

Модел COSOMO – метрика и дефиниции.
Варианти на модела COSOMO. Описание на
модела COSOMO, ограничения на модела.
Пример за оценка на софтуер с модела COSOMO.

Курс: NT272 Икономика на софтуерното инженерство

Автор: Пламен Петков
София, 2008

Съдържание

- Въведение
- Модел за композиция на приложението
- Модел на ранния дизайн
- Пост-архитектурен модел
- Пример

Съдържание

- **Въведение**
- Модел за композиция на приложението
- Модел на ранния дизайн
- Пост-архитектурен модел
- Пример

Въведение

- COSOMO – Constructive Cost Model
- Предложен от Barry Boehm, 1981 – COSOMO 81
- COSOMO II - 1997
- Оценява
 - Цена
 - Усилия
 - Време/График



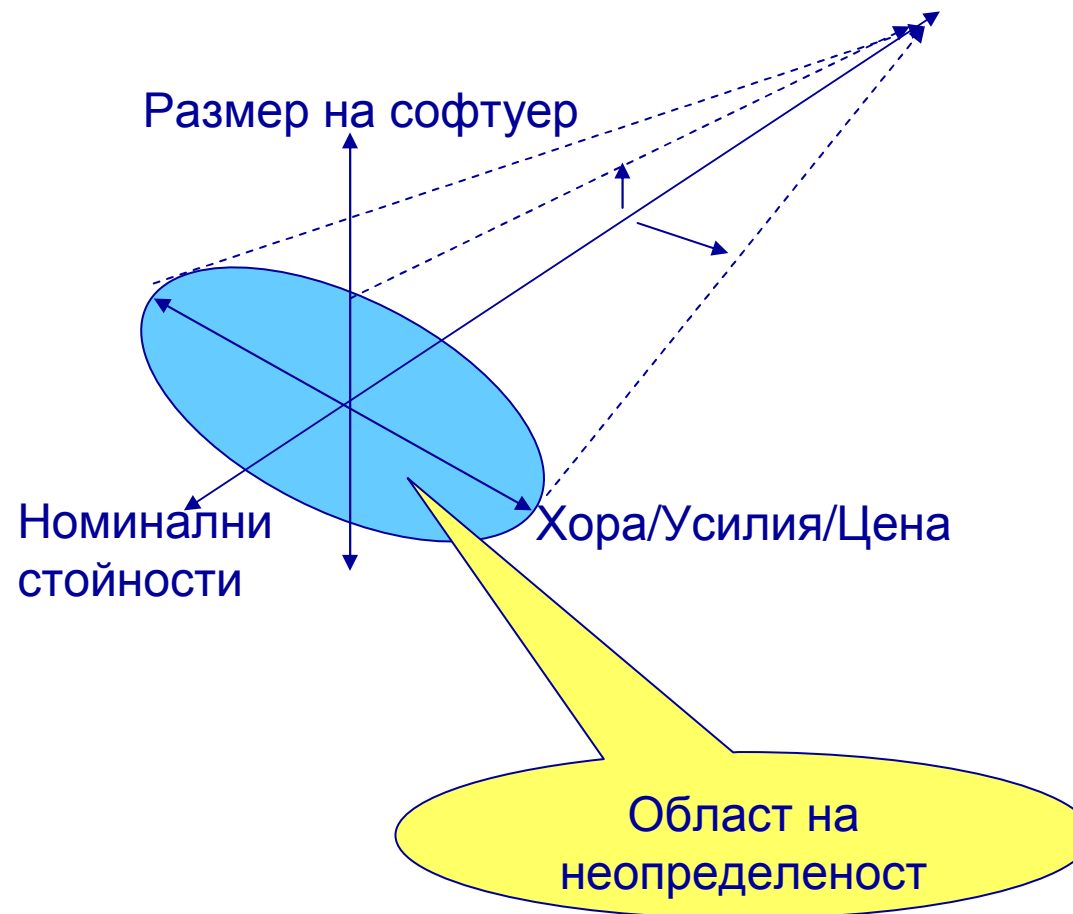
Идея за COSOMO II

- COSOMO II е параметричен метод за оценка
- Използва параметри за оценка, която отчита отклонението на проекта от “идеала”
- Параметрите са два типа:
 - Количествени (размер на софтуер, усилия в часове, брой дефекти/Bugs)
 - Качествени (сложност, умения)

