

 <b>UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI</b>	<b>FIȘA DISCIPLINEI/MODULULUI</b>	<b>Cod: S.04.O.039</b>	
		<b>Ediția</b>	<b>1</b>
		<b>Revizia</b>	<b>0</b>
		<b>Pag.</b>	<b>1/5</b>
		<b>Data</b>	<b>06.05.2020</b>

MD-2004, CHIȘINĂU, bd., Ștefan cel Mare și Sfânt 168, TEL: 022 23-75-05, [www.utm.md](http://www.utm.md)

### S.04.O.039 TEORIA TELETRAFICULUI

#### 1. Date despre unitatea de curs/modul

<b>Facultatea</b>	Facultatea Electronică și Telecomunicații				
<b>Catedra/departamentul</b>	Telecomunicații și Sisteme Electronice				
<b>Ciclul de studii</b>	Studii superioare de licență, ciclul I				
<b>Programul de studiu</b>	0714.1 Tehnologii și Sisteme de Telecomunicații (TST)				
<b>Anul de studiu</b>	<b>Semestrul</b>	<b>Tip de evaluare</b>	<b>Categoria formativă</b>	<b>Categoria de opționalitate</b>	<b>Credite ECTS</b>
III (învățământ cu frecvență); II (învățământ cu frecvență redusă)	6 4	E	S – unitate de curs de specialitate	O - unitate de curs obligatorie	4

#### 2. Timpul total estimat

Total ore în planul de învățământ	Din care				
	Ore auditoriale		Lucrul individual		
	Curs	Laborator/seminar	Proiect de an	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
ZI-120	30	15/15	-	30	30
FR-120	10	4/4	-	51	51

#### 3. Precondiții de acces la unitatea de curs/modul


Conform planului de învățământ	Teoria probabilităților, Combinatorica, Statistica, Fizica aplicată, Programarea calculatoarelor și limbaje de programare, Grafica asistată de calculator, Semnale și circuite.
Conform competențelor	Să posede metodele de analiză a grafurilor, programarea diverselor aplicații, aparatul matematic și grafica asistată de calculator.

#### 4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru

Curs	Pentru prezentarea materialului teoretic în sala de curs este nevoie de proiector și calculator. Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.
Laborator/seminar	Studenții vor perfecta rapoarte conform condițiilor impuse de indicațiile metodice. Termenul de predare a lucrării de laborator – o săptămână după finalizarea acesteia. Pentru predarea cu întârziere a lucrării aceasta se depunctează cu 1pct./săptămână de întârziere.

