

Лабораторная работа №10. Модель оценки разработки программного обеспечения посредством стандартов COSOMO и COSOMO II.

COSOMO

Модель COSOMO рассчитывает трудоемкость разработки как функцию от размера программы. Размер выражается в оценочных тысячах строк кода (KLOC - *kilo lines of code*).

COSOMO применим к трем классам проектов разработки ПО:

- Органический (Organic mode) – маленькие команды с хорошим опытом работы и не жесткими требованиями к разработке
- Полуразделенный вид (Intermediate/Semi-detached mode) – средние по размеру команды со смешанным опытом разработки и со смешанными требованиями (как жесткими, так и нет).
- Встроенный вид (Intered/Embedded mode) – разрабатываются с учетом множества жестких ограничений (по аппаратному, программному, операционному обеспечению и т.д.)

Вот базовые уравнения COSOMO(рис. 1):

Трудоемкость = $a_b(KLOC)^{b_b}$ [человеко-месяцев]

Срок разработки или длительность = $c_b(Трудоемкость)^{d_b}$ [месяцев]

Число разработчиков = Трудоемкость/ Срок разработки [человек]

Коэффициенты a_b , b_b , c_b и d_b приведены в следующей таблице.

Таблица 11. Коэффициенты модели COSOMO Базового уровня

Тип проекта	a_b	b_b	c_b	d_b
Органический	2.4	1.05	2.5	0.38
Полуразделенный	3.0	1.12	2.5	0.35
Встроенный	3.6	1.20	2.5	0.32

Рисунок 1 – Базовые уравнения методики COSOMO

Рассмотрим расчёт трудоемкости разработки подсервиса ведения счёта затрат системы 1С: Бухгалтерия 8.

Тип проекта органический:

Трудоемкость= $2,4 \cdot 5^{1,05} = 12,96$ чел.мес

Срок разработки или длительность= $2,5 \cdot 12,96^{0,38} = 6,5$ мес

Число разработчиков= $12,96 / 6,5 = 2$ чел

Таким образом, с помощью модели COCOMO мы определили, что нам понадобится 2 разработчика для разработки подсервиса системы 1С:Бухгалтерия 8.

COCOMO хорош для быстрой оценки стоимости разработки. Однако он не принимает во внимание различия в аппаратных ограничениях, качестве и опыте персонала, а также использованию современных техник и средств разработки и других факторов.

COCOMO II

Модель COCOMO II опубликованная в 2000г., позволяет оценить трудоемкость создания программных средств в человека – месяцах.(PM, Month), общую длительность программного проекта, а также численность коллектива разработчиков, необходимую для успешного завершения проекта в заданные сроки. Оценки по модели COCOMO II можно осуществлять как на ранней стадии проектирования (Early Design) программных средств, так и на стадии их разработки (Post-Architecture).

Основной особенностью модели COCOMO II является получение оценок в зависимости от предполагаемого размера исходного кода создаваемых программных средств, выраженного в тысячах строк исходного кода (KSLoC. Kilo Source Lines of Code).

В соответствии с моделью COCOMO II трудоемкость разработки вычисляется по следующей общей формуле:

$$PM = A \cdot Size^E \cdot \sum_{i=1}^n EM_i + PM_{Auto} \quad (1)$$

где $A = 2,94$ – константа, установленная для COCOMO II.2000;

Size - размер создаваемых программных средств в KSLOC;

E – экспонента, характеризующая размерные факторы для программных средств;

EM_i - мультипликатор (или множитель) трудоемкости;

PM_{Auto} - трудоемкость разработки автоматически транслируемого кода.

Длительность разработки рассчитывается по следующей формуле:

$$TDEV = [C * (PM_{NS})^{(D+0,2-(E-B))}] * \frac{SCED\%}{100} \quad (2)$$

где $C = 3,67$ – коэффициент, который может быть откалиброван;

PM_{NS} - трудоемкость разработки, вычисленная по формуле (1) без учета мультипликатора трудоемкости SCED (описан ниже);

$D = 0,28$ - базовая экспонента длительности, которая также может быть откалибрована;

E - экспонента, описанная в формуле (1);

$B = 0,91$ - базовая экспонента, определяющая размерный фактор для программных средств, которая может быть откалибрована;

SCED% - значение мультипликатора трудоемкости SCED, выраженное в процентах.

Наиболее важным при проведении оценок по модели COCOMO II является установление мультипликаторов трудоемкости (EM, effort multiplier), учитывающих характеристики создания программных средств, влияющие на трудоемкость при полном окончании проекта. В модели COCOMO II для корректировки номинальной трудоемкости для стадии разработки используется семнадцать мультипликаторов. Номинальный уровень оценки показателя всегда имеет мультипликатор равный 1,00, не меняющий величину трудоемкости. Другие уровни, как правило, изменяют трудоемкость в сторону увеличения или уменьшения.

