

**Ministerul Educației al Republicii Moldova
Universitatea de Stat “Alec Russo” din Bălți**

Facultatea de Științe Reale

Catedra de matematică

Curricula

la unitatea de curs

Cercetări operaționale

Autor: lect. sup. Gașoi Natalia

Discutată la ședința catedrei de matematică
procesul verbal nr. 1 din 29.08.2011

Aprobată la ședința Consiliului
Facultății de Științe Reale
procesul verbal nr. 2 din 28.09.2011

Bălți, 2011

I. *Descrierea unității de curs.*

- a) *Denumirea unității de curs:* Cercetări operaționale.
- b) *Codul disciplinei în planul de învățământ:* S1.06.A.051.
- c) *Anul de studiu și semestrul în care se studiază unitatea de curs:* anul III, semestrul VI.
- d) *Regimul disciplinei (obligatorie/opțională/la liberă alegere):* opțională
- e) *Categoria formativă (fundamentală F/de specializare (S1 sau S2)/ de orientare către un alt domeniu la ciclul II, masterat M):* de specializare S1.
- f) *Cursurile care trebuie studiate în prealabil:* Analiza matematică, Algebra, Geometria analitică, Teoria probabilităților și statistica matematică.
- g) *Forma de evaluare finală:* Examen scris.
- h) *Catedra responsabilă:* Catedra de matematică.
- i) *Titularul disciplinei:* lect. sup. Gașițoi Natalia.
- j) *Extinderea disciplinei în planul de învățământ:*

Curs	Seminar	Laborator	Teză	Stud.ind.	Total	Credite
33	33	-	-	54	120	4

k) Obiectivele unității de curs exprimate în finalități de studiu și competențe:

Unitatea de curs *Cercetări operaționale* este o disciplină la liberă alegere propusă studenților specialității “Matematica și Informatica”. Cercetările operaționale reprezintă un curs în care se studiază metodele de optimizare a deciziilor cu ajutorul modelării matematice, care se dezvoltă în strânsă legătură cu alte discipline, cum ar fi cibernetica, informatica sau analiza sistemelor. Scopul principal de studiere a disciplinei este de a familiariza studenții cu metodele de cercetare și rezolvare a problemelor de programare matematică. Reieșind din interesele viitorului profesor de matematică menționăm, că unele teme din acest curs ar putea fi discutate cu elevii liceelor în cadrul orelor facultative sau cercului de matematică.

Obiectivul unității de curs *Cercetări operaționale* este de a crea următoarele competențe generale și competențe specifice disciplinei:

Competențe generale:

i. Competențe instrumentale:

- Capacitatea de analiză și sinteză
- Capacitatea de organizare și planificare a activității de modelare și cercetare
- Cunoștințe generale de bază în domeniul matematicii
- Comunicare scrisă și orală în limba română

- Cunoașterea unei limbi străine
- Abilități de operare pe PC
- Abilități privind managementul informației
- Capacitatea de a soluționa probleme
- Capacitatea de a lua decizii

ii. **Competențe interpersonale:**

- Capacitatea de evaluare și autoevaluare
- Capacitatea de a lucra în echipă
- Abilitatea de a colabora cu specialiști din alte domenii
- Capacitatea de a avea un comportament etic

iii. **Competențe sistemice:**

- Capacitatea de a transpune în practică cunoștințele dobândite
- Abilități de cercetare
- Capacitatea de a învăța
- Creativitate
- Abilitatea de a lucra independent
- Capacitatea de a concepe proiecte și de a le derula
- Voința de a reuși

Competențe specifice disciplinei:

i. **Cunoaștere și înțelegere:**

- descrierea obiectului de studiu al Cercetărilor operaționale;
- cunoașterea și interpretarea noțiunilor de: mulțime convexă; hiperplan; hiperplan suport; problemă de programare liniară; soluție admisibilă, soluție optimă a unei PPL; problemă de programare liniar-fracționară; pereche de probleme duale simetrice și nesimetrice; problema de transport; problemă de programare neliniară; joc matricial; strategie optimă a jucătorului.
- dezvoltarea formei canonice și formei standard a unei probleme de programare liniară;
- dezvoltarea metodei grafice de rezolvare a PPL;
- dezvoltarea principiului optimalității soluției suport;
- dezvoltarea metodei simplex de rezolvare a PPL;
- dezvoltarea metodei bazei artificiale;
- dezvoltarea metodei simplex duală;
- descrierea metodei lui Gomory de rezolvare a problemelor de programare liniară în numere întregi;
- dezvoltarea metodelor de rezolvare a problemelor de programare liniar-fracționară;
- dezvoltarea metodei de rezolvare a problemelor de transport;
- cunoașterea metodelor de bază de soluționare a jocurilor matriciale cu suma nulă a câștigurilor;
- dezvoltarea metodei multiplicatorilor Lagrange;

ii. Explicare și interpretare:

- explicarea conținuturilor teoretice ale disciplinei
- descrierea proprietăților soluțiilor unei PPL;
- interpretarea dualității în programarea liniară;
- interpretarea metodei lui Gomory de rezolvare a problemelor de programare liniară în numere întregi;
- interpretarea metodelor de rezolvare a problemelor de programare liniar-fracționară;
- dezvoltarea metodelor de bază de soluționare a jocurilor matriciale cu suma nulă a câștigurilor;
- interpretarea metodei multiplicatorilor Lagrange;
- explicarea celor mai importante formule ale cursului;
- explicarea esenței noțiunilor studiate în cadrul disciplinei;
- argumentarea metodelor de rezolvare a problemelor standard din diferite compartimente ale disciplinei;
- interpretarea metodelor de demonstrație a celor mai importante teoreme ale cursului.

iii. Instrumental-aplicative:

- modelarea matematică a unor procese economice;
- aplicarea metodei grafice la soluționarea unor probleme de programare liniară și neliniară;
- aplicarea metodei simplex la soluționarea PPL;
- aplicarea metodei bazei artificiale la soluționarea unor PPL;
- aplicarea metodei Gomory de soluționare a problemelor de programare în numere întregi;
- soluționarea problemelor de programare fracționar-liniară;
- soluționarea prin metoda multiplicatorilor Lagrange a unor PPN;
- aplicarea metodei potențialelor de soluționare a problemelor de transport;
- soluționarea jocurilor matriciale cu suma nulă;
- compararea metodelor de rezolvare a problemelor din diferite compartimente ale disciplinei;
- identificarea problemelor de cercetare care pot fi soluționate cu ajutorul metodelor acestui curs;
- transferul cunoștințelor teoretice dobândite în cadrul studierii cursului în diverse domenii ale activității profesionale;
- propunerea procedeelelor, metodelor, tehnicilor aplicate în Cercetările operaționale pentru rezolvarea adecvată a unor probleme din alte domenii;
- elaborarea strategiei de evaluare a activității profesionale în contextul aplicării în diverse domenii (inclusiv în cercetare) a rezultatelor, metodelor din CO.

iv. Atitudinale:

- manifestarea unei atitudini pozitive față de știința matematică;
- dezvoltarea abilităților de a gândi logic;
- incitarea pentru o abordare multidisciplinară a fenomenelor economice și sociale;

- abilitatea de a aprecia diversitatea și complexitatea problemelor de programare matematică;
- valorificarea optimă și creativă a propriului potențial în activitățile științifice;
- promovarea unui sistem de valori culturale, morale și etice.

l) Cunoștințele și deprinderile prealabile necesare studentului pentru a începe studiul unității de curs:

a) Cunoștințe:

- noțiuni generale din cursul de matematică elementară: graficele funcțiilor elementare, metoda grafică de rezolvare a sistemelor de inecuații liniare cu două variabile;
- noțiuni fundamentale din cursul de algebră superioară: sisteme de ecuații liniare, matrice, determinanți, metoda matricială și metoda Jordan-Gauss de rezolvare a sistemelor de ecuații liniare, noțiune de vector, operații cu vectori, baza și rangul unui sistem de vectori;
- noțiune de probabilitate, variabile aleatoare, caracteristici numerice de bază ale variabilelor aleatoare;
- noțiuni generale din cursul de analiză matematică – calcularea derivatelor funcțiilor, studiul funcțiilor cu ajutorul derivatei, aflarea valorii celei mai mari și celei mai mici ale funcției pe un segment.

b) Deprinderi:

- construirea graficelor funcțiilor elementare;
- rezolvarea prin metoda grafică a sistemelor de inecuații liniare cu două variabile;
- calculul determinanților, efectuarea operațiilor cu matrice, aflarea matricei inverse, rezolvarea sistemelor de ecuații liniare prin diferite metode;
- determinarea dependenței sau independenței liniare a vectorilor, aflarea bazei și a rangului sistemului de vectori;
- calcularea probabilității evenimentelor folosind definiția clasică a probabilității;
- calcularea derivatelor funcțiilor, aflarea valorii celei mai mari și celei mai mici ale funcției pe un segment.

m) Literatura de referință pe care studentul ar putea să o consulte din timp:

1. Замбицкий Д.К., Замбицкий М.К., *Линейная алгебра и линейное программирование*, Кишинэу, Еврика, 1997.
2. Смирнов В. И., *Курс высшей математики*, «Наука», 1967.

