



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

Дисциплина Экономика программной инженерии

Вариант №2

Студент Брянская Е.В.

Группа ИУ7-82Б

Оценка (баллы) _____

Преподаватель Барышникова М.Ю.

Силантьева А.В.

Москва.
2022 г.

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

COCOMO (COConstructive COSt MOdel) – одна из основных методик, которые применяются для оценки стоимости ПО, отличается простотой расчётов.

$$\text{Трудозатраты} = C1 * EAF * \text{Размер}^{P1}$$

C1 – масштабируемый коэффициент

EAF – уточняющий фактор, характеризующий предметную область, персонал, среду и инструментарий, используемый для создания рабочих продуктов процесса.

Размер – размер конечного продукта (кода, созданного человеком), измеряемый в исходных инструкциях, которые необходимы для реализации требуемой функциональной возможности.

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 (доработок, бюрократических проволочек, накладных расходов на взаимодействие).

$$\text{Время} = C2 * \text{Трудозатраты}^{P2}$$

C2 – масштабирующий коэффициент для сроков исполнения

P2 – показатель степени, который характеризует инерцию и распараллеливание, присущие управлению разработкой ПО.

Выделяется 3 режима модели:

1. Обычный (меньше 50 тысяч строк) – некрупный проект, небольшая команда, нет нововведений, всё хорошо знакомо
2. Промежуточный (от 50 до 500 тысяч строк) – проект среднего размера, необходимы небольшие инновации
3. Встроенный (более 500) – большая команда, большой проект, значительный объем инноваций, нестабильные элементы.

COCOMO рассчитывает трудоёмкость разработки как функцию от размера программы и множества факторов, каждый из которых имеет свой вес.

Значение драйверов затрат в модели COSOMO

| Идентификатор | Уточняющий фактор работ | Диапазон изменения параметра | Очень низкий | Низкий | Номинальный | Высокий | Очень высокий |
|---------------------------------------|--|------------------------------|--------------|--------|-------------|---------|---------------|
| Атрибуты программного продукта | | | | | | | |
| 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 |
| Атрибуты компьютера | | | | | | | |
| 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 |
| Атрибуты персонала | | | | | | | |
| 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 | |
| Атрибуты проекта | | | | | | | |
| 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 |

Каждому из факторов может находиться на одном из 6 уровней (по значению или важности фактора).

