



Проф. др Мирослав Ламбић
Доц. др Драган Ђоћкало

ИНЖЕЊЕРСКЕ МЕТОДЕ



Универзитет у Новом Саду
Технички факултет „Михајло Пупин“
Зрењанин

Универзитет у Новом Саду
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ “МИХАЈЛО ПУПИН”
ЗРЕЊАНИН



ПРОФ. ДР МИРОСЛАВ
ЛАМБИЋ
ДОЦ. ДР ДРАГАН
ЂОЂКАЛО

*Инжењерске
Методe*

ТРЕЋЕ ИЗДАЊЕ

БИБЛИОТЕКА УЏБЕНИЦИ

172

2012/2013

Зрењанин, 2012. г.

ИНЖЕЊЕРСКЕ МЕТОДЕ – Треће издање

Аутори:

Проф. др Мирослав Ламбић
Доц. др Драган Ђоћкало

Рецензенти:

Проф. др Живослав Адамовић
Проф. др Драгиша Толмач

Издавач:

Универзитет у Новом Саду, Технички факултет “Михајло Пупин”, 23000 Зрењанин,
Буре Ђаковића бб

За издавача: Проф. др Милан Павловић, Декан Факултета

Главни и одговорни уредник: Проф. др Милан Павловић

Припрема за штампу: Доц. др Драган Ђоћкало

Дизајн корица: мр Станислава Синђелић

Коректор: Ленуца Стојак

ISBN 978-86-7672-185-6

Тираж: 300 примерака

Одлуком Научно-наставног већа Факултета ова публикација се штампа као уџбеник.

ЦИП – Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

62:001.891(075.8)

62:519.8(075.8)

ЛАМБИЋ, Мирослав, 1948-

Инжењерске методе / Мирослав Ламбић, Драган Ђоћкало. – 3. изд.
- Зрењанин : Технички факултет “Михајло Пупин”, 2012 (Зрењанин : Драгић). -
245 стр. : илустр. ; 25 см. - (Библиотека Уџбеници / Технички факултет
“Михајло Пупин”, Зрењанин ; 172)

Тираж 300. - Библиографија.

ISBN 978-86-7672-185-6

1. Ђоћкало, Драган, 1970-
а) Инжењерство - Методе
COBISS.SR-ID 275196935

Штампа: Д.О.О. “Драгић” Зрењанин, Стевице Јовановића 20

САДРЖАЈ

	<i>стр.</i>
1. ОПТИМИЗАЦИЈА	...1
1.1. Изводи из теорије о оптимималним процесима	...1
1.1.1. Техничко и економско процењивање	...2
1.1.2. Оптимизација применом анализе корисне вредности - вредносна анализа	...5
1.1.3. Максимум и минимум функције	...9
1.1.4. Проблеми математичког програмирања	...10
1.1.5. Проблеми оптимизације помоћу трајекторије	...12
1.2. Динамичко програмирање	...13
1.2.1. Основни појмови	...13
1.2.2. Принцип оптимума Р. Белмана	...15
1.2.3. Функционалне релације	...16
1.2.4. Рачунска шема динамичког програмирања	...17
1.3. Стохастичко програмирање (С.П.)	...21
1.3.1. Основни појмови	...21
1.3.2. Једностапни и двостапни задаци С.П.	...22
1.3.3. Задаци са вероватностним ограничењима	...24
1.4. Модели управљања залихама	...25
1.4.1. Типови задатака за познатом тражњом	...25
1.4.2. Задаци са случајном тражњом	...30
2. ИНЖЕЊЕРСКО МОДЕЛОВАЊЕ	...36
2.1. Моделовање у машинству	...36
2.2. Математичко описивање инжењерских проблема	...37
2.3. Димензиона анализа	...39
2.3.1. Бакингемова теорема - метода (π - теорема)	...43
2.4. Примењена математика у инжењерству	...45
2.4.1. Нумеричке методе у инжењерским прорачунима	...45
2.4.2. Нумеричко решавање алгебарских једначина	...46
2.4.3. Нумеричко интегралњење	...47
2.4.4. Нумеричко решавање обичних диференцијалних једначина	...51
2.4.5. Апроксимација табеларно датих функција	...56
2.4.6. Примена методе најмањих квадрата при апроксимирању	...59
2.5. Графичке методе у инжењерским прорачунима	...61
2.5.1. Графичко диференцирање	...61
2.5.2. Графичко интегралњење	...61
ИНЖЕЊЕРСКО МОДЕЛОВАЊЕ: Димензиона анализа - Примери	...64
3. РАЗВОЈ ПРЕДУЗЕЋА	...86
3.1. Моделовање развоја производа у предузећима	...87

