



Universitatea Tehnică a Moldovei

**Integrarea MIMO în tehnologia informației
și comunicații electronice cu scopul prestării
serviciilor de bandă largă**

Masterand: Bulat Andrei

Conducător: Țurcanu Dinu

Chișinău 2018

REZUMAT

Scopul prezentei lucrări este propunerea unei soluții alternative de prestare a serviciilor Bandă Largă prin utilizarea rețelelor Wireless și integrarea tehnologiei MIMO pentru obținerea unui nivel maxim al calității serviciilor care va înlocui tehnologia DSL precum și analiza beneficiilor integrării MIMO în rețelele wireless.

În primul capitol sunt prezentate particularitățile generale ale tehnologiei MIMO, diversitatea configurațiilor acesteia, multiplexarea spațială și MIMO beamforming.

Capitolul doi conține informații generale privitor soluția propusă în vederea asigurării abonaților cu servicii mai calitative decât cea ce se utilizează la moment, precum și efectele benefice ale tehnologiei MIMO asupra rețelelor fără fir.

În capitolul trei se analizează din punct de vedere matematic performanța MIMO în rețelele fără fir. Lucrarea conține: 51 pagini, 27 figuri, 7 tabele și 12 surse bibliografice.

РЕЗЮМЕ

Цель этой статьи - предложить альтернативное решение для предоставления широкополосных услуг с использованием беспроводных сетей и интеграции технологии MIMO для достижения максимального уровня качества обслуживания, который заменит технологию DSL, а также проанализирует преимущества интеграции MIMO в беспроводных сетях.

В первой главе представлены общие характеристики технологии MIMO, разнообразие ее конфигураций, пространственное мультиплексирование и формирование MIMO-лучей.

Глава вторая содержит общую информацию о предлагаемом решении для предоставления абонентам более качественных услуг, чем то, что в настоящее время используется, а также благоприятные эффекты технологии MIMO в беспроводных сетях.

В третьей главе анализируется производительность MIMO в беспроводных сетях.

Он содержит: 51 страниц, 27 рисунков, 7 таблиц и 12 библиографических источников.

SUMMARY

The purpose of this paper is to propose an alternative solution for the provision of Broadband services through the use of Wireless Networks and the integration of MIMO technology to achieve a maximum level of service quality that will replace DSL technology as well as to analyze the benefits of MIMO integration in wireless networks.

The first chapter presents the general features of MIMO technology, the diversity of its configurations, spatial multiplexing and MIMO beamforming.

The second chapter contains general information on the proposed solution to provide subscribers with better quality services than what is currently being used, as well as the beneficial effects of MIMO technology on wireless networks.

The third chapter is analyzed the MIMO performance in wireless networks.

The paper contains: 51 pages, 27 figures, 7 tables and 12 bibliographic sources.

CUPRINS

LISTA ABREVIERILOR	9
INTRODUCERE	10
1. MIMO. PARTICULARITĂȚI.....	11
1.1. Diversificarea Tehnologiei MIMO.....	13
1.2. Multiplexarea Spațială.....	21
1.3. MIMO Beamforming.....	22
2. ANALIZA PERFORMANȚEI MIMO ÎN REȚELELE FĂRĂ FIR.....	23
2.1. Analiza componentei emițătoare	25
2.2. Analiza componentei receptoare	28
2.3. Influența tehnologiei MIMO asupra transmisiunii de date.....	30
2.4. Avantajele și Dezavantajele MIMO	34
2.5. Efectele pozitive în urma utilizării MIMO 2x2 / 4x4 etc.	36
2.6. Comparăția costurilor cu alte tehnologii.....	37
3. ANALIZA MATEMATICĂ A PERFORMANȚEI MIMO	38
3.1. Limitări ale teoriei clasice MIMO	39
3.2. Estimarea parametrilor canalului în MIMO-OFDM	43
3.3. Compromisul diversitate/câștig	49
CONCLUZII.....	50
BIBLIOGRAFIE	51

LISTA ABREVIERILOR

SISO – Single – Input Single-
Output SIMO – Single – Input
Multiple-Output MISO –
Multiple – Input Single Output
MIMO – Multiple – Input
Multiple-Output
SU-MIMO – Single User – Multiple-Input Multiple-
Output MU-MIMO – Multiple User – Multiple-Input
Multiple-Output SM/SMX – Spatial Multiplexing
STC – Space Time –
Code AAS –
Adaptive antenna
system DSL –
Digital Subscriber
Line
ADSL – Asymmetric Digital Subscriber Line
OFDM – Orthogonal Frequency Division
Multiplexing FFT – Fast Fourier Transformation
LOS – Line
of Sight
NLOS – Non
line of Sight
IEEE – Institute of Electrical and Electronics
Engineers CNFR – Centrul Național pentru
Frecvențe Radio
P2P – Point to Point
LTE – Long Term
Evolution LAN –
Local Area Network
WLAN – Wireless Local Area Network
WiMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access
FTTH – Fiber To The Home
CPE – Customer Premises
Equipment BER – Bit Error Rate

STBC – Space Time Block
Coding BF – Beamforming
DSP – Digital Signal Processor

INTRODUCERE

Cu toate că suntem în secolul XXI și tehnologia informației se dezvoltă într-un tempou rapid, o bună parte din utilizatorii a serviciilor bandă largă sunt nevoiți să se folosească de tehnologiile secolului trecut. E vorba de tehnologia DSL care este limitată în posibilitățile sale tehnice. Conform ultimului raport al Agenției Naționale pentru Reglementare în Comunicații Electronice și Tehnologia Informației a Republicii Moldova, 34,1% din abonați utilizează accesul la serviciile bandă largă prin tehnologia DSL.

Calitatea și viteza maximă de transfer date pentru această tehnologie este limitată în mare parte de rezistența cablului de cupru, lungimea căruia influențează direct parametrii tehnici și posibilitățile acesteia, pe când necesitățile clienților serviciilor triple-play cresc.

Abonații operatorilor de comunicații electronice solicită benzi de transfer date tot mai mari, pe motiv că în fiecare an volumul resurselor crește. Abonații își doresc conectarea a cel puțin 2 televizoare pe lângă o conexiune la internet stabilă cu suficientă capacitate de transfer date pentru a deservi mai multe dispozitive conectate la rețeaua internet. Pentru fiecare din cele 2 televizoare este necesară viteza de transfer date de 11 Mbps în cazul posturilor TV în calitate HD, spre care tind fiecare studiou. Știind că cea mai evoluată versiune a tehnologiei DSL, adică ADSL2+ are o viteză maximă de transfer date de până la 24 Mbps, deja se vede că nu face față în întregime cerințelor.

Ca alternativă a acesteia, în prezenta lucrare se propune utilizarea a unui set de tehnologii combinate care vor permite înlocuirea tehnologiei DSL cu minimum cheltuieli și maximă satisfacție pentru fiecare. Analiza combinației tehnologiei WiMAX cu tehnologia MIMO va da efectul dorit în ceea ce privește satisfacerea cerințelor către comunicațiile electronice.