

## უსადენო სისტემების დაყოფა გადაცემული ინფორმაციის ტიპის მიხედვით

მარინა ქურდაძე, ბექა გაბუნაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

გადაცემული ინფორმაციის ტიპის მიხედვით უსადენო სისტემების დაყოფის კვლევის მიზანს წარმოადგენს, რომ განხილულ იქნას ყველა სტანდარტი და შეირჩეს დაყოფილი სეგმენტები, რომლებიც გააუმჯობესებს ქსელის მწარმოებლურობას და შეამცირებს ტრაფიკს. განხილულია უსადენო ქსელებში გამოყენებული ტექნოლოგიები, რომლებიც დაფუძნებულია რადიოტალღებისა და ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებაზე. განხილული ტექნოლოგიები ნათელს მოჰყვენს უსაფრთხოების რისკებს სატელეკომუნიკაციო სისტემებში.

**საკვანძო სიტყვები:** უსადენო ლოკალური ქსელი (WLAN). უსადენო პერსონალური ქსელი (WPAN). VSAT (very small aperture terminals). ACTS (Advanced Communication Technology Satellite). მულტიპლექსირების მეთოდი (FDM).

### 1. შესავალი

თანამედროვე პირობებში სწრაფად ვითარდება ტელეკომუნიკაციის ინდუსტრიის მოწყობილობანი და მომსახურება ინფორმაციის გადაცემის უსადენო ქსელებისათვის. უსადენო გადაცემის მოწყობილობების ფართო სპექტრია ლოკალური ქსელისათვის (Bluetooth, Home RF, VWB), აგრეთვე გლობალური ქსელისათვის და კომპიუტერული ქსელის აგებისათვის (Wi-Fi, WiMaX, DECT, GSM).

უსადენო ქსელებში გამოყენებული სამი მიმართულებიდან: მუშაობა ჩაკეტილ გარემოში (ოფისი, საგამოფენო დარბაზი და სხვ.); დაშორებული ლოკალური ქსელების გაერთიანება; ტერიტორიულად განაწილებული ინფორმაციის გადაცემის უსადენო ქსელები. [1]:

დაშორებული ლოკალური ქსელების შესაერთებლად გამოიყენება მიმართული ანტენები. (ნახ.1)



**ნახ.1. დაშორებული ლოკალური ქსელის მისაერთებელი მიმართული ანტენები**

უსადენო პერსონალური ქსელი (WPAN – wireless personal area network). მოქმედების ზონაა (10-15 მ). მაგალითად, IEEE 802.15.1 ტექნოლოგიის საფუძველზე აგებული ქსელი.

ინფორმაციის გადაცემის უსადენო სისტემაში ქსელის უზრუნველყოფას ვახდენთ და ვაანალიზებთ: ინფორმაციის გადაცემისა და დამუშავების ხერხის მიხედვით: (ციფრული და ანალოგური); ინფორმაციის გადაცემის ზოლის მიხედვით (ვიწროზოლიანი, ფართოზოლიანი და ზეფართოზოლიანი); აბონენტების მობილურობის მიხედვით (ფიქსირებული, მობილური და მოძრავი); გეოგრაფიული განფენილობის მიხედვით (პერსონალური, ლოკალური, საქალაქო და გლობალური); გადაცემული ინფორმაციის სახესხვაობის მიხედვით (სიტყვიერი გადაცემა, ვიდეოინფორმაცია და მონაცემები).

გადაცემული ინფორმაციის სახესხვაობის მიხედვით განაწილება მოვახდინეთ: მომსახურების ზონის სიდიდის მიხედვით (უსადენო კავშირები Bluetooth, Home RF, IEEE 802. 15. 4 და სხვ.);

