

УДК 621.39

Олещенко Л. М.; Мошенський А. О., к.т.н.

(Національний університет харчових технологій, +380 (95) 5691293, +380 (63) 3024213, olm-86@mail.ru)

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗОНИ ПОКРИТТЯ УКХ РАДІОКАНАЛУ ДЛЯ ЗВ'ЯЗКУ ДИСПЕТЧЕРА АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА З ВОДІЯМИ РУХОМОГО СКЛАДУ

Олещенко Л. М., Мошенський А. О. Експериментальне дослідження зони покриття УКХ радіоканалу для зв'язку диспетчера автотранспортного підприємства з водіями рухомого складу. Чернігівська область характеризується зменшенням чисельності населення. У даному регіоні рухливість населення має тенденцію до зростання внаслідок збільшення рівня безробіття. Інформаційне забезпечення та прогнозування пасажирсько-транспортних взаємодій між територіями регіону необхідні для ефективного використання рухомого складу та покращення якості транспортних послуг. Для вдосконалення системи комунікації учасників пасажирсько-транспортної взаємодії на маршрутах Чернігівської області необхідний зв'язок між диспетчером та водіями рухомого складу автотранспортного підприємства. Існуюча мережа зв'язку покриває не усі зони транспортного обслуговування у регіоні. У статті описана методика експериментального дослідження можливості створення радіопокриття ділянок регіону, не покритих мережею існуючого стільникового зв'язку. Здійснено експериментальне доведення можливості побудови запропонованої системи УКХ-зв'язку. Центральну базову радіостанцію запропоновано розташувати на кордоні області – у м. Вишгород.

**Ключові слова:** дослід, міжміські пасажирські перевезення, транспортний засіб, водій, диспетчер, автотранспортне підприємство, УКХ, радіозв'язок, антена, потужність, загасання, UT4UUL

Олещенко Л. М., Мошенський А. А. Экспериментальное исследование зоны покрытия УКВ радиоканала для связи диспетчера автотранспортного предприятия с водителями подвижного состава. Черниговская область характеризуется уменьшением численности населения. В данном регионе подвижность населения имеет тенденцию к росту в результате увеличения уровня безработицы. Информационное обеспечение и прогнозирование пассажирско-транспортных взаимодействий между территориями региона необходимы для эффективного использования подвижного состава и улучшения качества транспортных услуг. Для совершенствования системы коммуникации участников пассажирско-транспортного взаимодействия на маршрутах Черниговской области необходимая связь между диспетчером и водителями подвижного состава автотранспортного предприятия. Существующая сеть связи покрывает не все зоны транспортного обслуживания в регионе. В статье описана методика экспериментального исследования возможности создания радиопокрытия участков региона, не покрытых сетью существующей сотовой связи. Осуществлено экспериментальное доказательство возможности построения предложенной системы УКВ-связи. Центральную базовую радиостанцию предложено расположить на границе области – в г. Вишгород.

**Ключевые слова:** опыт, межгородские пассажирские перевозки, транспортное средство, водитель, диспетчер, автотранспортное предприятие, УКВ, радиосвязь, антенна, мощность, затухание, UT4UUL

Oleshchenko L. M., Moshensky A. O. Experimental study area of VHF radio channel for communication of the manager of motor transportation enterprise with drivers of a rolling stock. The Chernihiv area is characterized by reduction of population. In this region mobility of the population tends to growth as a result of increase in unemployment rate. Information support and forecasting of passenger and transport interactions between territories of the region are necessary for effective use of a rolling stock and improvement of quality of transport services. For improvement of system of communication of participants of passenger and transport interaction on routes of the Chernihiv area necessary communication between the manager and drivers of a rolling stock of the motor transportation enterprise. The existing communication network covers not all zones of transport service in the region. In article the technique of a pilot study of possibility of creation of a radio covering of sites of the region which hasn't been covered with a network of existing cellular communication is described. The experimental proof of possibility of creation of the offered system of VHF-communication is carried out. It is offered to arrange the central basic radio station on area border – in Vishgorod.