В модели COCOMO II применяются мультипликаторы, описанные ниже.

1. Показатели продукта.

Показатели продукта учитывают изменение трудоемкости разработки программных средств в зависимости от характеристик продукта для стадии его разработки. Сложные продукты, как правило, имеющие более высокие

требования по надежности или требующие большего набора вариантов тестирования, потребуют большей трудоемкости для их завершения.

1. Мультипликатор трудоемкости RELY (Required Software Reliability, требование надежности программных средств) характеризует затраты, связанные с требованиями надежности. Он определяет способность программных средств выполнять свои функции в течение определенного количества времени.

2. Мультипликатор трудоемкости DATA (Data Base Size, размер базы данных) характеризует размер данных, на которых должен тестироваться продукт при разработке. Оценка определяется путем вычисления DIP, характеризующего размер в байтах базы данных win тестирования программных средств по отношению к его размеру в KSLoS.

3. Мультипликатор трудоемкости CPLX (Product Complexity, сложность продукта) характеризует сложность продукта в пяти областях (операции управления, вычислительные операции, аппаратно-зависимые операции, операции управления данными, операции управления пользовательским интерфейсом).

4. Мультипликатор трудоемкости RUSE (Developed for Reusability, разработка для повторного использования) характеризует трудоемкость создания компонентов, предназначенных для повторного использования в текущем или будущих проектах.

5. Мультипликатор трудоемкости DOCU (Documentation Match to Life-Cycle Needs, согласование документации необходимой в жизненном цикле продукта) характеризует затраты на документирование проекта. В СОСО-МО II шкала затрат на документацию выбрана с точки зрения пригодности документации проекта для потребностей его жизненного цикла.

2. Показатели платформы.

Показатели платформы характеризуют вычислительный комплекс, на котором будут функционировать разрабатываемые программные средства.

как совокупность технического и общего программного обеспечения.

6. Мультипликатор трудоемкости TIME (Execution Time Constraint, ограничения быстродействия при выполнении программы). Оценка выражается в процентах потребного времени выполнения для использования системой или подсистемой соответствующего ресурса(обычно в процентах загрузки центрального процессора при выполнении программных средств).

7. Мультипликатор трудоемкости STOR (Main Storage Constraint, ограничение по оперативной памяти) характеризует ограничения по использованию оперативной памяти, налагаемые на программную систему или подсистему.

8. Мультипликатор трудоемкости PVOL (Platform Volatility, изменчивость платформы) характеризует изменчивость «платформы», под которой понимается оборудование (средства вычислительной техники) и программное обеспечение (операционная система, система управления базами данных и т.д.). необходимое программным средствам для выполнения своих функций.

3. Показатели персонала (разработчиков).

После размера программного продукта человеческий фактор имеет наиболее сильное влияние на определяемую трудоемкость создания программных средств. Показатели персонала характеризуют возможности и опыт команды разработчиков, а не отдельных людей. Эти показатели могут измениться в ходе проекта, отражая накопление опыта командной работы или, наоборот, текучесть кадров.

9. Мультипликатор трудоемкости ACAP (Analyst Capability, возможности аналитиков). Аналитиками являются разработчики, работающие с требованиями к программному проекту, а также осуществляющие высокоуровневое и детальное проектирование. Основными свойствами, которые надо учитывать, являются способности эффективно и тщательно

провести анализ и проектирование, а также возможности договариваться и сотрудничать.

10. Мультипликатор трудоемкости PCAP (Programmer Capability, возможности программистов). В настоящее время тенденции разработки программных продуктов подчеркивают важность возможностей аналитиков при разработке проектов. Однако, возрастающая роль сложных коммерческих коробочных программных пакетов и повышение производительности труда программистов, знающих возможности таких пакетов, показывают на тенденцию повышения важности и возможностей программистов.

11. Мультипликатор трудоемкости PCON (Personnel Continuity, текущая часть кадров).

12. Мультипликатор трудоемкости APEX (Applications Experience, опыт работы с приложениями) характеризует уровень опыта работы с приложениями проектной группой, разрабатывающей программную систему или подсистему.

13. Мультипликатор трудоемкости PLEX (Platform Experience, опыт работы с платформой). На стадии разработки этот показатель затрат оказывает существенное влияние на трудоемкость разработки проекта за счет использования более мощных платформ, в том числе наглядного пользовательского интерфейса, баз данных, сетевой обработки информации, а также распределенных возможностей промежуточного программного обеспечения.

