

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ "МИХАЈЛО ПУПИН" ЗРЕЊАНИН

Душко Летић

ОПЕРАЦИОНА ИСТРАЖИВАЊА

[изводи са предавања]

Методе оптимизације са програмским решењима

- *Компјутерске методе оптимизације*
- *Испитни задаци: класични и компјутерски*
- *Операциони и пројектни менаџмент (књига)*
- *Семинарски радови*
- *Методологија израде радова*
- *Програмска решења*
- *Компјутерски програми*
- *Туторијали*

ЗРЕЊАНИН, 2011.

ОПЕРАЦИОНА ИСТРАЖИВАЊА – изводи са предавања

Аутор: др Душко Летић, ред. проф.

Рецензенти: проф. др Ивана Берковић, ред. проф. ТФ "М. Пупин" у Зрењанину,
проф. др Желимир Брановић, ванр. проф. ТФ "М. Пупин" у Зрењанину.

Издавач: Технички факултет "Михајло Пупин" Зрењанин.

За издавача: декан Техничког факултета "Михајло Пупин" у Зрењанину,
проф. др Милан Павловић.

Лектор: проф. српског језика и књижевности Стелуца Мулић.

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

519.8(075.8)

ЛЕТИЋ, Душко

Операциона истраживања : изводи са предавања / Душко Летић.
Зрењанин : Технички факултет "Михајло Пупин", 2011. (Зрењанин :
Графопанонија). - 240 стр. : илустр. ; 25 cm. - (Библиотека Udžbenici /
Технички факултет "Михајло Пупин" ; 156)

Тираж 300. - Библиографија.

-- Операциона истраживања [Електронски извор]. - 1 електронски оптички
диск (CD-ROM) : текст ; 12 cm

ИСБН 978-86-7672-147-4

а) Операциона истраживања

COBISS.SR-ID 267691783

Ову књигу је одобрило Научно-наставно веће одлуком од 09. 11. 2011. год. као уџбеник за студенте Техничког факултета "М. Пупин" у Зрењанину, Универзитета у Новом Саду. Сва права задржана. Није дозвољено ниједан део књиге репродуковати, укључујући фотокопирање, снимање, скенирање или било који други начин бележења, без претходне писмене дозволе издавача.

Предговор

Књига *ОПЕРАЦИОНА ИСТРАЖИВАЊИМА* – изводи са предавања представља сажету материју насталу током вишегодишњих предавања на Техничком факултету "Михајло Пупин" у Зрењанину. Градиво ове књиге ће бити подједнако интересантно студентима више профила овог факултета: професорима информатике, дипл. инжењерима информатике, дипл. инжењерима индустријског инжењерства, професорима технике и информатике, дипл. инжењерима за производни менаџмент, дипл. инжењерима за управљање техничким системима и другима. Књига садржи алгоритме и методе за решавање специфичне класе проблема из домена операционих истраживања који су добрим делом математички оријентисани. Њена поглавља се односе на:

- *Моделе и методе из операционих истраживања*
- *Системе линеарних једначина*
- *Линеарно програмирање*
- *Транспортни проблем*
- *Проблема асигнације ресурса*
- *Нелинеарно програмирање*
- *Динамичко програмирање*
- *Вишекритеријумску оптимизацију*
- *Хеуристичко истраживање*
- *Моделе Маркова*
- *Масовно опслуживање*
- *Симулационо моделирање (Монте-Карло)*
- *Матричне игре*
- *Управљање залихама*
- *Мрежно планирање.*

Након уводног упознавања са историјом предметне области следе проблеми изложени по поглављима у наведеном редоследу. Свако поглавље садржи математичке поступке, без исцрпних доказа, са нагласком на прагматичности и апликативности метода и поступака операционих истраживања. Пратећи компакт диск употпуњује садржај књиге и пружа студенту довољну и потребну материју путем репрезентативних фајлова, разврстаних по поглављима (фолдерима).

Аутор се захваљују госпођи Стелуци Мулић, проф. српског језика и књижевности – лектору, на корисним сугестијама при завршној редакцији уџбеника. Посебну се захваљујем рецензентима уџбеника, проф. др Желмиру Брановићу и проф. др Ивани Берковић.

У Зрењанину, 03. 07. 2011.

Аутор

Предговор

Садржај

Стр.