Фактори за разходи

- Фактори за разход – фактори определящи необходимите усилия за завършване на проекта
- Два вида фактори за разход
 - Груби (Coarse-grained)– фактори, които могат да се използват за изчисления в началото на проекта, когато не е определен размера на проекта и има големи архитектурни неясноти
 - Детайлни (Fine-grained)– фактори, които се използват на по-късен етап от проекта, когато неяснотите са премахнати или редуцирани и размера на проекта е определен

Неопределенности



COSOMO II Модели

- Модел за композиция на приложението (Application Composition Model)
- Модел на ранния дизайн (Early Design Model)
- Пост-архитектурен модел (Post-Architecture Model)

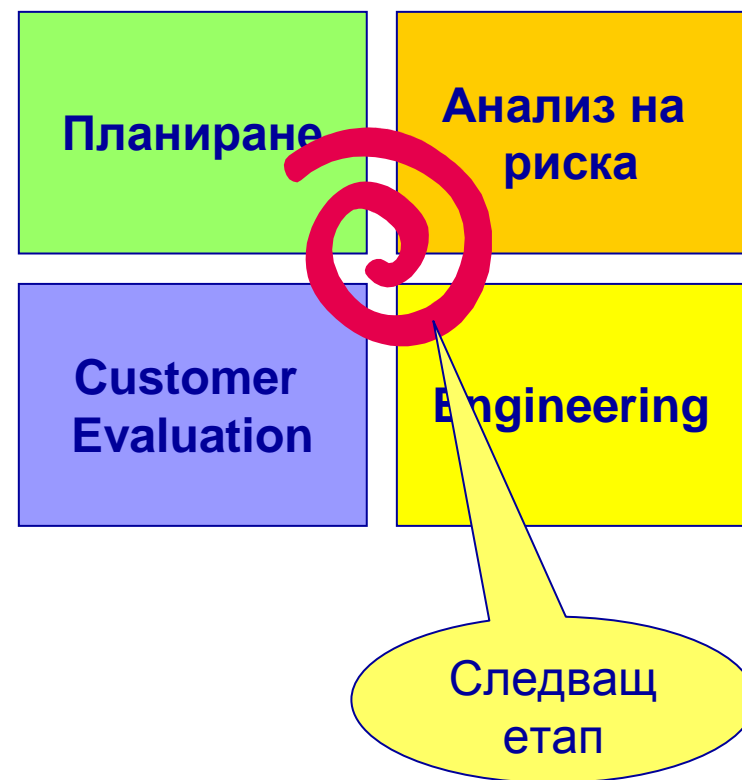
Модел за композиция на приложението (Application Composition Model)

- Удобен за фаза прототип
- Базира се на обектни точки (object points) – разширение на FP
- Подходящ за проекти с GUI средства



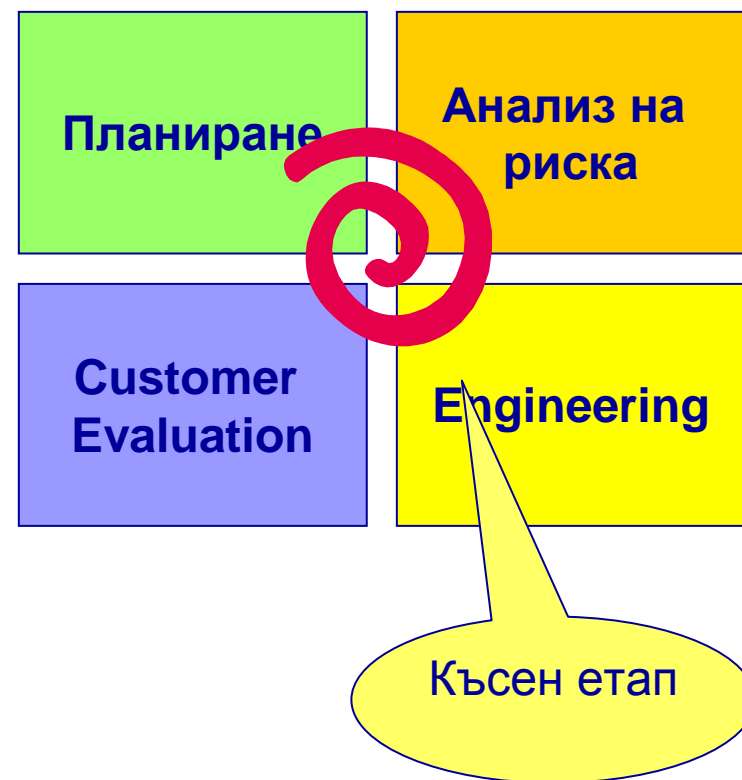
Модел на ранния дизайн (Early Design Model)