3.1.1. Материјални елементи	...88
3.1.2. Избор правца развоја и метода избора новог производа	...89
3.1.3. Вредносни елементи модела	...91
3.1.4. Дијаграм ефикасности развоја	...93
3.1.5. Карактеристике процеса освајања и века новог производа	...93
3.1.6. Трошкови појединих активности на освајању новог производа	...94
3.1.7. Добит из нове производње – током времена	...95
3.1.8. Век (“живот”) производа	...95
3.1.9. Карактеристични временски периоди у развоју/иновацији производа – технологија	...98
3.2. Предвиђање развоја (планирање, методе, вероватност остварења предвиђања)	...100
3.2.1. Каузални (хеуристички) модели за предвиђање технологија	...105
3.2.2. Квалитативне (интуитивне) методе предвиђања	...107
3.2.3. Проблеми избора методе предвиђања	...108
3.2.4. ДЕЛФИ метода	...110
3.3. Утицај динамичности примене актуелних знања из технике на технолошки развој	...114
3.3.1. Модел опште зависности	...114
4. ИНОВАЦИОНИ ПРОЦЕСИ	...118
4.1. Теорије креативности	...120
4.1.1. Модели креативног и иновативног процеса	...121
4.1.2. Технике креативног мишљења	...122
4.2. Моделовање креативног процеса	...123
4.3. Управљање и организовање иновационих процеса	...135
4.4. Облици комуникације у систему иноватор – корисник	...142
4.4.1. Проблематика и стање комуникација у систему: иновација-корисник (примена)	...143
4.4.2. Проблематика и стање комуникација у систему техничка проблематика-иноватор	...144
4.4.3. Предлог успешнијег облика комуникације у систему: иноватор-корисник и техничка проблематика – иноватор	...145
4.5. Врсте иновација и њихова заштита	...146
4.5.1. Технолошке иновације и њихова заштита	...147
4.5.2. Патенти, истраживања, развој и нове технологије	...150
4.5.2.1. <i>Тойоџрафија инеџрисаних кола</i>	...151
4.5.2.2. <i>Патенти у области хемије и фармације</i>	...151
4.5.2.3. <i>Пољопривреда</i>	...152
4.5.2.4. <i>Жиџови и географске ознаке порекла</i>	...152
4.5.2.5. <i>Ауторско право, културна и информатичка индустрија</i>	...153
4.5.3. Међународна класификација патената	...153
5. ИНТЕРАКЦИЈА У СИСТЕМУ: ПОУЗДАНОСТ - РАЗВОЈ И КРЕИРАЊЕ НОВОГ ПРОИЗВОДА И ТЕХНОЛОГИЈЕ	...157
5.1. Поузданост техничких система	...157
5.2. Поузданост и пројектовање	...165
5.3. Тип техничког система	...168
5.3.1. Активна и пасивна веза елемената у систему	...171

6. ЕКСПЕРИМЕНТ У ИНЖЕЊЕРСТВУ	...173
6.1. О експерименту и експериментатору	...173
6.1.1. Експерименти засновани на статистичкој математици	...175
6.1.2. Принцип упоредивости и принцип општости у експерименту	...176
6.1.3. Елементи приступа и планирања експеримента	...177
6.2. Типови експеримента	...178
6.2.1. Једнофакторни рандомизирани експерименти	...179
6.2.2. Факторни експерименти	...182
6.2.2.1. <i>Математички модели фактора експеримента</i>	...182
6.2.2.2. <i>Неке најомене везане за факторне експерименте</i>	...184
6.2.3. Експерименти код сложених или недовољно познатих процеса	...185
6.3. Полазне поставке и законитости планираног експеримента	...187
6.3.1. Фактори и нивои фактора	...187
6.3.2. Избор опсега фактора и резултата експеримента	...188
6.4. Обрада резултата експерименталних истраживања	...189
6.5. Графичка анализа резултата експеримента	...190
6.6. Грешке мерења	...191
6.6.1. Грубе грешке	...194
ЕКСПЕРИМЕНТ У ИНЖЕЊЕРСТВУ - Примери	...195
7. ПРОЈЕКТНО - ТЕХНИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА	...211
8. КВАЛИТЕТ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ	...217
8.1. Пројектовање - развој производа	...217
8.1.1. Дужина трајања истраживачко - развојног процеса	...217
8.1.2. Ограничавајући фактори конструкцијске концепције производа	...219
8.2. Концепције квалитета	...220
8.2.1. Екстерни квалитет	...220
8.2.2. Интерни квалитет	...221
8.2.3. Концепт Процеси - Стандарди - Иновације	...223
8.3. Захтеви стандарда серије <i>ISO 9000</i>	...224
8.3.1. Структура документације	...224
8.3.2. Обавезна документација система менаџмента квалитетом (<i>QMS</i>)	...225
8.4. Модел процеса пројектовања усклађен са захтевима <i>ISO 9000</i>	...226
8.4.1. Захтеви стандарда <i>ISO 9001</i> за процес пројектовања	...226
8.4.2. Додатни захтеви за модел	...227
8.4.3. Динамичка структура процеса пројектовања производа	...227
8.4.4. Динамичка структура реализације пројекта (у ужем смислу)	...229
ПРИЛОЗИ	...231
ЛИТЕРАТУРА	...242

ПРЕДГОВОР

Књига "Инжењерске методе" написана је у складу са наставним планом и програмом за предмет "Инжењерство и иновације" који се слуша на једном броју образовних профила на Техничком факултету "Михајло Пупин" у Зрењанину. Циљ предмета је да студенти овладају неким општим знањима потребним за свакодневан рад – а у складу са инжењерским усмерењем за који се кроз студије оспособљавају. Суштина је да се кроз овај предмет упознају са различитим методама и методологијама везаним за сагледавање и решавање проблема на које ће наилазити у свакодневној пракси.

Истовремено, књига може корисно послужити и стручњацима, посебно инжењерима који раде на развојној проблематици, да се упознају са одређеним инжењерским методама рада, методологијама – поступцима рада, начином поставке проблема, развјања и обраде решења, анализе и других активности везаних за рад у истраживачким, развојним, прототипним, иновативним, конструкторским, едукативним и другим процесима.
