

## Використання одночастотних синхронних мереж цифрового радіомовлення DAB+ для покриття автомобільних доріг

*Використання одночастотних синхронних мереж у практиці цифрового телерадіомовлення є дуже поширеним. Розбудова мереж такого типу дозволяє досягти досить великих значень площі зон обслуговування населення мовними послугами при ефективному використанні частотного ресурсу. З урахуванням перспективи впровадження в Україні цифрового звукового радіомовлення за технологією DAB+, яка досить поширена в інших європейських країнах, дослідницький інтерес викликає розгляд та оцінка можливого застосування таких мереж для зазначеної технології. Результати досліджень можуть бути використані для надання рекомендацій щодо підходів до проектування одночастотних мереж цифрового радіомовлення. Як зазначено Національною радою з питань телебачення і радіомовлення, планується використовувати цю технологію для покриття обласних центрів та автомобільних доріг державного значення. В роботі розглядається саме варіант покриття автомобільних доріг.*

*Досліджено питання виникнення спотворень під час прийому сигналів системи цифрового звукового радіомовлення DAB+ за умови роботи відповідних передавачів у складі одночастотної синхронної мережі, для чого було використано опис відповідного радіосигналу зі стандарту ETSI EN 300 401. Розглядалася ситуація надходження на вхід приймача сигналів, випромінюваних двома сусідніми передавачами, що знаходяться на різній відстані від приймача. Також приділено увагу рекомендаціям щодо уникнення зон спотворень прийому на дорогах під час побудови передавальних мереж із використанням зазначеної системи.*

**Ключові слова:** цифрове радіомовлення; одночастотні синхронні мережі; технологія DAB+; зона спотворень; радіомовна станція.

**Актуальність теми.** Технологію цифрового радіомовлення DAB було розроблено в межах міжнародного дослідницького проекту Eureka 147. Передбачалося, що технологія надаватиме можливість передавання цифрових даних, відповідних декільком програмам звукового мовлення та супутній інформації, з різною швидкістю цифрового потоку, а саме від 8 до 384 кбіт/с на один звуковий канал з кроком 8 кбіт/с. Для компактного представлення звукових даних використовувався кодек MPEG-1 Layer II. Після оновлення технології DAB кодек було замінено на MPEG-4 AAC v2 [1], що допомогло додатково збільшити кількість програм мовлення без суттєвого зниження якості звучання. Також було удосконалено схему завадостійкого кодування для виправлення помилок. Оновлена технологія отримала назву DAB+. За її використання можна передавати аудіоконтент зі швидкістю цифрового потоку від 8 до 172 кбіт/с на один звуковий канал, з підтримкою декількох частот дискретизації (16, 24, 32 та 48 кГц). Для організації мовлення за технологіями DAB та DAB+ згідно зі стандартом [1] можна використовувати частоти від 30 до 3000 МГц.

Планом розподілу і користування радіочастотним ресурсом [2] технологію DAB/DAB+ зараховано до діючих в Україні радіотехнологій, зі смугою використання від 174 до 230 МГц «за умови нестворення радіозавад діючим радіоелектронним засобам спеціальних користувачів». З 2018 року в Україні повноцінно запрацював мультиплекс цифрового радіо в системі DAB+ у м. Києві [3].

Також передбачається подальше впровадження цієї технології в Україні. Зокрема, Рішенням Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 766 від 15 грудня 2022 року було затверджено Зміни до Плану розвитку національного телерадіоінформаційного простору, серед яких було зазначено, що [4]: «Національна рада замовляє дослідження щодо розбудови загальнонаціональної мережі радіомовлення у стандарті DAB+ з метою якісного охоплення сигналом автомобільних доріг державного значення, обласних центрів та сприяє проведенню публічного обговорення результатів досліджень після припинення чи скасування воєнного стану, введеного Указом Президента України від 24 лютого 2022 року № 64 “Про введення воєнного стану в Україні”, затвердженим Законом України від 24 лютого 2022 року № 2102-IX “Про затвердження Указу Президента України “Про введення воєнного стану в Україні”, та за умови належного державного фінансування зазначених досліджень».

