

БЕЗДРОТОВА СИСТЕМА ЗВ'ЯЗКУ З КОРАБЛЯМИ МОРСЬКОЇ ОХОРОНИ НА БАЗІ WI-FI ТЕХНОЛОГІЙ

Дослідження спрямоване на проведення аналізу можливостей стандарту бездротової передачі даних IEEE 802.11n посередництвом Wi-Fi технологій, виходячи із завдань, поставлених перед малими катерами морської охорони та прикордонними катерами з охорони державного кордону.

Калиновский Ю.Ю. Беспроводная система связи с кораблями морской охраны на базе Wi-Fi технологий. Исследование направлено на проведение анализа возможностей стандарта беспроводной передачи данных IEEE 802.11n посредством Wi-Fi технологий, исходя из задач, поставленных перед малыми катерами морской охраны и пограничными катерами по охране государственной границы.

Y. Kalinovskiy A wireless communication system with the coast guard ships based on Wi-Fi technology. The study aims to analyze the capabilities of the wireless data transmission via standard IEEE 802.11n of the Wi-Fi technology, based on the tasks of the small ship and boats coast guard on protection of the state border.

Ключові слова: бездротова передача даних, малий катер морської охорони, прикордонний катер, радіопланування, стандарт зв'язку, Wi-Fi технології.

Постановка проблеми. У вирі стрімкого розвитку передових інформаційних технологій ключовим постає питання оперативності надходження інформації у будь яких структурах, тим паче, якщо це організація, діяльність якої пов'язана із виконанням завдань загальнодержавного значення, така як Державна прикордонна служба України (далі – Держприкордонслужба). Одним із пріоритетних завдань Держприкордонслужби є охорона суверенності України у її виключній (морській) економічній зоні, забезпечення дотримання режиму державного кордону та прикордонного режиму у територіальному морі та внутрішніх водах [1].

Малі катери Морської охорони (далі – МКаМО) входять до штату загонів Морської охорони Держприкордонслужби (далі – ЗМО) та використовуються для забезпечення дотримання режиму у територіальному морі та внутрішніх водах України, контролю за плаванням і перебуванням українських і іноземних невійськових суден та військових кораблів у територіальному морі і внутрішніх водах України, заходженням іноземних невійськових суден та військових кораблів у внутрішні води і порти України та перебування у них [2].

Прикордонні катери (далі – ПрКа) – катери, човни (у тому числі гумові та на повітряні подушці) та інші плавзасоби, що входять до штату та перебувають на балансі прикордонних загонів Держприкордонслужби України (далі – ПРИКЗ) та використовуються для забезпечення дотримання режиму державного кордону та прикордонного режиму, проведення заходів, спрямованих на запобігання кримінальним та адміністративним правопорушенням, протидію яким законодавством віднесено до компетенції Держприкордонслужби, їх виявлення, припинення [2].

МКаМО та ПрКа використовуються в оглядових групах для проведення огляду українських та іноземних невійськових суден. Оглядові групи під час прямування до судна здійснюють фото- та/або відеознімання за можливості з прив'язкою до нерухомих об'єктів (платформ, навігаційних знаків) або до берега, вести спостереження за діями судна і його команди [3].

Виходячи із завдань, що стоять перед МКаМО та ПрКа актуальною постає проблема організації стійкого, надійного зв'язку і каналу передачі даних між МКаМО, ПрКа, що знаходиться в морі та органом управління, що знаходиться на березі, для оперативної передачі даних про обстановку і прийняття узгоджених з ланкою управління рішень.

Прийняття правильного рішення стосовно тої чи іншої ситуації, яка склалася на морській ділянці кордону в умовах, наближених до бойових, значною мірою залежить від усвідомлення керівництвом ЗМО, ПРИКЗ на березі цілісної картини обстановки, яка

склалася на морі, що можливо лише за наявності достовірних даних про обстановку в режимі „On-line” посередництвом передачі відео сигналу, голосового сигналу, електронного документообігу, доступу до відомчих баз даних та ресурсів. В свою чергу обмін інформацією такого рівня на великих відстанях в сучасних умовах потребує організації цифрового каналу зв'язку з пропускнуою здатністю, яка дозволить одночасно організувати IP-телефонію, передачу відео зображення, доступ до відомчих ресурсів Держприкордонслужби (внутрішня Intranet-мережа). Пропускна здатність для передачі такої кількості інформації повинна бути в мінімальному діапазоні від 5 до 10 Mbit/s (Mbit/s – параметр, що визначає об'єм інформації, який можливо передати за проміжок часу в одну секунду).