უსადენო ლოკალური ქსელის ტექნოლოგიებით (DECT და IEEE 802.11 (Wi-Fi)); უსადენო საქალაქო ქსელით Wireless Metropolitan Area Network). როგორც ვიცით ასეთი ქსელების დანიშნულებაა უსადენო კავშირის უზრუნველყოფა შენობებს შორის, აგრეთვე ტრადიციული საკაბელო ქსელის ალტერნატივა. საქალაქო მამტაბის ქსელს მიეკუთვნება ტელე-რადიომაუწყებლობის ქსელი, ფიჭური კავშირები. Wi-Fi-ს ანალოგიურად გამოჩნდა IEEE 802.16 და IEEE 802.20 ტექნოლოგიები. Wi-Fi-ს მსგავსად მას აქვს კომერციული დასახელება WiMax (Worldwide interoperability for Microwave Access), Wi Max Forum ასოციაციის მხარდაჭერით.; უსადენო გლობალური ქსელი WWAN. ინფორმაციის გადაცემა უსადენო გლობალური ქსელით, კავშირის თანამგზავრული სისტემით. პრაქტიკულად ფიჭური კავშირები დაკავშირებულია ერთმანეთთან გლობალური ფიჭური ქსელებით.

**2. ძირითადი ნაწილი**

უსადენო სისტემების დაყოფა გადაცემული ინფორმაციის ტიპის მიხედვით, მაგალითად, სიტყვის გადაცემა და ასინქრონული გადაცემა. სიტყვა ინფორმაციის ერთ-ერთი სახეა, მაგრამ მისი ციფრულ სახეში გადაყვანისას არ განსხვავდება სხვა ინფორმაციებისაგან [5]. უხლოეს მომავალში ყველა ინფორმაცია გადავა ციფრულში და გადაიცემა უსადენოდ.

ცხრილი 1 უმათიულო ქსელების ნაირსახეობები

სახეობა	მოქმედების სფერო	თვისებები	სტანდარტი
უმათიულო პერსონალური ქსელი	მიმხმარებელთან უმათიულო სიახლოვე	საშუალო	Bluetooth, IEEE 802.15, IRDA
უმათიულო ლოკალური ქსელი	შენობის ფარგლებში	უმაღლეხი	IEEE 802.11 Wi-Fi
უმათიულო რეგიონალური ქსელი	ქალაქის ფარგლებში	უმაღლეხი	IEEE 802.16
უმათიულო გლობალური ქსელი	მთელ მსოფლიოში	დაბალი	ფიჭური სისტემები

მე-2 სქემაზე მოცემულია უსადენო კომპიუტერული ქსელის აგება რადიო-მოდელების მეშვეობით:

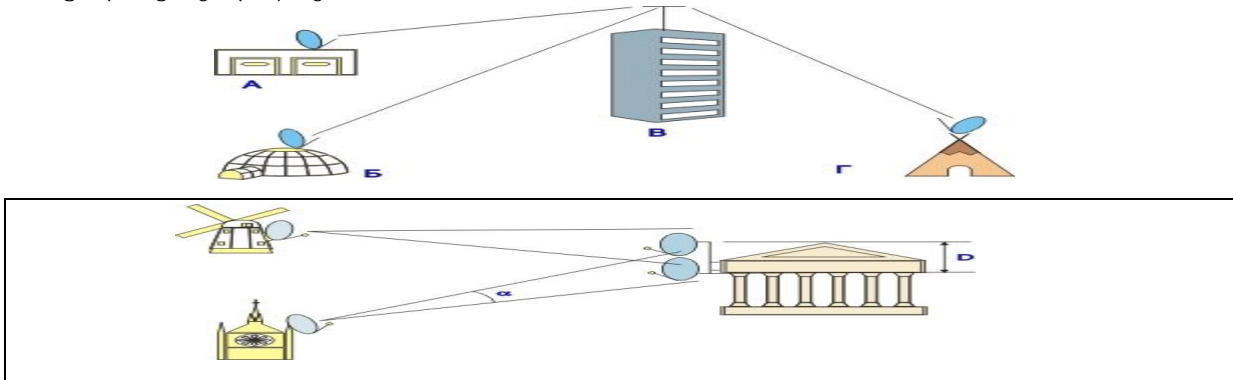


**ნახ.2. უსადენო კომპიუტერული ქსელის აგება რადიო-მოდელების მეშვეობით**

რადიო-მოდელები საშუალებას იძლევა ქსელის სწრაფი ფორმირების დასაჩქარებლად. ობიექტების მიერთება ცენტრალურ კვანძთან ხორციელდება ვარსკვლავური სქემით [2]. თუ ყველა ობიექტი, რომლებიც მიერთებულია ობიექტთან, ექვივალენტურია, მოსალოდნელი ინფორმაციული ნაკადები არაა დიდი, მაშინ შეიძლება მხოლოდ მარშრუტიზატორის გამოყენება, რომელსაც ექნება მიმღევრობითი ინტერფეისის საკმარისი რაოდენობა. ასეთი რადიო-მოდელების გამოყენება მომგებიანია ორგანიზაციებისათვის, რომელთა შენობები დაშორებულია. ერთმანეთისგან რამოდენიმე კილომეტრით. ასეთი კავშირის საშუალებები გამოიყენება სერვის პროვაიდერთან მისაერთებლად. თუ ობიექტებს შორის დიდი დაშორებებია, მაშინ შეიძლება ყოველმხრივ მიმართული ანტენის გამოყენება (ნახ.3). ნახაზზე ნაჩვენებია ყველა შეერთებული ობიექტი (A, B, B და Γ) ალჭურვილი უნდა იქნას რადიო-მოდელებით. ჩართვის ასეთი

სქემა ექვივალენტურია ერთის მხრივ Ethernet-ის საკაბელო სეგმენტის, სადაც დროის ნებისმიერ მომენტში ხდება ინფორმაციის გაცვლა მხოლოდ ორ ობიექტს შორის. მეორეს მხრივ (A, B, B და Γ) ლოგიკურად ქმნის მრავალპორტიან მოდემს (გადამრთველს), რაც გამორიცხავს ლოკალური ქსელის გადატვირთვას. კავშირის ასეთი მოდიფიკაციებით შეიძლება ავაგოთ ტელეკომუნიკაციის სისტემები ფიჭური სატელეფონო ქსელის მიხედვით.

რადიოსარელეო სისტემის საფუძველზე აგებული არხების დროს, გათვალისწინებული უნდა იქნას მათი ურთიერთგავლენა. ასეთი არხების პროექტირებისას გამოიყენება მიმართული პარაბოლული ანტენები [4]. ამ შემთხვევაში საჭიროა ხელშემშლის სიგნალის და ადგილის პროფილის გათვალისწინება. (ნახ.3)



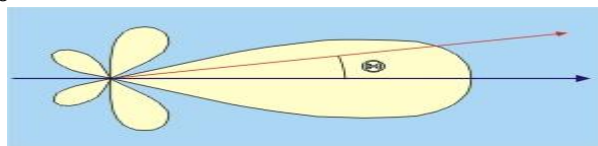
ნახ.3. ხელშემშლის სიგნალის და ადგილის პროფილის გათვალისწინება.

მიმართული ანტენა A ფარდობით უზრუნველყოფს G სიგნალის გაძლიერებას:

$$G = 4 \Pi A / Y \quad (1)$$

სადაც, Y გადამტანი ტალღის სიგრძეა.

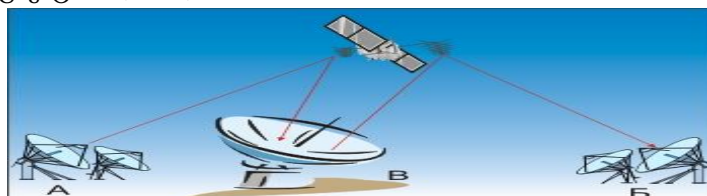
ასეთი ანტენის გამოსხივების a კუთხე D რადიუსით ტოლია 0,61 აქედან ჩანს, რომ რაც მეტია რადიუსი, მით მეტია გაძლიერება და გამოსხივების კუთხე და მგრძობიარობა. არხების ვარსკვლავისებური სქემის შემთხვევაში უნდა შესრულდეს მოთხოვნა: მიმღებ ანტენებს შორის უნდა იყოს მინიმალური მანძილი D. ეს მანძილი განისაზღვრება რადიოსიხვიით და გამოყენებული ტალღის სიგრძის მიხედვით. (ნახ4)



ნახ.4. მიმართული ანტენის გამოსხივების დიაგრამა

ისრებით ნაჩვენებია გამოსხივების ძირითადი მიმართულება. მოცემული დიაგრამა გათვალისწინებული უნდა იქნას ანტენის დაგეგმვის დადგმის ადგილის ამორჩევის დროს.