Для охоплення сигналом автомобільних доріг доцільним є використання одночастотних синхронних мереж або SFN (Single Frequency Networks). Практика використання подібних мереж існує для охоплення доріг інформаційними послугами з використанням аналогового ДВЧ-ЧМ (FM) мовлення [5].

Проте, попри беззаперечні переваги, використання таких мереж, необхідно враховувати особливості їх побудови та роботи.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, на які спираються автори.** Під час планування синхронних мереж DAB+ мовлення, що мають обслуговувати автомобільні дороги, слід звернути увагу на певні особливості, викликані як самим призначенням цих мереж, так і можливими обмеженнями, що зазвичай накладаються на одночастотні синхронні мережі. Такі обмеження зазначено у Рекомендаціях Міжнародного союз електрозв'язку ІТУ-R та Європейської спілки радіомовників EBU [6, 7].

Насамперед слід згадати, що у синхронних мережах сигнали, які надходять у будь-яку точку в межах зони обслуговування, можуть складатися конструктивно, реалізуючи ефект, що отримав назву «мережевого посилення» [6, 7]. З іншого боку, передавачі у такій мережі можуть створювати завади один одному, якщо гранично допустимі значення затримки між сигналами перевищено, а співвідношення значень напруженості поля сигналів не відповідає необхідному захисному відношенню. Це буде залежати від характеристик мережі (наприклад, відстаней між передавачами і випромінюваних потужностей) і параметрів сигналу (наприклад, тривалості захисного інтервалу OFDM символу), а також точності синхронізації випромінюваних передавачами сигналів за часом. Подібне явище отримало назву «власної завади» (self-interference) в одночастотній мережі [6, 7]. Виникненню інтерференційних спотворень під час прийому сигналів у синхронній мережі цифрового DAB+ мовлення також присвячена робота [8].

**Метою статті** є дослідження механізму виникнення інтерференційних спотворень в одночастотній мережі цифрового DAB+ мовлення для покриття автомобільних доріг та оцінка впливу цих спотворень на прийом відповідних сигналів.

**Викладення основного матеріалу.** У синхронній мережі, що обслуговує автомобільні дороги, передавачі встановлюються один за одним на певній відстані, утворюючи у загальному випадку розташування «ланцюгом». За такого розташування передавачів розподіл створюваної ними напруженості поля на обслуговуваній території буде таким, що у точку приймання будуть надходити сигнали, випромінювані двома сусідніми передавачами, ділянку між якими проходить автомобіль на певному проміжку часу. На ділянках обслуговуваної території, де напруженості поля від синхронних передавачів мережі мають порівнянні значення, можливим є як конструктивне складання, так і взаємне послаблення радіосигналів, наявних у місці розташування приймача. Продемонструємо це таким чином.

Радіосигнал у системі DAB+ описано у відповідному стандарті ETSI EN 300 401 [1]:

$$s(t) = \operatorname{Re} \left\{ e^{j2\pi f_c t} \sum_{m=-\infty}^{+\infty} \sum_{l=0}^L \sum_{k=-K/2}^{K/2} z_{m,l,k} \cdot g_{k,l}(t - mT_F - T_{NULL} - (l-1)T_s) \right\}. \quad (1)$$

За умови, що

$$g_{k,l}(t) = \begin{cases} 0 & \text{за } l = 0 \\ e^{j2\pi k(t-\Delta)/T_U} \cdot \operatorname{Rect}(t/T_s) & \text{за } l = 1, 2, \dots, L \end{cases} \quad (2)$$

і  $T_s = T_U + \Delta$ ,

де  $L$  – кількість OFDM символів у кадрі передачі;

$K$  – номер носійної;

$T_F$  – тривалість кадру передачі;

$T_{NULL}$  – тривалість нуль-символу;

$T_s$  – тривалість OFDM символів з номерами  $l = 1, 2, 3 \dots, L$ ;

$T_U$  – тривалість корисної частини OFDM символів (величина, обернено пропорційна до рознесення носійних);

$\Delta$  – тривалість захисного інтервалу;

$z_{m,l,k}$  – комплексне значення модуляційного символу D-QPSK, що застосовується до  $k$ -ї носійної OFDM символу з номером  $l$  у кадрі передачі з номером  $m$ , для  $k = 0$ ,  $z_{m,l,k} = 0$ ;

$f_c$  – центральна частота у спектрі сигналу.

