

Моделювання мережі NVIS зв'язку для оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації в агропромисловому комплексі на сході України

А.В. Михайлова¹, С.М. Чумаченко², А.О. Мошенський³, М.М. Кірієнко⁴

¹Український науково-дослідний інститут цивільного захисту (м. Київ, Україна), email: mihajlova-a-v@ukr.net ORCID: 0000-0001-9440-4417

^{2,3} Національний університет харчових технологій (м. Київ, Україна), email: ² s_chum@ukr.net, ORCID: ² 0000-0002-8894-4262, ³ 0000-0002-4584-4958

⁴ Харківський національний університет сільського господарства імені Петра Василенка (м. Харків, Україна) ORCID: 0000-0003-2573-9189

Існуючі загрози воєнного та техногенного характеру, пов'язані з веденням збройного конфлікту в зоні проведення Операції об'єднаних сил, що проходить на території Східної України вже шостий рік, вимагають від спеціальних служб, зокрема Державної служби України з надзвичайних ситуацій, належного стану системи оповіщення та зв'язку з метою попередження виникнення надзвичайних ситуацій воєнного та техногенного характеру на території Донеччини, в тому числі у агропромисловому комплексі, проведення робіт з їх ліквідації та рятування цивільного населення Донбасу, що знаходиться на території виникнення події, а також, залежно від характеру ситуації, що виникла, регіону довкола місця її виникнення. У зв'язку з цим, а також зважаючи на факт можливого збою електро- та телекомунікаційної мереж, необхідно розглядати альтернативні види зв'язку.

У даній роботі здійснено аналіз радіомережі ALE, яка широко використовується у світі в тому числі і для надання допомоги спеціальним службам в ході виконання рятувальних робіт. Застосування системи радіозв'язку ALE дозволяє не лише ініціювати та підтримувати голосову розмову, а й забезпечує виконання ще ряду функцій, зокрема здійснення оповіщення про надзвичайну ситуацію, обмін інформацією й даними, передачу коротких текстових повідомлень, трансфер документами та зображеннями, а також можливість відстеження географічного розташування. У поєднанні з антеною конфігурації NVIS вищезазначена радіосистема може дозволити безперебійний зв'язок на випадок виникнення екстремальної ситуації, а також в ході реагування та ліквідації наслідків від неї. Для підтвердження цієї думки авторами роботи здійснено моделювання антени, необхідної для забезпечення оповіщення та зв'язку, котре проводилося із застосуванням програмного забезпечення MMANA-GAL.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, Операція об'єднаних сил, агропромисловий комплекс, оповіщення, радіозв'язок, ALE, NVIS, антена, MMANA-GAL.

Постановка проблеми та її актуальність.

Конфлікт на території Донбасу щодня призводить до виникнення надзвичайних ситуацій (далі – НС) воєнного та техногенного характеру, в тому числі й в агропромисловому комплексі, погіршення стану екосистеми, підвищення ризику каскадних ефектів у зв'язку з великою кількістю потенційно-небезпечних об'єктів (далі – ПНО) в зоні проведення Операції об'єднаних сил (далі – ООС). Зважаючи, що деякі військові підрозділи Російської Федерації розташовані в безпосередній близькості з ПНО, постійні обстріли підвищують загрозу попадання боєприпасів в такі об'єкти, у результаті чого ймовірні НС можуть мати транскордонний характер.

Одним із основних чинників, що суттєво впливає на ефективність виконання заходів з ліквідації НС та ліквідації їх наслідків, а також рятування людей, є час реагування підрозділів оперативного-рятувальної служби цивільного

захисту. Зважаючи на раптовість виникнення НС, питання організації оповіщення, встановлення та підтримки зв'язку між відповідними рятувальними підрозділами, пов'язаних з ліквідацією НС в агропромисловому комплексі на Сході, повинно бути організовано належним чином і з використанням сучасних технологій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

ALE дозволяє радіостанціям встановлювати зв'язок між собою та іншою короткохвильовою (далі – КХ) радіостанцією чи мережею станцій, чим забезпечується надійний і швидкий виклик та з'єднання. При цьому, на роботу його механізму не впливають перешкоди прийому зв'язку і наявність зайнятих або перевантажених ВЧ каналів, котрі знаходяться у спільному використанні [1, 2].

