

Университет ИТМО

Факультет ПИиКТ

Лабораторная работа №1
по дисциплине: «Экономика программной
инженерии»

Работу выполнил:
Деменев Тимур Гурбанович
Группа: Р34101

Преподаватель: Машина Екатерина Алексеевна

Санкт-Петербург
2023

Содержание

Задание	3
Ход работы.....	3
Функциональные требования.....	3
Оценка трудоемкости разработки проекта	4
<i>Оценка наивным методом</i>	<i>4</i>
<i>Оценка методом PERT.....</i>	<i>5</i>
<i>Подсчет функциональных точек</i>	<i>8</i>
<i>Оценка методом COSOMO II</i>	<i>12</i>
<i>Оценка методом вариантов использования</i>	<i>13</i>
Анализ результатов.....	19
Вывод	20

Задание

Сайт по варианту: <https://www.3ds.com>

Для выданного веб-проекта:

1. Сформировать набор функциональных требований для разработки проекта.
2. Оценить трудоемкость разработки проекта наивным методом.
3. Оценить трудоемкость разработки проекта методом PERT (Project Evaluation and Review Technique). Нарисовать сетевую диаграмму взаимосвязи работ и методом критического пути рассчитать минимальную продолжительность разработки. Предложить оптимальное количество разработчиков и оценить срок выполнения проекта.
4. Оценить размер проекта методом функциональных точек, затем, исходя из предположения, что собранной статистики по завершенным проектам нет, рассчитать трудоемкость методом COSOMO II ([Обновленная таблица количества строк на точку для разных языков программирования](#))
5. Оценить размер проекта методом оценки вариантов использования (Use Case Points). Для расчета фактора продуктивности PF использовать любой свой завершенный проект с известными временными трудозатратами, оценив его размер методом UCP.
6. Сравнить полученные результаты и сделать выводы.

Ход работы

Функциональные требования

Сформируем набор функциональных требований к выданному веб-проекту:

1. Система должна предоставлять возможность навигации между разделами сайта;
2. Система должна содержать меню кастомизации на всех страницах сайта;
3. Система должна поддерживать профили доступности для людей с ограниченными возможностями;
4. Сайт должен приемлемо отображаться в различных браузерах;
5. Система должна иметь функционал регистрации и авторизации;
6. Система должна адекватно реагировать на высокую нагрузку;
7. Система должна поддерживать протокол TLS;
8. Система должна предоставлять возможность просмотра новостей;
9. Система должна содержать информацию об офисах компании;

10. Система должна предоставлять возможность ознакомления со вспомогательными материалами.

Оценка трудоемкости разработки проекта

Оценка наивным методом

Сайт проекта достаточно сложный с точки зрения разработки дизайна, ввиду наличия адаптивной верстки, красивого оформления, плавных анимаций. Это обуславливает большую трудозатратность Frontend'а и тестирования проекта.

Таблица 1. Трудоемкость разработки проекта, оцененная наивным методом

№	Название	Описание	Оценка мин., чел. ч	Оценка макс., чел. ч	Оценка вероятн., чел. ч
1	<i>Frontend</i>		94	210	143
1.1	Главная страница	Страница с кратким описанием деятельности компании, новостями, ссылками на другие разделы сайта.	15	40	25
1.2	Раздел о продуктах	Раздел содержит подразделы с описанием стартапов, ценовой политики и продуктов компании, в том числе используемых для обучения.	10	25	14
1.3	Раздел об индустрии	Применение решений, созданных с помощью продуктов компании, в различных отраслях.	11	28	16
1.4	Раздел обучения	Использование продуктов компании в сфере образования.	20	45	34
1.5	Раздел поддержки	Вспомогательные материалы: документация, новости о добавленных функциях, статьи с различными примерами.	10	20	15
1.6	Раздел с контактной информацией	Информация о компании, офисах, штате сотрудников.	16	28	22
1.7	Профили доступности для людей с ограниченными возможностями	Различные вспомогательные средства для людей с проблемами зрения, нарушениями опорно-двигательной системы, СДВГ, дислексией.	12	24	17