1. МОДЕЛИ И МЕТОДЕ ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА	1
1.1 Развој истраживања операција	1
1.2 Математички модели и њихово моделирање	2
1.3 Основне врсте модела	4
1.4 Методе постављања математичког модела	5
1.5 Карактеристике операционих истраживања	6
1.6 Фазе решавања проблема	7
1.7 Увод у оптимизацију	9
1.8 Предмети оптимизације	10
Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 1:	12
2. СИСТЕМИ ЛИНЕАРНИХ ЈЕДНАЧИНА	13
2.1 Линеарни алгебарски системи [LA1.xmcd]	13
2.2 Решења за линеарне системе	14
2.3 Одређивање броја решења неког линеарног система	15
2.4 Облик матрице редукваног реда – rref функција	18
2.5 Решавање симболичког система [LA2.xmcd]	20
2.6 Симболично решавање система линеарних једначина	23
Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 2:	26
3. ЛИНЕАРНО ПРОГРАМИРАЊЕ	27
3.1 Увод у математичко програмирање [LP10.xmcd]	27
3.2 Линеарно програмирање као део математичког програмирања	28
3.3 Обликовање модела линеарног програмирања	29
3.4 Стандардни облик линеарног програмирања	30
3.5 Канонички облик линеарног програмирања	30
3.6 Матрични облик линеарног програмирања	30
3.7 Векторски облик модела линеарног програмирања	32
3.8 Табеларни начин приказивања модела линеарног програмирања	32
3.9 Линеарно програмирање и софтверска решења	33
3.10 Област допустивих решења [LP11.xmcd]	34
3.11 Графичка презентација путем рачунара [LP9.xmcd]	35
3.12 Методе решавања линеарног програмирања	36
3.13 Аналитички метод симплекс	40
3.14 Мануелни начин примене симплекс методе	41
3.15 Коришћење матричног начина писања	43
3.16 Избор ефикасне методе [LP13.xmcd]	46
3.17 Оптимизација производног програма [LP1.xmcd]	48

3.18 Оптимизација таблета витамина [LP2.xmcd]	49
3.19 Оптимизација производног програма асортиман / количина [LP3.xmcd]	50
3.20 Модел линеарног програмирања са две променљиве [LP4.xmcd]	53
3.21 Оптимизација броја ракета [LP5.xmcd]	55
3.22 Оптимизација количине сировина хемијских производа [LP6.xmcd]	57
3.23 Графичка метода примењена мануелним поступцима	60
3.24 Дуални модел линеарног програмирања [LP7.xmcd]	64
3.25 Дуални модел решаван мануелном методом	66
3.26 Фази програмирање [FLP.xmcd]	68
3.27 Оптимизација производног програма на основу фази мера	69
3.28 Примена програмских пакета LAB	73
Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 3:	76
4. ТРАНСПОРТНИ ПРОБЛЕМ	77
4.1 Увод у транспортни задатак	77
4.2 Општи модел транспортног проблема	77
4.3 Методе одређивања базно допустивог решења	81
4.4 Транспортни задатак уз минималне трошкове [TP1.xmcd]	82
4.5 Транспортни задатак уз минималне трошкове [TP2.xmcd]	84
4.6 Транспортни проблем максимума добити I [TP3.xmcd]	86
4.7 Транспортни проблем максимума добити II [TP4.xmcd]	89
4.8 Транспортни задатак минимума трошкова I [TP5.xmcd]	91
4.9 Транспортни задатак минимума трошкова II [TP6.xmcd]	93
4.10 Транспортни задатак минимума трошкова III [TP7.xmcd]	95
4.11 Мануелни поступак решавања транспортног проблема	98
4.12 Компјутерски поступак решавања транспортног проблема	98
Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 4:	104
5. ПРОБЛЕМИ АСИГНАЦИЈЕ	105
5.1 Увод у проблем асигнације	105
5.2 Расподела радника на пословима [AP1.xmcd]	105
5.3 Распоређивање послова у дрвној индустрији [AP2.xmcd]	107
5.4 Распоређивање послова по расписаном конкурс [AP3.xmcd]	109
5.5 Отворени проблем распоређивања послова [AP5.xmcd]	112
5.6 Распоређивање студената	114
Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 5:	118
6. НЕЛИНЕАРНО ПРОГРАМИРАЊЕ	119
6.1 Увод у нелинеарно програмирање	119
6.2 Методе екстремизације функција: Find, Minerr, Maximize и Minimize	120
6.3 Веза између решавања функција и оптимизирања њених аргумената [NP7.xmcd]	121
6.4 Избор аутоматске методе за решавање нелинеарног модела	123