Механізм роботи ALE детально наведено у [1]. Застосування радіосистеми ALE забезпечує виконання таких функцій: здійснення голосової

розмови, оповіщення про НС, обмін даними, передача текстових повідомлень, обмін миттєвими повідомленнями, електронної пошти, передача документів, зображень, відстеження географічного положення тощо.

Під час процедури ініціації виклику, ALE зазвичай необхідно кілька хвилин на вибір оптимальної HF-частоти. Завдяки такому короткому часу для пошуку частоти оператори можуть відразу почати спілкуватися один з одним, зокрема, шляхом текстових повідомлень. Для забезпечення подальшого цифрового зв'язку можуть застосовуватися зовнішні модеми даних або додаткові модеми, вбудовані в термінал ALE. Таким чином, не потрібно здійснювати повторні виклики за попередньо визначеними графіками. Крім того, ALE забезпечує швидкий зв'язок та передачу повідомлень, при цьому відсутня необхідність у використанні складних центрів повідомлень, кількох радіостанцій, антен тощо.

У поєднанні з методами майже вертикального падіння Skywave (NVIS) та достатньою кількістю каналів, розкиданих по всьому спектру, вузол ALE може забезпечити понад 95 % успішного зв'язку під час здійснення першого виклику, майже на рівні системи SATCOM. Це набагато надійніше, ніж інфраструктура мобільних телефонів, особливо під час загрози або виникнення НС, коли звичайні засоби комунікацій можуть бути одночасно перезавантажені чи пошкоджені. Саме тому у випадку ризику виникнення НС, під час реагування на них або ліквідації наслідків аварії, катастрофи, збоїв в електропостачанні чи комунікаційній інфраструктурі тощо такі системи радіозв'язку застосовуються рятувальними службами в якості альтернативного можливого каналу. Серед таких організацій є Червоний Хрест, FEMA, НАТО, Федеральне бюро досліджень, ООН, цивільний повітряний патруль, SHARES, CalEMA, ARES, MCE, офіси аварійних служб або агентств з НС в різних штатах США, ARES тощо [3, 4].

Технічні стандарти для ALE засновані на оригінальних американських MIL-STD 188-141A та FED-1045, відомих як стандарти 2-го покоління (2G). 2G ALE використовує несинхронізоване сканування каналів, тому для багаторазового сканування цілого списку каналів потрібно до півхвилини. [1, 3] (рис. 1). 2G стандарти сумісні зі стандартними приймачами голосових каналів 3 кГц SSB. Метод модуляції - 8FSK, який також іноді називають багаточастотним зсувом керування, з вісьмома ортогональними тонами від 750 до 2500 Гц. Швидкість передачі символів в ефірі 125 бод або 125 символів за секунду, з необмеженою швидкістю передачі даних 375 біт на секунду.

Новіші стандарти ALE, які називаються стандартами 3-го покоління або 3G ALE, використовують точну синхронізацію часу для досягнення

більш швидкого та надійного зв'язку. Завдяки синхронізації час виклику для досягнення зв'язку може бути менше десяти секунд. Сигнал модему 3G ALE також забезпечує кращу надійність і може працювати в гірших умовах каналу, ніж 2G ALE. Детальніше про 3G ALE наведено у [3].

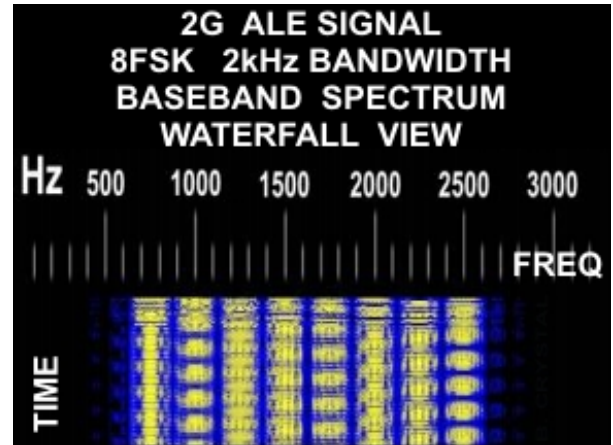


Рис. 1 Вигляд 2G ALE спектру пошуку каналу

Метою даної роботи є моделювання мережі NVIS зв'язку для оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації в зоні проведення ООС, яке було виконано з допомогою механізму автоматичного встановлення лінії зв'язку (далі – ALE).