Для подальшого аналізу будемо розглядати радіосигнал DAB+ на часовому інтервалі лише одного символу, у цьому разі вираз (1) можна записати як:

$$s(t) = \operatorname{Re} \left\{ e^{j2\pi f_c t} \sum_{k=-K/2}^{K/2} z_k \cdot g_k(t) \right\}. \quad (3)$$

Також з урахуванням (2) на інтервалі протягом одного OFDM символу можемо записати сигнал у вигляді:

$$s(t) = \operatorname{Re} \left\{ e^{j2\pi f_c t} \sum_{k=-K/2}^{K/2} z_k \cdot e^{j2\pi k(t-\Delta)/T_U} \right\}. \quad (4)$$

Взявши дійсну частину виразу (4), запишемо радіосигнал у системі DAB+ на інтервалі одного символу:

$$s(t) = \sum_{k=-K/2}^{K/2} z_k \cos 2\pi[(f_c + k/T_u)t - k \cdot \Delta/T_u]. \quad (5)$$

Введемо такі позначення:  $f_k = k/T_u$ ;  $\mu_k = k \cdot \Delta/T_u$ , і представимо радіосигнал DAB+ у вигляді, який будемо використовувати для подальшого аналізу:

$$s(t) = \sum_{k=-K/2}^{K/2} z_k \cos 2\pi[(f_c + f_k)t - \mu_k]. \quad (6)$$

Якщо приймач знаходиться на ділянці території між двома радіомовними станціями (РМС), що працюють у режимі одночастотної мережі, сигнал на його вході буде являти собою суму сигналів, випромінюваних РМС:

$$s_{\Sigma}(t) = s_1(t) + s_2(t).$$

Будемо вважати, що приймач знаходиться на неоднаковій відстані від кожного з передавачів, і сигнал від більш віддаленого передавача буде надходити до приймача із певною затримкою  $\tau = (l_1 - l_2)/c$ ,  $l_1$  та  $l_2$  – відповідні значення відстані між приймачем та кожним з передавачів.

Отже,  $s_1(t) = s(t)$ ,  $s_2(t) = s(t - \tau)$  та

$$s_{\Sigma}(t) = \sum_{k=-K/2}^{K/2} z_k \cos 2\pi[(f_c + f_k)t - \mu_k] + d \cdot \sum_{k=-K/2}^{K/2} z_k \cos 2\pi[(f_c + f_k)(t - \tau) - \mu_k], \quad (7)$$

де  $d$  – співвідношення амплітуд радіосигналів на вході приймача.

Після низки перетворень отримаємо:

$$s_{\Sigma}(t) = \sum_{k=-K/2}^{K/2} z_k \sqrt{1 + 2d \cos 2\pi(f_c + f_k)\tau + d^2} \cos 2\pi((f_c + f_k)t - \mu_k - \Psi), \quad (8)$$

де  $\Psi = \arctg \frac{d \sin 2\pi(f_c + f_k)\tau}{1 + d \cos 2\pi(f_c + f_k)\tau}$ .

Амплітуда сумарного сигналу на вході приймача є функцією різниці часу надходження до приймача радіосигналів, випромінюваних РМС<sub>1</sub> та РМС<sub>2</sub>, та співвідношення амплітуд цих радіосигналів. Графік залежності множника

$$M_k = \sqrt{1 + 2d \cos 2\pi(f_c + f_k)\tau + d^2}, \quad (9)$$

від значення фази  $2\pi(f_c + f_k)\tau$  на інтервалі її змінення від 0 до  $2\pi$  за різних значень  $d$  надано на рисунку 1.