6.5	Коришћење опције Minerr за налажење приближних решења	124
6.6	Ефикасни оптимизери	125
6.7	Метод Њутна и Левенберг-Марквартов	128
6.8	Градијентна метода	129
6.9	Ограничена у оптимизацији аргумената функције и њене екстремизације	129
6.10	Погрешно постављени проблеми	131
6.11	Приказивање максимума и минимума функције критеријума	132
6.12	Локални максимум и минимум	135
6.13	Оптимизација без неограничења	139
6.14	Извођење неограничене оптимизације [NP1.xmcd]	140
6.15	Један модел нелинеарног програмирања	142
6.16	Максимизација профита методом нелинеарног програмирања [NP2.xmcd]	144
6.17	Услови оптималности производње [NP3.xmcd]	147
6.18	Функција корисности - оптимални обим куповине добара [NP4.xmcd]	148
6.19	Оптимизација продукта ензима [NP5.xmcd]	119
6.20	Параметарска оптимизација [NP9.xmcd]	152
6.21	Квадратно програмирање [NP10.xmcd]	154
6.22	Важност КП проблема	155
6.23	Метод за решавање модела КП	159
6.24	КП блокови решавања	159
	Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 6:	160
7.	ДИНАМИЧКО ПРОГРАМИРАЊЕ	161
7.1	Динамичко програмирање и модел токова у мрежи	161
7.2	Карактеристике модела динамичког програмирања	161
7.3	Формулација једног проблема динамичког програмирања	163
7.4	Поступак решавања проблема минималног тока у мрежи	164
7.5	Поступак решавања проблема максималног тока у мрежи	166
7.6	Једнодимензионални процес оптималне расподеле ресурса [DP1.xmcd]	168
	Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 7:	172
8.	ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА	173
8.1	Увод у вишекритеријумску оптимизацију	173
8.2	Метода једноставних адитивних тежина [VO1.xmcd]	173
	Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 8:	174
9.	ХЕУРИСТИЧКО ИСТРАЖИВАЊЕ	175
9.1	Увод у моделирање хеуристичких проблема	175
9.2	Примена хеуристичког програмирања	176
9.3	Метод хеуристичког програмирања	176
9.4	Метода са принципом локалног претраживања	177
9.5	Табу претраживање	177
9.6	Метода "симулираног каљења"	178
9.7	Генетски алгоритми	179

9.8	Оптимални пречник цевовода [H11.xmcd]	179
	Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 9:	182
10.	МОДЕЛИ МАРКОВА	183
10.1	Увод у Марковљеве моделе	183
10.2	Марковљеве ланаци	183
10.3	Марковљев процес одлучивања	183
10.4	Модел за прогнозирање опредељења потрошача [MM1.xmcd]	184
10.5	Наплативост потраживања [MM2.xmcd]	187
	Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 10:	188
11.	МАСОВНО ОПСЛУЖИВАЊЕ	189
11.1	Увод у теорију вишеканалног опслуживања	189
11.2	Систем опслуживања M/G/1/бесконечно [MO1.xmcd]	190
11.3	Шестоканални модел масовног опслуживања [MO2.xmcd]	191
	Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 11:	192
12.	СИМУЛАЦИОНО МОДЕЛИРАЊЕ	193
12.1	Појам и улога симулације	193
12.2	Подела метода симулације	194
12.3	Монте-Карло метода симулације	195
12.4	Генерисање случајних бројева [SM1.xmcd]	195
12.5	Симулирање времена поузданости елемената техничког система [SM2.xmcd]	198
12.6	Симулација суперпонираног протока кроз мрежу активности и догађаја [SM3.xmcd]	201
12.7	Симулација Брауновог кретање у две и три димензије [SM4.xmcd]	204
	Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 12:	207
13.	МАТРИЧНЕ ИГАРЕ	208
13.1	Увод у теорију игара	208
13.2	Примена теорије игара	208
13.3	Несингуларне матричне игре [M1.xmcd]	209
	Контролна питања, циљеви и задаци за Поглавље 13:	210
14.	УПРАВЉАЊЕ ЗАЛИХАМА	211
14.1	Појам и подела залиха	211
14.2	Модел залиха са константном набавком	212
14.3	Модел залиха када је потражња већа од набављених залиха	216
14.4	Компјутерски прорачун оптималних количина залиха са константном набавком [UZ1.xmcd]	218