

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII  
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei  
Facultatea Electronică și Telecomunicații  
Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice**

**Admis la susținere  
Șef departament:  
Sava Lilia, conf. univ., dr.**

---

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024

**Proiectarea rețelei LTE al operatorului de  
comunicații mobile Vodafone în raionul Căușeni**

**Teză de licență**

<b>Student:</b>	<b>Țaran Silviu-Dan RST-191 F/R</b>
<b>Coordonator:</b>	<b>Cristea Ecaterina asist. univ.</b>
<b>Consultant:</b>	<b>Grițco Maria asist. univ.</b>

**Chișinău, 2024**

## A D N O T A R E

**Țaran Silviu-Dan**, studentul grupei RST-191 F/R

**Tema** Proiectarea rețelei LTE al operatorului de comunicații mobile Vodafone în raionul Căușeni.

**Cuvintele-cheie:** Long Term Evolution, bandă de frecvență, eNodeB, celule, fibră optică, router.

**Scopul lucrării** constă în analiza și proiectarea unei rețele mobile care să ofere tuturor locătarilor din Raionul Căușeni acces la rețeaua LTE, de asemenea să rezolve problema acoperirii și accesul la internet mobil la viteză înaltă.

### **Obiectivele generale:**

- Analiza rețelelor existente din regiune, și dezavantajele lor.
- Accentul pentru necesitățile consumatorilor, și rezolvarea problemelor cu care se confruntă locătarii în prezent.
- Proiectarea rețelei și calcularea cheltuielilor de întreținere.

### **Metodele aplicate.**

La elaborarea tezei s-au folosit două metode științifice - una empirică și două teoretice.

o **comparația** este una dintre cele mai frecvente metode de cunoaștere. Datorită acestei metode s-au ales cele mai eficiente soluții hardware pentru implementarea rețelei de transport LTE. S-au făcut comparații dintre soluțiile oferite de către companiile “Cisco System” și “Alcatel-Lucent”, astfel prioritate s-a acordat pentru soluțiile oferite de către compania “Cisco System”.

o **analiza** reprezintă procesul de studiere detaliată a arhitecturilor și caracteristicilor generațiilor anterioare de comunicații mobile, cum ar fi 2G și 3G.

o **sinteza** este combinarea părților obținute prin analiză într-un întreg. Ca urmare a aplicării sintezei, cunoștințele obținute datorită analizei sunt combinate într-un singur sistem.

Rezultatele concrete obținute.

- Oferirea accesului la comunicații mobile de calitate înaltă pentru locatarii raionului;
- Creșterea vitezei de transmisie / recepție pentru datele mobile;
- Posibilitatea extinderii rețelei pe întreg teritoriul Republicii Moldova;
- Posibilitatea modernizării rețelei pe viitor la tehnologia 5G;

- Costuri de întreținere mult mai mici în comparație cu operatorii existenți.

## ANNOTATION

**Țaran Silviu-Dan**, student of the RST-191 F/R

Theme: “**Designing the LTE Network for the mobile communications operator Vodafone in Căușeni District**”

**Keywords:** Long Term Evolution, frequency band, eNodeB, cells, optical fiber, router.

### **Objective of the Work:**

The aim is to analyze and design a mobile network that provides all residents of Căușeni District with access to the LTE network, also solving the problem of coverage and providing high-speed mobile internet access.

### **General Objectives:**

- Analyzing existing networks in the region and their disadvantages.
- Focusing on consumer needs and addressing current issues faced by residents.
- Designing the network and calculating maintenance costs.

### **Applied methods:**

- **Comparison:** One of the most common methods of knowledge, used to select the most efficient hardware solutions for implementing the LTE transport network. Comparisons were made between solutions offered by “Cisco System” and “Alcatel-Lucent”, with priority given to solutions offered by “Cisco System”.
- **Analysis:** Involves a detailed study of the architectures and characteristics of previous generations of mobile communications, such as 2G and 3G.
- **Synthesis:** Combines the parts obtained through analysis into a whole. As a result of applying synthesis, the knowledge gained from analysis is combined into a single system.

### **The Concrete Results Obtained:**

- Providing high-quality mobile communications access for residents of the district;
- Increasing transmission/reception speeds for mobile data;
- Possibility of extending the network throughout the territory of the Republic of Moldova;
- Future modernization of the network to 5G technology;

- Much lower maintenance costs compared to existing operators.

