

მობილური კავშირის LTE ტექნოლოგია IT-სფეროში

ჯემალ ბერიძე, ია ცქვიტინიძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განიხილება ტელეკომუნიკაციური ქსელების განვითარების ძირითადი კონცეფციები და მობილური კავშირის უახლესი ტექნოლოგიის LTE-ს (Long Term Evolution- ახალი თაობის მობილური კავშირის სისტემა) დანერგვის ამოცანები და პრობლემები. ციფრული მობილური კავშირის მე-2 (2G) და მე-3 (3G) თაობებმა შეიძლება ითქვას, რომ ამოწურა თავისი შესაძლებლობები გადაცემის სისწრაფის მხრივ- 2G – 2მბიტ/წმ, 3G- 20 მბიტ/წმ. გადაცემის სისწრაფის შემდგომი ზრდის უზრუნველსაყოფად ამაჟამად განვითარების პროცესშია მობილური Wimax. (Worldwide Interporability for Microwave Access)

გლობალური ინფორმაციული ინფრასტრუქტურების IT სფეროში ბოლო ათასწლეულში შექმნილია Wimax (Worldwide Interporability for Microwave Access) და LTE ტექნოლოგიები. ამასთანავე უკვე ცნობილია, რომ LTE ტექნოლოგია თავისი მომავალი შესაძლებლობებით, განვითარების, გადაცემის სისწრაფის მიხედვით მნიშვნელოვნად აღემატება Wimax-ს, ამიტომ უახლოეს ათწლეულებში მობილური ტელეკომუნიკაციის განვითარების აქცენტი გადატანილი იქნება LTE ტექნოლოგიებზე. უკვე ცნობილია LTE ტექნოლოგიის სტანდარტის ბოლო ვერსია-Advanced. ამ ტექნოლოგიის რეალიზაციისათვის გამოიყენება სისწრაფის ზოლი 20 მგჰც, ხოლო კოდირების თანამედროვე მეთოდებისა და MIMO (Multiple Input Multiple Output) ტექნოლოგიების გამოყენება საშუალებას იძლევა გადაცემის პირდაპირ არხში მიღწეული იქნას სპექტრალური ეფექტურობა 5 ბიტ/წმ/ჰც, რაც საბოლოოდ გადაცემის სისწრაფეს ზრდის 100 მბიტ/წმ-მდე. მოყვანილია LTE სისტემის კონკრეტული სქემები და მოსაზრებები გადაცემის სისწრაფის შემდგომი გაზრდის მიმართულებით.

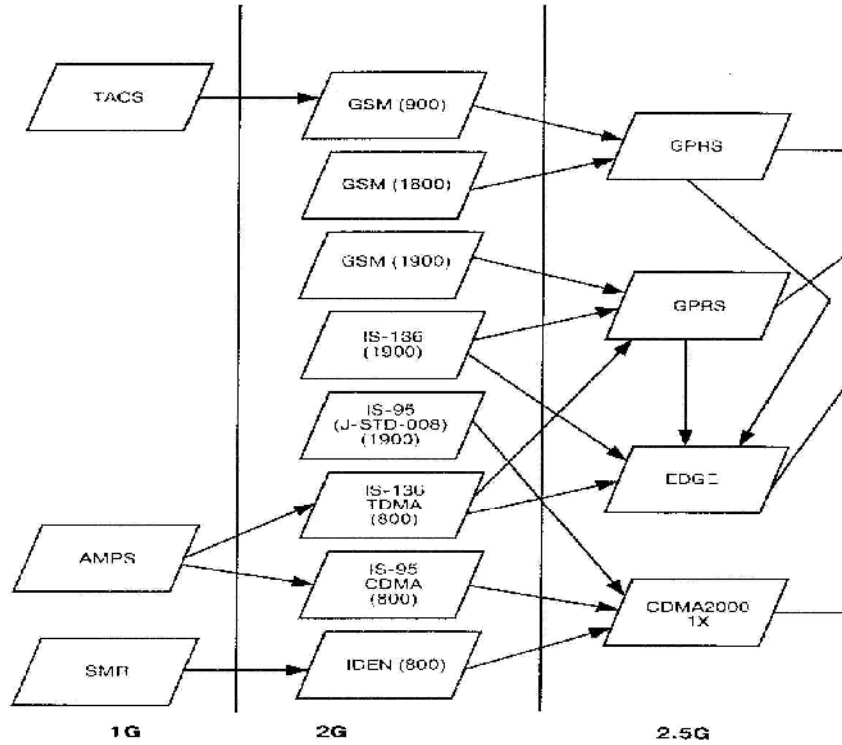
საკვანძო სიტყვები: LTE(Long Term Evolution). მობილური კავშირი. სისტემა. MIMO (Multiple Input Multiple Output). Wimax (Worldwide Interporability for Microwave Access). საბაზო ქსელი (Core Network).