2	<i>Backend</i>		92	164	131
2.1	Подготовка окружения	Выбор сервера, настройка БД, создание таблиц для хранения необходимых данных: информации о пользователях, приобретенных услуг.	63	104	87
2.2	Регистрация и авторизация	Добавление и авторизация на стороне сервере.	23	48	35
2.3	SSL сертификат	Генерация SSL сертификатов для поддержки протокола TLS/SSL. Необходимо использовать полноценный сертификат от CA.	6	12	9
3	<i>Тестирование</i>		152	279	219
3.1	Модульное тестирование	Тестирование отдельных частей фронтенда и бэкенда.	43	86	61
3.2	Интеграционное тестирование	Совместное тестирование модулей, возможно имитация работы с помощью заглушек.	14	22	19
3.3	Функциональное тестирование	UI-тестирование с помощью Selenium, проверка пользовательских сценариев.	30	61	46
3.4	Нагрузочное тестирование	Проверка системы на толерантность к нагрузке.	25	47	38
3.5	Системное тестирование	Полное тестирование всей системы: распределенное UI-тестирование с использованием Selenium Grid, проверка работоспособности сайта на различных мобильных платформах.	40	63	55
Итоговые значения:			338	653	493

Оценка методом PERT

Произведем оценку трудоемкости проекта с помощью метода PERT. Рассчитаем для каждой работы оценки средней трудоемкости и среднеквадратичного отклонения по формулам:

$$E_i = \frac{O_i + P_i + 4M_i}{6} \text{ — средняя трудоемкость (чел. ч),}$$

$$СКО_i = \frac{P_i - O_i}{6} \text{ — среднеквадратичное отклонение (чел. ч),}$$

где

O_i — минимальная оценка (чел. ч)

P_i — максимальная оценка (чел. ч)

M_i — наиболее вероятная оценка (чел. ч)

Таблица 2. Трудоемкость разработки проекта по методу PERT

№	Название	Оценка мин., чел. ч	Оценка макс., чел. ч	Оценка вероятн., чел. ч	Средняя трудоемкость, чел. ч	СКО, чел. ч
1.1	Главная страница	15	40	25	25,83	4,17
1.2	Раздел о продуктах	10	25	14	15,17	2,5
1.3	Раздел об индустрии	11	28	16	17,17	2,83
1.4	Раздел обучения	20	45	34	33,5	4,17
1.5	Раздел поддержки	10	20	15	15	1,67
1.6	Раздел с контактной информацией	16	28	22	22	2
1.7	Профили доступности для людей с ограниченными возможностями	12	24	17	17,33	2
2.1	Подготовка окружения	63	104	87	85,83	6,83
2.2	Регистрация и авторизация	23	48	35	35,17	4,17
2.3	SSL сертификат	6	12	9	9	1
3.1	Модульное тестирование	43	86	61	62,17	7,17
3.2	Интеграционное тестирование	14	22	19	18,67	1,33
3.3	Функциональное тестирование	30	61	46	45,83	5,17
3.4	Нагрузочное тестирование	25	47	38	37,33	3,67
3.5	Системное тестирование	40	63	55	53,83	3,83

Вычислим следующие величины:

$E = \sum E_i$ — средняя трудоемкость проекта

$СКО = \sqrt{\sum СКО_i^2}$ — среднеквадратичное отклонение для оценки суммарной трудоемкости

$E_{95\%} = E + 2 \cdot СКО$ — суммарная трудоемкость проекта (с вероятностью 95%)

$E = 493,83$ чел. ч

$CKO = 15,26$ чел. ч

$E_{95\%} = 524,34$ чел. ч

Приведем сетевую диаграмму взаимосвязи работ нашего веб-проекта.