- Удобен за ранен етап
- Използва се преди да е определена архитектурата
- Базира се на грубите фактори за разход
- Грубите фактори са степенувани – 7 степени



След-архитектурен модел (Post-Architecture Model)

- Удобен за по-късен етап
- Използва се след като е определена архитектурата
- Детайлни фактори – 17
 - Продуктови
 - Платформени
 - Персонални
 - Проектни



За какво използваме COSOMO II

- Вземане на решение за инвестиране в софтуер – COTS или CUSTOM
- Планиране на човешките ресурси в IT отдели
- Определяне на бюджет и график за проект
- Договаряне на цена и график на проект
- Вземане на решения по управление на риска на проект
- Вземане на решения за използване на средства за разработка, outsourcing

COCOMO II Основно уравнение

$$PM_{\text{номинално}} = A * S^B$$

- PM – Усилия за проект измерени в човеко-месеци
- A – Константа, отразява ефекта от увеличаване на необходимите усилия в проект с нарастването на размера на проекта
- S – Размер на проекта, KSLOC или object points
- B – фактор отразяващ степента на икономия или разхищение на усилия в проекти с различен размер
 - B < 1.0, ако продуктивността расте с размера на проекта
 - B = 1.0, ако не се влияе от размера. За малки проекти е линеен модел.
 - B > 1.0, ако продуктивността намалява с размера на проекта, поради увеличаване на усилията за комуникация и интеграция

Мультипликатори на усилия

- Фактори
 - На разход (Cost Drivers) – предизвикват промяна на линейния модел на усилията
 - Мащабни (Scale Drivers) – предизвикват промяна на експоненциалния модел на усилията
- Рейтинг на фактори на разход – дефинира относителна тежест на фактора в общото усилие за проекта. Например: много малко...изключително голямо
- Мультипликатор на усилия (Effort Multiplier) – число за тегло асоциирано с рейтинга на фактора за разход

Мультипликатори на усилия

$$PM_{\text{коригирано}} = PM_{\text{номинал}} * \prod_{i=1..7/17} EM_i$$

- PM – Усилия за проект измерени в човеко-месеци
- EM_i – Мультипликатор на усилие
 - EM_i > 1.0 – ако фактор за разход увеличава усилията за проекта
 - EM_i < 1.0 - ако фактор за разход НЕ увеличава усилията за проекта

След-архитектурния модел борава с 17 мультипликатори на усилия.

Мащабни фактори

- Увеличават експоненциално усилията на проекта – времетраене и цена
- Влияят върху експоненциалния компонент В в основното уравнение
- Факторите са:
 - Прецедентност (Precedentedness) PREC
 - Гъвкавост (Development Flexibility) FLEX
 - Резолиране на архитектури/рискове (Architecture/Risk Resolution) RESL
 - Сработване на екипа (Team Cohesion) TEAM
 - Зрялост на процеса (Process maturity) PMAT

Тегла на мащабни фактори

$$B = 0.91 + 0.01 * \sum W_i$$

- Всеки мащабен фактор има тегло
- Теглото нараства ако фактора се очаква да възпрепятства проекта

Преглед на мащабни фактори

- PREC – отразява опита на екипа в предметната област, нуждата от иновации при разработването
- FLEX – отразява нуждата разработваното приложение да се съгласува с определени интерфейси или стандарти
- RESL – отразява наличието на рискове и процедури за резолиране на рисковете