Наявна система організації зв'язку на МКаМО та ПрКа дозволяє здійснювати обмін інформацією:

- у режимі радіомовлення в КХ, УКХ діапазонах (радіостанції);
- вести телефонні переговори (з лімітом хвилин для ведення переговорів), посередництвом супутникового каналу зв'язку пропускнуою здатністю 9,6 Kbit/s [4];
- в системі глобального позиціонування GPS.

Враховуючи вищезазначене, вимоги, які ставляться до каналу зв'язку в цьому дослідженні не можливо реалізувати при наявній системі зв'язку, що функціонує на МКаМО та ПрКа Держприкордонслужби. В контексті цього проблема організації такого каналу вже давно набула своєї актуальності.

Зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження тісно пов'язане з реалізацією положень Програми розвитку телекомунікаційної мережі та інформатизації ДПСУ на період до 2015 року [5] та Концепції розвитку Державної прикордонної служби України на період до 2015 року [6], що зумовлює створення сучасної інтегрованої системи охорони державного кордону та суверенних прав України в її виключній (морській) економічній зоні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В контексті організації каналу зв'язку з МКаМО та ПрКа на морі посередництвом стандарту IEEE 802.11n в Держприкордонслужбі дослідження проводиться вперше.

Однак Wi-Fi технології виступають найпоширенішим предметом дослідження у сфері бездротових систем передачі даних сьогодення. Наведемо деякі з них.

Бездротові локальні мережі (WLAN) – це найновіша технологія, яка намагається завоювати серця споживачів. Мережі WLAN, які іноді називаються „Бездротові Ethernet”, чи „Wi-Fi” (от Wireless Fidelity – висока точність відтворення з використання бездротової технології), стають популярними також тому, що вони можуть використовуватися паралельно з дротовими мережами Ethernet [7].

Специфікації стандарту 802.11n схвалені радою із стандартів міжнародної організації IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers – Інститут інженерів з електротехніки і електроніки) 11 вересня 2009 року. Максимальна швидкість передачі даних на фізичному рівні в бездротовій мережі стандарту 802.11n становить 600 Мбіт/с, на практиці це означає швидкість в 150 – 200 Мбіт/с. У попередній версії стандарту (802.11g) максимальна технічна швидкість дорівнювала 54 Мбіт/с, а реальна – приблизно 20 Мбіт/с.

Висока швидкість досягається завдяки технології багатопотокової передачі даних (MIMO – multiple-inputmultiple-output). Приймачі і передавачі оснащуються кількома антенами. Бездротова мережа 802.11n може працювати в двох частотних діапазонах і забезпечує розширену зону прийому в порівнянні з попередньою версією [8].

Метою статті є висвітлення теоретичних аспектів та доведення до загалу концепції побудови системи зв'язку, на основі організації бездротового каналу передачі даних, посередництвом стандарту Wi-Fi технологій IEEE 802.11n між МКаМО, ПрКа, що знаходиться в морі та органом управління, що знаходиться на березі, для оперативної взаємодії і прийняття ефективних рішень.

Викладення основного матеріалу. Виходячи з того, що МКaMO та ПрKa призначені для забезпечення дотримання режиму у територіальному морі та внутрішніх водах України можна зробити висновок, що дані плавзасоби в основному несуть службу на відстані від берега, яка не перевищує 12 морських миль (1 морська миля – 1852 метри), оскільки, відповідно до закону України Про державний кордон, статтею 5 цього закону визначено, що до територіального моря України належать прибережні морські води шириною 12 морських миль, відлічуваних від лінії найбільшого відпливу як на материку, так і на островах, що належать Україні [9]. Цим же законом визначено, що до внутрішніх вод України належать морські води, розташовані в бік берега від прямих вихідних ліній, прийнятих для відліку ширини територіального моря України, а також води портів України, обмежені лінією, яка проходить через постійні портові споруди, які найбільше виступають у бік моря. Враховуючи вищезазначене постановка задачі на початку дослідження мала наступний характер: пошук та аналіз такої технології бездротового зв'язку, яка б дозволила здійснити покриття відомчої мережі вздовж морського узбережжя та в глибину моря на відстані до 22,5 км в будь якій точці цієї зони.