Результати досліджень. Зазначимо, що у високочастотній мережі ALE Ham Radio Global працюють аматори-волонтери, які допомагають у забезпеченні зв'язку під час виникнення НС з метою надання допомоги спеціальним службам. В Україні, згідно з Рішенням Національної Комісії з питань регулювання зв'язку України від 21.10.2010 року № 475 «Про затвердження Регламенту аматорського радіозв'язку», аматорські радіостанції можуть бути залучені для організації радіозв'язку під час НС та в операціях із надання допомоги постраждалим від катастроф, стихійних лих відповідно до чинного законодавства України, Регламенту радіозв'язку та міжнародних угод [6].

Кожна аматорська радіостанція ALE використовує позивний знак оператора, як адресу, котра відома, як адреса ALE. Міжнародні аматорські радіочастотні канали ALE високої частоти узгоджуються з усіма регіонами Міжнародного аматорського радіосоюзу для дозволу використання в радіоаматорській службі. Упродовж останніх семи років група операторів радіоаматорів об'єдналася для спілкування за допомогою ALE та Selective Calling. Їх кількість зростає від кількох активних до тисяч ентузіастів. У [3, 7] приведено перелік існуючих на сьогоднішній міжнародних каналів (табл. 1).

Таблиця 1. Перелік існуючих каналів зв'язку, які здійснюються з допомогою механізму ALE

Канал зв'язку	Швидкість (kHz) ¹	SSB	Поточний спосіб застосування	NET	Опис
03DALE	3596.0	USB	PRIMARY TEXTING	HFN	Глобальна ALE HFN, сигнал
03HALE	3791.0	USB	VOICE	HFL	Вибірковий виклик, рівень міжнародної допомоги при НС та рятуванні
03LALE	3996.0	USB	VOICE	HFL	Вибірковий виклик, Північна Америка
05CALE	5354.5	USB	VOICE/ TEXTING	HFL	Вибірковий виклик, Європейський IARU, пов'язаний з регіоном 1, регіоном 3, міжнародне покриття
05EALE	5357.0	USB	VOICE/ TEXTING	HFL	Вибірковий виклик, регіональний рівень
05GALE	5371.5	USB	VOICE/ TEXTING	HFL	Вибірковий виклик, регіональний рівень надання допомоги під час НС
07DALE	7102.0	USB	PRIMARY TEXTING	HFN	Глобальна ALE HFN, сигнал
07EALE	7185.0	USB	VOICE	HFL	Вибірковий виклик, Міжнародний рівень регіону 1, регіону 3
07HALE	7296.0	USB	VOICE	HFL	Вибірковий виклик, Північна Америка
10DALE	10145.5	USB	PRIMARY TEXTING	HFN	Глобальна ALE HFN, міжнародний рівень, сигнал
14BALE	14109.0	USB	PRIMARY TEXTING	HFN	Глобальна ALE HFN, сигнал
14DSEL	14346.0	USB	VOICE	HFL	Вибірковий виклик, міжнародний рівень
18AALE	18106.0	USB	PRIMARY TEXTING	HFN	Глобальна ALE HFN, сигнал
18DALE	18117.5	USB	VOICE	HFL	Вибірковий виклик, міжнародний рівень
28BALE	28146.0	USB	PRIMARY TEXTING	HFN	Глобальна ALE HFN, сигнал
28DALE	28312.5	USB	VOICE	HFL	Вибірковий виклик, міжнародний рівень

Таблиця 2. Інформація про систему ALE

Номер з/п	Конфігурація	Стандарт
1	Система ALE	MIL-STD 188-141A ; FED-1045 (8FSK, 2kHz BW)
2	Тривалість передачі даних	Calling optimum 15 seconds; Maximum 22 seconds.
3	Швидкість сканування	1 - 2 канали в секунду
4	Звуковий інтервал	60 і більше хвилин (для одного й того ж каналу)
5	Частота аудіоцентру	1625 Hz для цифрового типу передачі тексту й даних
6	Стандарт повідомлень	AMD (Автоматичний дисплей повідомлень) універсальний короткий текст
7	Тип звучання	TWS
8	Час налаштування	Приблизно 3 секунди