### 5. Competențe specifice acumulate

<p>Competențe profesionale</p>	<p><b>Rezultatele învățării:</b></p> <p>1. <b>Cunoștințe teoretice (ce trebuie să cunoască):</b> Recomandările ITU de bază referitoare la ingineria traficului în rețelele de telecomunicații. Modelele matematice utilizate în scopul simulării și evaluării sistemelor de telecomunicații. Modelele matematice utilizate pentru descrierea diferitor tipuri de procese de sosire: Poisson, Bernoulli, BINOMIAL. Particularitățile și proprietățile distribuției Pareto.</p> <p>Definirea matematică a traficului, intensității traficului servit, disciplinele de servire folosite în sistemele de telecomunicații. Tipurile de trafic și unitățile de măsură a lui. Proprietățile statistice ale traficului telefonic, de date și multimedia. Conceptul de blocare, de apel, blocare de timp a sistemului. Metodica de măsurare a traficului conform recomandărilor ITU.</p> <p>Indicatorii de calitate în sistemele de telecomunicații. Normarea calității serviciului QoS. Modele QoS utilizate în rețele comutație de pachete IP. Modele de prelucrare a traficului: Erlang B și Engset. Clasificarea Kendall. Sistemul cu așteptare Erlang M/M/n. Formula Erlang C. Disciplinele utilizate pentru definirea modului de funcționare a șirurilor de așteptare.</p> <p>Metodele de dimensionare a sistemelor de telecomunicații. Metodele de prognozare a traficului și de evaluare a volumului de echipament necesar pentru rețelele de nouă generație. Metodele de evaluare a performanțelor rețelelor de conexiune. Metodele de proiectare a rețelelor moderne de comunicații electronice.</p> <p>2. <b>Deprinderi dobândite (Ce știe să facă):</b> Să determine modelul matematic posibil de folosit pentru simularea sistemului de telecomunicații reieșind din proprietățile lui. Să selecteze și să folosească prevederile recomandărilor ITU în dependență de modelul analizat. Să determine cazurile în care se poate utiliza modelul Erlang B sau modelul Engset. Să utilizeze cerințele moderne la proiectarea sistemelor de comutație. Să argumenteze evaluarea volumului de echipament necesar pentru rețelele de nouă generație. Să aplice metodele de planificare a rețelelor de telecomunicații în concordanță cu normele de calitate a serviciilor. Să fie capabili să elaboreze propuneri pentru modificarea rețelelor de telecomunicații cu implementarea tehnicii moderne de comutație și să asigure interacțiunea cu fragmentele PSTN existente.</p> <p>3. <b>Abilități dobândite (Ce instrumente știe să mănuiască):</b> Să calculeze intensitatea traficului oferit, servit, pierdut. Să determine caracteristicile traficului în sistemele cu așteptare. Să calculeze numărul joncțiunilor dintre centralele unei rețele de comunicații electronice. Să utilizeze modelul Erlang B,</p>
--------------------------------	---

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	<b>FIȘA DISCIPLINEI/MODULULUI</b>	<b>Cod: S.04.O.039</b>	
		<b>Ediția</b>	<b>1</b>
		<b>Revizia</b>	<b>0</b>
		<b>Pag.</b>	<b>3/5</b>
		<b>Data</b>	<b>06.05.2020</b>


	Engset; Erlang M/M/n, formula Erlang C. Să determine parametrii ce descriu QoS în rețelele bazate pe protocolul IP. Să măsoare traficul în rețelele de telecomunicații și să efectueze prognoza traficului. Să selecteze metodele de evaluare a volumului de echipament necesar pentru rețelele de noua generație.
--	--

## 2. Obiectivele unității de curs/modulului

Obiectivul general	<b>Obiectivele unității de curs:</b> Dezvoltarea competențelor referitoare la utilizarea modelelor matematice de descriere a sistemelor de telecomunicații. Cunoașterea și înțelegerea conceptelor de bază referitoare la simularea și modelarea proceselor stohastice din sistemele de comunicații electronice moderne. Dezvoltarea deprinderilor și abilităților necesare utilizării standardelor de calitate (GoS) în procesul de planificare sau mentenanță a rețelelor de telecomunicații. Dezvoltarea deprinderilor și abilităților necesare pentru analiza și prognoza traficului în rețea.
Obiectivele specifice	<b>Concomitent disciplina contribuie la dezvoltarea competențelor transversale:</b> comunicare verbală și scrisă, rezolvarea problemelor, prelucrarea rezultatelor și formularea concluziilor, luarea deciziilor, lucrul în echipă, autonomia învățării, înțelegerea responsabilității față de colegi și mediu, înțelegerea necesității unui standard etic ridicat în practica inginerescă.