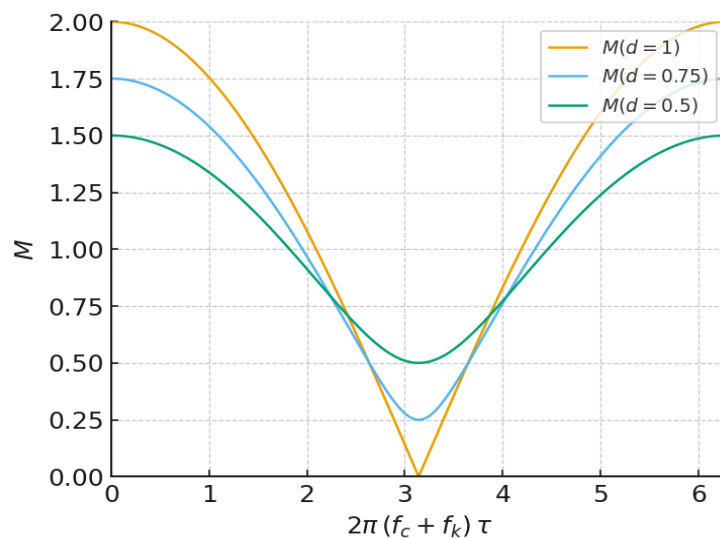


Рис. 1. Характер змінення множника  $M_k$ , що характеризує співвідношення амплітуд сигналів на вході приймача залежно від фази  $2\pi(f_c + f_k)\tau$

Як бачимо, чим ближче значення амплітуд сигналів, що надходять на вхід приймача, тим у більших межах змінюється результуюча амплітуда сумарного сигналу на вході приймача.

За умови, що амплітуди сигналів, що надходять на вхід приймача однакові ( $d = 1$ ), множник  $M$  при певних значеннях часу затримки  $\tau$  може дорівнювати 0. Так, наприклад, для верхньої частоти DAB

блоку 12А  $f_0 + f_k = 224,704$  МГц амплітуда відповідної частотної складової у спектрі сигналу дорівнюватиме 0 при  $\tau = (2n + 1) \cdot 2,225 \cdot 10^{-9}$  с.

З виразу (9) і рисунка 1 бачимо, що за умови  $\cos 2\pi(f_c + f_k)\tau < \frac{-d}{2}$  множник  $M$  приймає значення менше 1. Діапазон змінення параметра  $d$  становить від 0 до 1, і отже, за різниці фаз сигналів, які надходять у точку прийому, відповідної зазначеній умові, сигнали у місці прийому послаблюють один одного, й існуюча вимога щодо відношення сигнал / шум не буде виконуватися. Вимоги щодо відношення сигнал / шум в місці прийому DAB-сигналів надано в документі [7]; дотримання цих значень є однією з ключових умов забезпечення якісного прийому в мережі цифрового DAB/DAB+ мовлення.

На рисунку 2 показано максимально можливі зниження значень відношення сигнал / шум у точці розташування DAB+ приймача внаслідок інтерференційних спотворень при різних співвідношеннях амплітуд сигналів, що надходять на вхід приймача. Ці значення можуть бути оцінені як  $\Delta_{c/m} = 20 \lg M(d)$  при  $\tau = \frac{2n+1}{2(f_c+f_k)}$ .

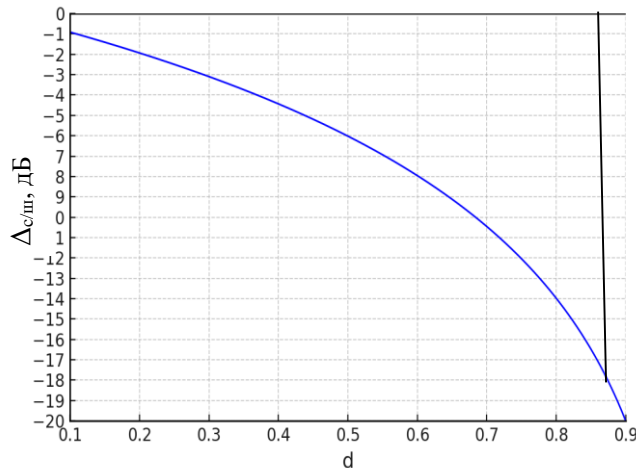


Рис. 2. Максимальні значення зменшення відношення сигнал / шум за різних співвідношень амплітуд радіосигналів на вході приймача DAB/DAB+ мовлення

Звичайно, у міру переміщення приймача в бік однієї з передавальних станцій ( $d \neq 1$ ) змінення амплітуди будуть відбуватися в усе менших межах (рис. 1).