Після аналізу існуючих видів бездротового зв'язку, для виконання поставленої задачі, було обрано стандарт IEEE 802.11n, оскільки це наразі єдиний оптимально вигідний стандарт Wi-Fi технології, якій дозволить реалізувати високошвидкісний канал передачі даних на відстані до 30 км. Також задум дослідження можливо реалізувати посередництвом технології Wi-Max, проте обладнання, яке використовує дана технологія зв'язку в десятки разів дорожче ніж досліджуване та робота з ним передбачає навчання персоналу на спеціалізованих курсах.

Переваги IEEE 802.11n:

- Висока швидкість передачі даних, 150 – 200 Mbit/s;
- Можливість організації каналу на великих відстанях (із використанням ретрансляторів – відстань необмежена);
- Бездротова мережа 802.11n може працювати в двох частотних діапазонах і забезпечує розширену зону прийому в порівнянні з попередніми версіями;
- Дозволяє мати доступ до мережі мобільним пристроям (телефони, ноутбуки);
- Надійний протокол безпеки WPA2 (англ. Wi-Fi Protected Access) – один з протоколів безпеки, вживаних для захисту бездротових мереж. Створений для заміни застарілого протоколу WEP. Заснований на TKIP (Temporary Key Integrity Protocol – протокол тимчасової цілісності ключів), який ефективно бореться з проблемою, що лежить в основі вразливості повторного використання ключів шифрування.

Недоліки:

- Стандарт 802.11n працює в УКХ діапазоні, а хвилі даного діапазону не мають властивості огинати завади і розповсюджуються у межах прямої видимості, однак в нашому випадку на поверхні моря будь які завади майже відсутні.

Дослідження проводилось у віртуальному режимі за допомогою електронної геоінформаційної системи „Google-Earth”, електронної картографічної системи „Google-maps”. Радіопланування здійснювалось у віртуальному режимі, в районі розташування Севастопольського ЗМО та поста технічного спостереження „м. Сарич” (географічні координати приблизні) за допомогою програми створення карт і розрахунку ліній зв'язку та зон радіо охоплення „RadioMobile”.

На основі даного дослідження, знаючи координати суміжних підрозділів охорони кордону Держприкордонслужби (ПТС, тощо), можна дослідити та візуалізувати карту радіо охоплення вздовж усієї ділянки морського кордону.

Досліджувана система бездротового зв'язку будується за допомогою наступного обладнання:

1. Гігабітний роутер для організації бездротової базової станції чи для з'єднання двох точок по Wi-Fi каналу (2 шт.).

2. Карточка міні PCI – мережевий адаптер для швидкісного багатосмугового бездротового з'єднання вихідною потужністю 25 dBm та вище (2 шт.).
3. Пігтейл n-типу - фідерний з'єднувальний шнур довжиною не більше 1 метру (4 шт.).
4. Пігтейл MMCX n-типу – перехідник (4 шт.).
5. Бокс герметичний для обладнання – 2 шт.
6. Високошвидкісний бездротовий пристрій на 5 Гц, двополяризаційний, з вбудованою двополяризаційною антеною, потужністю передавача 26 dBm та підсиленням вбудованої антени 16 dBm (4 шт.).
7. Антена сегментна двополяризаційна, 5,3 діапазону, коефіцієнт підсилення – 16 dBm, кут направленості – 60° (2 шт.).
8. Точка доступу з інтегрованою, всенаправленою антеною OMNІz коефіцієнтом підсилення 7,5 dBm (для МКАМО та ПрКА).

Обладнання обиралося із розрахунку максимально можливих характеристик потужності передачі сигналу та радіо охоплення.

Антенни та передавачі повинні розташовуватись та кріпитись якомога ближче до берега моря та виходячи з умови: чим вище розташована антена – тим більшою буде дальність дії сигналу. В нашому дослідженні антенни кріпляться на вищій поста технічного спостереження „м. Сарич” на висоті 10 метрів від поверхні землі таким чином, що би кут направленості антени охоплював максимально можливу радіо зону. В нашому випадку із врахуванням географічних властивостей місцевості для цього знадобиться дві сегментні двополяризаційні антенни з кутом випромінювання по горизонталі 60 (Рис.1).