**Keywords:** experience, long-distance passenger traffic, vehicle, driver, manager, motor transportation enterprise, VHF, radio communication, antenna, power, attenuation, UT4UUL

**Вступ. Постановка проблеми.** При дослідженні міжміських пасажирських перевезень в Чернігівській області було виявлено проблему відсутності обміну даними між водіями транспортних засобів (ТЗ) та диспетчерами автотранспортних підприємств (АТП) [1, 2]. Продаж квитків з автостанції на місця в автобусі, які заповнює водій у процесі руху ТЗ малонаселеними пунктами, зумовлює виникнення конфліктів між пасажирами та, відповідно, погіршує якість їх обслуговування. Працівники ДАІ обов'язково реагують на факти, коли в салонах автобусів міжміських маршрутів їдуть стоячі пасажири, сума штрафу за це становить від 170 до 255 гривень [3]. Якщо на місцевих маршрутах дозволено перевозити

стоячих пасажирів, то на міжміських це робити заборонено. При цьому перевізник може втратити не лише маршрут обслуговування, але й при двократному порушенні не отримати ліцензію на перевезення.

У попередніх дослідженнях [2] було розглянуто питання про можливість впровадження комп'ютерної системи комунікації з використанням бездротової мережі, VPN та мережі стільникового зв'язку «Інтертелеком» для покращення якості обслуговування пасажирів АТП Чернігівщини. Мережа «Інтертелеком» не повністю покриває регіон, залишаючи «білі плями», не охоплені зв'язком. Для встановлення надійного зв'язку було проаналізовано рельєф місцевості. Найбільш ефективним та дешевим типом зв'язку для охоплення “білих плям” у вибраній мережі покриття було визначено прямий УКХ- радіозв'язок з використанням стандартного малопотужного ЧМ устаткування.

**Мета статті** полягає у розробці методики та експериментальній перевірці можливості застосування УКХ-радіозв'язку у систему комунікації між учасниками пасажирсько-транспортного процесу на міжміських маршрутах Чернігівської області для покращення якості обслуговування пасажирів.

**Вибір типу комунікації між водіями та диспетчером АТП.** Чернігівська область є особливим регіоном, оскільки має найскладнішу демографічну ситуацію в Україні – стрімке зменшення чисельності населення та старіння районів. Рухливість населення у даному регіоні змінюється нерівномірно і останнім часом помітно зростає. Інформаційне забезпечення та прогнозування пасажирсько-транспортних взаємодій між територіями регіону необхідні для ефективного використання рухомого складу та покращення якості надання транспортних послуг [4, 5]. Вирішити проблему відсутності технології обміну даними між водієм ТЗ на міжміському маршруті регіону та диспетчером АТП з урахуванням відсутності сталого бюджетного фінансування можливо за умови використання найбільш дешевого типу зв'язку, а саме УКХ-радіозв'язку. Використання, наприклад, супутникового зв'язку є дуже дорогим за рахунок встановлення спеціального технічного оснащення для ТЗ.

**Методика проведення експерименту.** З урахуванням неточності карт висот місцевості (Рис. 1) та відсутності достовірних даних щодо зелених насаджень вздовж запропонованих радіотрас, виникла необхідність в експериментальному дослідженні зв'язку в реальних умовах. Даний експеримент також спрямований на вибір оптимального розташування устаткування, типу, орієнтації антен та виявлення особливостей технічних засобів. Для цього авторами було визначено діаграму спрямованості власної антени; проведено УКХ-радіозв'язки з радіоаматорами Чернігівщини і при кожному з зв'язків зафіксовано рівень власного сигналу у віддаленій точці прийому та рівень сигналу кореспондента, отримано дані про апаратуру та антени кореспондентів.

