., Карлин В, Медведєв Я. // Українська залізниця. – 2018, №1-2, С.20-26.

17. ДСТУ 4184:2003. Радіостанції з кутовою модуляцією суходільної рухомої служби. Класифікація. Загальні технічні вимоги. Методи вимірювання. 2003– 50 с.

18. Recomendation ITU-R P.1546-3. Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz. 2007. – 57 с.

19. Gorobets N.N. Analysis of power characteristics of mobile radio communication chanel / N.N. Gorobets, A.A. Yelizarenko Telecommunications and Radio Engineering.v77.i4.pages 283-295, 2018.

20. Технологічний процес обслуговування та ремонту радіостанцій «Оріон РВ-4», «Оріон РС-6». Київ – 2008. – 207 с.

21. ДСТУ БА2.4-4.2009 Основні вимоги до проектної та робочої документації.