## 7. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redușă
<b>Tematica prelegerilor</b>		
T1. Introducere. Definiția termenului teletrafic, scopul, sarcina și bazele disciplinei, scurt istoric, rolul disciplinei în pregătirea inginerilor în telecomunicații, enumerarea și desfășurarea temelor de studiat.	2	0,5
T2. Modelarea sistemelor de telecomunicații. Recomandările ITU cu referire la ingineria traficului.	2	0,5
T.3 Procese de sosire: definirea procesului punctual, principii de clasificare, procese de sosire deterministe și aleatoare, moduri de definire, proprietățile și caracteristicile principale.	2	0,5
T.4 Procesul de sosire Poisson, proprietățile și caracteristicile procesului Poisson, deducerea distribuției (repartiției) Poisson (PCT-I - Pure Chance Traffic type One). Sosiri de tip Bernoulli, Erlang.	2	0,5
T5. Procese de plecare (eliberare): tipuri de distribuție a timpului de	2	0,5

 <b>FIȘA DISCIPLINEI/MODULULUI</b>	<b>Cod: S.04.O.039</b>	
	<b>Ediția</b>	<b>1</b>
	<b>Revizia</b>	<b>0</b>
	<b>Pag.</b>	<b>4/5</b>
	<b>Data</b>	<b>06.05.2020</b>

servire, servirea exponențială a cererilor, distribuția Bernoulli, parametri. Caracteristicile distribuțiilor. Alte tipuri de distribuție a duratei de serviciu.		
T6. Traficul. Modalități de prelucrare a traficului (discipline de servire a sosirilor - cu pierderi, cu așteptare, cu repetare a apelului). Definierea matematică a traficului, intensitatea traficului servit, unitatea de măsură Erlangul. Trafic oferit, servit, pierdut.	2	0,5
T7. Variația în timp a traficului, ora de trafic maximal (busy hour, htm), conceptul de blocare (congestie), blocare de apel, blocare de timp. Măsurările traficului conform recomandărilor ITU.	2	0,5
T8. Indicii de calitate în sistemele de telecomunicații. Recomandarea ITU E.800, normarea calității serviciului QoS, noțiuni de SLA- nivelului de serviciu contractat.	2	0,5
T9. Sisteme de prelucrare a traficului cu accesibilitate totală: modelele de trafic BPP, distribuția Binomială - modelul Engset, distribuția Poisson - modelul Erlang. Sisteme cu pierderi; Formula Erlang-A și B; Trafic de tip ENGSET;	2	0,5
T10. Calculul caracteristicilor modelelor Erlang 1 și Engset: pierderi de apel, de timp și de trafic, intensitatea traficului oferit și pierdut.	2	0,5
T11. Sisteme cu așteptare Markov: sistemul Erlang M/M/n, caracteristicile traficului în sistemele cu așteptare, formula Erlang-C. Comportamente în șirurile de așteptare.	2	1
T12. Teoria aplicativă a sistemelor cu șiruri de așteptare, clasificare Kendall, organizarea și disciplina șirului de așteptare. Rezultate generale a teoriei sistemelor cu șiruri de așteptare.	2	1
T13. Dimensionarea sistemelor de telecomunicații: matrice de trafic, topologii, principii de rutare, controlul încărcăturii, rezervări de trunchiuri.	2	1
T14. Traficul în rețelele multiservicii. Modele QoS în rețele IP. Distribuția Pareto.	2	1
T15. Planificarea rețelelor multiservicii: aspecte generale.	2	1
<b>Total ore</b>	<b>30</b>	<b>10</b>

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
<b>Tematica lucrărilor seminarelor</b>		
LP1. Recapitularea noțiunilor din Teoria probabilităților și combinatorică	1	

 <b>UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI</b>	<b>FIȘA DISCIPLINEI/MODULULUI</b>	<b>Cod: S.04.O.039</b>	
		<b>Ediția</b>	<b>1</b>
		<b>Revizia</b>	<b>0</b>
		<b>Pag.</b>	<b>5/5</b>
		<b>Data</b>	<b>06.05.2020</b>

utilizate in Teoria teletraficului.		
LP2. Procese de sosire deterministe si aleatoare, moduri de definire, proprietățile si caracteristicile principale.	2	
LP3. Proprietățile si caracteristicile procesului Poisson.	2	1
LP4. Traficul, intensitatea traficului, tipuri de trafic, disciplina de servire.	2	
LP5. Estimarea parametrilor traficului telefonic, variația in timp a traficului, prognoza parametrilor traficului in rețea	2	1
LP6. Modele de prelucrare a traficului cu accesibilitate totala: Erlang 1 si Engset.	2	1
LP7. Sistemul Erlang M/M/n, caracteristicile traficului in sistemele cu așteptare.	2	
LP8. Metode de prognozare a traficului si de evaluare a volumului de echipament necesar pentru rețelele de noua generație.	2	1
<b>Total ore</b>	<b>15</b>	<b>4</b>