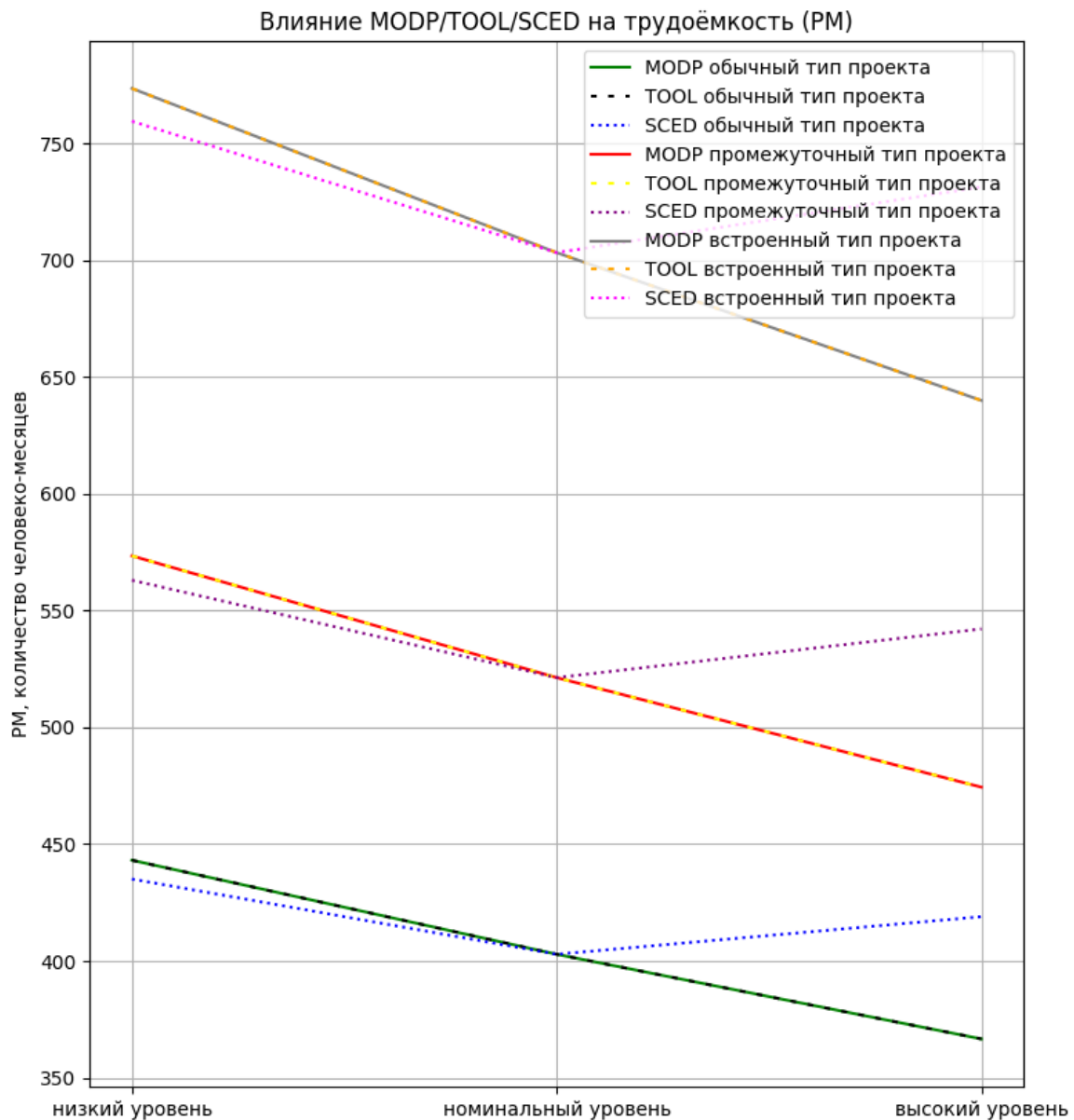
| Плюсы COSOMO | Минусы COSOMO |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Универсальный метод • Поддержка разных режимов и уровней разработки • Коэффициенты получены на большом корпусе проектов • Хорошая документация • Просто в применении | <ul style="list-style-type: none"> • Все уровни зависят от оценки размера проекта • Не учитывается изменяемость требований • Поверхностное внимание безопасности и надёжности • Не учитывается возможность повторного использования кода, итерационные возвраты по этапам жизненного цикла, ООП |

Задание 1

Исследовать влияние характеристик атрибутов программного проекта (MODP, TOOL) на трудоемкость (PM) и время разработки проекта (TM) для базового уровня модели COSOMO 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.

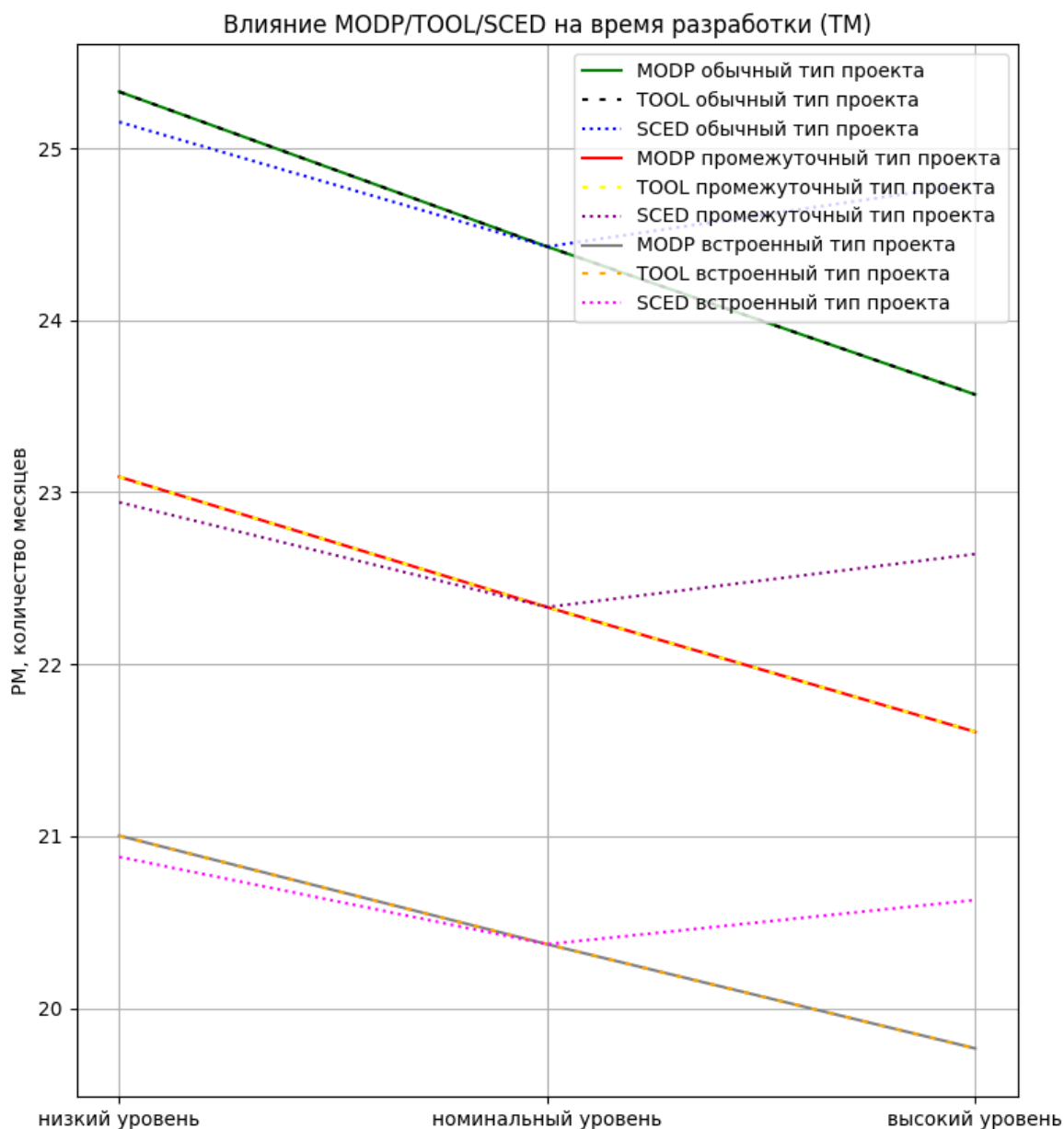
Результат:



MODP – Использование современных методов

TOOL – Использование программных инструментов

SCED – Требуемые сроки разработки



На графике изображены 3 группы графиков, демонстрирующих поведение для обычного, промежуточного и встроенного типов проекта.

- Как и ожидалось, проекты по трудоёмкости расположились в следующем порядке: встроенный проект (самое большое значение), промежуточный и обычный проект.
- Обратная картина наблюдается, если расположить проекты по количеству затрачиваемых месяцев. Поскольку у обычного типа проекта рейтинг привлечения каких бы то ни было усовершенствований (привлечение современных методов, программных компонентов, высоких знаний у персонала) достаточно низкий, поэтому и время на разработку требуется больше.

- Из-за того, что на всех уровнях значения величин MODP и TOOL совпадают, то, ожидаемо, эти параметры оказывают одинаковое влияние на весь процесс, поэтому графики наложены друг на друга.
- С увеличением привлечённости современных методов и программных продуктов трудоёмкость и время на разработку ожидаемо снижается.
- Сравнивая влияние на трудоёмкость в разные типы проектов, получается, что:
 - наибольший «перепад» наблюдается у встроенного типа (примерно на 134 человеко-месяцев);
 - на промежуточный тип приходится разница в 98 единиц;
 - а на обычный – 78.
- Если рассматривать время, то получается следующее:
 - Наибольший перепад – 1.7 месяцев у обычного типа проекта;
 - 1.5 – промежуточный;
 - 1.3 – встроенный тип.
- Изменяя параметр SCED (требуемые сроки разработки):
 - при переходе с низкого уровня на номинальный трудоёмкость и время разработки уменьшаются, поскольку соблюдению сроков уделяется больше внимания, что позволяет снизить этот показатель;
 - но при переходе на высокий уровень трудоёмкость резко увеличивается (а также время на выполнение), т.к. роль сроков очень высока, жесткие рамки сроков, поэтому нужно больше человеко-месяцев.

Задание 2

При разработке программного проекта его размер оценивается примерно в 55 KLOC. Этот проект будет представлять собой Websистему, 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.

