



Универзитет у Новом Саду  
Технички факултет "Михајло Пупин"  
Зрењанин



Проф. др Жељко Стојанов

## Животни циклус софтвера

Одабране теме

Едиција уџбеници  
244  
- 2020/2021 -

Универзитет у Новом Саду  
Технички факултет "Михајло Пупин", Зрењанин

Проф. др Жељко Стојанов

Животни циклус софтвера

Одабране теме

Зрењанин  
- 2021 -

Проф. др Жељко Стојанов  
Животни циклус софтвера: Одабране теме

Рецензенти:

Проф. др Владимир Бртка, ванредни професор, Технички факултет "Михајло Пупин", Универзитет у Новом Саду

Проф. др Далибор Добриловић, ванредни професор, Технички факултет "Михајло Пупин", Универзитет у Новом Саду

Издавач:

Технички факултет "Михајло Пупин", Буре Ђаковића бб, 23000 Зрењанин

За издавача:

Проф. др Драгица Радосав, деканка Техничког факултета "Михајло Пупин"

Техничка припрема: Проф. др Жељко Стојанов

CIP - Каталогизација у публикацији  
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

004.4(075.8)

**СТОЈАНОВ, Жељко, 1971-**

Животни циклус софтвера [Електронски извор] : одабране теме / Жељко Стојанов. - Зрењанин : Технички факултет "Михајло Пупин", 2021. - 1 електронски оптички диск (CD-ROM) : текст, слика ; 12 см. - (Библиотека Уџбеници ; 244)

Насл. са насловног екрана. - Библиографија.

ISBN 978-86-7672-347-8

а) Софтвер

COBISS.SR-ID 46581257

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета "Михајло Пупин" у Зрењанину од 01.09.2021. године, одобрено је издавање и коришћење овог уџбеника као основног наставног средства.

# Садржај

Листа слика . . . . .	iv
Листа табела . . . . .	v
Листа коришћених скраћеница . . . . .	vii
<b>Предговор</b>	<b>ix</b>
<b>1 Модели и управљање животним циклусом софтвера</b>	<b>1</b>
1.1 Модели животног циклуса софтвера . . . . .	4
1.1.1 Модел водопада . . . . .	5
1.1.2 Модел базиран на прототиповима . . . . .	8
1.1.3 Фазни модел: Инкременти и итерације . . . . .	10
1.1.4 Спирални модел . . . . .	12
1.1.5 Rational Unified Process . . . . .	13
1.2 Агилне методе . . . . .	16
1.2.1 Предности и недостаци агилних методологија . . . . .	20
1.2.2 Скрам (Scrum) . . . . .	23
1.3 Управљање животним циклусом софтвера . . . . .	26
1.3.1 Аспект управљања у животном циклусу софтвера . . . . .	27
1.3.2 Аспект развоја у животном циклусу софтвера . . . . .	27
1.3.3 Аспект употребе у животном циклусу софтвера . . . . .	28
<b>2 Инжењеринг софтверских захтева</b>	<b>31</b>
2.1 Процес софтверских захтева . . . . .	34
2.1.1 Прикупљање софтверских захтева . . . . .	36
2.1.2 Анализирање софтверских захтева . . . . .	38
2.1.3 Специфицирање софтверских захтева . . . . .	39
2.1.4 Валидација софтверских захтева . . . . .	41
2.2 Спецификација софтверских захтева . . . . .	44
2.3 Корисничке приче . . . . .	47
2.3.1 Животни циклус корисничке приче . . . . .	48
2.3.2 Формат корисничке приче . . . . .	49
2.4 Учесници у процесу софтверских захтева . . . . .	52
<b>3 Еволуција и одржавање софтвера</b>	<b>55</b>
3.1 Основни принципи еволуције софтвера . . . . .	56
3.1.1 Модели процеса еволуције софтвера . . . . .	57
3.1.2 Таксономија еволутивних софтверских система . . . . .	60
3.1.3 Закони еволуције софтвера . . . . .	63
3.1.4 Повратне информације у процесу еволуције софтвера . . . . .	65

3.2	Одржавање софтвера . . . . .	66
3.2.1	Процес одржавања софтвера . . . . .	70
3.2.2	Типови одржавања софтвера . . . . .	72
3.3	Реинжењеринг софтвера . . . . .	77
3.3.1	Реверзни инжењеринг . . . . .	80
<b>4</b>	<b>Софтверски процеси</b>	<b>85</b>
4.1	Дефиниција софтверског процеса . . . . .	87
4.2	Категорије софтверских процеса . . . . .	89
4.2.1	Примарни процеси у животном циклусу софтвера . . . . .	90
4.2.2	Процеси подршке у животном циклусу софтвера . . . . .	92
4.2.3	Организациони процеси у животном циклусу софтвера . . . . .	94
4.3	Кластеризација софтверских процеса . . . . .	95
4.4	Моделовање софтверских процеса . . . . .	98
4.4.1	Прескриптивни модели . . . . .	100
4.4.2	Дескриптивни модели . . . . .	102
4.5	Процењивање и побољшање софтверских процеса . . . . .	105
4.5.1	Модели за процењивање софтверских процеса . . . . .	109
4.5.2	Модели за побољшање софтверских процеса . . . . .	119
4.6	Мерење софтверских процеса . . . . .	120
	<b>Литература</b>	<b>123</b>
	<b>Стандарди</b>	<b>131</b>