Таблиця 3. ALE для зв'язку у надзвичайних ситуаціях та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій станом на початок 2014 року

ALE тест, повідомлення, звучання		ALE Voice SSB	
Netcall: HFN		Net Call: HFL	
SIDE BAND	Частота kHz	SIDE BAND	Частота kHz
USB	3596.0	USB	3791.0
USB	7102.0	USB	3996.0
USB	10145.5	USB	5371.5
USB	14109.0	USB	7185.5
USB	18106.0	USB	7296.0
USB	21096.0	USB	14346.0
USB	24926.0	USB	18117.5
USB	28146.0	USB	21432.5
–	–	USB	24932.0
–	–	USB	28312.5

Майже вертикальна падаюча іоносферна хвиля (або NVIS) – це спосіб поширювання іоносферної радіохвилі, що забезпечує наявність сигналів, якими можна користуватися у певному діапазоні відстані, зазвичай від 0 до 650 км. Нею користуються для обміну інформацією у військовій сфері, а також для забезпечення радіомовлення [8, 9]. NVIS також використовують радіоматери для обміну інформацією на малих відстанях з обходом перепон, наявних у полі зору. Радіохвилі переміщуються майже вертикально вгору в іоносфері, звідки вони відбиваються до низу, їх можна прийняти в межах ділянки круглої форми на відстані до 650 км від передавача. Якщо частота занадто висока (тобто перевищує критичну частоту шару «F» іоносфери), то відбиття не відбувається, а якщо вона занадто низька, то поглинання в шарі «D» іоносфери може знизити потужність сигналу [9, 10] (рис. 2).

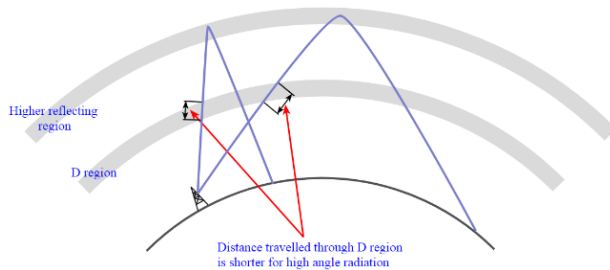


Рис. 2 Схематичне зображення передачі сигналу із застосуванням NVIS

У той час, як поверхневі радіохвилі (сині) не можуть поширюватися, відбиті іоносферні хвилі (червоні) досягають покриття в діапазоні високих частот у межах загального першого інтервалу зв'язку (близько 500 км).

Найбільш надійним діапазоном для обміну інформацією за допомогою NVIS є діапазон частот від 1,8 МГц до 8 МГц. За частоти вище ніж 8 МГц імовірність успіху починає знижуватися. Частоти, якими можна користуватися, визначаються місцевими умовами в іоносфері, які сильно і системно залежать від географічного розташування. Смугами загального користування радіолюбителів у середніх широтах є 3,5 МГц уночі і 7 МГц у світлу пору доби. Зимовими ночами в нижній частині циклу сонячних плям може знадобитися смуга 1,8 МГц. Радіомовлення передбачає використання смуг радіомовлення в тропічних районах з частотою в діапазоні від 2,3 до 5,06 МГц, а міжнародне радіомовлення відбувається у смугах від 3,9 до 6,2 МГц. Обмін інформацією з використанням NVIS у військовій сфері зазвичай відбувається за частот 2-4 МГц уночі і 5-7 МГц вдень.

Частоти, якими можна користуватися, змінюються упродовж дня та ночі, оскільки сонячне проміння спричиняє розширення найнижчого шару іоносфери, шару «D», що спричиняє послаблення низькочастотних сигналів удень, у той час як максимальне значення частоти, якою можна користуватися (MUF) та яка відповідає критичній частоті для шару «F» під дією сонячного проміння збільшується. Існують карти критичної частоти в режимі реального часу. Користування частотою, яка приблизно на 15 % нижча за критичне значення, має забезпечити надійне користування NVIS. Її часто називають оптимальною робочою частотою або FOT.