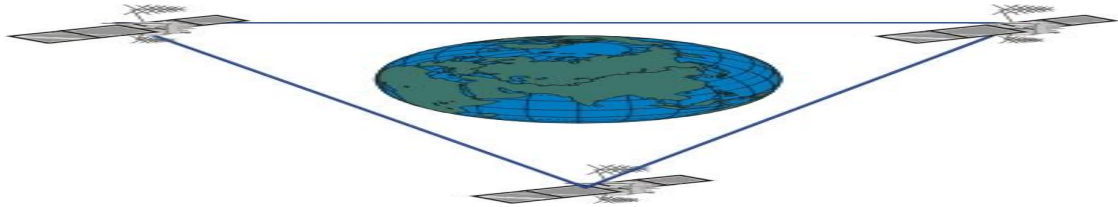
თანამედროვე თანამგზავრები იყენებენ გადაცემის VSAT (very small aperture terminals) ტექნოლოგიას. ამ შემთხვევაში გამოიყენება დედამიწაზე დადგმული მძლავრი ანტენა დიდი გაძლიერების კოეფიციენტით (ნახ.5)



**ნახ.5. დედამიწაზე დადგმული მძლავრი ანტენა  
დიდი გაძლიერების კოეფიციენტით**

ნახაზზე მოცემული A და B სადგურები ერთმანეთს უშუალოდ ვერ უკავშირდებიან. მონაცემთა გადაცემისათვის გამოიყენება შუალედური B სადგური.

მუდმივი არხების შესაქმნელად ტელეკომუნიკაციაში გამოიყენება თანამგზავრები, რომლებიც ჩამოკიდებულია ეკვადორის ზემოთ 36000 კმ სიმაღლეზე. სამი ასეთი თანამგზავრი ფარავს მთელ დედამიწას (ნახ.6)



**ნახ.6. სამი თანამგზავრი ფარავს დედამიწას**

უკანასკნელ ხანებში ტელეკომუნიკაციისათვის გამოიყენება დაბალ სიმაღლეზე მყოფი თანამგზავრები (1000კმ) თითოეული მათგანი მუშაობს პრინციპით: “დაიმახსოვრე და გადაეცი”. თანამგზავრის სწორმა ამორჩევამ შეიძლება შეამციროს არხის ღირებულება.

სისშირის მიხედვით მულტიპლექსირების მეთოდი (FDM) არის ზშირად გამოყენებული მეთოდი[7]. სისტემა ACTS (Advanced Communication Technology Satellite). მას აქვს ოთხი დამოუკიდებელი არხი (TDM). CDMA მეთოდი (Code Division Multiple Access) არის სრულად დეცენტრალიზებული. სისტემა მოითხოვს სწრაფქმობელ და ძვირადღირებულ მოწყობილობას.