Тегла на мащабни фактори

Фактор	Много малък 5	Малък 4	Номинален 3	Висок 2	Много Голям 1	Изкл. Голям 0
PREC	Изкл. Безпрецедентна Thoroughly unprecedented	Предимно Безпрецедентна Largely unprecedented	Донякъде Безпрецедентна Somewhat unprecedented	Позната Generally familiar	Предимно Позната Largely familiar	Изкл. Позната Thoroughly familiar
	6.20	4.96	3.72	2.48	1.24	0.00
FLEX	Строга Rigorous	С Инцидентно отклонение Occasional relaxation	С някакво отклонение Some relaxation	Общо Съответствие General Conformity	Опр. Съответствие Some conformity	Общи Цели General goals
	5.07	4.05	3.04	2.03	1.01	0.00
RESL	Малко(20%) Little	Някакво(40%) Some	Често(60%) Often	Общо- взето(75%) Generally	В повечето случаи(90%) Mostly	Напълно Complete
	7.07	5.65	4.24	2.83	1.41	0.00

Преглед на мащабни фактори

- TEAM – степен на сработване, кохезия на участниците в проекта
- PMAT – ниво на съвместимост с 18 показателя на CMM модела

Тегла на мащабни фактори

Фактор	Много малък 5	Малък 4	Номинален 3	Висок 2	Много Голям 1	Изкл. Голям 0
TEAM	Много трудно взаимодействие винаги	Донякъде трудно взаимодействие	Основно кооперативно взаимодействие	Предимно кооперативно взаимодействие	Изключително кооперативно взаимодействие	Незабележимо взаимодействие
	5.48	4.38	3.29	2.19	1.10	0.00
PMAT	Среден-претеглена стойност формирана на база положителни отговори от въпросника на CMM					
	CMM Ниво 1 Долно	CMM Ниво 1 Горно	CMM Ниво 2	CMM Ниво 3	CMM Ниво 4	CMM Ниво 5
	7.80	6.24	4.68	3.12	1.56	0.00

COSOMO II и наследени проекти

- Оценка на засегнатите модули
- Процента на променен дизайн
- Процента на променен код
- Процент на промяна на интеграционни усилия и решения
- Фактор АТ – процент от кода, която се модифицира, чрез средства за автоматизация

СOСOМO II и проекти за поддръжка

$$PM_m = A * (S_m)^B * \prod_{i=1}^{17} EM_i$$

- Размер на поддръжка – размер на софтуера, който подлежи на модификация
- Използва се когато размера на промените са над 20% от съществуващ код
- Уравнението съвпада с формулата за пост-архитектурния модел

Съдържание

- Въведение
- **Модел за композиция на приложението**
- Модел на ранния дизайн
- След-архитектурен модел
- Пример

Мерна единица за размер на софтуер

- Обектни точки (Object Points) се използват за измерване
- Не се използва LOC, KLOC
- Базира се на
 - Брой и сложност на екранни форми
 - Брой и сложност на справки
 - Количество пре-използван код
 - Опит на разработчиците

Object Points

Object Points за екрани и справки с различна сложност

Views	Брой на таблици с данни		
	Общо <4	Общо <8	Общо 8+
<3	Проста	Проста	Средна
3-7	Проста	Средна	Трудна
8+	Средна	Трудна	Трудна

Тегловни коефициенти на Object Points

Тип	Проста	Средна	Трудна
Екран	1	2	3
Справка	2	5	8
3GL компонент	-	-	10

СOСOМOII Груба оценка на усилията

$$NOP = OP \times \frac{100 - r}{100}$$

NOP = нови обектни точки

OP = изброени обектни точки

r = % на пре-използване на код

PROD = производителност на основата на опита

$$PM = \frac{NOP}{PROD}$$

Съдържание

- Въведение
- Модел за изграждане на приложението
- **Модел на ранния дизайн**
- След-архитектурен модел
- Пример

Модел на ранния дизайн – кога?

- Размера на проекта е неизвестен
- Не е известна платформата на приложението
- Не са известни възможностите на екипа
- Не е определена методологията на проекта – процес (RUP/AIM, Agile, и др.)