# Листа слика

1.1	Општи модел животног циклуса софтвера . . . . .	2
1.2	Поједностављени животно циклус софтвера са типичним фазама и производима . . . . .	3
1.3	Модел водопада . . . . .	5
1.4	V модел животног циклуса софтвера . . . . .	7
1.5	Модел водопада са прототиповима . . . . .	8
1.6	Модел животног циклуса софтвера базиран на прототиповима . . . . .	9
1.7	Модел фазног развоја софтвера . . . . .	11
1.8	Инкрементални модел развоја софтвера . . . . .	11
1.9	Итеративни модел развоја софтвера . . . . .	11
1.10	Спирални модел животног циклуса софтвера . . . . .	13
1.11	Организација RUP модела животног циклуса софтвера у две димензије . . . . .	15
1.12	Најчешће коришћене агилне технике у пракси . . . . .	19
1.13	Разлози за прихватање агилних метода . . . . .	22
1.14	Начин мерења успешне реализације агилних пројеката . . . . .	22
1.15	Елементи скрам методологије . . . . .	23
1.16	Пример реализације пројекта применом скрам методологије . . . . .	25
1.17	Аспекти животног циклуса софтвера . . . . .	26
1.18	Аспект управљања у животног циклусу софтвера . . . . .	28
1.19	Аспект развоја софтвера у животног циклусу софтвера . . . . .	28
1.20	Аспект употребе и одржавања у животног циклусу софтвера . . . . .	29
2.1	Софтверски захтеви у контексту сложених пословних система . . . . .	34
2.2	Процес израде спецификације софтверских захтева . . . . .	35
2.3	Временска димензија и паралелизам активности у процесу израде спецификације софтверских захтева . . . . .	35
2.4	Информације које се користе у спецификацији софтверских захтева . . . . .	46
2.5	Корисничка прича као део агилног развоја софтвера . . . . .	48
2.6	Организација агилног развоја са више епика и корисничких прича . . . . .	48
2.7	Животно циклус корисничке приче . . . . .	49
3.1	Фактори који утичу на еволуцију софтверских система . . . . .	57
3.2	Модел стања животног циклуса софтвера у фази одржавања . . . . .	58
3.3	Модел стања животног циклуса са наизменичним изменама стања еволуције и консолидације . . . . .	59
3.4	Еволутивност С-типа програма . . . . .	61
3.5	Еволутивност П-типа програма . . . . .	62
3.6	Еволутивност Е-типа програма . . . . .	63

3.7	Еволуција софтвера и домена употребе као итеративни систем са повратном спрегом . . . . .	66
3.8	Концептуални модел процеса одржавања софтвера . . . . .	70
3.9	Активности у процесу одржавања софтвера према стандарду IEEE 1219-98 . . . . .	71
3.10	Сегмент онтологије активности одржавања софтвера који се односи на активности модификације софтвера . . . . .	72
3.11	Кластери и типови одржавања софтвера базирани на евиденцији из праксе . . . . .	75
3.12	Типичан удео појединих типова радног оптерећења током одржавања софтвера . . . . .	76
3.13	Уопштени модел процеса реинжењеринга софтвера . . . . .	79
3.14	Сложеност и трошкови реинжењеринга софтвера . . . . .	79
3.15	Реинжењеринг, реверзни и директни инжењеринг софтвера . . . . .	80
3.16	Нивои апстракције софтвера у реверзном инжењерингу . . . . .	82
4.1	Радни оквир за софтверске процесе . . . . .	87
4.2	Категорије софтверских процеса према стандарду ISO/IEC/IEEE 12207:2008 . . . . .	90
4.3	Кластерска организација софтверских процеса . . . . .	96
4.4	Интеракција између кластера развој софтвера и управљање квалитетом . . . . .	96
4.5	Детаљни приказ кластера развоја софтвера и интерфејса ка кластерима управљања квалитетом и управљања конфигурацијом . . . . .	97
4.6	Преглед група процеса у животном циклусу софтвера према ISO/IEC 12207:2008 стандарду . . . . .	101
4.7	Поступак декриптивног моделовања процеса . . . . .	103
4.8	Итеративан поступак декриптивног моделовања процеса . . . . .	105
4.9	Однос квалитета софтверских процеса и производа . . . . .	106
4.10	Циклус побољшања софтверских процеса . . . . .	108
4.11	Концептуални модел процењивања софтверских процеса . . . . .	110
4.12	Нивои способности процеса према стандарду ISO/IEC 15504 . . . . .	112
4.13	Елементи процењивања повеса веома малих софтверских организација према стандарду ISO/IEC TR 29110 . . . . .	115
4.14	Триангулација података и метода за прикупљање и анализу података у индуктивним приступима за процењивање процеса . . . . .	118
4.15	Континуирано побољшање процеса применом принципа планирај-уради-провери-поступи . . . . .	120
4.16	Контекст мерења софтверских процеса . . . . .	121
4.17	Поступак мерења софтверских процеса . . . . .	122