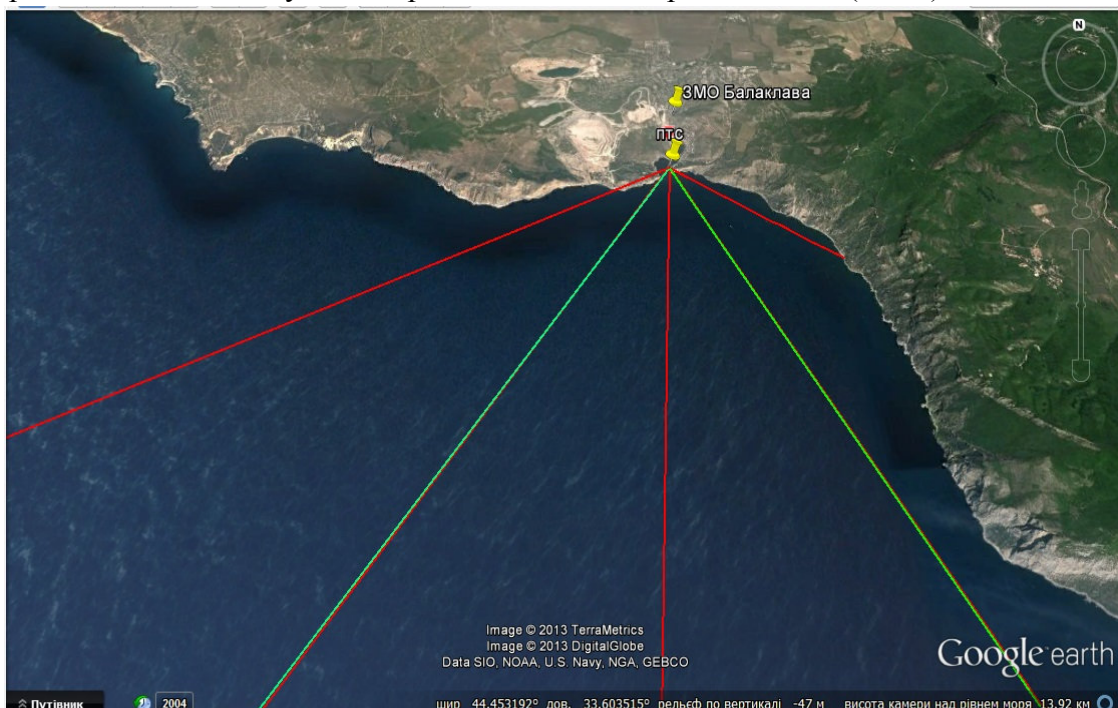


Рис. 1 Кути радіо охоплення антен

Виходячи з описаного розташування антен, які передаватимуть сигнал з берегу було проведено радіопланування. Радіопланування проводилось для двох варіантів антен-приймачів, які розташовуватимуться на МКАМО та ПрКА:

1 варіант – в тому випадку, коли радіомовлення буде здійснюватися в нерухомому положенні плавзасобу;

2 варіант – коли радіомовлення буде здійснюватися в русі.

Різниця між цими технологіями полягає в тому, що для організації прийому сигналу під час руху плавзасобу без постійного коригування напрямлення антени на передавач необхідно

використовувати всенаправлену двополяризаційну антену, однак у таких антен, за рахунок збільшення кута направленості майже вдвічі зменшується потужність передачі сигналу, що, в свою чергу, позначається на дальності передачі сигналу [10].

Результати радіопланування для другого варіанту наведені на Рис.2.