При використанні в мережі передавачів з однаковою випромінюваною потужністю і вирівнюванням у часі сигналів, що передаються, сигнали номінально рівної амплітуди будуть надходити в точки прийому, розташовані на однаковій відстані від передавачів посередині ділянки між ними. В околиці таких точок, залежно від різниці часу поширення радіохвиль від передавачів, сигнали будуть послаблюватися в межах досить великого інтервалу частот. Значна кількість носійних COFDM символу може бути спотворена, що вплине на прийом сигналу.

До методів зниження впливу розглянутого ефекту можна зарахувати:

- спираючись на досвід побудови синхронних мереж аналогового ДВЧ-ЧМ мовлення, можна пропонувати застосування систем динамічної компенсації часу затримки сигналів, як, наприклад, система SynchronCast [9, 10];

- підбір характеристик передавальних станцій, встановлених для покриття дороги, а саме потужності передавачів та характеристик спрямованості передавальних антен. Зокрема, відомим виробником антенного обладнання Kathrein запропоновано різноманітні рішення для технології DAB/DAB+, застосування яких дозволить забезпечити бажану діаграму спрямованості. Так, говорячи про мережу для покриття автомобільної дороги, доцільно було б використовувати антени, що мають випромінення в горизонтальній площині у головному напрямі суттєво більше, ніж у зворотному (на відміну від традиційних для мовлення неспрямованих антен), та відповідне просторове орієнтування діаграм спрямованості таких антен. Приклад такої діаграми спрямованості показано на рисунку 3 [11].

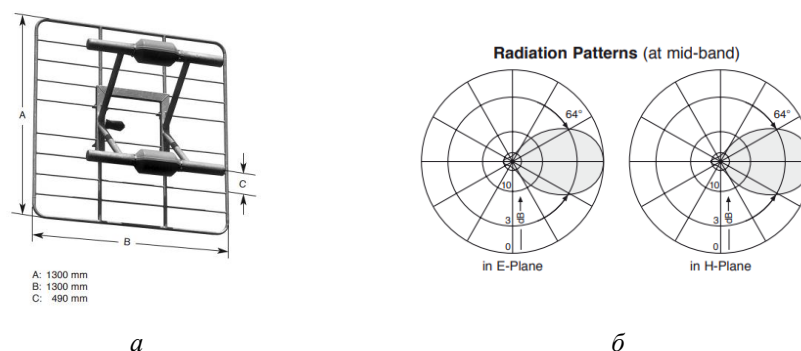


Рис. 3. Зовнішній вигляд (а) та діаграми спрямованості у горизонтальній та вертикальній площині (б) для антени Kathrein K 25 30 5

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Розгляд варіанта використання одночастотних синхронних мереж для покриття цифровим DAB+ мовленням автомобільних доріг державного значення безперечно заслуговує на увагу з огляду на ефективність та переваги таких мереж. Проте їх розбудова потребуватиме уважного планування з огляду на можливе виникнення спотворень, механізм якого розглянуто в роботі. Під час планування слід обирати параметри мережі (відстані між РМС, випромінювану потужність та характеристики спрямованості передавальних антен) таким чином, щоб уникати таких зон, де за наявності різниці часу надходження сигналів на вхід приймача  $\tau$  рівні сигналів мають близькі значення ( $d \approx 1$ ). Уточнення даних щодо впливу на якість прийому сигналів системи DAB+ значень часу затримки сигналів та співвідношення рівнів  $d$  може бути виконано в процесі польових випробувань мережі на певних ділянках доріг із відомими навколишніми умовами.

