

УДК 004.9

DOI <https://doi.org/10.32689/maup.it.2021.1.2>

**Андрій ДУДНІК**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри мережевих та інтернет технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 60, м. Київ, Україна, індекс 01033

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5725-5942>

**Юрій БОНДАРЕНКО**

аспірант кафедри комп'ютерних мультимедійних технологій, Національний авіаційний університет, просп. Гузара Любомира, 1, м. Київ, Україна, індекс 03058

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-5526>

**Andrey DUDNIK**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Network and Internet Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, 60 Volodymyrska Street, Kyiv, Ukraine, postal code 01601

**Yuriy BONDARENKO**

Post-Graduate Student at the department of Computer Multimedia Technologies, National Aviation University, 1 Husar Lubomyr Avenue, Kyiv, Ukraine, postal code 03058

**Бібліографічний опис статті:** Дуднік А., Бондаренко Ю. Оцінка рівня сигналу безпроводних комп'ютеризованих систем вимірювання механічних величин при сталій відстані у середовищі вогню. *Інформаційні технології та суспільство*. 2021. Вип. 1. С. 19–22. DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2021.1.2>

**Bibliographic description of the article:** Dudnik, A. & Bondarenko, Yu. (2021). Otsinka rivnia syhnalu bezprovodnykh komp'yuteryzovanykh system vymiriuvannya mekhanichnykh velychyn pry stalii vidstani u seredovysyshi vohniu [Evaluation of wireless signal computerized systems of measurement of mechanical quantities at constant distance in medium fire]. *Informatsiini tekhnolohii ta suspilstvo – Information technology and society*, 1, 19–22. DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2021.1.2>

**ОЦІНКА РІВНЯ СИГНАЛУ БЕЗПРОВІДНИХ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН ПРИ СТАЛІЙ ВІДСТАНІ У СЕРЕДОВИЩІ ВОГНЮ**

**Анотація.** Інтерес до дослідження поширення електромагнітних хвиль в лісових масивах традиційно залишається великий, особливо в останні роки. Значну актуальність такі дослідження набули з розвитком технології передачі сигналу стандарту IEEE802.11, що працює на частоті 2,4 і 5 ГГц. Це пов'язано з тим, що лісові пожежі завдають колосальних екологічних та економічних втрат в усьому світі і, зокрема, в Україні.

Розглядаються питання оцінки потужності і якості передачі радіохвиль стандарту IEEE 802.11 в частотному діапазоні 2,4 ГГц в нормальних умовах поширення, а також в умовах розсіювання і поглинання при безпосередньому проходженні радіохвиль через лісовий масив. Показано вплив полум'я на потужність радіосигналу. Складено графіки залежностей потужності радіосигналу з урахуванням перешкод.

**Ключові слова:** вогонь, задимленість, безпроводна мережа, відстань, рівень сигналу, якість сигналу.

**EVALUATION OF WIRELESS SIGNAL COMPUTERIZED SYSTEMS OF MEASUREMENT OF MECHANICAL QUANTITIES AT CONSTANT DISTANCE IN MEDIUM FIRE**

**Abstract.** Interest in the study of the propagation of electromagnetic waves in forest massifs has traditionally remained great, especially in recent years. Significant relevance of such studies acquired with the development of technology for the transmission of a radio signal standard IEEE802.11, operating at a frequency of 2.4 and 5 GHz. This is due to the fact that forest fires cause colossal environmental and economic losses throughout the world and, in particular, in Ukraine.

The questions of estimation of power and quality of transmission of radio waves of the standard IEEE 802.11 in the frequency range of 2.4 GHz under normal propagation conditions, as well as in the conditions of scattering and absorption in the direct passage of radio waves through the forest array are considered. The influence of a flame on the power of a radio signal is shown. Charts of dependencies of radio signal strength are made taking into account obstacles.