## CUPRINS

<b>Introducere.....</b>	<b>9</b>
<b>1. Standardul LTE .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Arhitectura rețelei LTE.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Interfața radio a rețelei LTE .....</b>	<b>14</b>
<b>2. Calcule speciale.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Calculul capacității rețelei LTE.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Calculul puterii consumate .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 Calculul parametrilor sursei de alimentare de curent alternativ.....</b>	<b>26</b>
<b>2.4 Determinarea zonei de acoperire a rețelei .....</b>	<b>28</b>
<b>3. Implementarea tehnologiei .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Alegerea echipamentelor rețelei de transport .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2 Alegerea cablului optic .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Alegerea echipamentului de control a rețelei LTE .....</b>	<b>37</b>
<b>3.4 Alegerea echipamentului stației de bază eNode Band LTE .....</b>	<b>40</b>
<b>3.5 Modul de distribuire a eNB-urilor pe teritoriul raionului Căușeni. ....</b>	<b>42</b>
<b>3.6 Schema de organizare a rețelei LTE în raionul Căușeni. ....</b>	<b>43</b>
<b>4. Aspecte economice.....</b>	<b>46</b>
<b>4.1 Calculul cheltuielilor capitale .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2 Calculul cheltuielilor anuale de exploatare .....</b>	<b>46</b>
<b>4.3 Calculul veniturilor și profitului .....</b>	<b>48</b>
<b>Lista de abrevieri.....</b>	<b>52</b>
<b>Concluzie .....</b>	<b>54</b>
<b>Bibliografie.....</b>	<b>54</b>

## INTRODUCERE

Dezvoltarea rapidă a diferitelor tehnologii de comunicații, atât fixe, cât și mobile, este cauzată, în primul rând, de interesul sporit al oamenilor în domeniul Internetului. Rolul imens al Internetului în lumea modernă, al schimbului permanent de informații, este incontestabil și nu are nevoie de confirmare. Cu ajutorul rețelei globale, oamenii au ocazia să lucreze, să învețe, să comunice, să facă schimb de date, să vizioneze fișiere video, să asculte înregistrări audio și să folosească tot felul de servicii ale companiilor comerciale și instituțiilor guvernamentale online.

În Moldova, răspândirea accesului la Internet reprezintă o provocare, în primul rând datorită densității mici a populației în diferite regiuni a țării. În orașele din țara noastră, orice persoană interesată se poate conecta la rețeaua globală, pe baza nevoilor sale, alegând un tarif care îl satisface. În plus, un locuitor al orașului are posibilitatea de a alege între accesul prin cablu și fără fir. Dar în zonele rurale situația este mult mai gravă. Operatorii de comunicații nu încearcă să telefonizeze satele și să furnizeze servicii de acces la Internet, iar conexiunea care este furnizată cauzează adesea plângeri.

Soluționarea acestei probleme va duce la dezvoltarea mai rapidă a agriculturii, îmbunătățirea calității educației în mediul rural, precum și va contribui la afluxul de tineri specialiști în toate domeniile de activitate în sate.

Problema dată poate fi rezolvată în diferite moduri. Se poate utiliza comunicațiile prin satelit pentru a accesa Internetul, sau se poate organiza accesul prin cabluri sau prin utilizarea comunicațiilor mobile. Accesul prin satelit nu satisface viteza și este prea scump. Accesul prin intermediul liniilor de cablu este posibilă numai în cazul în care în sate există o centrală telefonică automată. Accesul prin telefonul mobil a devenit posibil odată cu apariția standardelor EDGE/UMTS/GSM/HSPA. Viteza primului standard este prea mică pentru navigarea confortabilă pe Internet, iar al doilea de multe ori nu se aplică în cazul zonelor rurale din două motive: în primul rând, operatorii de telefonie mobilă, încearcă cel mai mult să acopere zonele urbane și, în al doilea rând, gama de acțiune a semnalului în banda 1920-2100 MHz nu este mare, astfel încât, în scopul de a acoperi zone mari vor trebui să construiască un număr foarte mare de stații de bază ceea ce nu este profitabil din punct de vedere economic.