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redușă
<b>Tematica lucrărilor de laborator</b>		
LL1. Introducere în simulatorul ”Riverbed Modeler” – versiunea academică.	3	2
LL2. Evaluarea opțiunilor de conectare la Internet pentru o rețea de calculatoare de domiciliu.	4	2
LL3. Simularea sistemului cu așteptare M/M/1	4	
LL4. Evaluarea disciplinei de servire sistemului cu așteptare.	4	
<b>Total ore</b>	<b>15</b>	<b>4</b>

### 8. Referințe bibliografice

Principale	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ion Nazaroi. Teoria teletraficului. Ciclu de prelegeri. Partea 1. Chișinău. Editura ”Tehnica- UTM”, 2013. 48 p.</li> <li>2. Ion Nazaroi. Proiectarea rețelei de acces de noua generație. Chișinpu. Editura ”Tehnica-UTM”, 2013. 24 p.</li> <li>3. ITU-D. Teletraffic Engineering Handbook. – Geneva, (<a href="http://www.itu.int">http://www.itu.int</a>), 2015.</li> <li>4. Ю.Н. Корнышев, А.П. Пшеничников, А.Д. Харкевич. Теория телетрафика. – М.: Радио и Связь, 1996.</li> <li>5. L. Ioan, G. Niculaescu. Comutație și rutare în telecomunicații. – București: Matrix Rom, 2011.</li> <li>6. G. Miculescu. Traficul in rețelele de telecomunicații, Ed. Tehnica, București, 1994.</li> <li>7. L. Ioan, G. Niculescu, Elemente de ingineria traficului în telecomunicații, Ed. MatrixRom, 2001.</li> </ol>
------------	--

 UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI	<b>FIȘA DISCIPLINEI/MODULULUI</b>	<b>Cod: S.04.O.039</b>	
		<b>Ediția</b>	<b>1</b>
		<b>Revizia</b>	<b>0</b>
		<b>Pag.</b>	<b>6/5</b>
		<b>Data</b>	<b>06.05.2020</b>

	<p>8. С.Н. Степанов. Основы телетрафика мультисервисных сетей // М.: Изд. «Радио и связь» – 2010.</p> <p>9. Л. Клейнрок. Теория массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1979.</p> <p>10. Л. Клейнрок. Вычислительные системы с очередями. – М.: Мир, 1979.</p> <p>11. В.В. Крылов, С.С. Самохвалова. Теория телетрафика и ее приложения. – СПб.: ВНУ-Санкт-Петербург, 2005.</p> <p>7. Ю. Н. Корнышев, Г. Л. Фань. Теория распределения информации. – М.: Изд. Радио и связь, 1985.</p> <p>8. Пшеничников А.П. Курс «Теория телетрафика». –Москва (<a href="http://strelnikov.ws/dl/TT/TT_v2.0.pdf">http://strelnikov.ws/dl/TT/TT_v2.0.pdf</a>), 2011.</p>
--	---

### 9. Evaluare

Nota simestrială					Evaluarea finală  (0,4)
Componente			Media trunchiată  (0,6)*		
Evaluarea periodică		Evaluarea curentă			
Nr.1	Nr.2				
Standard minim de performanță					
Prezența și activitatea la prelegeri și seminare;					
Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre componentele atestării;					
Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii materialului.					

\* nota se exprimă în număr cu douăA zecimale, trunchiat.