**Key words:** fire, smoke, wireless network, distance, signal level, signal quality.

**Постановка задачі.** В 1993 и 1998 роках в Ялтинському горно-лісному природному заповіднику виникли великі пожежі з знищенням лісу площею 459 і 107 га відповідно [1]. В 2012 році на території України на протязі пожежонебезпечного періоду з квітня по жовтень 1990 року відбулися лісові пожежі на загальну площу 3500 га, а в 2013 році – 806 лісових пожеж на площі 220 га [2]. Застосування IEEE 802.11 дає можливість швидкої передачі інформації в реальному режимі часі таких, як відео, фото, біометричні дані співробітників аварійно-відновлення підрозділів, їх розташування в зоні ліквідації надзвичайної ситуації. Суттєвий вплив на умови поширення радіохвиль і на роботу всього радіозв'язку в лісі в цілому має рослинність і ґрунтоволокнисті настили. Радіохвилі, проходячи через лісові масиви, мають властивість розсіюватися і поглинатися. Так, як при цьому рівень випромінювання зменшується, то даний спосіб розповсюдження ефективний на невеликих дистанціях. Дослідження ослаблення радіохвиль лісовими покривами є предметом інтенсивного вивчення спеціалістів з різних країн. Ці дослідження допоможуть проаналізувати вплив лісу на якість радіозв'язку в цілому, що впливає на визначення відстані між об'єктами в лісі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних джерел показує, що поширенням радіохвиль в лісовому масиві займалися велика кількість провідних вчених. Перші дослідження в області поширення радіохвиль в лісовому масиві проводилися в сорокових роках двадцятого століття, при цьому було відмічено, що рівень сигналу на відкритій місцевості більше, ніж в лісі [3]. У сучасному світі, в роботі [4] були представлені результати експериментальних досліджень впливу видових і структурних властивостей лісової рослинності на особливості поширення в ній електромагнітних хвиль в метровому діапазоні.

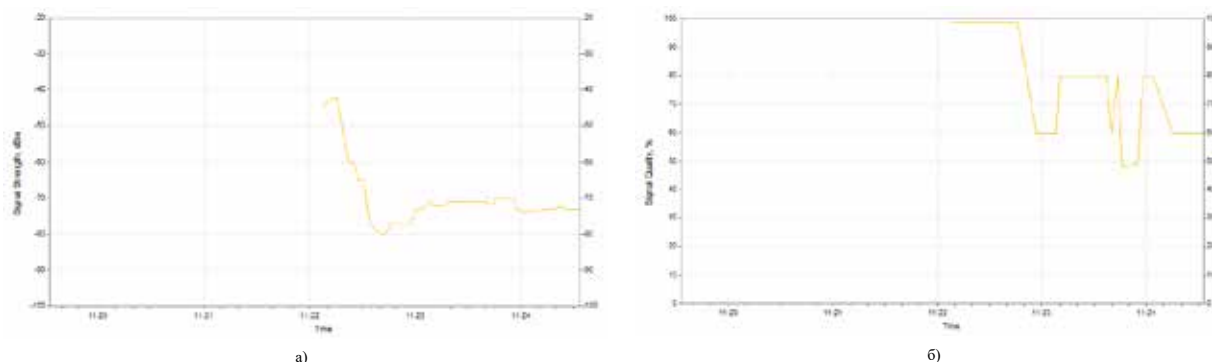
У науковій статті [5] описуються результати експериментів, які показують істотну відмінність у зміні спектрів імпульсних сигналів при поширенні в різних типах лісової рослинності.

У статті [6] показані експериментальні дані по ослабленню потужності радіохвиль кронами окремих дерев, а також залежно погонного ослаблення на вертикальній і горизонтальній поляризаціях для хвойних і листяних дерев в діапазоні частот 0,476 – 2,4 ГГц.

В роботі [7] проведено огляд електродинамічних моделей і методів аналізу поширення радіохвиль в лісових масивах при різних частотах і відстанях. В [8] наведені дані по ослабленню потужності радіохвиль при імітації лісової пожежі в лабораторних умовах, при цьому на полум'я пальника сипали солі металів, емітуючи цим горіння листя в лісі, яке містить дуги.

**Основний матеріал.** Експеримент проводився на лісовій галявині на відстані між пристроями 5715 мм. Використовувались радіохвилі стандарту IEEE 802.11 в частотному діапазоні 2,4 ГГц.

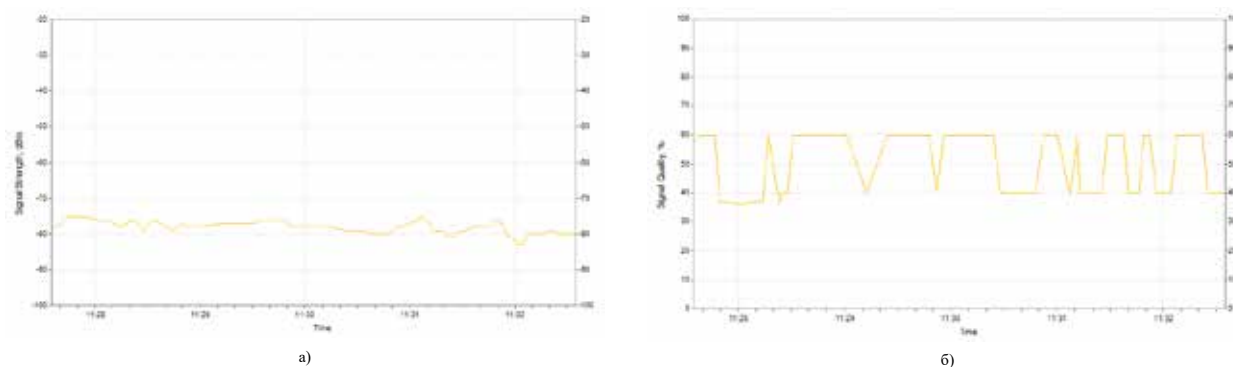
На початку дослідження були отримані дані параметрів радіопередачі без застосування полум'я, що зображені на рис. 1 а та б.