Для забезпечення належної якості зв'язку застосовують антену конфігурації NVIS. Така антена – це поляризований у горизонтальній площині (паралельно до поверхні землі) випромінювальний елемент, що знаходиться над землею на висоті від 1/20 від довжини хвилі (λ) до 1/4 від її довжини. Оптимальною висотою є приблизно 1/4 від довжини хвилі, а випромінювання під великим кутом відхиляється лише незначно для значень висоти до 3/8 від довжини хвилі. Залежно від специфічних вимог для обміну інформацією з використанням NVIS, використовувати можна, наприклад, такі антени: Sloper, T2FD, Dipole.

Антена NVIS військового призначення – це антена AS-2259, що складається з двох симетричних V-подібних симетричних вібраторів; чотири проводи симетричних вібраторів слугують також натяжним тросом для щогли антени. Альтернативна конфігурація складається з рамкової антени-передавача, яку конфігурують для максимального передавання сигналу вгору (рис. 3) [11].

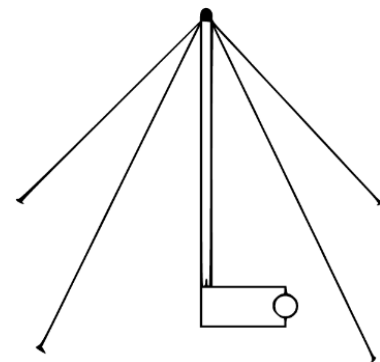


Рис.3 Схематичне зображення антени AS-2259

Для забезпечення належного рівня ALE зв'язку з метою здійснення оповіщення про загрозу або виникнення НС здійснено розрахунок та аналіз антени конфігурації NVIS із використанням програми MMANA-GAL. Результати моделювання наведено на рис. 4 - 7.