1. შესავალი

ტელეკომუნიკაციური ქსელების განვითარების ახალი ეპოქის დასაწყისად მიჩნეულია მე-20 საუკუნის 70-იანი წლები, როდესაც დაიწყო კომპიუტერული ტექნიკის სწრაფი დანერგვა და საჭირო გახდა ამ ტექნიკური საშუალებების გაერთიანება – ქსელების შექმნა. ეს პროცესი გრძელდება დღემდე თანაც ზვავისებურად. ყოველივე ამან გამოიწვია ის, რომ თუ 50 წლის წინ ტელეკომუნიკაციური ქსელების ტრაფიკის 100% შეადგენდა ბერიითი (სატელეფონო) ტრაფიკი, ამაჟამად არსებული სტატისტიკის თანახმად [1] სატელეფონო ტრაფიკი შეადგენს მხოლოდ 20%. ტელეკომუნიკაციური ქსელები თანდათან გადაიქცა მულტისერვისულ ქსელებად. ტრაფიკის დანარჩენი 80% მოდის ვიდეონფორმაციისა და მონაცემების ტრაფიკზე, რომლებიც მომხმარებლისათვის წარმოადგენენ ან ქმნიან მომსახურების ახალ სახეებს. ეს პროცესი კიდევ უფრო ღრმავდება, რაც, თავის მხრივ, იწვევს საინფორმაციო ნაკადების განუზრუნველ ზრდას და ამ ნაკადების საბოლოო მომხმარებელამდე (სააბონენტო ტერმინალამდე) მიყვანის აუცილებლობას.

საინფორმაციო ტექნოლოგიების (IT) ინდუსტრიაში ტელეკომუნიკაციურმა ქსელებმა დაიკავე უმნიშვნელოვანესი ადგილი და ასრულებენ ინფორმაციის მიტანის ფუნქციას წყაროდან მიმღებამდე საჭირო სისწრაფით, გარანტირებულად და უსაფრთხოდ. ნებისმიერი ტელეკომუნიკაციური ქსელი შეიძლება წარმოდგენილი იქნას ორი ძირითადი ქსელის ერთობლიობით – საბაზო ქსელით (CN-Core Network) და მიღწევის ქსელით (AN-Access Network). მულტისერვისული ტელეკომუნიკაციური ქსელების განვითარება ცვლის როგორც საბაზო, ასევე მიღწევის ქსელების აგებისა და განვითარების იდეოლოგიას. ასე, მაგალითად, არხების კომუტაცია ქსელებში, რომელზეც ძირითადად სატელეფონო შეტყობინებების მიმოცვლა იყო ორიენტირებული, იცვლება პაკეტური კომუტაციით, რაზეც ორიენტირებულია მონაცემების გადაცემა. მომსახურების მომხმარებლის სურვილი და უფლებაა მომსახურება მიიღოს დედამიწის ნებისმიერ წერტილში (ზღვაზე, ხმელეთზე და ჰაერში), სტაციონალურად და ნებისმიერი სისწრაფით მოძრაობისას. ამ ყველაფერმა განაპირობა IT ტექნოლოგიებში ისეთი მომსახურების ჩამოყალიბება, როგორცაა მომხმარებლისათვის მონაცემების გადაცემა მობილური ტერმინალებისათვის გარკვეული სისწრაფით და მონაცემის ამ ნაკადით მომსახურების სხვადასხვა სახეების მიწოდება.