Модел на ранния дизайн

- 7 груби фактори за разход
- Всеки фактор е оценен и асоцииран с тегловен коефициент под формата на мултипликатор на усилия
- Размера се формира на базата на UFP преобразувани в KSLOC

Изчисляване на UFP

1. Определяне на функции – EI, EO, ILF, EIF, EQ
2. Определяне на ниво на сложност на функции – DET, RET, FTR
3. Определяне на тегла на сложност
4. Формиране на UFP – сума от FP на претеглените функции

Конверсия на UFP в KSLOC

Програмен Език	SLOC/UFP
Асемблер	320
Макро-асемблер	213
BASIC	64
BASIC - компилиран	91
BASIC - интерпретиран	128
C	148
C++	60
Pascal	91
Java	60
Report Generator	80
j2EE	61
Javascript	56
Електронна таблица	6

<http://www.qsm.com/FPGearing.html>

Процент на повреден код

$$S_{Effective} = S \left(1 + \frac{BRAK}{100} \right)$$

- BRAK – процент на код, който е излишен вследствие на промени в изискванията

Модел на ранния дизайн -основно уравнение

$$PM_{\text{номинално}} = A * S^B$$

- PM – Усилия за проект измерени в човеко-месеци
- A – Константа, отразява ефекта от увеличаване на необходимите усилия в проект с нарастването на размера на проекта
- S – Размер на проекта, KSLOC или object points
- B – фактор отразяващ степента на икономия или разхищение на усилия в проекти с различен размер
 - B < 1.0, ако продуктивността расте с размера на проекта
 - B = 1.0, ако не се влияе от размера. За малки проекти е линеен модел.
 - B > 1.0, ако продуктивността намалява с размера на проекта, поради увеличаване на усилията за комуникация и интеграция

Фактори за разход

- Възможности на екипа/Personnel Capability (PERS)
- Продуктова сложност и надеждност/Product Reliability and Complexity (RCPX)
- Пре-използване/Required Reuse (RUSE)
- Платформени трудности/Platform Difficulty (PDIF)
- Опит на екипа/Personnel Experience (PREX)
- Средства/Facilities (FCIL)
- График/Schedule (SCED)

Фактори за разход

Early design	Post-architecture
RCPX	RELY, DATA, CPLX, DOCU
RUSE	RUSE
PDIF	TIME, STOR, PVOL
PERS	ACAP, PCAP, PCON
PREX	AEXP, PEXP, LTEX
FCIL	TOOL, SITE
SCED	SCED

Стъпки за оценка при модела на ранния дизайн

1. Определяне на размера на проекта в KSLOC, на основата на UFP и BRAK
2. Определяне на константата A
3. Определяне на мащабния фактор B от 5-те мащабни фактори

$$B = 0.91 + 0.01 * \sum_{j=1..5} SF_j$$

Стъпки за оценка при модела на ранния дизайн (продължение)

4. Определяне на мултипликатори на усилия за 7-те фактора за разход
5. Изчисляване на коригирани усилия за проекта

$$PM_{\text{коригиран}} = PM_{\text{номинален}} \left(\prod_{i=1}^7 EM_i \right)$$

6. Изчисляване на графика

$$TDEV = \left[3.67 * PM^{0.28+0.2*0.01*\sum_{i=1}^{5,17} SF_i} \right] * \frac{SCED\%}{100}$$

Календарно
време в
месеци

Човеко-
месеци

Процент на
компресия/ра
зширяване за
SCED

Пример

- Размер 1000 KSLOC, BRAK = 10
- $A = 3.0$
- Мащабни фактори – PREC=1, FLEX=0, TEAM=0, RESL=3, PMAT=4
- Мултипликатори на усилия – RCPX=1.0, RUSE=0.7, PDIF=1.3, PERS=0.8, PREX=1.3, FCIL=1, SCED=1.2

Пример – эффективен размер

$$S_{Effective} = S \left(1 + \frac{BRAK}{100} \right)$$

- Эффективен размер = $1000 \times (1 + 10/100)$
 - = $1000 \times (1 + 0.1)$
 - = 1000×1.1
 - = 1100 KSLOC