Интерфейс:

СОСОМО

Атрибуты программного продукта

RELY (Требуемая надежность) 1,00

DATA (Размер БД) 1,08

CPLX (Сложность продукта) 1,00

Атрибуты компьютера

TIME (Ограничение времени выполнения) 1,00

STOR (Ограничение объема основной памяти) 1,00

VIRT (Изменчивость виртуальной машины) 1,00

TURN (Время реакции компьютера) 1,00

Атрибуты персонала

ACAP (Способности аналитика) 0,86

AEXP (Знание приложений) 1,00

PCAP (Способности программиста) 1,00

VEXP (Знание виртуальной машины) 1,00

LEXP (Знание ЯП) 1,00

Атрибуты проекта

MODP (Использование современных методов) 1,00

TOOL (Использование программных инструментов) 1,00

SCED (Требуемые сроки разработки) 1,00

Режим

☐ Обычный

☒ Промежуточный

☐ Встроенный

Иное

Количество строк кода (KLOC) 55

Средняя зарплата 60000

Готово

Результаты

| | Трудозатраты | Время | Бюджет |
|------------------|--------------|-------|--------|
| Без планирования | | | |
| С планированием | | | |

Распределение работ и времени по стадиям жизненного цикла

| | Трудозатраты | Время | Сотрудники |
|--|--------------|-------|------------|
| Планирование и определение требований | | | |
| Проектирование продукта | | | |
| Детальное проектирование | | | |
| Кодирование и тестирование отдельных модулей | | | |
| Интеграция и тестирование | | | |

Стандартное распределение работ по видам деятельности WBS в модели СОСОМО

| | Бюджет (%) | Трудозатраты |
|---|------------|--------------|
| Анализ требований | | |
| Проектирование продукта | | |
| Программирование | | |
| Планирование тестирования | | |
| Верификация и аттестация | | |
| Канцелярия проекта | | |
| Управление конфигурацией и обеспечение качества | | |
| Создание руководств | | |

Для задачи были выставлены следующие значения параметров:

Атрибуты программного продукта

RELY (Требуемая надежность) 1,00

DATA (Размер БД) 1,08

CPLX (Сложность продукта) 1,00

Атрибуты компьютера

TIME (Ограничение времени выполнения) 1,00

STOR (Ограничение объема основной памяти) 1,00

VIRT (Изменчивость виртуальной машины) 1,00

TURN (Время реакции компьютера) 1,00

Атрибуты персонала

ACAP (Способности аналитика) 0,86

AEXP (Знание приложений) 1,00

PCAP (Способности программиста) 1,00

VEXP (Знание виртуальной машины) 1,00

LEXP (Знание ЯП) 1,00

Атрибуты проекта

MODP (Использование современных методов) 1,00

TOOL (Использование программных инструментов) 1,00

SCED (Требуемые сроки разработки) 1,00

Режим

☐ Обычный

☒ Промежуточный

☐ Встроенный

Иное

Количество строк кода (KLOC) 55

Средняя зарплата 60000

Результат:

| | Трудозатраты | Время |
|-------------------------|--------------|--------|
| Без планирования | 247.885 | 17.216 |
| С планированием | 267.715 | 23.413 |

Без планирования показатели Трудозатрат и Времени меньше, поскольку само планирование занимает определённое время.

Таким образом, Трудозатраты составили 268 человеко-месяцев, время на выполнение проекта составляет около 24 месяцев.

| | |
|---------------|--------------|
| Бюджет | 19087337.782 |
|---------------|--------------|

Было принято, что средняя зарплата сотрудников 60 000, программист получает среднюю зарплату, аналитик – в 1.4 раза больше средней, менеджер – в 1.3, а тестировщик в 0.65 меньше, чем средняя заработная плата. Таким образом, бюджет составляет больше 1.9 миллиона.

| <i>Распределение работ и времени по стадиям жизненного цикла</i> | | | |
|--|--------------|--------------|------------|
| | Трудозатраты | Время | Сотрудники |
| Планирование и определение требований | 19.831 | 6.198 | 4 |
| Проектирование продукта | 44.619 | 6.198 | 8 |
| Детальное проектирование | 61.971 | 3.099 | 20 |
| Кодирование и тестирование отдельных модулей | 64.450 | 3.099 | 21 |
| Интеграция и тестирование | 76.844 | 4.820 | 16 |
| <i>Стандартное распределение работ по видам деятельности WBS в модели COCOMO</i> | | | |
| | Бюджет (%) | Трудозатраты | |
| Анализ требований | 4 | 9.915 | |
| Проектирование продукта | 12 | 29.746 | |
| Программирование | 44 | 109.069 | |
| Планирование тестирования | 6 | 14.873 | |
| Верификация и аттестация | 14 | 34.704 | |
| Канцелярия проекта | 7 | 17.352 | |
| Управление конфигурацией и обеспечение качества | 7 | 17.352 | |
| Создание руководств | 6 | 14.873 | |

