



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

---

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

---

Лабораторная работа №6  
По курсу «Экономика программной инженерии»  
Тема: Предварительная оценка параметров  
программного проекта

Студент:	Кондрашова О.П.
Группа:	ИУ7-85Б
Преподаватель:	Барышникова М.Ю. Силантьева А.В.

Москва, 2021г.

**Цель работы:** ознакомление с существующими методиками предварительной оценки параметров программного проекта и практическая оценка затрат на примере методики COCOMO (COConstructive COSt MOdel — конструктивная модель стоимости).

### Описание методики COCOMO

COConstructive COSt MOdel (COCOMO – модель издержек разработки) – это алгоритмическая модель оценки стоимости разработки программного обеспечения, которая использует простую формулу регрессии с параметрами, определенными из данных, собранных по ряду проектов.

Базовый уровень рассчитывает трудоемкость и стоимость разработки как функцию от размера программы. Размер выражается в оценочных тысячах строк кода (KLOC - kilo lines of code).

$$\text{Трудозатраты} = C_1 * EAF * (\text{Размер})^{p_1}$$

$$\text{Время} = C_2 * (\text{Трудозатраты})^{p_2}$$

*Трудозатраты* — количество человеко-месяцев.

*Время* — общее количество месяцев.

*C1* — масштабирующий коэффициент;

*EAF* — уточняющий фактор, характеризующий предметную область, персонал, среду и инструментарий, используемый для создания рабочих продуктов процесса; рассчитывается на основе 15 факторов (cost drivers);

*Размер* — размер конечного продукта (кода, созданного человеком), измеряемый в исходных инструкциях (DSI, delivered source instructions);

*p1* — показатель степени, характеризующий экономию при больших масштабах, присущую тому процессу, который используется для создания конечного продукта; в частности, способность процесса избегать непроизводительных видов деятельности;

*C2* — масштабирующий коэффициент для сроков исполнения;

*p2* — показатель степени, который характеризует инерцию и распараллеливание, присущие управлению разработкой ПО.

Коэффициенты C1, C2, P1, P2 зависят от режима проекта:

Режим	Размер проекта	Описание	Среда разработки
Обычный	До 50k LOC	Некрупный проект разрабатывается небольшой командой, для которой нехарактерны нововведения, разработчики знакомы с инструментами и языком программирования	Стабильная
Промежуточный	50k – 500k LOC	Относительно небольшая команда занимается проектом среднего размера, в процессе разработки необходимы определенные инновации	Среда характеризуется незначительной нестабильностью
Встроенный	Более 500k LOC	Большая команда разработчиков трудится над крупным проектом, необходим значительный объем инноваций	Среда состоит из множества нестабильных

Режим	C1	p1	C2	P2
Обычный	3.2	1.05	2.5	0.38
Промежуточный	2.0	1.12	2.5	0.35
Встроенный	2.8	1.2	2.5	0.32

Базовый уровень COSOMO 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.

Средний уровень рассчитывает трудоемкость разработки как функцию от размера программы и множества «факторов стоимости», включающих субъективные оценки характеристик продукта, проекта, персонала и аппаратного обеспечения. Это расширение

включает в себя множество из четырёх факторов, каждый из которых имеет несколько дочерних характеристик.

COCOMO позволяет рассчитать трудоемкость разработки как функцию от размера программы и множества «факторов стоимости», включающих субъективные оценки характеристик продукта, проекта, персонала и аппаратного обеспечения. Это расширение включает в себя множество из четырёх факторов, каждый из которых имеет несколько дочерних характеристик.