Пример – масштабный фактор

$$B = 1.01 + 0.01 * \sum_{j=1..5} SF_j$$

- $B = 1.01 + 0.01(1+0+3+0+4)$
 - $= 1.01 + 0.01 \times 8$
 - $= 1.09$

Пример – номинално усилие

$$PM_{\text{номинално}} = A * S^B$$

- $PM = 3.0 \times 1100 \exp 1.09$ човеко-месеци

$$PM_{\text{коригиран}} = PM_{\text{номинален}} \left(\prod_{i=1}^5 EM_i \right)$$

- $PM = 3.0 \times 1100 \exp 1.09 \times (1.0 \times 0.7 \times 1.3 \times 0.8 \times 1.3 \times 1.0 \times 1.2)$
 - = 7065 човеко-месеци

Съдържание

- Въведение
- Модел за композиция на приложението
- Модел на ранния дизайн
- **Пост-архитектурен модел**
- Пример

Фактори за разход

- Модела е аналогичен на модела на ранния дизайн
- Използва същите формули
- Различава се единствено във мултипликаторите на усилия

Продуктови фактори за разход – Надеждност на софтуера (RELY)

- Надеждност на софтуера/Required Software Reliability (RELY)
- Размер на данните/Database Size (DATA)
- Сложност/Product Complexity (CPLX)
- Възможност за пре-използване/Developed for Reusability (RUSE)
- Степен на документация/Documentation Match (DOCU)

Required Software Reliability - RELY

Описание	Леко неудобство	Допуска лесно възстановяване	Допуска възстановяване	Значителни финансови загуби	Риск за човешки живот	Няма
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мулти-пликатор на усилие	0.82	0.92	1.00	1.10	1.26	Няма

Database Size - DATA

Описание	Няма	Тестова DB/SLOC 0...10	D/SLOC 10.01...100	D/SLOC 100.01...1000	D/SLOC 1000...+	Няма
Рейтинг	Мн. нисък	Нисък	Номинален	Висок	Мн. Висок	Изкл. Висок
Мулти- пликатор на усилие	Няма	0.9	1.00	1.14	1.28	Няма

Product Complexity - CPLX

- Сложност на продукта
 - Сложност на контролни операции
 - Сложност на изчислителни операции
 - Сложност на операции зависещи от устройства
 - Сложност на операции по управление на данни
 - Сложност на операции по управление на потребителски интерфейс

Product Complexity - CPLX

Рейтинг	Мн. нисък	Нисък	Номинален	Висок	Мн. Висок	Изкл. Висок
Мульти- пликатор на усилие	0.73	0.87	1.00	1.17	1.34	1.74

Developed for Reusability (RUSE)

Описание		Липсва	В рамките на проекта	В много проекти	В много организации	В различни организации и проекти
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мулти-пликатор на усилие	Няма	0.95	1.00	1.07	1.15	1.24

Documentation Match (DOCU)

Описание	Много малко елементи подлежат на документация	Някои елементи подлежат на документация	Пълна документация	Подробна документация	Изключително подробна документация	
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мултипликатор на усилие	0.81	0.91	1.00	1.11	1.23	Няма

Платформени фактори

- Времеви ограничения/Execution Time Constraint (TIME)
- Ограничения към обема памет/Main Storage Constraint (STOR)
- Изменчивост на платформата/Platform volatility (PVOL)

Execution Time Constraint (TIME)

Описание			<=50% от наличното процесорно време	<=70% от наличното процесорно време	<=85% от наличното процесорно време	<=95% от наличното процесорно време
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мульти- пликатор на усилие	Няма	Няма	1.00	1.11	1.29	1.63

Main Storage Constraint (STOR)

Описание			<=50% от наличното дисково пространств о	<=70% от наличното дисково пространств о	<=85% от наличното дисково пространств о	<=95% от наличното дисково пространств о
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мульти- пликатор на усилие	Няма	Няма	1.00	1.05	1.17	1.46

Platform volatility (PVOL)