14. Мультипликатор трудоемкости LTEX (Language and Tool Experience, опыт работы с языком программирования и инструментальными средствами) характеризует опыт работы с выбранными средствами проектной группы, разрабатывающей программную систему или подсистему.

4. Показатели проекта.

Показатели проекта учитывают влияние на трудоемкость таких факто-

ров как использование современных программных средств, положение коллектива разработчиков и изменение сроков проекта.

15. Мультипликатор трудоемкости TOOL (Use of Software Tools, использование программных утилит) характеризует степень использования инструментальных средств разработки программного обеспечения (программных утилит) при создании программного продукта.

16. Мультипликатор трудоемкости SITE (Mullisite Development, возможности взаимодействия разработчиков).

17. Мультипликатор трудоемкости SCED (Required Development Schedule, требуемые сроки разработки) характеризует ограничения, налагаемые на разработчиков программного проекта. по возможностям изменения сроков окончания проекта. Оценка определяется в терминах процентного отклонения (в сторону уменьшения или увеличения) сроков разработки от запланированных (номинальных) сроков, что влияет на трудоемкость разработки.

Значения мультипликаторов трудоемкости в зависимости от их уровня приведены на рисунке 2.

№	Effort Multiplier, EM_j		Very Low	Low	Nominal	High	Very High	Extra High
Personnel Factors								
1	ACAP	Analyst Capability	1,42	1,29	1,00	0,85	0,71	n/a
2	AEXP	Applications Experience	1,22	1,10	1,00	0,88	0,81	n/a
3	PCAP	Programmer Capability	1,34	1,15	1,00	0,88	0,76	n/a
4	PCON	Personnel Continuity	1,29	1,12	1,00	0,90	0,81	n/a
5	PEXP	Platform Experience	1,19	1,09	1,00	0,91	0,85	n/a
6	LTEX	Language and Tool Experience	1,20	1,09	1,00	0,91	0,84	n/a
Product Factors								
7	RELY	Required Software Reliability	0,84	0,92	1,00	1,10	1,26	n/a
8	DATA	Database Size	n/a	0,23	1,00	1,14	1,28	n/a
9	CPLX	Software Product Complexity	0,73	0,87	1,00	1,17	1,34	1,74
10	RUSE	Required Reusability	n/a	0,95	1,00	1,07	1,15	1,24
11	DOCU	Documentation Match to Life-	0,81	0,91	1,00	1,11	1,23	n/a
		Cycle Needs						
Platform Factors								
12	TIME	Execution Time Constraint	n/a	n/a	1,00	1,11	1,29	1,63
13	STOR	Main Storage Constraint	n/a	n/a	1,00	1,05	1,17	1,46
14	PVOL	Platform Volatility	n/a	0,87	1,00	1,15	1,30	n/a
Project Factors								
15	TOOL	Use of Software Tools	1,17	1,09	1,00	0,90	0,78	n/a
17	SITE	Multisite Development	1,22	1,09	1,00	0,93	0,86	0,80
16	SCED	Required Development Schedule	1,43	1,14	1,00	1,00	1,00	n/a

Рисунок 2 - Значения мультипликаторов трудоемкости в зависимости от оценки их уровня (Post Architecture)

5. Оценка трудозатрат.

Оценку трудозатрат на создание программных средств проведем на примере программных средств терминологического фонда [3]. Расчет трудоёмкости и длительности на стадии разработки для этих программных средств осуществляется с учетом показателей, значения которых представлены на рисунке 3.

Мультипликаторы трудоемкости для программных средств терминологического фонда

EM _i	Описание оценки	Оценка	Знач.
RELY	Умеренные требования надежности, связанные с несложным восстановлением потерь от сбоя программных средств	Nominal	1,00
DATA	Размер базы данных для тестирования в байтах (D) по отношению к размеру программы в SLoC (P) больше 1000 (D/P ≥ 1000)	Very High	1,28
CPLX	Обычная сложность операций разных типов	Nominal	1,00
RUSE	Внутри проекта	Nominal	1,00
DOCU	Достаточное количество документации для потребностей жизненного цикла продукта	Nominal	1,00
TIME	Использование ≤ 50 % имеющегося времени выполнения	Nominal	1,00
STOR	Использование ≤ 50 % имеющейся оперативной памяти	Nominal	1,00
PVOL	Значительные изменения происходят не чаще 1 раза в год, незначительные – 1 раза в месяц	Low	0,87
ACAP	55 перцентилей, т.е. 55 % аналитиков коллектива как минимум способны эффективно и тщательно проводить анализ и проектирование, а также умеют договариваться и сотрудничать	Nominal	1,00
PCAP	55 перцентилей, т.е. 55 % программистов коллектива как минимум способны эффективно и тщательно проводить разработки с использованием коммерческих коробочных программных пакетов, а также умеют договариваться и сотрудничать	Nominal	1,00
PCON	3 % в год	Very High	0,81
APEX	6 лет работы	Very High	0,81
PLEX	3 года работы	High	0,91
LTEX	3 года работы	High	0,91
TOOL	Использование простых редакторов, компиляторов и отладчиков	Very Low	1,17
SITE	Разработчики расположены в одной комнате	Extra High	0,80
SCED	100 % сохранение запланированных (номинальных) сроков	Nominal	1,00