მობილური ტექნოლოგიების ევოლუცია მათი შექმნიდან დღემდე შეიძლება გამოსახული იქნას 1-ელ ნახაზზე მოყვანილი სქემით [2]. როგორც სქემაზე მოყვანილი ტექნოლოგიების, ასევე შემდგომი კვლევები 4G მიმართულების ტექნოლოგიებისათვის მიმდინარეობს 3GPP (3rd Generacion Partnezship Project) პროექტის ფარგლებში [3]. ამ პროექტის ძირითადი იდეა მდგომარეობს მობილური ტექნოლოგიების ევოლუციურ განვითარებაში, ახალი ქსელების ისე აგებაში, რომ უზრუნველყოფილი იქნას ტექნოლოგიების, ინფრატრუქტურების და ა. შ. მაქსიმალური გამოყენება. 3GPP პროექტის ჩამოყალიბებიდან (1998წ.) დღემდე შექმნილია მობილური ტექნოლოგიების განვითარების 8 ვარიანტი. (Release). ამაჟამად მიმდინარეობს ვარიანტების – Release 9 და Release 10-ის დამუშავება.



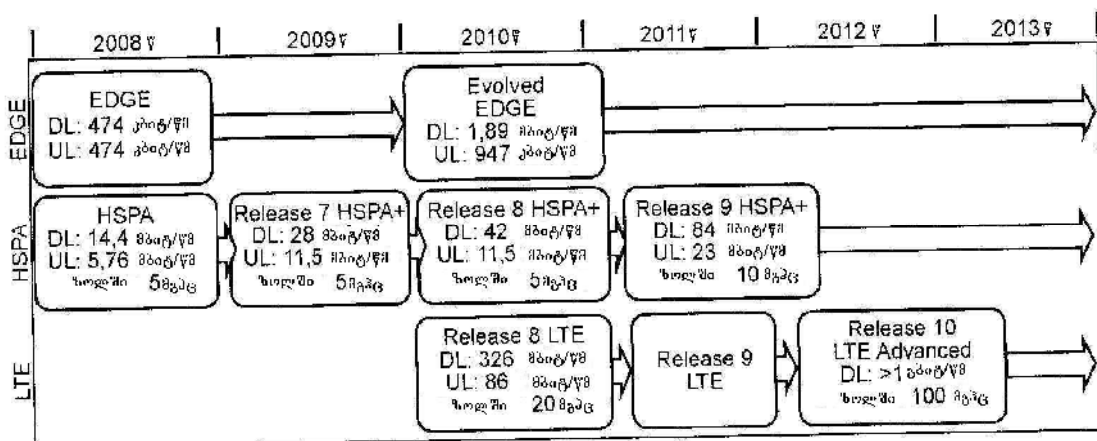
ნახ.1 ევოლუცია UMTS – კენ

ყველა ტექნოლოგია ითვალისწინებს მობილური ქსელების მონაცემების სისწრაფის თანდათანობით გაზრდას 2მბიტ/წმ-მდე 3G ქსელებისათვის და უფრო ზევით შემდგომი გენერაციის ქსელებისათვის.

2. ძირითადი ნაწილი

2004 წელს დაიწყო მობილური კავშირის ახალი Release-8 სტანდარტის შექმნა, რომელმაც საფუძველი ჩაუყარა ახალ ტექნოლოგიას – LTE (long Term Evolution). ძირითადი პრინციპი, რომელიც განასხვავებს ამ ტექნოლოგიას არსებულებისაგან იმაში მდგომარეობს, რომ მიღწევის ქსელში რადიონტერფეისად გამოიყენება არა W-CDMA, არამედ უფრო პროგრესული ტექნოლოგია OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access).