**Рис 1. Параметри передачі безпроводної мережі до використання полум'я:**  
а) рівень сигналу, б) якість сигналу

З графіків видно, що у середньому рівень сигналу складає  $-73$  dBm, а якість – 60%.

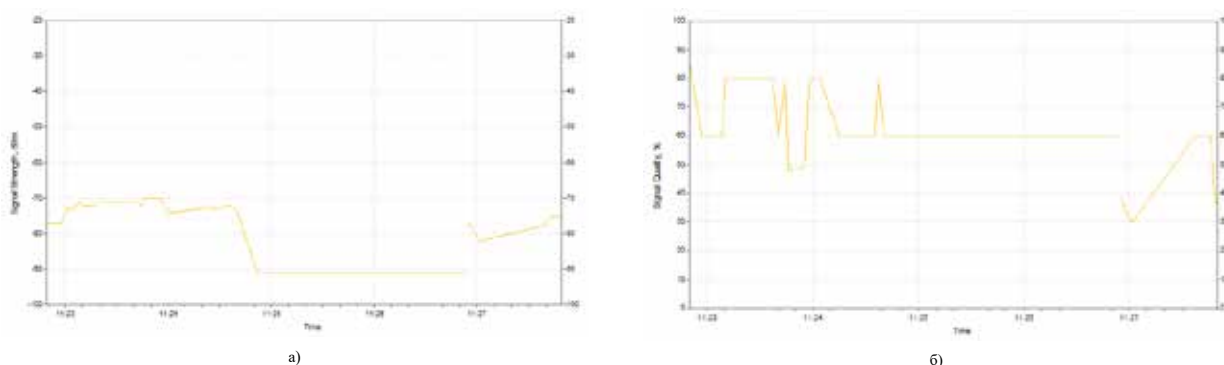
Далі були отримані дані на початку горіння вогнища, що було розпалене між пристроями, що зображені на рис. 2 а та б.



**Рис 2. Параметри передачі безпроводної мережі на початку горіння вогнища:  
а) рівень сигналу, б) якість сигналу**

З графіків видно, що у середньому рівень сигналу складає -80 dBm, а якість – 40%.

Далі були отримані дані на стадії задимлення вогнища, що було розпалене між пристроями, що зображені на рис. 3 а та б.



**Рис 3. Параметри передачі безпроводної мережі на стадії задимлення вогнища:  
а) рівень сигналу, б) якість сигналу**

З графіків видно, що у середньому рівень сигналу складає -75 dBm, а якість – 37%.

**Висновки та рекомендації.** З проведених досліджень видно, що виникнення пожежі може суттєво вплинути на параметри передачі сигналу у лісовій місцевості, адже найкращі показники сигналу були зафіксовані до розпалювання вогнища.

У подальших дослідженнях будуть детально проаналізовані дані цього дослідження. Будуть враховані показники похибок, які вносять полум'я у процес вимірювання відстані між об'єктами. Також будуть проаналізовані графічні характеристики не тільки рівня і якості сигналу, але і інших його параметрів.

#### Список використаних джерел:

1. Охрана лесов от пожаров: Официальный сайт Государственного комитета по лесному и охотничьему хозяйству АР Крым. URL: <http://rescomles.nnmgr.net/rus/index.php?v=5&tek=16par=5>.
2. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році. Київ : УНДЦЗ, 2014. 542 с.
3. Доржиев Б.Ч. Электродинамические свойства лесных сред в диапазоне ультракоротких волн : автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук : 01.04.03 «Радиофизика». Т. 1993. 19 с.
4. Басанов Б.В., Ветлужский А.Ю., Калашников В.П. Метод определения эффективной диэлектрической проницаемости лесного полога. *Радиоэлектроника*. 2010. № 4.
5. Ветлужский А.Ю., Калашников В.П. Широкополосное радиопросвечивание растительных покровов лесной поверхности. *Вестник СибГАУ*. 2013. № 5. С. 126–128.
6. Гранков А.Г., Дьяконова О.А., Мильшин А.А., Чухланцев А.А., Язерян Ж.Г. Экспериментальные спектральные зависимости погонного ослабления радиоволн деревьями в ДМ диапазоне. *Труды LVIX научной сессии, посвящ. Дню радио*, т. 1 (Москва, 19-20 мая 2004 г.) Москва : РНТО РЭС им. А.С. Попова, 2004. С. 149–151.