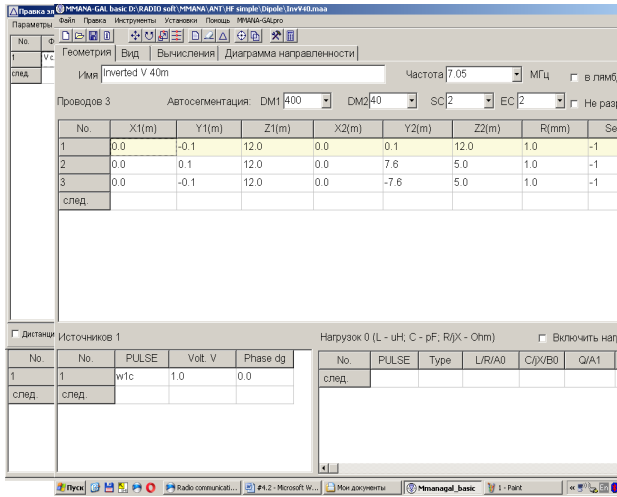


Рис. 4. Геометрія антени – дрови та джерела в MMANA-GAL

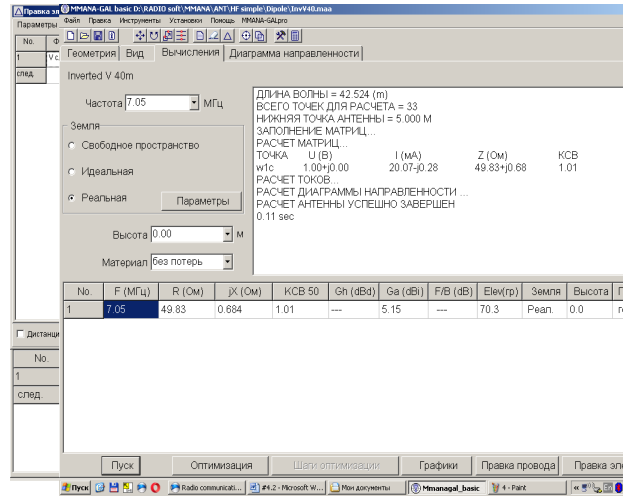
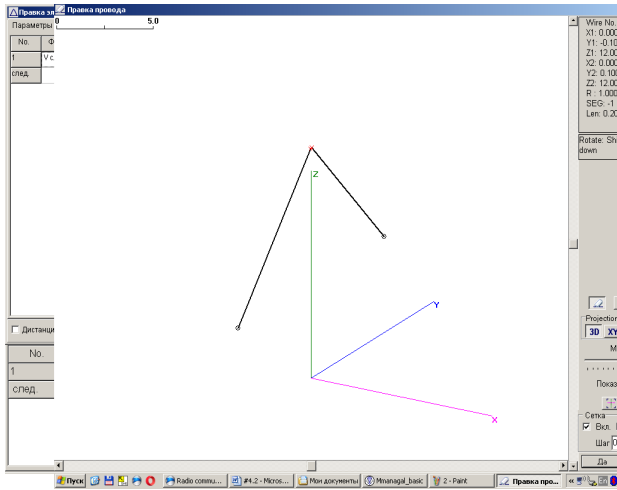
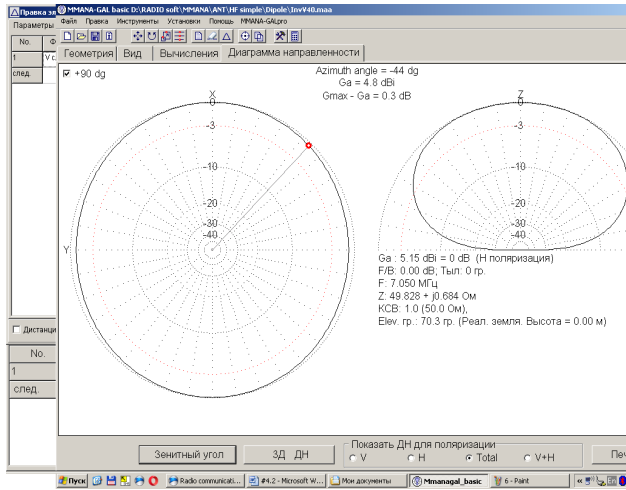


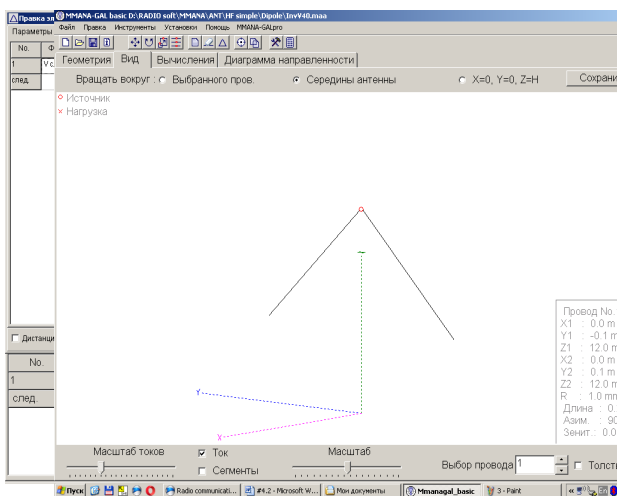
Рис. 6. Моделювання (розрахунок) MMANA-GAL параметрів антени



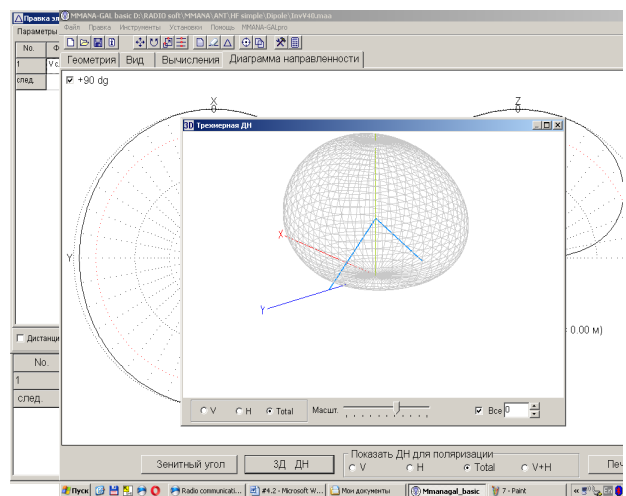
а)



а)



б)



б)

Рис. 5. 3D зображення антени за заданими раніше параметрами

Рис. 7. Тривимірна модель діаграми спрямованості антени

Висновки. Проведений аналіз світового практичного застосування ALE радіозв'язку дозволив розглянути можливість його використання під час загрози або виникнення НС в зоні проведення ООС. З метою розрахунку необхідної для цього антени здійснено розрахунок мережі NVIS зв'язку із застосуванням програми MMANA-GAL. Визначивши необхідні параметри антени та змодельювавши її тривимірну модель, підтверджено можливість її застосування під час проведення збройних конфліктів.