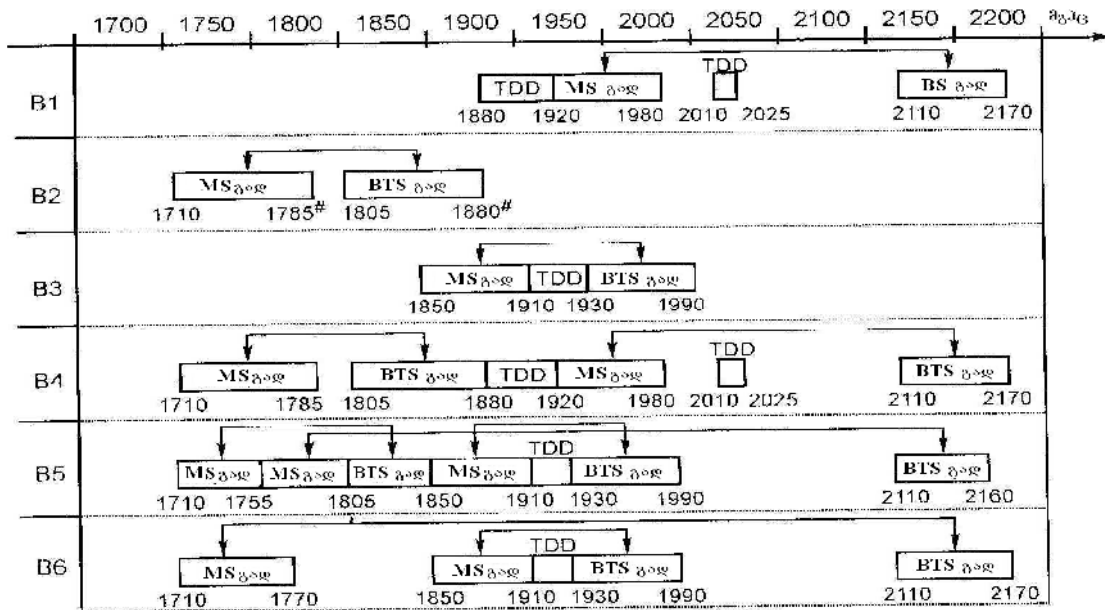
LTE-მ შემდგომი განვითარება ჰპოვა Release-9 და Release-10-ში. ამ უკანასკნელს, რომელიც დღესაც დამუშავების სტადიაშია, ეწოდება LTE-Advanced. ტექნოლოგიების განვითარების ბოლო ვარიანტები (2008 წლის შემდეგ) და მათი შესაძლებლობები მოყვანილია მე-2 ნახაზზე.



ნახ.2. LTE-ს განვითარების ვარიანტები (Release)

ტექნოლოგია LTE-Advanced არის რევოლუციური ნახტომი მობილური კავშირის ქსელური ტექნოლოგიების განვითარების გზაზე. იგი წარმოადგენს 4G სტანდარტს და უზრუნველყოფს:

- გადაცემის მაქსიმალურ სისწრაფეს მიმართულებით „ქვევით“ (Dowlink) -1 გბიტ/წმ-მდე;
 - გადაცემის მაქსიმალური სისწრაფე მიმართულებით „ზევით“ (Uplink)-0,5 გბიტ/წმ-მდე;
 - გატარების ზოლს „ქვევით“-100 მგჰც, „ზევით“-60 მგჰც;
 - სიხშირული სპექტრის გამოყენების მაქსიმალურ ეფექტურობას – გადაცემის ხვედრითი სისწრაფე „ქვევით“ 30 ბიტ/წმ/ჰც, „ზევით“ 15 ბიტ/წმ/ჰც;
 - LTE-ის სრული თავსებადობა და ურთიერთქმედება 3GPP-ს არსებულ სტანდარტებთან (GERAN/UMTS – GSM-EDGE Radio Access Network/Universal Mobile Telecommunication System, EDGE – Enhanced Data GSM Environment).
- ამ ამოცანების გადასაჭრელად გათვალისწინებულია:
- უფრო ფართო სიხშირული ზოლის რადიორხის გამოყენება (100მგჰც-მდე); სიხშირული ზოლების ასიმეტრიული დაყოფა „ზევით“ და „ქვევით“;
 - კოდირების უფრო სრულყოფილი მეთოდების გამოყენება;
 - OFDMA და SC-FDMA (Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) ჰიბრიდული ტექნოლოგიის გამოყენება მიმართულებაზე „ზევით“;
 - MIMO საანტენო სისტემების გამოყენება.
- LTE-ტექნოლოგიის დანერგვის გზაზე უმნიშვნელოვანესი პრობლემა საკმარის სიხშირული სპექტრის გამოყოფა-გამოყენება. მე-3 ნახაზზე ნაჩვენებია 1700-2200 მგჰც სიხშირული დიაპაზონის გამოყენება LTE/UMTS ქსელებში.