7. Пермяков В.А. Электродинамические модели распространения радиоволн в лесу. II Всероссийские Арmandовские. Радиofизические методы в дистанционном зондировании Сред. Матер. V Всерос. научной конф. (Муром, 26-28 июня 2012 г.). Муром : МИ ВлГУ, 2012. С. 264–270. URL: [http://www.mivlgu.ru/conf/armand2012/pdf/S2\\_17.pdf](http://www.mivlgu.ru/conf/armand2012/pdf/S2_17.pdf).

8. Dissanayake C.M. Dept. of Civil & Environ. Eng., Univ. of Melbourne, Parkville, VIC, Australia. The signal propagation effects on IEEE 802.15.4 radio link in fire environment. C.M. Dissanayake, M.N. Halgamuge, K. Ramamohanarao, B. Moran, P. Farrell. Information and Automation for Sustainability (ICIAFs), 2010 5th International Conference on. Date 17–19 Dec. 2010. Colombo, Sri-Lanka. P. 411–414.

#### References:

1. Okhrana lesov ot pozharov: Ofitsial'nyy sayt Gosudarstvennogo komiteta po lesnomu i okhotnich'emu khozyaystvu AR Krym [Protection of forests from fires: Official site of the State Committee for Forestry and Hunting of the Autonomous Republic of Crimea]. Retrieved from: <http://rescomles.nnmgr.net/rus/index.php?v=5&tek=16par=5> [in Russian].

2. Natsionalna dopovid pro stan tekhnohennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini u 2013 rotsi [National report on the state of man-made and natural security in Ukraine in 2013] (2014). Kyiv: UNDICZ, 542 p. [in Ukrainian].

3. Dorzhiev, B.Ch. (1993). Elektrodinamicheskie svoystva lesnykh sred v diapazone ul'trakorotkikh voln [Electrodynamic properties of forest media in the range of ultrashort waves]. *Extended abstract of candidate's thesis*, 19 p. [in Russian].

4. Basanov, B.V., Vetluzhskiy, A.Yu., Kalashnikov, V.P. (2010). Metod opredeleniya effektivnoy dielektricheskoy pronitsaemosti lesnogo pologa. Method for determining the effective dielectric constant of the forest canopy. *Radioelektronika – Radioelectronics*. № 4. [in Russian].

5. Vetluzhskiy, A.Yu., Kalashnikov, V.P. (2013). Shirokopolosnoe radioprosvechivanie rastitel'nykh pokrovov lesnoy poverkhnosti. [Broadband radio scanning of forest surface vegetation]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta – Bulletin of the Siberian State Aerospace University*. № 5. P. 126–128 [in Russian].

6. Grankov, A.G., D'yakonova, O.A., Mil'shin, A.A., Chukhlantsev, A.A., Yazeryan, Zh.G. (2004). Eksperimental'nye spektral'nye zavisimosti pogonnogo oslableniya radiovoln derev'yami v DM diapazone [Experimental spectral dependences of the linear attenuation of radio waves by trees in the DM range]. *Proceedings of the LVIX Scientific Session, dedicated to Radio Day*. (Moscow, May 19-20, 2004). Moscow. P. 149–151 [in Russian].

7. Permyakov, V.A. (2012). Elektrodinamicheskie modeli rasprostraneniya radiovoln v lesu. II Vserossiyskie Armandovskie. Radiofizicheskie metody v distantsionnom zondirovanii sred [Electrodynamic models of radio wave propagation in the forest. II All-Russian Armandovsky. Radiophysical methods in remote sensing of media]. *Materials of the V All-Russian Scientific Conference* (Mуром, June 26–28, 2012). Муром. P. 264–270. Retrieved from: [http://www.mivlgu.ru/conf/armand2012/pdf/S2\\_17.pdf](http://www.mivlgu.ru/conf/armand2012/pdf/S2_17.pdf) [in Russian].

8. Dissanayake C.M. Dept. of Civil & Environ. Eng., Univ. of Melbourne, Parkville, VIC, Australia. The signal propagation effects on IEEE 802.15.4 radio link in fire environment. C.M. Dissanayake, M.N. Halgamuge, K. Ramamohanarao, B. Moran, P. Farrell. Information and Automation for Sustainability (ICIAFs), 2010 5th International Conference on. Date 17–19 Dec. 2010. Colombo, Sri-Lanka. P. 411–414. [in English].