Una dintre opțiunile promițătoare pentru asigurarea zonelor rurale cu acces la internet de mare viteză este construcția rețelei de radiocomunicații mobile de a patra generație (4G). Cel mai potrivit standard 4G pentru această sarcină este tehnologia de acces fără fir LTE.

LTE - tehnologia de construcție a rețelelor de comunicații fără fir stabilită în cadrul proiectului de cooperare în crearea rețelei de a treia generație 3GPP (3G Partnership Project). Obiectivele principale de dezvoltare a tehnologiei LTE sunt: reducerea costurilor de transfer de

date, creșterea vitezei de transfer date, posibilitatea de a oferi o gamă largă de servicii la un cost mai mic, creșterea flexibilității rețelei, utilizarea sistemelor de comunicații mobile existente. Principala diferență dintre standardul LTE și tehnologiile EDGE/UMTS/GSM/HSPA este construcția unei rețele bazată totalment pe tehnologiile IP. Interfața radio LTE oferă o performanță îmbunătățită, inclusiv viteza de transmitere a datelor până la 300 Mbit/s, întârzierea de mai puțin de 5 ms la transmiterea de pachete precum și o eficiență spectrală semnificativ mai mare comparativ cu standardele mobile existente de a treia generație de acces wireless (3G).

În proiectul de licență, obiectul teritorial, în care se planifică implementarea rețelei LTE, a fost ales raionul Căușeni. Scopul acestui proiect de licență este de a asigura majoritatea localităților din raionul Căușeni cu un semnal radio stabil al rețelei LTE și asigurarea populației cu acces la Internet mobil de mare viteză.

## BIBLIOGRAFIE

1. BASIT A., LTE networks, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Helsinki, 2009.
2. DAHLAMAN Er., PARKVALL S., 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, Editura Hardbound, 2011. ISBN 0123854903, 9780123854902
3. HOLMA H, TOSKALA A., LTE for UMTS: OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access, Editura John Wiley, 2009. ISBN 9780470994016
4. SESIA S., LTE: The UMTS Long Term Evolution. From Theory to Practice, Editura John Wiley, 2009. ISBN 9780470742891, 0470742895
5. KREHER R., GAENGER K., LTE Signaling: Troubleshooting and Optimization, Editura John Wiley & Sons, 2011. ISBN 9780470689004
6. KHAN F., LTE for 4G Mobile Broadband, Editura Cambridge University Press, 2009. ISBN 9780511516665
7. MAHMOUD S., MOHAMED A. EL., AYMAN EL., Design, Deployment and Performance of 4G-LTE Networks, Editura John Wiley & Sons, 2014. ISBN 9781118683217
8. ВИШНЕВСКИЙ В. М., ПОРТНОЙ С. Л., ШАХНОВИЧ И., В. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G, Editura Техносфера, 2009. ISBN 9785948362236
9. БАБАКОВ В. Ю., ВОЗНЮК М. А., МИХАЙЛОВ П. А. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование, Editura Телеком, 2007.
10. ГЕЛЬГОР А. Л. Технология LTE мобильной передачи данных: учебное пособие, Editura Политехн. ун-та, 2011.
11. ТИХВИНСКИЙ В., ТЕРЕНТЬЕВ С., ЮРЧУК А., Сети мобильной связи LTE: технология и архитектура, Editura Эко-Трендз, 2010. ISBN 9785884050945.
12. Cisco: Guide to Supported Hardware for Cisco 7600 Series Routers with Cisco IOS Release 15S © 2010-2013 [citat 13.02.2024]. Disponibil: [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/7600/Hardware/15\\_0s/7600\\_hwd.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/7600/Hardware/15_0s/7600_hwd.html)
13. Cisco: Cisco ASR 5000 series application detection and control administration guide Version 12.0 © 2011 [citat 15.02.2024]. Disponibil: [https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/wireless/asr\\_5000/12\\_0/OL-24896\\_P2P\\_Admin.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en/us/td/docs/wireless/asr_5000/12_0/OL-24896_P2P_Admin.pdf)
14. Alcatel: Nokia 7750 Service Router ©2023 [citat 4.03.2024]. Disponibil: <https://www.al-enterprise.com/-/media/assets/internet/documents/nokia-7750-service-router-datasheet-en.pdf>