- Характеристики продукта
  - Требуемая надежность ПО
  - Размер БД приложения
  - Сложность продукта
- Характеристики аппаратного обеспечения
  - Ограничения быстродействия при выполнении программы
  - Ограничения памяти
  - Неустойчивость окружения виртуальной машины
  - Требуемое время восстановления
- Характеристики персонала
  - Аналитические способности
  - Способности к разработке ПО
  - Опыт разработки
  - Опыт использования виртуальных машин
  - Опыт разработки на языках программирования
- Характеристики проекта
  - Использование инструментария разработки ПО
  - Применение методов разработки ПО
  - Требования соблюдения графика разработки

Каждому из этих 15 факторов ставится в соответствие рейтинг по шести бальной шкале, начиная от «очень низкий» и до «очень высокого» (по значению или важности фактора). Далее значения рейтинга заменяются множителями трудоемкости из нижеприведенной таблицы:

Идентификатор	Уточняющий фактор работ	Диапазон изменения параметра	Очень низкий	Низкий	Номинальный	Высокий	Очень высокий
<b>Атрибуты программного продукта</b>							
RELY	Требуемая надежность	0,75-1,40	0,75	0,86	1,0	1,15	1,4
DATA	Размер базы данных	0,94-1,16		0,94	1,0	1,08	1,16
CPLX	Сложность продукта	0,70-1,65	0,7	0,85	1,0	1,15	1,3
<b>Атрибуты компьютера</b>							
TIME	Ограничение времени выполнения	1,00-1,66			1,0	1,11	1,50
STOR	Ограничение объема основной памяти	1,00-1,56			1,0	1,06	1,21
VIRT	Изменчивость виртуальной машины	0,87-1,30		0,87	1,0	1,15	1,30
TURN	Время реакции компьютера	0,87-1,15		0,87	1,0	1,07	1,15
<b>Атрибуты персонала</b>							
ACAP	Способности аналитика	1,46-0,71	1,46	1,19	1,0	0,86	0,71
AEXP	Знание приложений	1,29-0,82	1,29	1,15	1,0	0,91	0,82
PCAP	Способности программиста	1,42-0,70	1,42	1,17	1,00	0,86	0,7
VEXP	Знание виртуальной машины	1,21-0,90	1,21	1,1	1,0	0,9	
LEXP	Знание языка программирования	1,14-0,95	1,14	1,07	1,0	0,95	
<b>Атрибуты проекта</b>							
MODP	Использование современных методов	1,24-0,82	1,24	1,1	1,0	0,91	0,82
TOOL	Использование программных инструментов	1,24-0,83	1,24	1,1	1,0	0,91	0,82
SCED	Требуемые сроки разработки	1,23-1,10	1,23	1,08	1,0	1,04	1,1