#### Список використаної літератури:

1. Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers. 2017-01 : ETSI EN 300 401 (v 2.1.1) : European Telecommunications Standards Institute. – 2017. – 124 p.
2. Про затвердження Плану розподілу і користування радіочастотним спектром в Україні : Постанова Кабінету Міністрів України від 19 грудня 2023 р. № 1340 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1340-2023-%D0%BF#n249>.
3. Цифрове мовлення в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://webportal.nrada.gov.ua/tsyfrovedradiomovlennya-v-ukrayini>.
4. Про затвердження Змін до Плану розвитку національного телерадіоінформаційного простору : Додаток 1 до Рішення від 15.12.2022 № 766 Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.nrada.gov.ua/wp-content/uploads/2023/03/R-2022-00766-D.pdf>.
5. Визначення характеристик одночастотної синхронної мережі для покриття звуковим мовленням автомобільних доріг / О.А. Виходець, О.С. Кольцова, Д.О. Маковецько, В.В. Юрченко // Цифрові технології. – 2019. – № 25. – С. 71–80.
6. DVB-T/T2 coverage measurements and verification of planning criteria : ITU-R SM.1875-4. – Geneva : Electronic Publication, 2022. – 54 p. [Electronic resource]. – Access mode : [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.1875-4-202209-I!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.1875-4-202209-I!!PDF-E.pdf).
7. Guidelines for DAB network planning : Technical Document EBU Tech 3391. – Geneva, 2018. – 151 p. [Electronic resource]. – Access mode : <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3391.pdf>.
8. Кольцова О. Особливості використання одночастотних мереж цифрового звукового мовлення DAB+ / О.Кольцова, А.Таран // Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем : тези доповіді на ІХ Всеукраїнській науково-практичній конференції (MEICS-2024), 27–29 листопада. – Дніпро, 2024. – С. 159–160 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://meics.dnure.dp.ua/files/MEICS-2024.pdf>.
9. Lantz T. Single Frequency Networks: SynchroCast TM / T.Lantz. – GatesAir Connect @ NAB Show 2017 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.gatesair.com/documents/slides/2017-04-lantz-single-frequency-networks-synchrocast.pdf>.
10. Ганжа С.М. Поліпшення якості радіомовлення у синхронній мережі ДВЧ-ЧМ передавачів : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.12.17 / С.М. Ганжа ; Одеська національна академія зв'язку ім. О.С.Попова. – О., 2009. – 18 с.
11. Broadcast Solutions. Antenna Systems and Components – Monitoring and Measurements – Services : catalogue / Kathrein Broadcast GmbH [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.kathrein-bca.com/files/kathrein-broadcast-new-edition-2023-nr.-9980100015.pdf>.

#### References:

1. European Telecommunications Standards Institute (2017), *Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers*, ETSI EN 300 401 (v 2.1.1) (2017-01), 124 p.