II. Conținutul cursului Cercetări operaționale.

a) Conținuturi corespunzătoare domeniului specialității.

Problema cercetărilor operaționale. Programarea liniară. Metoda grafică și metoda simplex de rezolvare a PPL. Dualitatea în programarea liniară. Metoda simplex duală. Programarea liniară în numere întregi. Problema transporturilor. Programarea liniar-fracționară. Elemente din teoria jocurilor. Problema generală de programare neliniară. Metoda grafică. Metoda multiplicatorilor Lagrange.

b) Conținutul de bază al cursului, repartizarea orelor pe teme de studiu, cu divizarea acestora pentru prelegeri, seminare, studiu individual.

Tabelul 1. Repartizarea orelor pe teme de studiu, cu divizarea acestora pentru prelegeri, seminare, studiu individual

Nr. d/r	Tema	Numărul de ore		
		C	S	I
	Modulul I. Introducere			
1.	Obiectul Cercetărilor operaționale. Fazele de construire a modelului problemei	2		
2.	Elemente de analiză convexă	2	2	2
	Modulul II. Programarea liniară			
3.	Noțiune de problemă de programare liniară (PPL). Exemple de PPL. Forma canonică și standard a problemei de programare liniară. Aducerea PPL la forma standard.	3	2	
4.	Metoda grafică de rezolvare a problemelor de programare liniară.	1	2	2
	<i>Testul de evaluare nr. 1</i>		2	
5.	Proprietățile soluțiilor problemei de programare liniară: teorema despre mulțimea soluțiilor admisibile, teorema de bază, teorema despre alternativă.	2		
6.	Teorema despre coincidența punctelor de extrem ale domeniului soluțiilor admisibile cu soluțiile suport.	1		1
7.	Principiul optimalității soluției suport. Metoda simplex. Algoritmul metodei simplex și tabelul simplex.	2	2	
8.	Metoda bazei artificiale.	1	2	
	Modulul III. Dualitatea în programarea liniară.			
9.	Cuplul de probleme "Primală - duală". Probleme duale simetrice și asimetrice. Teoremele de bază ale dualității.	3	1	
10.	Metoda simplex duală. Algoritmul metodei.	1	2	
	<i>Testul de evaluare nr. 2</i>		2	
	Modulul IV. Programarea liniară în numere întregi.			
11.	Formularea problemei de programare liniară în numere întregi. Exemple.	1		1
12.	Metoda Gomory de rezolvare a problemelor de programare liniară în numere întregi.	2	2	
	Modulul V. Problema transporturilor.			
13.	Problema transporturilor, modelul matematic al ei. Principiul	2		1

	optimalității soluției ei.			
14.	Construirea soluției suport inițiale a problemei transporturilor. Metoda potențialelor. Cazul degenerat al problemei transporturilor.	3	2	
15.	Modelul deschis al problemei transporturilor.		2	1
	<i>Testul de evaluare nr. 3</i>		2	
	Modulul VI. Programarea liniar-fracționară.			
16.	Modelul matematic al problemei de programare liniar-fracționară. Reducerea ei la PPL.	1	1	1
	Modulul VII. Elemente din teoria jocurilor.			
17.	Obiectul teoriei jocurilor. Noțiunile de bază. Strategie maximă și strategie minimă. Strategii mixte.	2	1	2
18.	Rezolvarea jocurilor matriciale. Metoda grafică. Reducerea jocului matricial la o PPL.	2	2	
	Modulul VIII. Programarea neliniară.			
19.	Problema generală de programare neliniară. Metoda grafică de rezolvare a ei. Metoda multiplicatorilor Lagrange.	2	2	2
	<i>Testul de evaluare nr. 4</i>		2	
	TOTAL	33	33	13

Studiu individual pretins studentului			
1. Studiul notițelor de curs	10	7. Pregătire pentru testele de evaluare	8
2. Studiul după manual, suport de curs	4	8. Studiu de caz, aplicații practice	0
3. Studiul bibliografiei minimale indicate	0	9. Consultații	4
4. Documentare suplimentară în bibliotecă (a se vedea Tabelul 1)	13	10. Documentare pe INTERNET	0
5. Activitate specifică de pregătire seminar/laborat.	10	11. Alte activități	0
6. Realizare teme, referate, traduceri etc.	0	12. Examinare finală	5
TOTAL ore de studiu individual (pe semestru) = 54			

c) Bibliografia recomandată necesară pentru însușirea unității de curs:

Bibliografia obligatorie:

1. Albu V., Bunu I., *Programarea liniară*. Chișinău, ed. ASEM, 1997.
2. Roșu A., Cerchez M., *Programarea matematică*. București: Editura militară, 1965. 448 p.
3. Акулич И. Л., *Математическое программирование в примерах и задачах*. Москва: Высшая школа, 1986. 319 с.
4. Замбицкий Д.К., Замбицкий М.К., *Линейная алгебра и линейное программирование*, Кишинэу: Еврика, 1997.
5. Кузнецов Ю.Н., Кузубов В.И., Волощенко А.Б., *Математическое программирование*. Москва: Высшая школа, 1981. 300 с.
6. Лунгу К. Н., *Линейное программирование*. Руководство к решению задач. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 128 с.

Bibliografia opțională:

7. Nădejde I. și al. *Probleme de cercetare operațională*. București: Editura Academiei Republicii Socialiste România, 1971. 449 p.
8. Rusu A., *Cercetări operaționale*. Iași, 2007. 128 p.
9. Ștefănescu A., Zidaroiu C. *Cercetări operaționale*. București, ed. Didactica și Pedagogia, 1981.
10. Карманов В. Г., *Математическое программирование*. Учеб. пособие, Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 264 с.
11. Кузнецов А. В., Сакович В. А., Холод Н. И., *Высшая математика. Математическое программирование*. Минск: Вышэйшая школа, 1994. 286 с.
12. Матрашин Н. П., Макеева В. К., *Математическое программирование*. Харьков: Вища школа, 1978. 160 с.
13. Хедли Дж., *Нелинейное и динамическое программирование*. Москва: Мир, 1967.

d) Metodele de predare și învățare utilizate:

Prelegerea interactivă, metoda modelării, demonstrația, conversația euristică, dezbateri. Exemplificarea metodelor expuse și a noțiunilor introduse, problematizarea. Rezolvarea unor probleme, lansarea problemelor pentru munca individuală. Propunerea unor teme ca aplicații ale rezultatelor teoretice expuse și prezentarea lor la seminar. Răspunsuri directe la întrebările studenților.

e) Sugestii pentru activitatea individuală:

Activitatea individuală este o componentă obligatorie a activității de instruire. În cadrul studierii acestui curs, studenților li se propun o serie de teme și probleme care urmează a fi studiate și soluționate independent. Însărcinările pentru lucrul individual sunt lansate în cadrul prelegerilor. Frecvența la seminar, participarea activă la discuțiile lansate, stăpânirea tehnicilor și metodelor specifice teoriei cercetărilor operaționale la un nivel satisfăcător îi va garanta studentului posibilitatea de a realiza sarcinile propuse.

Lucrul asupra sarcinilor individuale va fi ghidat de către titularul de curs, care va acorda săptămânal consultații. De asemenea, studenții au posibilitatea de a adresa întrebări titularului de curs via email la adresa: natalia.gasitoi@gmail.com

f) Metode de evaluare:

Pe parcursul studierii unității de curs Cercetări operaționale, studentul este obligat să susțină 4 teste de evaluare sumativă (a se vedea Tabelul 1). În cazul în care studentul lipsește motivat la una din testări, după reîncadrarea lui în procesul de studii, timp de o săptămână, urmează a fi programată și ulterior realizată testarea suplimentară.

O dată la trei săptămâni, studentul prezintă la control lucrul independent asupra sarcinilor propuse la orele de curs. La finele studierii unității de curs, lucrul independent este notat.

Din cele 5 note acordate studentului se calculează nota medie (media aritmetică). Dacă studentul are mai puține note (în cazul lipsei la o testare sumativă și nerealizarea ulterioară a testării), suma notelor obținute pe parcursul semestrului se va diviza la 5, indiferent de numărul de note.

Evaluarea finală se realizează sub forma unui examen scris. Durata examenului este de 3 ore academice.

Nota finală se calculează conform formulei:

$$\text{Nota finală} = 0,6 \times \text{nota medie} + 0,4 \times \text{nota de la examen.}$$

g) Limba de predare

Limba de predare a unității de curs: română/rusă.

Remarcă. Modelele testelor de evaluare curentă și finală se anexează.