Описание		Основ на промяна на 12 м. Малка промяна на 1 м.	Основна промяна на 6 м. Малка промяна на 2 седм.	Основна промяна на 2 м. Малка промяна на 1 седм.	Основна промяна на 2 седм. Малка промяна на 2 дни	
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мультипликатор на усилие	Няма	0.87	1.00	1.15	1.30	

Екипни фактори

- Възможности на анализатори/Analyst Capability (ACAP)
- Възможности на програмисти/Programmer Capability (PCAP)
- Приемственост на екипа/Personnel Continuity (PCON)
- Опит в приложението/Applications Experience (APEX)
- Платформен опит/Platform Experience (PLEX)
- Опит с езика и средствата/Language and Tool Experience (LTEX)

Analyst Capability (ACAP)

Описание	15%	35%	55%	75%	90%	
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мульти- пликатор на усилие	1.42	1.19	1.00	0.85	0.71	Няма

Programmer Capability (PCAP)

Описание	15%	35%	55%	75%	90%	
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мульти- пликатор на усилие	1.34	1.15	1.00	0.88	0.76	Няма

Personnel Continuity (PCON)

Описание	48%/г.	24%/г.	12%/г.	6%/г.	3%/г.	
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мульти- пликатор на усилие	1.29	1.12	1.00	0.90	0.81	Няма

Applications Experience (APEX)

Описание	< 2 м.	6 м.	1 г.	3 г.	6 г.	
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мульти- пликатор на усилие	1.22	1.10	1.00	0.88	0.81	Няма

Platform Experience (PLEX)

Описание	< 2 м.	6 м.	1 г.	3 г.	6 г.	
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мульти- пликатор на усилие	1.19	1.09	1.00	0.91	0.85	Няма

Language and Tool Experience (LTEX)

Описание	< 2 м.	6 м.	1 г.	3 г.	6 г.	
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мульти- пликатор на усилие	1.20	1.09	1.00	0.91	0.84	Няма

Проектни фактори

- Употреба на софтуерни среди/Use of Software Tools (TOOL)
- Разработка на различни места/Multisite Development (SITE)
- Продължителност на проекта/Required Development Schedule (SCED)

Use of Software Tools (TOOL)

Описание	<ul style="list-style-type: none"> ● Редактиране ● Кодиране ● Дебъгване 	<ul style="list-style-type: none"> ● Проста среда ● CASE поддръжка ● Интеграция слаба с CASE 	<ul style="list-style-type: none"> ● Основни средства за жизнен цикъл ● Умерена интеграция 	<ul style="list-style-type: none"> ● Развити средства за жизнен цикъл ● Силна интеграция 	<ul style="list-style-type: none"> ● Развити средства за жизнен цикъл ● Силна интеграция с процеси и методологии 	
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мулти-пликатор на усилие	1.20	1.09	1.00	0.91	0.84	Няма

Multisite Development (SITE)

Описание на ко-локация	Международна	Различни градове И различни компании	Различни градове ИЛИ различни компании	Един и същ град	Една и съща сграда или квартал	Едно и също място
Описание на комуникация	Телефон E-mail	Индивидуален телефон ФАКС	Бърз E-mail	Широколен тови комуникации	Широколен тови комуникации Видео-конференции	Интерактивна мултимедия
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висока
Мультипликатор на усилие	1.20	1.09	1.00	0.91	0.84	Няма

Required Development Schedule (SCED)

Описание	75% от номиналния	85% от номинални я	100% от номиналния	130% от номинални я	160% от номиналния	
Рейтинг	Мн. ниска	Ниска	Номинална	Висока	Мн. Висока	Изкл. Висок а
Мульти- пликатор на усилие	1.43	1.14	1.00	1.00	1.00	Няма

Съдържание

- Въведение
- Модел за изграждане на приложението
- Модел на ранния дизайн
- След-архитектурен модел
- **Пример**

Референции и литература

- http://csse.usc.edu/csse/research/COCOMOII/cocomo_main.html
- <http://www.qsm.com/FPGearing.html>
- **COCOMO II Manual**

Въпроси и отговори



Контакти

инж. Пламен Петков

E-mail: plamen.petkov@engineer.bg

Mobile: 0887 50 60 65

ICQ#: 4203975