

**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 TSE:**

**Sava Lilia, conf. univ., dr.**

---

” ” \_\_\_\_\_ 2021

**Elaborarea softului pentru analiza și prevenirea  
interferenței potențiale între sistemele 5G și de televiziune  
digitală terestră din banda de 700 MHz**

**Teză de master**

**Student:**

**Ciclicci Mihail, SCE-201M**

**Coordonator:**

**Șestacova Tatiana, conf. univ., dr.**

**Chișinău, 2021**

## REZUMAT

**Autorul:** Ciclicci Mihail gr. SCE-201M

**Titlul tezei de master:** “Elaborarea softului pentru analiza și prevenirea interferenței potențiale între sistemele 5G și de televiziune digitală terestră din banda de 700 MHz”

**Structura lucrării:** constă din pagini de titlu, aviz, rezumat, introducere, 3 capitole, concluzii, bibliografie.

**Cuvinte cheie:** model de propagare, interpolare, extrapolare, intensitatea câmpului electromagnetic

**Problematica studiului:** Analiza interferenței potențiale între sistemele 5G și de televiziune digitală terestră din banda de 700 MHz prin intermediul modelelor de propagare

**Scopul lucrării:** Elaborarea unui soft pentru identificarea interferenței potențiale între sistemele de 5G și DTV prin utilizarea modelelor de propagare punct-zonă.

### Obiectivele:

1. Studierea și analiza tehnologiei de televiziune digitală terestră(DTV)
2. Studierea și analiza tehnologiei de IMT-2020(5G)
3. Studierea și analiza modelului de propagare ITU-R P.1546 (Metoda predicției propagării punct la zonă pentru serviciile terestre în intervalul de frecvență de la 30 MHz la 4000 MHz)
4. Studierea și analiza modelului de propagare ITU-R P.1812 ( Metoda pentru predicții propagării punct la zonă dependentă de tipul de cale specific pentru serviciile terestre în intervalul de frecvență de la 30 MHz la 6000 MHz)
5. Caracterizarea instrumentelor utilizate pentru elaborarea softului
6. Implementarea modelelor de propagare în componența softului
7. Elaborarea legăturii programului cu baza de date BR IFIC
8. Elaborarea procesului de calcul a interferenței
9. Elaborarea metodei de afișare a rezultatului
10. Determinarea eficienței economice a programului

**Metode aplicate:** Pentru crearea softului și implementarea părților componente a fost utilizat limbajul de programare C# pe platforma .NET Framework în mediul de elaborare Microsoft Visual Studio. Pentru crearea legăturii programului cu baza de date BR IFIC a fost utilizat SQLite.

**Rezultatele obținute:** În urma studierii și analizei tehnologiilor de 5G și DTV, cât și a modelelor de propagare, a fost elaborat un soft ce poate analiza și identifica interferențele potențial create între aceste 2 tehnologii. Acest soft va permite operatorilor mobili din Republica Moldova să creeze rețeaua de 5G fără suferirea de interferență de la alte tehnologii, cât și vice-versa.

# SUMMARY

**Author:** Ciclicci Mihail gr. SCE-201M

**Title:** “Elaboration of software for analysis and prevention of harmful interference between 5G and terrestrial digital television services in the 700 MHz band”

**Thesis structure:** consists of title pages, Review, Summary, Introduction, Conclusions, Bibliography, Annexes

**Keywords:** propagation model, interpolation, extrapolation, field strength value

**Research problem:** Analysis of harmful interferences between the 5G and digital terrestrial television systems in the 700 MHz band by utilizing different propagation models

**Thesis purpose:** Elaboration of a software for identifying of potential harmful interferences between the 5G and DTV systems by using point-to-area propagation models

## **Objectives:**

1. Study and analysis of the digital terrestrial television technology(DTV)
2. Study and analysis of the IMT-2020 technology(5G)
3. Study and analysis of the ITU-R P.1546 propagation model( Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 4 000 MHz)
4. Study and analysis of the ITU-R P.1812 propagation model ( A path-specific propagation prediction method for point-to-area terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 6 000 MHz)
5. Description of the used instruments for the software development
6. Implementation of the propagation models of the software
7. Development of the link between the software and BR IFIC database
8. Development of the process of calculation of the interference
9. Development of the method of displaying the result
10. Determination of the economic efficiency of the software

**Applied methods:** For the creation of the software and implementation of its components the C# programming language along with .NET Framework was used in the IDE Microsoft Visual Studio. For the creation of the link with the BR IFIC database we used SQLite.

**The obtained results:** After studying and analysing the 5G and DTV technologies and the propagation models, we developed a software that can analyze and identify potentially created harmful interferences between these 2 technologies. This software will allow mobile operators to create their own 5G network without suffering from harmful interference from other technologies and vice-versa.

# CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b>	<b>8</b>
<b>1 PREZENTAREA ȘI ANALIZA DOMENIULUI</b>	<b>9</b>
1.1 Analiza prototipurilor și formularea sarcinilor tehnice	9
1.2 Prezentarea generală a tehnologiilor IMT-2020(5G) și Televiziune Digitală Terestră(DTV)	11
1.3 Studierea și analiza tehnologiei de televiziune digitală terestră	12
1.4 Studierea și analiza tehnologiei de IMT-2020(5G)	14
1.5 Studierea și analiza Modelului de Propagare ITU-R P.1546	16
1.6 Studierea și analiza Modelului de Propagarea ITU-R P.1812	22
<b>2 ELABORAREA SOFTULUI PENTRU ANALIZA ȘI PREVENIREA INTERFERENȚEI POTENȚIALE ÎNTRE SISTEMELE 5G ȘI DE TELEVIZIUNE DIGITALĂ TERESTRĂ ÎN BANDA 700 MHZ</b>	<b>26</b>
2.1 Caracterizarea instrumentelor utilizate pentru elaborarea proiectului	26
2.2 Implementarea modelului de propagare ITU-R P.1546	26
2.3 Implementarea modelului de propagare ITU-R P.1812	39
2.4 Elaborarea legăturii cu baza de date	43
2.5 Elaborarea procesului de calcul al interferenței	47
2.6 Elaborarea metodei de afișare a rezultatului	50
2.7 Prezentarea tehnologiilor pentru elaborarea User Interface-ului	52
<b>3 IMPLEMENTAREA PROIECTULUI</b>	<b>53</b>
3.1 Modelarea programului	53
3.1.1 Proiectarea diagramei caz de utilizare	53
3.1.2 Proiectarea diagramei de activitate	54
3.1.3 Proiectarea diagramei de secvență	56
3.1.4 Proiectarea diagramei de clase	56
3.2 Determinarea eficienței economice a programului	58
<b>CONCLUZII</b>	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFIE</b>	<b>69</b>
ANEXE	70

## Introducere

Toate sistemele radio au același spectru electromagnetic. Aceasta înseamnă că fiecare receptor radio detectează nu doar semnalul dorit, ci toate celelalte semnale transmise în același timp oriunde - nu doar pe această planetă, ci oriunde, chiar și în spațiu.

Dar este rar pentru noi să simțim interferențe în dispozitivele noastre de comunicații - precum radiouri, televizoare și telefoane mobile - în fiecare zi. Acesta nu este un accident, ci rezultatul anilor de muncă grea din partea inginerilor și a regulatorilor de radio pentru a se asigura că semnalele de la un utilizator al spectrului radio nu degradează semnificativ un alt utilizator sau, așa cum este descris mai frecvent, cauzează interferențe în receptor.

Analiza interferențelor este studiul modului în care unul sau mai multe sisteme radio pot degrada funcționarea altor utilizatori ai sistemului radio. Aceasta include tehnici pentru a prezice nivelul de interferență și dacă această interferență ar putea fi tolerată sau ar reprezenta o degradare gravă, cunoscută altfel ca interferență dăunătoare.

Acest subiect se bazează pe alte teme de specialitate, cum ar fi proiectarea și propagarea antenelor și implică adesea analiza scenariilor care includ diferite tipuri de sistem radio. Prin urmare, atunci când se întreprind analize de interferență, este necesar de familiarizat cu o gamă largă de alte subiecte, plus tehnici de modelare matematică, statistici și geometrie.

Există diferite motive pentru efectuarea analizei interferenței, în special:

- Reglementare: să se identifice ce servicii radio pot partaja cu alte servicii radio și, prin urmare, să le permită să fie incluse în tabelele de alocare utilizate de managerii de spectru
- Atribuirea frecvenței: pentru a determina dacă un organism de reglementare poate elibera o nouă licență (de exemplu, unei companii de taxi) fără ca aceasta să provoace sau să sufere interferențe dăunătoare
- Coordonare: în timpul discuțiilor dintre doi operatori de sistem radio (sau țări) pentru a identifica modalitatea de a proteja reciproc receptorii de transmisiunile celuilalt.

## Bibliografie

1. *Fifth generation of mobile technologies description*, ITU-R, 2019 [Citat 17.12.2021] Disponibil: <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/5G-fifth-generation-of-mobile-technologies.aspx>
2. International Telecommunication Union. *Method for point-to-area predictions for terrestrial services (Recommendation ITU-R P.1546-6)*. International Telecommunication Union, 2019. 59 p. Disponibil: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1546-6-201908-I!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1546-6-201908-I!!PDF-E.pdf)
3. International Telecommunication Union. *A path-specific propagation prediction method for point-to area terrestrial services (Recommendation ITU-R P.1812-6)*. International Telecommunication Union, 2019. 34 p. Disponibil: [https://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1812-6-202109-I!!PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1812-6-202109-I!!PDF-E.pdf)
4. *UML Guide: What is Unified Modeling Language (UML)*, Visual Paradigm, 2020 [Citat 17.12.2021] Disponibil: <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-uml/#use-case-diagram>
5. *Use Case Diagram Guide: UML Use Case Diagram: Tutorial with EXAMPLE* Guru99, 2020 [Citat 17.12.2021] Disponibil: <https://www.guru99.com/use-case-diagrams-example.html>
6. *Activity Diagram Guide: UML Activity Diagram: What is, Components, Symbol* Guru99, 2020 [Citat 17.12.2021] Disponibil: <https://www.guru99.com/uml-activity-diagram.html>
7. *Sequence Diagram Guide: Interaction, Collaboration, Sequence Diagrams* Guru99, 2020 [Citat 17.12.2021] Disponibil: <https://www.guru99.com/interaction-collaboration-sequence-diagrams-examples.html>
8. PAHL, John. *Interference Analysis: modelling radio systems for spectrum management*. John Wiley & Sons, 2016. 800 p. ISBN 9781119065319
9. International Telecommunication Union. *Handbook on National Spectrum Management*. International Telecommunication Union, 2015. 333 p. ISBN 978-92-61-18791-0
10. LOKSHIN, Mikhail *Networks of Television and Sound Broadcasting*. Radio i sviazi, 1988. 146 p. ISBN 5-256-00103-5