# Листа табела

1.1	Удео појединих фаза у развоју софтвера код примене модела водопада . . . . .	6
1.2	Удео појединих агилних методологија у индустрији . . . . .	20
1.3	Предности агилних методологија . . . . .	21
1.4	Недостаци агилних методологија . . . . .	21
3.1	Дефиниције у онтологији активности одржавања софтвера које се односе на активности модификације софтвера . . . . .	73
4.1	СММI нивои способности и зрелости . . . . .	113



# Листа коришћених скраћеница

<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers . . . . .	1
<b>XP</b>	eXtreme Programming . . . . .	19
<b>ASD</b>	Adaptive Software Development . . . . .	20
<b>RAD</b>	Rapid Application Development . . . . .	20
<b>SWEBOK</b>	Guide to the Software Engineering Body of Knowledge . . . . .	31
<b>SRS</b>	Software Requirements Specification . . . . .	34
<b>UML</b>	Unified Modeling Language . . . . .	81
<b>CI</b>	Configuration Item . . . . .	92
<b>QA</b>	Quality Assurance . . . . .	92
<b>SPI</b>	Software Process Improvement . . . . .	105
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization . . . . .	111
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission . . . . .	111
<b>SPICE</b>	Software Process Improvement and Capability Determination . . . . .	111
<b>KPI</b>	Key Performance Indicator . . . . .	113
<b>CMMI</b>	Capability Maturity Model Integration . . . . .	113
<b>SCAMPI</b>	Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement . . . . .	113
<b>VSE</b>	Very Small Entity . . . . .	114
<b>PDCA</b>	Plan-Do-Check-Act . . . . .	119

# Предговор

Књига представља основни наставни материјал за савладавање градива и припрему испита студентима који слушају предмет *Животни циклус софтвера* на студијском програму *Информационе технологије - Софтверско инжењерство* који се реализује на Техничком факултету "Михајло Пупин" у Зрењанину, Универзитета у Новом Саду. Поред тога, користи се и као наставни материјал за савладавање дела градива и припрему испита студентима који слушају предмет *Софтверска решења за финансије и менаџмент* на студијском програму *Информационе технологије*, модул *Менаџмент информacionих технологија* који се реализује на Техничком факултету "Михајло Пупин" у Зрењанину, Универзитета у Новом Саду.

С обзиром да животни циклус софтвера обухвата све фазе у развоју, употреби и одржавању софтвера, циљ у избору тема за ову књигу је да се одаберу оне теме којима није посвећено довољно пажње у оквиру предмета који су углавном оријентисани на фазу развоја софтвера. Други разлог за избор тема које су обрађене у књизи је њихов значај и критичност за праксу у софтверској индустрији. Имајући то у виду, поред увода у основне концепте животног циклуса софтвера, одабране су теме инжењеринг софтверских захтева, еволуција и одржавање софтвера и софтверски процеси. Инжењеринг софтверских захтева је област која је најкритичнија за успех софтверских пројеката. Еволуција и одржавање софтвера се односе на управљање континуираним променама софтверских система како би остали употребљиви у домену примене, при чему највећи трошкови у животном циклусу софтвера се односе на одржавање софтвера. Моделовање, имплементација, побољшање и мерење софтверских процеса су фундаментални за ефикасност праксе у софтверској индустрији.

Прво поглавље представља основне концепте управљања животним циклусом софтвера, са фокусом на различите моделе. Друго поглавље представља увод у област инжењеринга софтверских захтева. Треће поглавље представља основне концепте еволуције софтверских система током животног циклуса, са посебним освртом на одржавање софтвера као најзахтевнију и најскупу фазу у животном циклусу софтвера. Четврто поглавље представља основне концепте софтверских процеса, укључујући моделовање, процењивање и побољшање процеса, и мерење процеса. Детаљан списак коришћене литературе и међународних стандарда који се

односе на одабране теме животног циклуса софтвера су важан извор информација за њихово детаљније проучавање.

Упркос вишегодишњем раду у реализацији наставе, изради пројеката софтверских решења, пројеката процењивања и побољшања софтверских процеса у софтверској индустрији, као и припреми материјала за студенте који је послужио као основа за ову књигу, аутор је свестан да постоје пропусти и техничке грешке. Аутор ће бити захвалан свакоме ко укаже на уочене грешке и недостатке и тиме допринесе квалитету наредних верзија овог текста. Све сугестије које могу унапредити квалитет овог текста су такође добродошле.

Слава Богу, сада, увек, и у векове векова. Амин.

Зрењанин, 2021. лета Господњег.

Жељко Стојанов