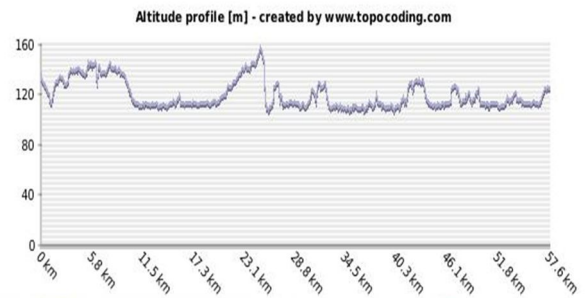
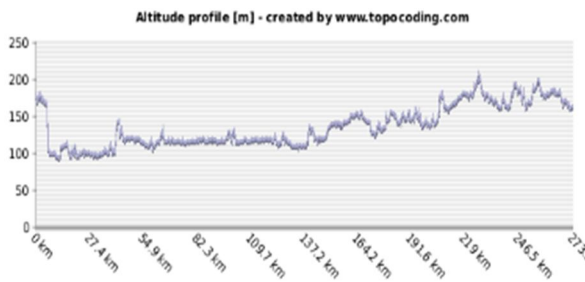
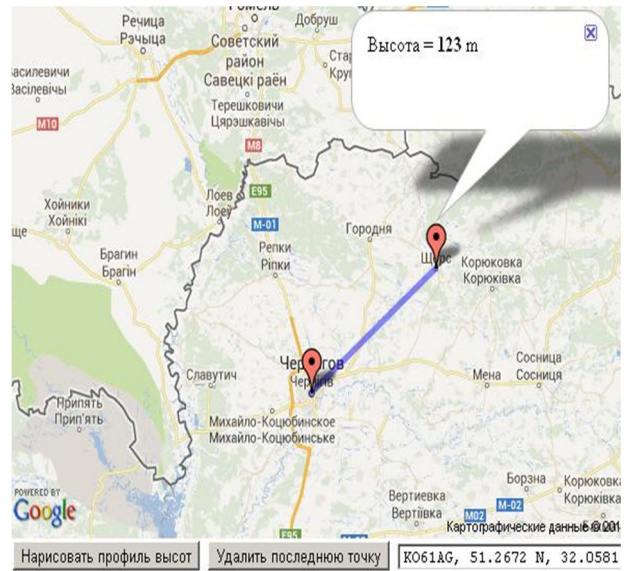
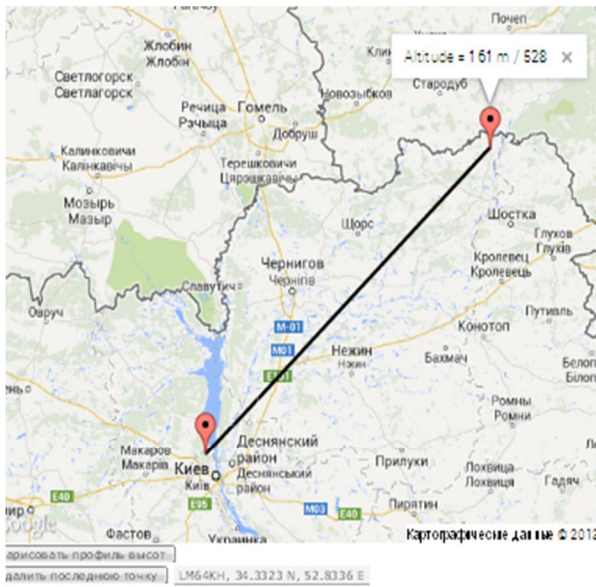
Для мінімізації похибки дослідження слід коректно вибрати своє місце розташування, мати високоякісний трансівер, знати специфіку роботи в ефірі. У даному дослідженні автори обрали найвищу точку місцевості, встановлення базової радіостанції на якій дозволило б покрити зв'язком найбільш складні ділянки Чернігівщини, що входять у “білі плями” обраної мережі стільникового зв'язку. Це місто Вишгород, координати 50° 35' N, 30° 29' E, висота 161 м. Напрямок антени на вибране місто регіону встановлюється за допомогою азимутальної карти (Рис. 2).

Загасання сигналу (коефіцієнт ослаблення середовища)  $V$  визначаємо за формулою [8]:

$$V = P_2 - P_1 + G_1 + G_2 \quad (1)$$

де  $P_1$  – потужність передавача;  $P_2$  – потужність приймача (сила сигналу на антенних зажимах приймача);  $G_1$  і  $G_2$  – коефіцієнти підсилення антен передавача і приймача, відповідно.

Для проведення дослідження автором Олещенко Л. М. отримано ліцензію №АС-80-0029081, відповідно до якої стало можливим проведення сеансів зв'язку в УКХ діапазонах, суміжних до професійних. Сеанси зв'язку з радіоаматорами досліджуваного регіону було проведено 15 лютого 2014 р. з м.Вишгород, локація кореспондентів наведена на мапі Рис. 3.



а) Вишгород-Новгород-Сіверський

б) Чернігів-Щорс

Рис. 1. Карти висот для встановлення можливості радіозв'язку між містами [6]



Рис. 2. Азимутальна карта для визначення напрямку антени з м. Вишгород [7]