Рисунок 1. Таблица с коэффициентами

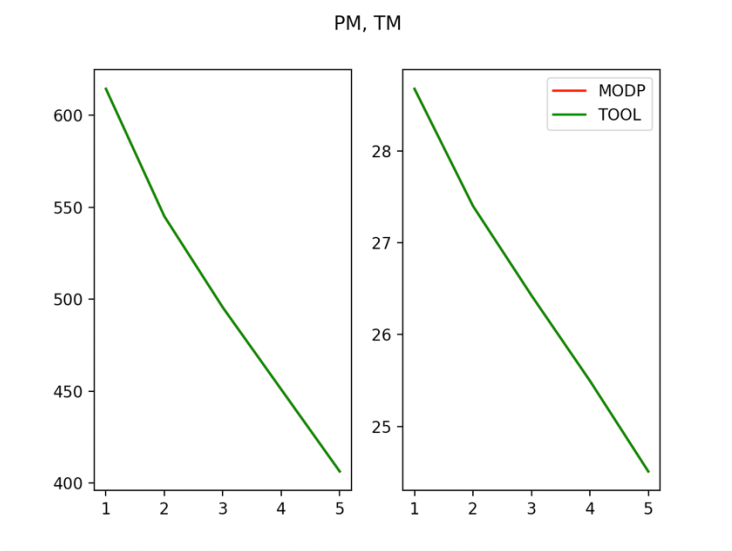
## Задание лабораторной работы

### Вариант 2

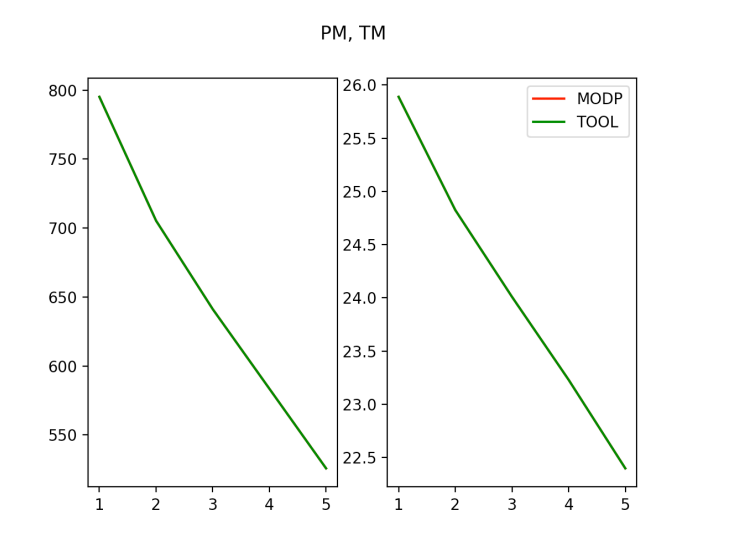
1. Исследовать влияние характеристик атрибутов программного проекта (MODP, TOOL) на трудоемкость (PM) и время разработки проекта (TM) для базового уровня модели СОСОМО и разных типов проектов (обычного, встроенного, промежуточного). Для этого получить значения PM и TM по всем типам проектов для одного и того же значения параметра SIZE (размера программного кода) при изменении значений атрибутов проекта от низких до высоких. Проанализировать как повлияет на трудоемкость и время реализации проекта внесение дополнительных ограничений на требуемые сроки разработки (параметр SCED). Результаты исследований оформить графически и сделать соответствующие выводы.

На графиках ниже представлены значения PM и TM в зависимости от MODP (использование современных методов) и TOOL (использование программных инструментов) при разных типах проектов (обычный, промежуточный, встроенный) и требуемых сроках разработки (SCED) (очень низкий, номинальный, очень высокий):

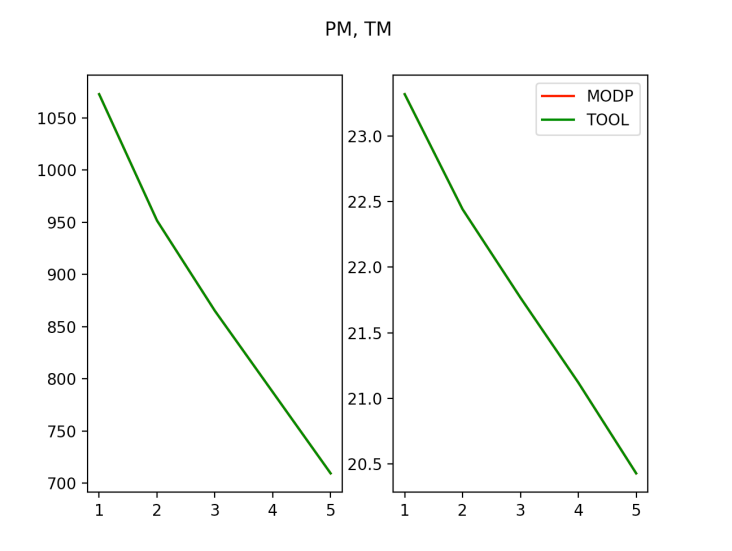
MODE: обычный, SCED: очень низкий:



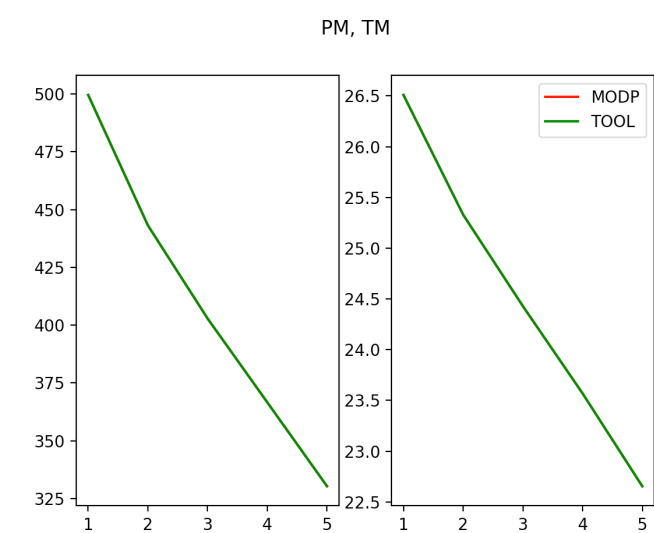
MODE: промежуточный, SCED: очень низкий:



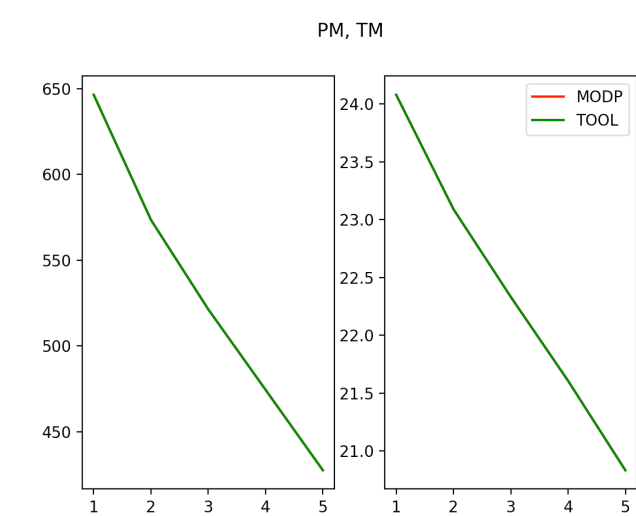
MODE: встроенный, SCED: очень низкий:



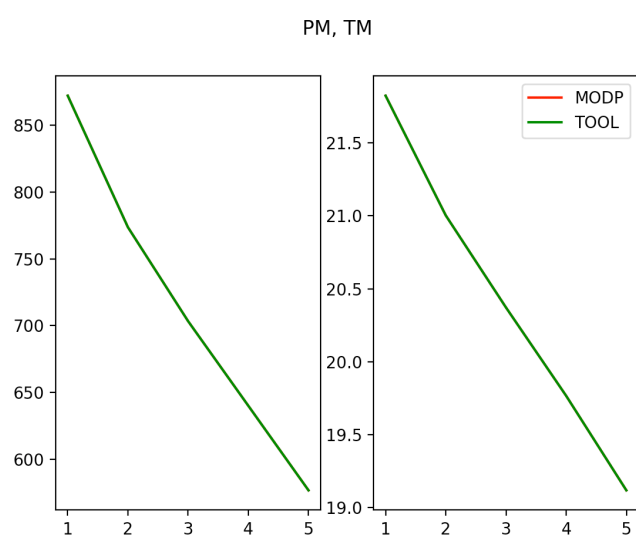
MODE: обычный, SCED: номинальный:



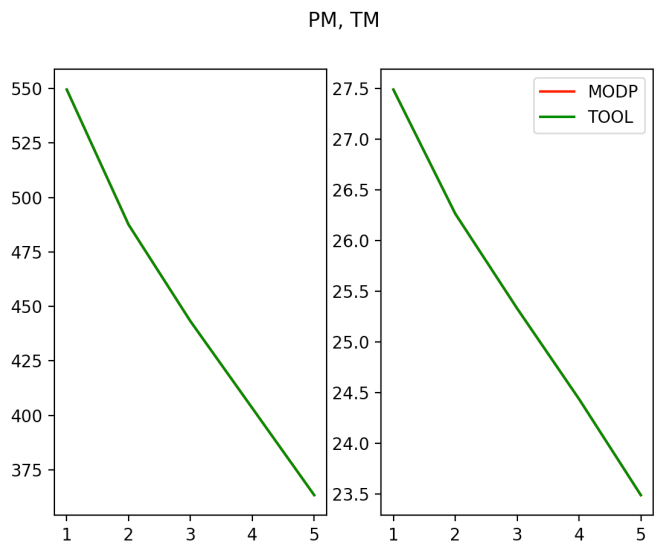
MODE: промежуточный, SCED: номинальный:



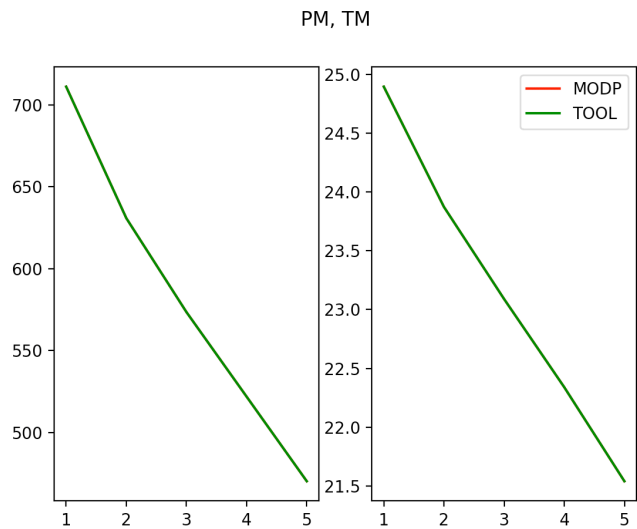
MODE: встроенный, SCED: номинальный:



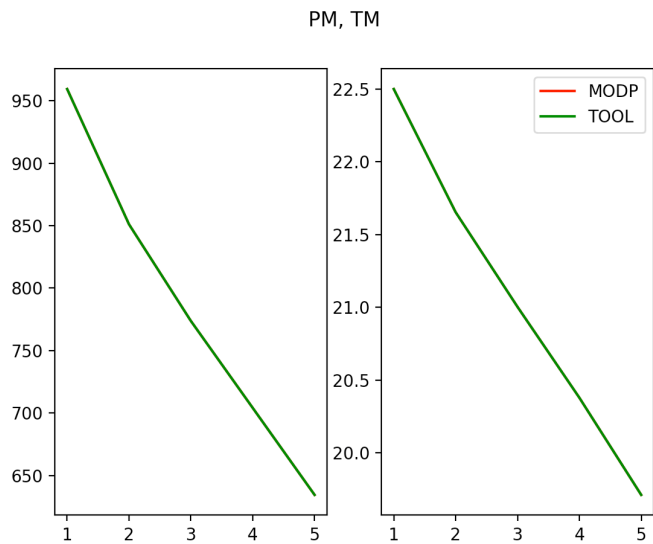
MODE: обычный, SCED: очень высокий:



MODE: промежуточный, SCED: очень высокий:



MODE: встроенный, SCED: очень высокий:





Т.к. значения MODP и TOOL в таблице совпадают, графики накладываются друг на друга.

По графикам можно сделать вывод, что при повышении уровней проектных атрибутов уменьшаются трудозатраты и затраченное время. Это может быть объяснено тем, что использование современных методов и программных инструментов позволяет ускорить разработку, при этом уменьшив трудозатраты.

При изменении режима разработки (от обычного к встроенному) трудозатраты увеличиваются, а время уменьшается.

Также по графикам можно сделать вывод, что наиболее оптимальным уровнем SCED является номинальный (при нем достигаются наименьшие трудозатраты и время). Это может быть объяснено тем, что при очень высоком уровне SCED трудоспособность падает из-за стресса и напряженности работников, а при очень низком уменьшается стимул работать.