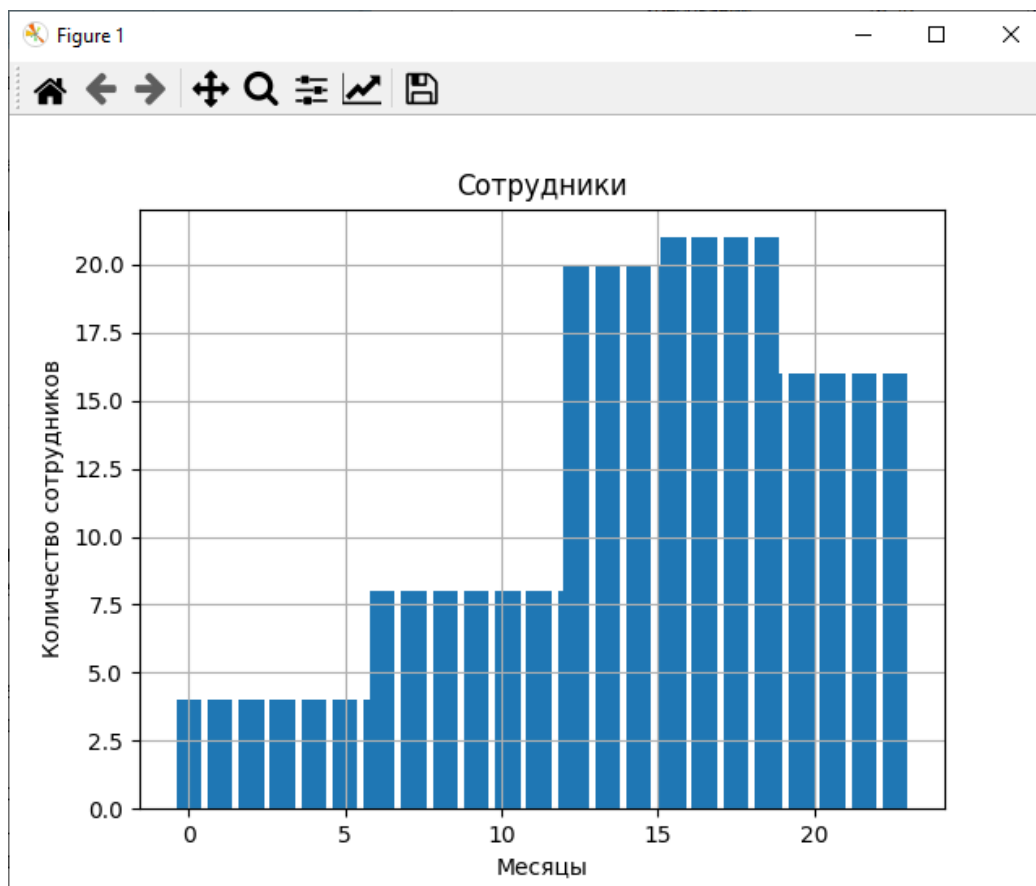
Были получены распределения работ и времени по стадиям жизненного цикла и по видам деятельности. Количество сотрудников определялось как частное от трудозатрат и времени, округлённое в большую сторону.

По стадиям жизненного цикла наблюдается следующее:

- наибольшие трудозатраты требует интеграция и тестирование, однако по времени этот процесс не является самым продолжительным;
- на втором месте по трудозатратам находится кодирование и тестирование отдельных модулей, но времени затрачивается еще меньше, чем на интеграцию, но на этот этап приходится наибольшее количество сотрудников;
- также много сотрудников (разница в 1 человека) требуется привлечь на детальное проектирование, этот этап занимает третье место по трудозатратам;
- больше всего времени уделяется планированию и определению требований, и проектированию продукта, однако в сумме количество сотрудников, задействованных на этих этапах меньше, чем на любом другом этапе.

По видам деятельности в модели COSOMO:

- больше всего трудозатрат приходится на программирование (44%);
- далее идут верификация и аттестация и проектирование продукта.



Также была получена диаграмма, демонстрирующая необходимое количество работников на протяжении всего цикла создания продукта. Наибольший пик приходится на кодирование и детальное проектирование проекта.

Выводы

Метод СОСОМО позволяет дать первичную оценку проекта, используя знания о количестве строк кода проекта. Также возможно, варьируя значения факторов, оказывающих влияние на ход проекта, получить более точную оценку. Однако этот подход не учитывает такие важные факторы, как повторное использование кода, что может в свою очередь снизить трудозатраты и время, также мало внимания уделяется обеспечению безопасности и надёжности продукта.

Касается текущего проекта:

- трудозатраты – 268 человеко-месяцев;
- время – 24 месяца;
- бюджет – более 1.9 миллиона.