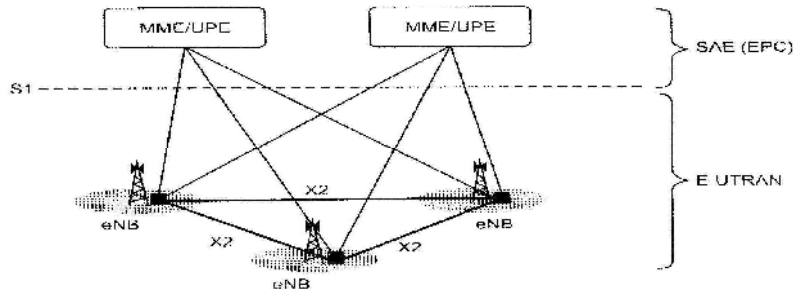


ნახ.3. სიხშირული ზოლი დიაპაზონში 1700-2200 მგჰც. LTE - ტექნოლოგიისათვის

ITU –ს მიერ LTE– ქსელებისთვის დამატებით გამოიყოფა სიხშირული დიაპაზონი (2300÷2400)მგჰც, (3400÷3600)მგჰც. გადაცემის სისწრაფის გაზრდა (100÷1000) მბიტ/წმ-მდე შესაძლებელია მოხდეს ეტაპობრივად კონკრეტული ქსელისათვის 1,4; 3; 5; 10; 15; 20; 100 მგჰც სიხშირული ზოლის გამოყოფით.

LTE- ტექნოლოგიის თავისებურებას ქსელების აგების სხვა ვარიანტებთან შედარებით (Release 8-მდე) წარმოადგენს პაკეტური კომუტაციის გამოყენება. ამასთანავე LTE ქსელი თავსებადი უნდა იყოს არსებულ ქსელებთან. მე-4 ნახაზზე ნაჩვენებია LTE – ქსელის გამარტივებული სქემა, რომელიც შედგება ორი უმნიშვნელოვანესი კომპონენტისაგან: მიღწევის ქსელისაგან E-UTRAN (Edvanced-UTRAN) და საბაზო ქსელისაგან – SAE (SYSTEM Architecture Evolution – საბაზო პაკეტური ქსელის არქიტექტურა, რომელიც შეიცავს ახალი თაობის პაკეტური სისტემის საბაზო ქსელს და მართვის სისტემას).

ამ სქემის მიხედვით საბაზო სადგურები eNB (Evolved Node-B) ასრულებენ რადიორესურსების მართვის ფუნქციებს, ე.ი. ითავსებენ UMTS ქსელის კონტროლერების ფუნქციებს. ქსელური ელემენტი MME (Mobility Menegement Entity – SAE –ქსელის მობილურობის მართვის მოდული) ანაწილებს გამოძახებებს საბაზო სადგურებისაკენ, მართავს ტერმინალების იდენტიფიცირების პროცესებს, უზრუნველყოფს ქსელის უსაფრთხოებას, მართავს როუტინგს და ა. შ.



ნახ.4. რადიომიდწვევის (E-UTRAN) და საბაზო ქსელის (SAE) ურთიერთქმედება

მონაცემთა გადაცემის მართვის ქსელური ელემენტი UPE (User Plane Entity) ასორციელებს IP პაკეტების თავსართების შეკუმშვას, მონაცემთა პაკეტების ტერმინაციას და დაშიფრვას, მონაცემთა პაკეტების კომპრესაციას მომხმარებლის მობილურობის (გადაადგილების) დროს. 4G სტანდარტის ქსელების მოთხოვნებს გარდა LTE ტექნოლოგიისა ნაწილობრივ აკმაყოფილებს აგრეთვე WiMAX, კერძოდ ამ ტექნოლოგიის ვარიანტი WiMAX 802.16m. ამ ტექნოლოგიების ნაწილობრივი მსგავსება და კონკურენტულობა განაპირობებს ორივე ტექნოლოგიის სწრაფ განვითარებას. მაგრამ მათ შორის არსებობს მნიშვნელოვანი განსხვავება, რაც განაპირობებს LTE ტექნოლოგიის უპირატეს განვითარებას. კერძოდ, LTE ქსელები აიგება არსებული GSM და UMTS ქსელების ბაზაზე, უკვე ჩამოყალიბებული სტრუქტურით და მილიონობით მომხმარებლით, რაც როგორც ტექნიკური, ისე ეკონომიკური თვალსაზრისით ხელსაყრელია.

3. დასკვნა

WiMAX ტექნოლოგია მოითხოვს ახალი ქსელების შექმნას, ძირითადად მაღალი სისწრაფის ინტერნეტ-მომსახურების უზრუნველყოფისათვის. ამიტომ იგი წარმოადგენს კარგ ინსტრუმენტს DSL მომსახურების გაფართოებისათვის ფიქსირებულ ქსელებში.