2. При разработке программного проекта его размер оценивается примерно в 55 KLOC. Этот проект будет представлять собой Web-систему, снабженную устойчивой серверной базой данных. Предполагается применение промежуточного варианта. Проект предполагает создание продукта средней сложности с номинальными требованиями по надежности, но с расширенной базой данных. Квалификация персонала средняя. Однако способности аналитика высокие. Оценить параметры проекта.

На рисунке 2 показаны заданные параметры проекта и результаты расчетов

KLOC (количество строк кода) 55

Режим проекта Промежуточный

Атрибуты программного продукта

RELY (Требуемая надежность) Номинальный

DATA (Размер базы данных) Высокий

CPLX (Сложность продукта) Номинальный

Атрибуты компьютера

TIME (Ограничение времени выполнения) Номинальный

STOR (Ограничение объема основной памяти) Номинальный

VIRT (Изменчивость виртуальной машины) Номинальный

TURN (Время реакции компьютера) Номинальный

Атрибуты персонала

ACAP (Способности аналитика) Высокий

AEXP (Знание приложений) Номинальный

PCAP (Способности программиста) Номинальный

VEXP (Знание виртуальной машины) Номинальный

LEXP (Знание языка программирования) Номинальный

Атрибуты проекта

MODP (Использование современных методов) Номинальный

TOOL (Использование программных инструментов) Номинальный

SCED (Требуемые сроки разработки) Номинальный

Построить графики

Рассчитать

Трудоемкость: 267.71

Средняя зарплата: 100000

Время разработки: 23.42

Приблизительный бюджет: 25762000.0

Стандартное распределение работ по видам деятельности WBS

	Бюджет (%)	Человеко-месяцы
Анализ требований	4	10.71
Проектирование продукта	12	32.13
Программирование	44	117.79
Планирование тестирования	6	16.06
Верификация и аттестация	14	37.48
Канцелярия проекта	7	18.74
Управление конфигурацией и обеспечение качества	7	18.74
Создание руководств	6	16.06
Итого	100	267.71

Распределение работ и времени по стадиям жизненного цикла при традиционном подходе

	Работа	Время
Планирование и определение требований	19.83	6.2
Проектирование продукта	44.62	6.2
Детальное проектирование	61.97	3.1
Кодирование и тестирование отдельных модулей	64.45	3.1
Интеграция и тестирование	76.84	4.82
Итого без планирования	247.88	17.22
Итого	267.71	23.42

Рисунок 2. Интерфейс программы

Согласно расчетам, трудоемкость проекта составила 267.71 человеко-месяцев, а время разработки 23.42 месяца.

На диаграмме указано количество человек, которое потребуется на каждом месяце разработки проекта. Для разных этапов разработки это количество составляет 3, 8, 21, 21, 15 человек.

Month	Number of People
0	3
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	8
7	8
8	8
9	8
10	8
11	8
12	21
13	21
14	21
15	21
16	21
17	21
18	15
19	15
20	15
21	15
22	15
23	15

Рисунок 3. Диаграмма привлечения сотрудников

Расчет бюджета на каждую стадию проекта:

- Планирование и определение требований – 2700000 (системный аналитик – 150000/мес)
- Проектирование продукта – 4800000 (системный архитектор – 100000/мес)
- Детальное проектирование – 4740000 (разработчик (Python) – 80000/мес, продуктовый менеджер – 70000/мес)
- Кодирование и тестирование отдельных модулей – 4440000 (разработчик (Python) – 80000/мес, тестировщик – 60000/мес)
- Интеграция и тестирование – 5300000 (разработчик (Python) – 80000/мес (hh.ru), тестировщик – 60000/мес)

Итоговая стоимость проекта: 21 980 000 рублей.

### **Выводы**

Методика COSOMO подходит для предварительной оценки длительности и стоимости проекта на каждом из основных этапов. Однако, для более детального планирования проекта следует использовать другие средства, позволяющие учитывать затраты и длительность более подробно, а также позволяющие предусматривать другие параметры проекта (например, COSOMO2).