**3 დასკვნა**

ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ უსადენო სისტემების პერსონალურ ქსელებში გამოიყენება ტექნოლოგიები, რომლებიც დაფუძნებულია რადიოტალღებისა და ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებაზე მიუხედავად იმისა, თუ რა მიზნით იმართება ქსელი. განხილული იქნა ყველა სტანდარტი და შეიჩა დაყოფილი სემპლები, რომლებიც აუმჯობესებენ ქსელის მწარმოებლობას და ამცირებენ ტრაფიკს. განხილული ტექნოლოგიები და სტანდარტები ამცირებენ უსადენო სისტემების რისკებს სატელეკომუნიკაციო სისტემებში. მგალითად, სტანდარტი - 802.15 -ის სამუშაო ჯგუფი. 802.15 სერიის სტანდარტებით წარმოებს უსადენო პერსონალური ქსელებისთვის სტანდარტების შემუშავებას და მათ კორდინაციას სხვა სტანდარტებთან, როგორცაა, მაგალითად, სტანდარტი 802.11 უსადენო ლოკალური ქსელისთვის. 802.15 სერიის სტანდარტები შედგება შემდეგი ჯგუფებისაგან [8]: 802.15.1. სამუშაო ჯგუფი 1, უსადენო პერსონალური ქსელისათვის განსაზღვრავს სტანდარტს, რომელიც დაფუძნებულია სპეციფიკაციის გამოყენებაზე. ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარე არ აჭარბებს 1 მბ/წ-ს. ამ სტანდარტის საფუძველზე მიმდინარეობს მოწყობილობების დამუშავება; 802.15.2. სამუშაო ჯგუფი 2, იძლევა პრაქტიკულ რეკომენდაციებს, რომლებიც ხელს უწყობს 802.15 და 802.11 ქსელთა სტანდარტების თანაარსებობას. აქ მხოლოდ პრობლემა მდგომარეობს იმაში, რომ ორივე ქსელი მუშაობს ერთ დიაპაზონზე - 2,4 გჰ, ამიტომ მათი სამუშაოების კოორდინაცია აუცილებელია, ეს სამუშაო ჯგუფი აფასებს შესაძლო ხარვეზებს და გვთავაზობს მათი აღმოფხვრის მეთოდებს.; 802.15.3. სამუშაო ჯგუფი 3, მუშაობს ახალი სტანდარტების პროექტზე - მაღალსიჩქარიან უმათვლო პერსონალურ ქსელებზე. მონაცემთა გადაცემის სიჩქარემ შეიძლება შეადგინოს 11, 22, 33, 44 და 55 მბ/წ, რაც კარგად აისახება მულტიმედია ინფორმაციასთან მიმართებაში. აღნიშნული ჯგუფი აგრეთვე მუშაობს ღირებულებისა და გამოსაყენებელი სიმძლავრის შემცირებაზე; 802.15.4. სამუშაო ჯგუფი 4, მუშაობს სტანდარტებზე, რაც ითვალისწინებს მონაცემთა გადაცემის დაბალ სიჩქარეს, სამაგიეროდ ბატარეის მუშაობა გათვლილია 1 თვეზე და 1 წელზეც კი. ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარე შეადგენს - 20, 40 და 250 კბ.

### ლიტერატურა:

1. Величко В.В., Субботин Е.А., Шувалов В.П., Ярославцев А.Ф. Телекоммуникационные системы и сети. 2005
2. Спортак М. Компьютерные сети и сетевые технологии. Изд. DiaSoft, М.: 2002.
3. ფრანგიშვილი ა., ქურდაძე მ., გასიტაშვილი ზ., ფაილოძე ნ. კომპიუტერული ქსელების ინჟინირინგის საფუძვლები. სტუ, თბ., 2009
4. ადეიშვილი ნ., რობიტაშვილი ა., აბულაძე ვ., მურჯიკნელი გ., ვეკუა თ. მოკლე ცნობარი ტელეკომუნიკაციის თანამედროვე ტექნოლოგიებში. გამომც., „ცოტნე“, თბ., 2005
5. ციფრული გადაცემის თანამედროვე ტექნოლოგიები. ს.ესაკიას რედაქციით. გამომც. „დედაენა“. 2001
6. <http://kunegin.narod.ru/ref1/cdma/index.htm>
7. <http://en.wikipedia.org/wiki/CDMA>
8. [http://searchtelecom.techtarget.com/sDefinition/0,,sid103\\_gci213842,00.html](http://searchtelecom.techtarget.com/sDefinition/0,,sid103_gci213842,00.html)

### SEPARATION OF THE WIRELESS SYSTEMS PER THE TYPE OF THE TRANSMITTED INFORMATION

Kurdadze M., Gabekhadze B.  
Georgian Technique University

#### Summary

The aim of the separation of the wireless systems per the types of the transmitted information is the review of all standards to select the clusters essential for the efficiency increase and net traffic decrease. The wireless technologies are reviewed based on the application of the radio waves and IR rays. The technologies are analyzed for the purpose to reveal the security risks within the telecommunication systems.

### РАСЩЕПЛЕНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМЫ ПО ТИПУ ПЕРЕДАВАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ

Курдадзе М., Габехадзе Б.  
Грузинский Технический Университет

#### Резюме

Целью исследования расщепления беспроводных систем по типу передаваемой информации является рассмотрение всех стандартов и выбор таких сегментов, которые повысят производительность и сократят трафик сети. Рассмотрены технологии беспроводных сетей, которые основаны на применении радиоволн и инфракрасного излучения. Рассмотрение технологий проводится с целью выявления рисков безопасности в телекоммуникационных системах.