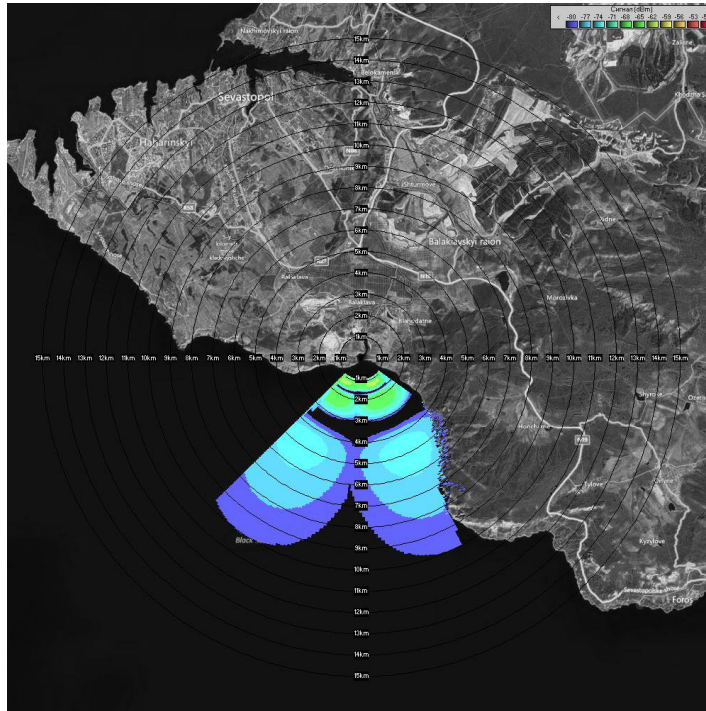


Рис.2 Радіопланування, варіант №2

Результати радіопланування за варіантом №2 показали, що із використанням всенаправлених антен зі сторони приймачів можна організувати стійкий канал зв'язку в режимі руху приймача в глибину моря на відстані від берега до 8 кілометрів потужністю від – 60 до – 80 Dbm. Практика показує, що за такого рівня сигналу швидкість передачі даних буде коливатись в межах від 5 до 50 Mbit/s. Результати радіопланування для варіанту №1 наведені на Рис.3.

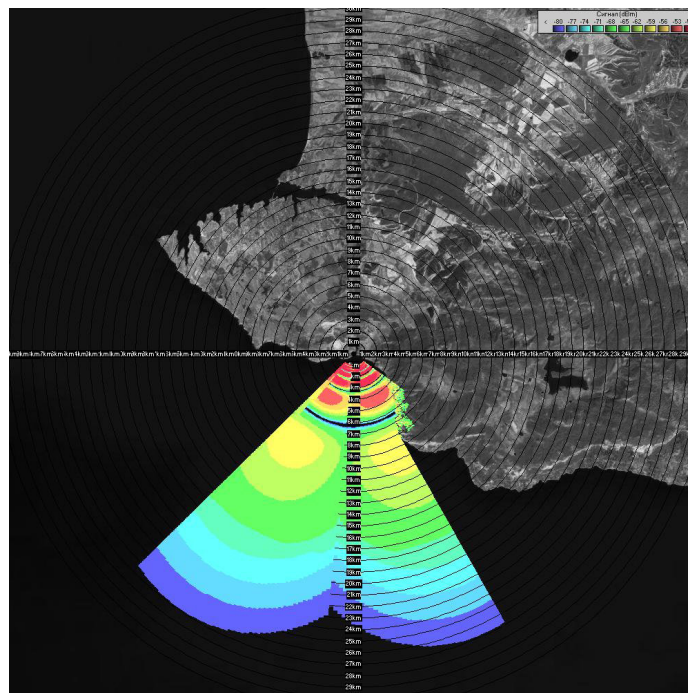


Рис.3 Радіопланування, варіант №1

Результати радіопланування за варіантом №1 показали, що із використанням сегментних антен зі сторони приймачів можна організувати стійкий канал зв'язку в режимі стаціонарного положення приймача на відстані від берега в глибину моря до 25 кілометрів потужністю від – 60 до – 80 Dbm.

Практика показує, що за такого рівня сигналу швидкість передачі даних буде коливатись в межах від 5 до 50 Mbit/s.

Однак на даний момент доступ до відомчої мережі Держприкордонслужби на ПТС „м. Сарич” організовано посередництвом супутникового каналу зв'язку, пропускна здатність якого не перевищує 512 kbit/s, отже для ефективного використання досліджуваної системи зв'язку необхідно організувати швидкісний канал передачі даних „ПТС – відомча мережа”, а його можливо зробити лише під'єднавшись до комутаційного обладнання органу охорони Держприкордонслужби.

Найближчим таким до ПТС „м. Сарич” є Севастопольський ЗМО, швидкість передачі даних всередині внутрішньої мережі якого досягає 100 Mbit/s. Проте пряма видимість між будівлею ЗМО та вишкою ПТС відсутня.

Канал можливо організувати лише за умови, коли перша зона Френеля буде не нижчою за одиницю. Досягти такого результату можливо, якщо антену передавача встановити на щоглі висотою 26 метрів над рівнем будівлі ЗМО, а антену приймача з боку ПТС „м. Сарич” встановити на щоглі висотою 29 метрів, що є матеріально затратним та не ефективним.