არსებობს მოსაზრება, რომ WiMAX და LTE ტექნოლოგიები გარკვეული წლების განმავლობაში იარსებებენ ერთდროულად, შეიძლება ითქვას შეავსებენ ერთმანეთს, მაგრამ LTE, თანდათანობით სრულყოფილი ტექნიკური ბაზის ჩამოყალიბების კვალდაკვალ, ჩაანაცვლებს WiMAX ტექნოლოგიას. ამის საფუძველს იძლევა სხვადასხვა ანალიტიკური კომპანიების მიერ მობილური ბაზრის კვლევის შედეგები [4]. კერძოდ, 2010 წელს მსოფლიოში ექსპლუატაციაში გაშვებული იქნა 14 LTE ქსელი, 2011 წელს გაიშვება 31 LTE ქსელი და მოემსახურება 23 მილიონ აბონენტს, 2013 წელს ნავარაუდებია 32 მილიონი მომხმარებელი, 2014 წელს 87 მილიონი LTE-მომხმარებელია მოსალოდნელი. 2020 წელს 4 მილიარდი პროგნოზირებული მომხმარებლიდან 80% იქნება LTE ქსელების აბონენტი, ხოლო 20% WiMAX ქსელების.

LTE ტექნოლოგიის შემდგომი დახვეწისათვის ამჟამად მიმდინარეობს ინტენსიური სამუშაოები ამ ქსელებში ბგერითი სერვისების-სატელეფონო სიგნალების გადაცემა/ ადაპტაციისათვის. ამ მიზნით მსოფლიოს წამყვანი ტელეკომუნიკაციური კომპანიების (Alcatel-Lucent, Ericsson, Huawei, Cinete Wireless, LG Electronics, T-Mobile, ZTE) მიერ შეიქმნა ფორუმი VoLGA (Voice over LTE via Generic Access). ამ ფორუმის კვლევის საგანია 2G და 3G ქსელების შესაძლებლობების მაქსიმალური გამოყენება LTE ქსელებში ბგერითი სიგნალების ეფექტური მიმოცვისათვის. ამასთანავე, WiMAX და LTE ტექნოლოგიების თანარსებობისათვის მობილური ქსელების აპარატურის მწარმოებელი კომპანიების მიერ იქმნება სააბონენტო ტერმინალები მომუშავე ერთდროულად 2G/3G/LTE და WiMAX ტექნოლოგიებით. იქმნება ორივე ტექნოლოგიით მომუშავე ჰიბრიდული მიკროსქემები. ყოველივე ეს უზრუნველყოფს LTE ტექნოლოგიის მიღწევების გაფართოებას მათი ფუნქციონალური შესაძლებლობების, ახალი მომსახურებების დანერგვის, განვითარების შესაძლებლობების და ექსპლუატაციური შესაძლებლობების მიმართულებით.

ლიტერატურა:

1. , 2010
2. , 2010
3. LTE. . . .
4. . 2010 . WiMAX VS LTE: . . . , 10, 2010.

LTE TECHNOLOGY OF MOBILE CONNECTION IN IT SPHERE

Beridze Jemal, Tskvitinidze Ia
Georgian Technical University

Summary

Annotation: In the report there will be discussed the basic conceptions of development of telecommunication networks and tasks and problems of introduction of LTE (Long Term Evolution – mobile connection system of new

generation) newest technology of mobile connection. It may be said that 2nd (2G) and 3rd (3G) generations of digital mobile connection expired their possibilities from the side of transmission speed s- 2G in 2mbit/sc, 3G – 20mbit/sc. In order to provide the further increase in transmission speed Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) is being in the process of development. In IT sphere of global informational infrastructures there is created Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) and LTE technologies. Besides, it is known that LTE technology with its future possibilities according to its transmission speed exceeds Wimax, that's why within the future thousand years the accent of development of mobile telecommunication will be passed on LTE technologies. The last version – Advanced of LTE standard technology is already known. For realization of this technology there is used frequency strip 20 mgh, and the usage of modern codify methods and MIMO (Multiple Input Multiple Output) technologies gives opportunity to reach spectral effectiveness 5 bite/sc/h in transmission direct channel that finally increases speed to 100 mbit/sc. Concrete schemes and considerations of LTE system are presented in the report to the direction of further increase of transmission speed.

LTE **IT**

,, .

). , LTE (Long Term Evolution - (2G) (3G) - 2G - 2 / , 3G - 20

/ .

Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access). IT

Interoperability for Microwave Access) LTE , Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) LTE Wimax,

LTE . LTE - Advanced.

20 ,

MIMO (Multiple Input Multiple Output) 5 / / ,

100 / . LTE