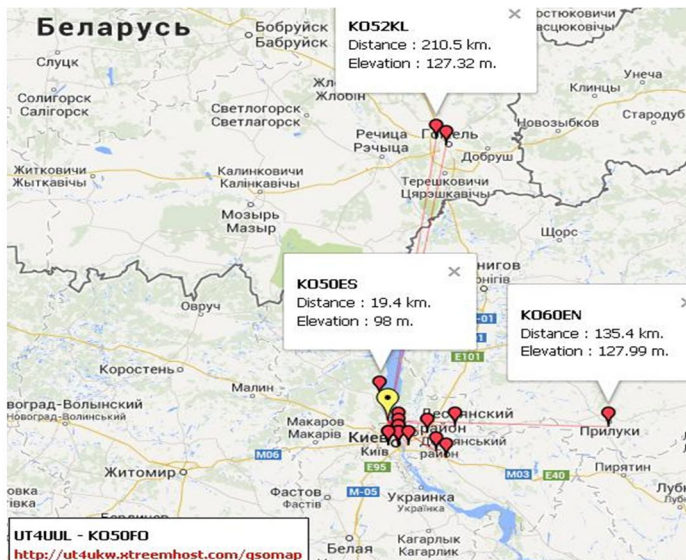


Рис. 3. Проведені сеанси УКХ-радіозв'язку з м. Вишгород з радіоаматорами прилеглих територій (Чернігівська, Київська області та м. Гомель)

горизонтальній площині із незначними рівномірностями при використанні противаг у кількості 3 штук.

Модель антени методом моментів з урахуванням матеріалу, висоти щогли та комплексних провідностей ґрунту обраховано з використанням ядра MININEC у пакеті MMANA [13, 14]. На основі проведеного експерименту отримано моделі розподілу струму випромінювача та противаг (Рис. 4), діаграму спрямованості за азимутом та елевацією (Рис. 5) та тривимірну діаграму спрямованості досліджуваних антен з підсвіченим зенітним кутом випромінювання з елевацією 3 градуси (Рис. 6).

Аналогічно обраховані моделі антен кореспондентів.

Сторінку апаратного журналу з 19-ма сеансами зв'язку наведено нижче. Формат журналу DAT. В рядку записано: діапазон хвиль, модуляція, дата, міжнародний час, номер сеансу, позивний сигнал кореспондента, оцінки прийнята і надана сили сигналу, ім'я оператора та квадрат за локатором.

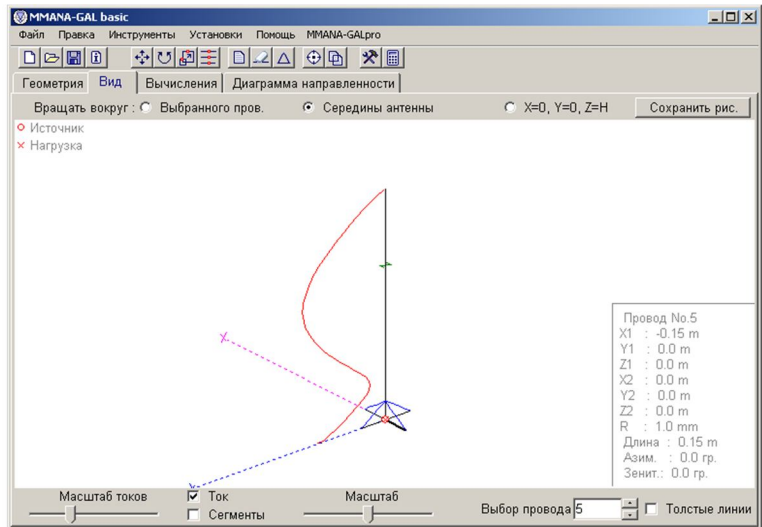


Рис. 4. Розподіл струму випромінювача та противаг

Band	Date	Time	QSO#	Call worked	Sent	Rcvd	Name	Qth	Pts
2FM	15-Feb-14	16:06	1	UT5UQX	59	59	SERGE	KO50GK	1
2FM	15-Feb-14	16:08	2	UZ0RZ	59	57	EDUARD	KO60EN	1
2FM	15-Feb-14	16:09	3	UT5USV	59	59	VLAD	KO50FK	1
2FM	15-Feb-14	16:11	4	UT2UW	59	59	SERGE	KO50MN	1
2FM	15-Feb-14	16:19	5	UR4UHE	59	59	IGOR	KO50ES	1
2FM	15-Feb-14	16:19	6	EO0U	59	59	IGOR	KO50ES	1
2FM	15-Feb-14	16:21	7	UT4UFL	59	59	ANATOLY	KO50GN	1