Література

1. MIL-STD 188-141B US Government. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://hflink.com/standards/ALE_standard_188_141B.pdf.
2. Johnson E. Simulation Results for Third-Generation HF Automatic Link Establishment [Електронний ресурс] / Eric E. Johnson – Режим доступу до ресурсу: <https://web.archive.org/web/20080516173649/>, <http://wireless.nmsu.edu/hf/papers/milcom99.pdf>.
3. Automatic link establishment [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_link_establishment#2G_technical_characteristics.
4. Аварийная радиосвязь в Пуэрто-Рико: Отчёт радиолобителя [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://bnas.ru/avarijnaya-radiosvyaz-v-puerto-riko-otchyot-radiolyubitelya/>.
5. Рішення Національної Комісії з питань регулювання зв'язку України від 21.10.2010 року № 475 «Про затвердження Регламенту аматорського радіозв'язку».
6. Таблица радиоданных к проведению мероприятия День Манпака / Manpack Day – 2018 [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: http://www.radioscanner.ru/files/download/file18259/mpdselcalldata_2018.pdf.
7. Near vertical incidence skywave [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/Near_vertical_incidence_skywave.
8. NVIS Propagation: Near Vertical Incidence Skywave [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.electronics-notes.com/articles/antennas-propagation/ionospheric/nvis-near-vertical-incidence-skywave.php>.
9. Бурляй І.В. Системи радіозв'язку та їх застосування оперативнорятувальною службою / І.В. Бурляй, Б.Б. Орел, О.М. Джулай: Посібник. – Чернігів: РВК «Деснянська правда», 2007. – 288 с.
10. Brown J. Planning Antenna Systems For the Little Gun Station [Електронний ресурс] / Jim Brown – Режим доступу до ресурсу: <http://k9yc.com/AntennaPlanning.pdf>.

References

1. Anon, (n.d.). MIL-STD 188-141B US Government. [online] Available at: http://hflink.com/standards/ALE_standard_188_141B.pdf [Accessed 20 Nov. 2019].
2. Johnson, E. (1999). Simulation Results for Third-Generation HF Automatic Link Establishment. [online] Available at: <https://web.archive.org/web/20080516173649/>, <http://wireless.nmsu.edu/hf/papers/milcom99.pdf> [Accessed 6 Nov. 2019].
3. Automatic Wikipedia. (n.d.). Automatic link establishment. [online] Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_link_establishment#2G_technical_characteristics [Accessed 12 Oct. 2019].
4. BNAS.ru. (2018). Avaryinaia padyocviaz v Puerto-Pyko: Otchet padyoliubytelia. [online] Available at: <https://bnas.ru/avarijnaya-radiosvyaz-v-puerto-riko-otchyot-radiolyubitelya/> [Accessed 23 Aug. 2019].
5. Natsionalna Komisia z pytan rehuliuвання zviazku Ukrainy (2010). Rishennia Natsionalnoi Komisii z pytan rehuliuвання zviazku Ukrainy vid 21.10.2010 roku № 475 «Pro zatverdzhennia Rehlamentu amatorskoho radiozviazku». Kyiv, p.all document.
6. Anon, (2018). Tablytsa radyodannykh k provedenyiu meropryiatyia Den Manpaka / Manpack Day – 2018. [online] Available at: http://www.radioscanner.ru/files/download/file18259/mpdselcalldata_2018.pdf [Accessed 28 Nov. 2019].
7. Wikipedia. (n.d.). Near vertical incidence skywave. [online] Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Near_vertical_incidence_skywave [Accessed 30 Nov. 2019].
8. Electronics notes. (n.d.). NVIS Propagation: Near Vertical Incidence Skywave. [online] Available at: <https://www.electronics-notes.com/articles/antennas-propagation/ionospheric/nvis-near-vertical-incidence-skywave.php> [Accessed 1 Dec. 2019].
9. Burliai, I., Orel, B. and Dzhulai, O. (2007). Systemy radiozviazku ta yikh zastosuvannia operatyvnoriatuvальною sluzhboiu Posibnyk. 1st ed. Chernihiv: RVK «Desnianska pravda», pp.85-121.
10. Brown, J. (2015). Planning Antenna Systems For the Little Gun Station. [online] Available at: <http://k9yc.com/AntennaPlanning.pdf> [Accessed 1 Dec. 2019].