В дослідженні запропоновано організувати канал „ЗМО – ПТС” посередництвом високошвидкісного бездротового пристрою з потужністю передавача 26 dBm та вбудованою двополяризаційною антеною з підсиленням 16 dBm і організацією на базі нього ретранслятору, що дозволить забезпечити канал передачі даних між ЗМО та ПТС швидкістю в 100 Mbit/s. Оптимальна робота ретранслятора можлива у разі розташування його в точці з координатами 44°29'52.71 „Пн. ш. та 33°35'54.33”С. д. На рис. 4 та 5 зображено розрахунки зон Френеля для відрізків „ЗМО – ретранслятор” та „ретранслятор – ЗМО”.

Як видно з рисунків, найнижчий Френель (пункт „худший Френель”) в обох напрямках вищий за 1, що свідчить про можливість організації стійкого високошвидкісного каналу передачі даних посередництвом апаратури стандарту IEEE 802.11n.

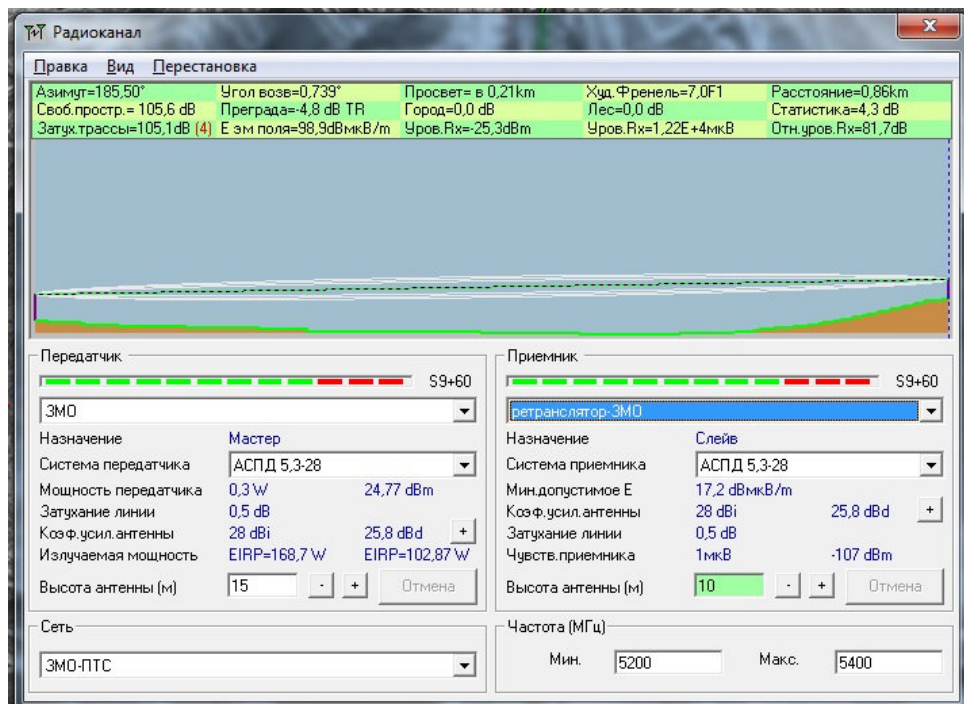


Рис. 4 Радиоканал ЗМО-ретранслятор

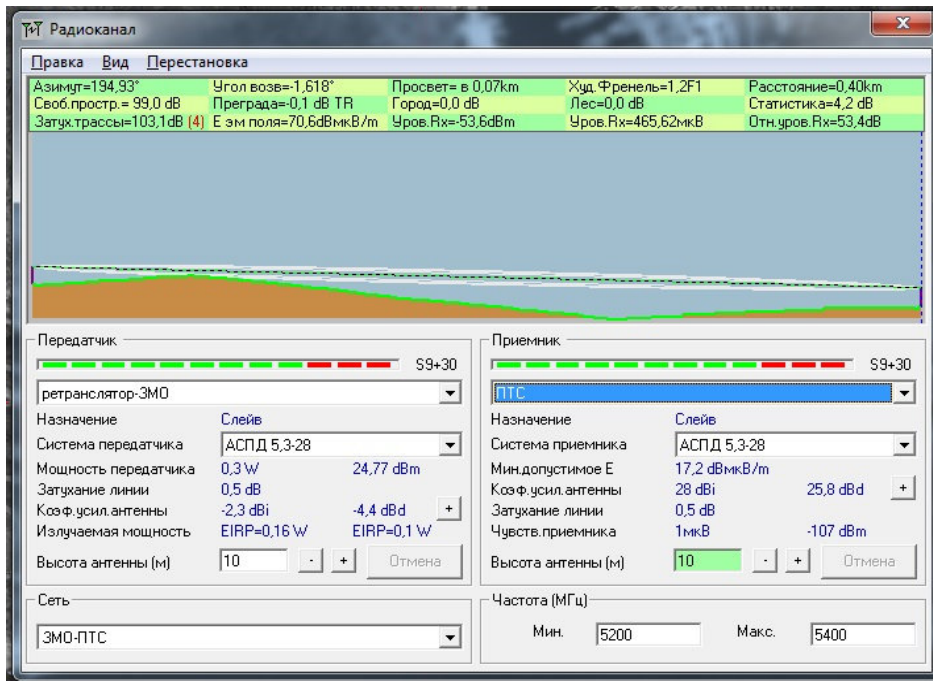


Рис. 5 Радиоканал ретранслятор-ПТС

Висновки. Дослідження показали, що використання у службовій діяльності Wi-Fi технології стандарту 802.11n дозволить організувати надійну, стійку, високошвидкісну бездротову відомчу мережу по всьому узбережжю на відстань в глибину моря до 25 кілометрів, функціонування якої не буде залежати від третіх осіб, що підвищить оперативність взаємодії органів управління з оглядовими групами, МКаМО, ПрКА, тощо.

Організуючи бездротову систему зв'язку в сегменті охорони морського кордону вдалося досягти ще один результат, а саме: розгорнути незалежний канал зв'язку високої швидкості між Севастопольським загonom морської охорони та постом технічного спостереження „м. Сарич”, що дозволить уникнути тих помилок та збоїв в роботі інформаційно-телекомунікаційної системи ПТС, які виникають внаслідок недостатньої швидкості каналу передачі даних існуючої системи зв'язку.

Перспективи подальших досліджень. Надалі планується дослідити можливість організації бездротової системи передачі даних на базі стандарту Wi-Fi технології 802.11n між наземними віддаленими органами охорони кордону за схемою „впс – птс” та „птс – птс”, а також створення інтегрованої бездротової мережі Держприкордонслужби.

Окремо планується приділити увагу новому стандарту IEEE 802.11 ac, який наразі знаходиться на стадії розробки.