2FM	15-Feb-14	16:22	8	UT7UK	59	59	SERGE	KO50GH	1
2FM	15-Feb-14	16:28	9	UR3VCV/A	59	59	YURI	KO50GL	1
2FM	15-Feb-14	16:33	10	EW8IG	55	54	MAX	KO52LK	1
2FM	15-Feb-14	16:50	11	US6UQ	59	59	VICTOR	KO50JM	1
2FM	15-Feb-14	16:52	12	UR5UEG	59	59	OLEG	KO50LI	1
2FM	15-Feb-14	17:29	13	EW8OK	53	58	IVAN	KO52KL	1
2FM	15-Feb-14	17:44	14	UR3UX	59	59	VLAD	KO50KJ	1
2FM	15-Feb-14	17:55	15	UT4UGB/M	59	54	PAVEL	KO50GM	1
2FM	15-Feb-14	18:05	16	UT4UDT	59	59	ARSEN	KO50GK	1
2FM	15-Feb-14	18:08	17	UT4UEF	59	59	IGOR	KO50HK	1
2FM	15-Feb-14	19:02	18	UT4UKV	59	59	KATE	KO50FK	1
2FM	15-Feb-14	19:17	19	UT4UAQ	59	59	MISHA	KO50GM	1

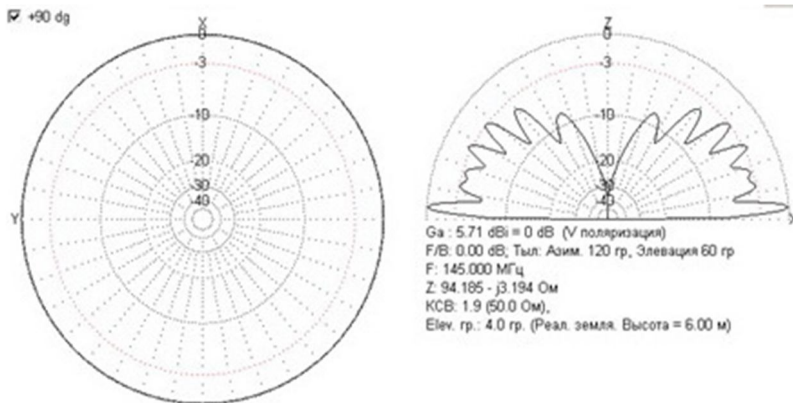


Рис. 5. Діаграма спрямованості за азимутом та елевацією

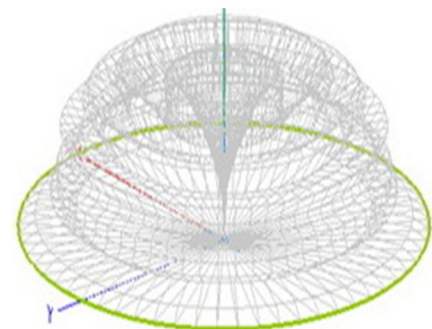


Рис. 6. Тривимірна діаграма спрямованості

Особливу увагу звернімо на зв'язки №2, 10, 13, траси, відповідно, наведено на мапі Рис. 3. Другий зв'язок з АРС, позивний UZ0RZ (пан Едуард), м. Прилуки, що межують з однією із "білих плям", пройшов з надвисоким рівнем сигналу при відстані 135 км. Може навіть виникнути помилкове бажання щодо можливості зменшення енергетики кореспондентів. Десятий та тринадцяті сеанси ще цікавіші, саме вони доводять правильність міркувань авторів. Зв'язки з АРС EW8IG (пан Максим), та EW8OK (пан Іван), з Республіки Білорусь передмістя Гомелю: радіотраса за профілем важча, ніж траса на м. Щорс Чернігівської області. Важча за найважчу трасу з частковим затемненням прямої видимості – з урахуванням радіуса Землі 8500 км при обрахунку рефракції. Оцінки сили сигналу в обидва кінці не такі оптимістичні (RS 53-55), як при роботі в радіусі перших 150 км. Загасання на цій найважчій радіо трасі за обрахунком (1) згідно результатів дослідження *доходить до 170-180 дБ*. Для перекриття такої траси необхідним і достатнім устаткуванням, рекомендованим авторами, є комплект на базі так званого Prof устаткування Icom, діапазон частот *136-174 МГц*. Не заперечуємо надійну роботу Icom Code 5. *Потужність 20 Ватт* вистачить з запасом на загасання при гідро метеорах. 50 Ватт версії покриють навіть загасання при неохайному використанні АФП. Чутливість приймача вважатимемо за *чутливість SQL на рівні 0,2 мКв*.