2. Kabinet Ministriv Ukrainy (2023), *Pro zatverdzhennia Planu rozpodilu i korystuvannia radiochastotnym spektrom v Ukraini*, Postanova vid 19 hrudnia 2023 r. No. 1340, [Online], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1340-2023-%D0%BF#n249>.
3. *Tsyfrove movlennia v Ukraini*, [Online], available at: <https://webportal.nrada.gov.ua/tsyfrove-radiomovlennya-v-ukrayini>.
4. Natsionalna rada Ukrainy z pytan telebachennia i radiomovlennia (2022), *Pro zatverdzhennia Zmin do Planu rozvytku natsionalnogo teleradioinformatsiinoho prostoru*, Dodatok 1 do Rishennia vid 15.12.2022 No. 766, [Online], available at: <https://www.nrada.gov.ua/wp-content/uploads/2023/03/R-2022-00766-D.pdf>.
5. Vykhodets, O.A., Koltsova, O.S., Makoveienko, D.O. and Yurchenko, V.V. (2019), «Vyznachennia kharakterystyk odnochastotnoi synkhronnoi merezhi dlia pokryttia zvukovym movlenniam avtomobilnykh dorih», *Tsyfrovii tekhnologii*, No. 25, pp. 71 – 80.
6. *DVB-T/2 coverage measurements and verification of planning criteria* (2022), ITU-R SM.1875-4, Electronic Publication, Geneva, 54 p. [Online], available at: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.1875-4-202209-I!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.1875-4-202209-I!!PDF-E.pdf).
7. *Guidelines for DAB network planning* (2018), Technical Document EBU Tech 3391, Geneva, 151 p., [Online], available at: <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3391.pdf>.
8. Koltsova, O. and Taran, A. (2024), «Osoblyvosti vykorystannia odnochastotnykh merezh tsyfrovoho zvukovoho movlennia DAB+», *Tezy dopovidi na IX Vseukrainskii naukovo-praktychnii konferentsii «Perspektyvni napriamky suchasnoi elektroniky, informatsiinykh i kompiuternykh system» (MEICS-2024)*, 27–29 lystopada 2024 r, Dnipro, pp. 159 – 160, [Online], available at: <http://meics.dnure.dp.ua/files/MEICS-2024.pdf>.
9. Lantz, T. (2017), «Single Frequency Networks: SynchroCast TM», *GatesAir Connect @ NAB Show 2017*, [Online], available at: <https://www.gatesair.com/documents/slides/2017-04-lantz-single-frequency-networks-synchrocast.pdf>.
10. Hanzha, S.M. (2009), *Polipshennia yakosti radiomovlennia u synkhronnii merezhi DVCh-ChM peredavachiv*, Abstract of the Ph.D. dissertation, 05.12.17, Odeska natsionalna akademiia zviazku im. O.S.Popova, O., 18 p.
11. Broadcast Solutions. Antenna Systems and Components – Monitoring and Measurements – Services, Catalogue, Kathrein Broadcast GmbH, [Online], available at: <https://www.kathrein-bca.com/files/kathrein-broadcast-new-edition-2023-nr.-9980100015.pdf>.

**Кольцова** Олександра Сергіївна – кандидат технічних наук, доцент Державного університету інтелектуальних технологій і зв’язку.

Наукові інтереси:

- технології звукового мовлення.

**Таран** Артем Павлович – аспірант Державного університету інтелектуальних технологій і зв’язку.

Наукові інтереси:

- інформаційні технології радіозв’язку та мовлення.

**Гордішевський** Євгеній Леонідович – аспірант Державного університету інтелектуальних технологій і зв’язку.

Наукові інтереси:

- програмування, дослідження в галузі інформаційних технологій радіозв’язку та мовлення.

**Koltsova O.S., Taran A.P., Hordishevskiy Y.L.**

#### **Using of single-frequency synchronous digital radio broadcasting networks DAB+ for highways coverage**

The use of single-frequency synchronous networks in the practice of digital television and sound broadcasting is quite common. The deployment of such a network type allows for obtaining large coverage areas with broadcasting services while effectively using the frequency resource. Taking into account the intentions of introducing digital sound broadcasting in Ukraine using DAB+ technology, which is widespread in European countries, the consideration and assessment of the possible deployment of single frequency networks for this technology has research interest. The research results can be used to provide recommendations on designing and building single-frequency digital broadcasting networks. As stated by the National Council for Television and Radio Broadcasting, it is planned to use DAB+ technology to cover regional centers and national highways. This paper considers the option of covering highways.

The paper deals with the issue of distortions of the signal reception in the DAB+ digital broadcasting system, appearing when the corresponding transmitters operate as part of a single-frequency synchronous network. For research purposes, the description of the corresponding radio signal from the ETSI EN 300 401 standard was used. The situation of receiving signals, transmitted by two neighboring transmitters located at different distances from the receiver, at its input was considered. Attention was also paid to the recommendations for avoiding reception distortion areas on the roads when building transmission networks using the DAB+ system.

**Keywords:** digital broadcasting; single frequency synchronous networks; DAB+ technology; distortion area; broadcasting station.

Стаття надійшла до редакції 12.01.2026.