Попередньо, даний стандарт працюватиме на частотах 5-6 ГГц і дозволить розширити пропускну спроможність мережі починаючи від 433Mbit/s і до 6,77 Gbit/s на відстані до 100 кілометрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про Державну прикордонну службу України: Закон України від 03.04.2003 № 661-IV/ Офіційний веб-портал України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/661-15>;

2. Інструкція щодо використання малих катерів Морської охорони в органах охорони державного кордону України: наказ Адміністрації Держприкордонслужби України від 10.08.2004 № 603/ Адміністрація Державної прикордонної служби України;

3. Положення про застосування оглядових груп Морської охорони Державної прикордонної служби України під час проведення огляду українських та іноземних

невійськових суден: наказ Адміністрації Держприкордонслужби України від 22.05.2012 № 360/Міністерство юстиції України 18.06.2012 за № 993-21305. – Офіційний веб-портал України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0993-12>;

4. Про організацію супутникового зв'язку Державної прикордонної служби України: розпорядження Адміністрації Державної прикордонної служби України від 14.02.05 № 111/ Адміністрація Державної прикордонної служби України;

5. Програма розвитку телекомунікаційної мережі та інформатизації ДПСУ на період до 2015 року: наказ Адміністрації Державної прикордонної служби України від 05.05.2006 № 326/ Адміністрація Державної прикордонної служби України;

6. Концепція розвитку Державної прикордонної служби України на період до 2015 року: указ Президента України від 19.06.2006 № 546/ Офіційний веб-портал України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/546/2006>.

7. Педжман Рошан. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. Руководство Cisco/ Педжман Рошан, Джонатан Лиэри – С.П. – Издательский дом «Вильямс», 2004. - 304, с. – Cisco Press.

8. Wi-Fi/ Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi> (укр.) - Переглянуто: 22 листопада 2013.

9. Про державний кордон України: Закон України від 04.11.1991 № 1777-ХІІ/ Офіційний веб-портал України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1777-12>.

10. Антена/ Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0> (рос.) – Переглянуто: 24 листопада 2013.