Аннотація

Моделирование сети NVIS для оповещения об угрозе или возникновении чрезвычайной ситуации в агропромышленном комплексе на востоке Украины**А.В. Михайлова, С.Н. Чумаченко, А.А. Мошенський, Н.М. Кириенко**

Существующие угрозы военного и техногенного характера, связанные с ведением вооруженного конфликта в зоне проведения операции объединенных сил, которая проходит на территории Восточной Украины уже шестой год, требуют от специальных служб, в частности Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям, надлежащего состояния системы оповещения и связи в целях предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций военного и техногенного характера на территории Донецкой области, в том числе в агропромышленном комплексе, проведения работ по их ликвидации и спасения гражданского населения Донбасса, находящегося на территории возникновения события, а также в зависимости от характера ситуации, возникшей в регионе вокруг места ее возникновения. В связи с этим, а также учитывая факт возможного сбоя электро- и телекоммуникационной сетей, необходимо рассматривать альтернативные виды связи.

В данной работе проведен анализ радиосети ALE, которая широко используется в мире в том числе и для оказания помощи специальным службам в ходе выполнения спасательных работ. Применение системы радиосвязи ALE позволяет не только инициировать и поддерживать голосовую беседу, но и обеспечивает выполнение еще ряда функций, в частности осуществление оповещения о чрезвычайной ситуации, обмен информацией и данными, передачу коротких текстовых сообщений, обмен документами и изображениями, а также возможность отслеживания географического расположения. В сочетании с антенной конфигурацией NVIS вышеупомянутая радиосистема может позволить бесперебойную связь в случае возникновения экстремальной ситуации, а также в ходе реагирования и ликвидации последствий от нее. Для подтверждения этой мысли авторами работы осуществлено моделирование антенны, необходимой для обеспечения оповещения и связи, которое проводилось с применением программного обеспечения MMANA-GAL.

Ключевые слова: *чрезвычайная ситуация, Операция объединенных сил, агропромышленный комплекс, оповещения, радиосвязь, ALE, NVIS, антенна, MMANA-GAL.*

Abstract

Modeling of NVIS communication network for warning of threats or emergency situation in agricultural sector in eastern Ukraine**A.V. Mykhailova, S.M. Chumachenko, A.O. Moshenskyi, M.M.Kirienko**

Existing threats of military and technogenic character related to the conduct of armed conflict in the area of the Joint Forces operation, which has been taking place in the territory of Eastern Ukraine for the sixth year, require from the special services, in particular, the State Emergency Service of Ukraine, proper status. warning and communication systems to prevent military and man-made emergencies in the Donetsk region, including in the agro-industrial complex, to carry out their liquidation and rescue operations of civilians Donbass, which is located in the occurrence of events, and depending on the nature of the situation that has arisen, the region around the place of its origin. In this regard, and in view of the possible failure of the electricity and telecommunications networks, alternative types of communication should be considered.

This work analyzes the ALE radio network, which is widely used in the world, including to assist special services in the rescue operations. Not only does the use of the ALE radio system initiate and support voice conversation, but it also provides a number of functions, including emergency alerting, information and data sharing, short text messaging, document and image transfer, as well as geographical tracking Location. In conjunction with an NVIS antenna configuration, the above-mentioned radio system can allow uninterrupted communication in the event of an emergency, as well as during response and response. To confirm this view,

the authors modeled the antenna needed to provide notification and communication, which was performed using MMANA-GAL software.

Keywords: *Emergency, Joint Forces Operation, Agro-Industrial Complex, Alert, Radio, ALE, NVIS, Antenna, MMANA-GAL.*

Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard

Mykhailova A., Chumachenko S., Moshenskyi A. and Kirienko M. (2019). Modeling of NVIS communication network for warning of threats or emergency situation in agricultural sector in eastern Ukraine. *Engineering of nature management*, (4(14), pp. 114 - 121.

Подано до редакції / Received: 02.12.2019