**Рекомендації щодо антенно-фідерних систем.** Почнемо з базової станції, або, якщо виникне така необхідність, з ретранслятору. Виходячи з моделювання та натурних дослідів авторів, рекомендуємо не більше як *триелементний хвильовий канал, фіксований за азимутом 40 градусів на щоглі щонайменше 6 м*. При використанні довших антен виникає необхідність їх керування за азимутом, що є незручним. Для рухомого кореспондента рекомендовані *5/8 на магнітній основі*. Антена фіксується на даху авто. Загасання в фідерних лініях за таких частот і висот щогл не викликає питань, але порекомендувати на базовій

станції RG-8 а на мобільній h-155 фідер не завадить з суперпозиції техніко-економічних міркувань.

**Висновки.** Таким чином, здійснено експериментальне доведення можливості побудови запропонованої системи УКХ-зв'язку із розташуванням центральної базової радіостанції, або навіть ретранслятора поза межами Чернігівської області з урахуванням складного рельєфу та технічних складностей ЕМС при роботі з Чернігівської телевежі. Це дозволяє знизити витрати на розгортання системи та використати природний рельєф місцевості Київських круч. Отримані результати дають змогу оцінити тип і вартість технічного забезпечення для встановлення обміну даними між водіями автобусів та диспетчерами АТП. Квитанції, що є підтвердженням проведених сеансів зв'язку даного дослідження, отримані через QSL Вуго у м. Києві.

### **Література**

1. Олещенко Л. М. Основні принципи використання комп'ютерних систем в задачах транспортної логістики / Л. М. Олещенко // Проблеми підготовки професійних кадрів з логістики в умовах глобального конкурентного середовища: XI МНПК, 25-26 жовтня 2013 р. – К.: НАУ, 2013. – С. 387-390.
2. Олещенко Л. М. Комп'ютерні мережі комунікації учасників пасажирсько-транспортного процесу / Л. М. Олещенко, А. О. Мошенський // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2014. – №1(29). – С.47-52.
3. Міжміські автобуси їдуть перевантажені [Електронний ресурс] // – Режим доступу: [http://vidido.ua/index.php/pogliad/article/mizhmis\\_ki\\_avtobusi\\_idut\\_perevantazheni/](http://vidido.ua/index.php/pogliad/article/mizhmis_ki_avtobusi_idut_perevantazheni/)
4. Олещенко Л. М. Демографічна ситуація та рухливість населення в Чернігівській області / Л. М. Олещенко // Проблеми системного підходу в економіці: зб. наук. праць. – К.: НАУ. – 2012. – Вип. 41. – С. 97-104.
5. Олещенко Л. М. Геоінформаційна модель пасажирсько-транспортної взаємодії мегаполіса з прилеглими територіями / Л. М. Олещенко, О. О. Железняк // АВІА-2013 : XI Міжнародна науково-технічна конференція, 21-23 травня 2013 р. – Київ: НАУ, 2013. – С. 275-278.
6. Карта для определения высоты местности и профиля высот // [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <http://vhfdx.at.ua/index/0-6/>
7. Как сделать свою азимутальную карту // [Електронний ресурс] // – Режим доступу: [http://ra0lh.ucoz.ru/dir/dx\\_sajty/kak\\_sdelat\\_svoju\\_azimutalnuju\\_kartu/6-1-0-10](http://ra0lh.ucoz.ru/dir/dx_sajty/kak_sdelat_svoju_azimutalnuju_kartu/6-1-0-10)
8. Мошенський А. О. Дослідження умов радіозв'язку гекто- та декаметрового діапазону на основі статистичної обробки даних аматорських змагань / А. О. Мошенський // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2012. – №1(21). – С.39-43.
9. Yaesu. The radio // [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <http://www.Yaesu.com>
10. Антенны УКВ и КВ // [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <http://www.DL2KQ.DE>
11. Новые модели автомобильных антенн // [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <http://www.Anli.ru>
12. Nagoya NA-701 BNC Dual Band Antenna Product Reviews // [Електронний ресурс] // – Режим доступу: <http://www.Nagoya.com.tw>
13. Мошенський А. О. Методика отримання експериментальних даних поширення радіохвиль на іоносферних радіотрасах / А. О. Мошенський, А. О. Кабанець, В. В. Пілінський // Технічна електродинаміка : тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки, част. 7». – К.: 2006. – С.125-128.
14. Мошенський А. О. Прогнозування умов радіозв'язку на основі комп'ютерної обробки результатів спостережень / А. О. Мошенський // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2011. – №2(18). – С.69-75.