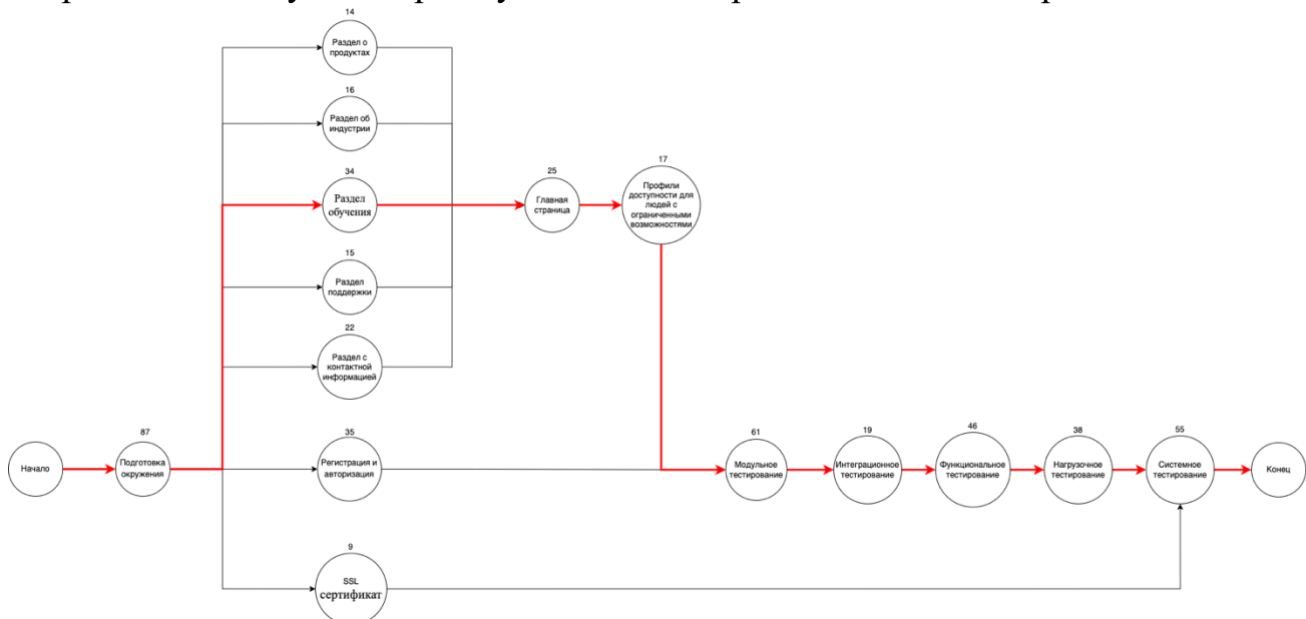


Рисунок 1. Сетевая диаграмма взаимосвязи работ веб-проекта

Помимо непосредственно самой сетевой диаграммы, на рисунке 1 жирным красным цветом выделены связи, составляющие критический путь. Как видно из диаграммы, этап разработка фронтенда входит в критический путь, что подчеркивает его важность в веб-проекте. Рассчитав минимальную продолжительность разработки с учетом критического пути, получим **382 человеко-часа**; предлагается команда из **10 человек**:

- 2 DevOps инженера;
- 3 Backend разработчика;
- 5 Frontend разработчиков.

Оценим срок реализации проекта, исходя из следующих предположений:

1. Рабочий день 8 часов (6 часов — продуктивная работа, 1 час — обеденный перерыв, 1 час — тех. перерыв);
2. Frontend и Backend независимы и их разработка ведется параллельно.

Backend разработчик будет заниматься не только Server-Side разработкой, но и SSL сертификатами для сайта и тестированием веб-проекта.

Таблица 3. Трудоемкость и время реализации этапов проекта

Этап	Трудоемкость, чел. ч	Количество человек	Время реализации, раб. день
DevOps инжиниринг	87	2	8
Backend (server-side + SSL сертификат)	$35 + 9 = 44$	3	3
Frontend	$34 + 25 + 17 = 76$	5	3
Тестирование	$61 + 19 + 46 + 38 + 55 = 219$	3	13

Пусть каждая страница сайта разрабатывается параллельно, Backend и Frontend могут разрабатываться параллельно, поэтому итоговое время разработки проекта составит: $8 + 3 + 13 = 24$ рабочих дня.

Подсчет функциональных точек

Поскольку будет производиться оценка объема уже существующего и установленного продукта, подойдет тип оценки «Продукт». Оцениваться будут все реально используемые в продукте функции. Границы продукта определены на UseCase диаграмме.

Подсчитаем функциональные точки, связанные с данными. Воспользуемся таблица 4 и 5.

Таблица 4. Матрица сложности данных

	1-19 DET	20-50 DET	50+ DET
1 RET	Low	Low	Average
2-5 RET	Low	Average	High
6+ RET	Average	High	High

Таблица 5. Оценка данных в невыровненных функциональных точках (UFP) для внутренних логических файлов (ILFs) и внешних интерфейсных файлов (EIFs)

Сложность данных	Количество UFP (ILF)	Количество UFP (EIF)
Low	7	5
Average	10	7
High	15	10

Таблица 6. Функциональные точки, связанные с данными

№	Название	RET	DET	Сложность	UFP
1	Личный кабинет	Персональная информация, адрес, информация о компании (2)	эл. почта, имя, фамилия, телефон, страна, город, адрес, почтовый индекс, полное наименование компании (9)	Low	7
2	Форма регистрации	Персональная информация, данные пользователя (2)	эл. почта, имя пользователя, имя, фамилия, пароль, подтверждение пароля, страна (7)	Low	7
3	Форма авторизации	Данные пользователя (1)	эл. почта или имя пользователя, пароль (2)	Low	7
4	Форма для отправки проекта	Данные участников, информация о проекте (2)	имя, фамилия, страна, файлы проекта (4)	Low	7
5	Форма для получения демоверсии	Персональная информация, информация о работнике, доп. информация (3)	фамилия, имя, номер телефона, корпоративная эл. почта, название компания, индустрия, область интересов, комментарии, согласие на обработку данных (9)	Low	7
6	Корзина	Информация о товаре (1)	страна, количество (2)	Low	7
7	Информация для платежа	Информация о компании, данные для оплаты (2)	название компании, страна, адрес х 4, город, почтовый индекс, идентификационный номер	Low	5