Рисунок 3 - Мультипликаторы трудоемкости

При проведении оценки сначала вычисляется поправочный коэффициент, вносимый мультипликаторами трудоемкости:

$$\sum_{i=1}^{17} EM_i = 1,00 * 1,28 * 1,00 * 1,00 * 1,00 * 1,00 * 1,00 * 0,87 * 1,00 * 1,00 * 0,81 * 0,81 * 0,91 * 0,91 * 1,17 * 0,80 * 1,00 = 0,57 \quad (3)$$

Трудоемкость разработки программных средств терминологического фонда рассчитывается по формуле (1) и принимает следующее значение:

$$PM = 2,94 * 74,40^{1,0405} * 57 + 0 = 148,45 \text{ чел. мес.} \quad (4)$$

где Size = 74,4 KSLoS - размер программных средств, рассчитанный в [3];

E=1,0405 - размерная экспонента, вычисленная по модели COCOMO II;

$PM_{Auto}=0$ - автоматически транслируемый код не использовался.

В соответствии с полученной оценкой трудоемкости длительность разработки рассчитывается по формуле (2), которая для программных средств терминологического фонда принимает следующее значение:

$$TDEV = 3,67 * 148,45^{(0,28 + 0,2 * (1,0405 - 0,91))} * \frac{100}{100} = 16,95 \text{ мес.} (5)$$

При проведении расчетов учтено, что $PM = PMNS$, так как мультипликатор SCED равен единице и не вносит изменения в величину поправочного коэффициента в формуле (3).

Численность коллектива разработчиков можно оценить по следующей формуле:

$$N = \frac{PM}{TDEV} = \frac{148,45}{16,85} = 9 \text{ чел.} (6)$$

Таким образом, проведенные оценки для стадии разработки программных средств показали, что на выполнение проекта создания программных средств терминологического фонда коллективу разработчиков из 9 человек потребуется 17 месяцев.

Задание для самостоятельной работы:

Вариант 1: Рассчитать трудоемкость разработки электронного справочника терминов, с помощью методик:

- a) COCOMO
- b) COCOMO II

Вариант 2: Рассчитать трудоемкость разработки сайта интернет - магазина, с помощью методик:

- a) COCOMO
- b) COCOMO II

Вариант 3: Рассчитать трудоемкость разработки электронного сервиса перевода денежных, с помощью методик:

- a) COCOMO
- b) COCOMO II

Вариант 4: Рассчитать трудоемкость разработки программного обеспечения «Банкомат», с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 5: Рассчитать трудоемкость разработки программного обеспечения «Касса», с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 6: Рассчитать трудоемкость разработки программного обеспечения, системы учёта товаров на складе, с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 7: Рассчитать трудоемкость разработки программного обеспечения учёта электронных билетов, с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 8: Рассчитать трудоемкость разработки электронного справочника телефонов города, с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 9: Рассчитать трудоемкость разработки программного обеспечения «Налоговый помощник», с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 10: Рассчитать трудоемкость разработки электронного справочника телефонов города, с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 11: Рассчитать трудоемкость разработки электронного справочника учёта номеров автомобилей ГИБДД города, с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 12: Рассчитать трудоемкость разработки электронного справочника Кубанского государственного университета, с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 13: Рассчитать трудоемкость разработки электронного справочника учёта книг в библиотеке, с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 14: Рассчитать трудоемкость разработки программного обеспечения «Кадровик», с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Рассчитать трудоемкость разработки электронного журнала студентов, с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 15: Рассчитать трудоемкость разработки программного обеспечения «Электронное правительство», с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 16: Рассчитать трудоемкость разработки программного обеспечения «1С: Зарплата и управление», с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 17: Рассчитать трудоемкость разработки программного обеспечения базы данных продуктового магазина, с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 18: Рассчитать трудоемкость разработки программного обеспечения «Управление продажами малого бизнеса», с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 19: Рассчитать трудоемкость разработки программного обеспечения «Помощник - Юрист», с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II

Вариант 20: Рассчитать трудоемкость разработки программного обеспечения «Бухгалтерия малый бизнес», с помощью методик:

- a) COSOMO
- b) COSOMO II