			налогоплательщика, владелец карты, номер карты, дата истечения, CVV/CVC (13)		
Всего					47

Подсчитаем функциональные точки, связанные с транзакциями. Воспользуемся таблицами 7 и 8.

Таблица 7. Матрица сложности внешних входных транзакций (EI)

EI	1-4 DET	5-15 DET	16+ DET
0-1 FTR	Low	Low	Average
2 FTR	Low	Average	High
3+ FTR	Average	High	High

Таблица 8. Матрица сложности внешних выходных транзакций и внешних запросов (EO & EQ)

EO & EQ	1-5 DET	6-19 DET	20+ DET
0-1 FTR	Low	Low	Average
2 FTR	Low	Average	High
3+ FTR	Average	High	High

Таблица 9. Сложность транзакций в невыровненных функциональных точках (UFP)

Сложность транзакций	Количество UFP (EI & EQ)	Количество UFP (EO)
Low	3	4
Average	4	5
High	6	7

Таблица 10. Функциональные точки, связанные с транзакциями

№	Название	Тип	FTR	DET	Сложность	UFP
1	Регистрация	EI	1	9	Low	3
2	Авторизация	EI	1	2	Low	3

3	Поиск	EO	1	1	Low	4
4	Оплата	EQ	1	13	Low	3
5	Отправка проекта	EI	1	4	Low	3
6	Получение доступа к демоверсии	EI	1	9	Low	3
Всего						19

UFP: $47 + 19 = 66$

Определим значение фактора выравнивания (VAF)

Таблица 11. Системные характеристики продукта

№	Параметр	Вес (DI)
1	Обмен данными	1
2	Распределенная обработка данных	0
3	Производительность	0
4	Ограничения по аппаратным ресурсам	0
5	Транзакционная нагрузка	0
6	Интенсивность взаимодействия с пользователем	4
7	Эргономика	2
8	Интенсивность изменения данных	2
9	Сложность обработки	2
10	Повторное использование	4
11	Удобство инсталляции	3
12	Удобство администрирования	3
13	Портируемость	2
14	Гибкость	1
$TDI = \sum DI = 24$		

$$VAF = TDI \cdot 0,01 + 0,65 = 0,89$$

$$AFP = UFP \cdot VAF = 66 \cdot 0,89 = 58,74$$

Оценка методом COCOMO II

Используемые технологии:

- Frontend: Nuxt.js (JavaScript)
- Backend: JavaEE

$$KSLOC = UFP \cdot SIZE = 66 \cdot \left(\frac{3}{4} \cdot 0,053 + \frac{1}{4} \cdot 0,049 \right) = 3,432$$

Таблица 12. Оценка факторов масштаба

Название фактора	Уровень фактора	Значение уровня
PREC	High	2,48
FLEX	High	2,03
RESL	Nominal	4,24
TEAM	High	2,19
PMAT	High	3,12

Таблица 13. Оценка множителей трудоемкости

Название	Уровень	Значение
PERS	Very High	0,63
RCPX	High	1,33
RUSE	Nominal	1,00
PDIF	Low	0,87
PREX	Very High	0,74
FCIL	High	0,87
CSED	Nominal	1,00

Произведем оценку итоговой трудоемкости проекта:

$$PM = A \times SIZE^E \times \prod_{i=1}^n EM_i \quad A = 2,94$$

$$E = B + 0,01 \times \sum_{j=1}^5 SF_j \quad B = 0,91$$

$$E = 0,91 + 0,01 \times (2,48 + 2,03 + 4,24 + 2,19 + 3,12) = 1,0506$$

$$PM = 2,94 \times 3,432^{1,0506} \times (0,63 \times 1,33 \times 1,00 \times 0,87 \times 0,74 \times 0,87 \times 1,00) \approx 5,04 \text{ чел. мес.} = 806,4 \text{ чел. ч.}$$

Оценка методом вариантов использования

Приведем UseCase диаграмму с прецедентами использования сайта:

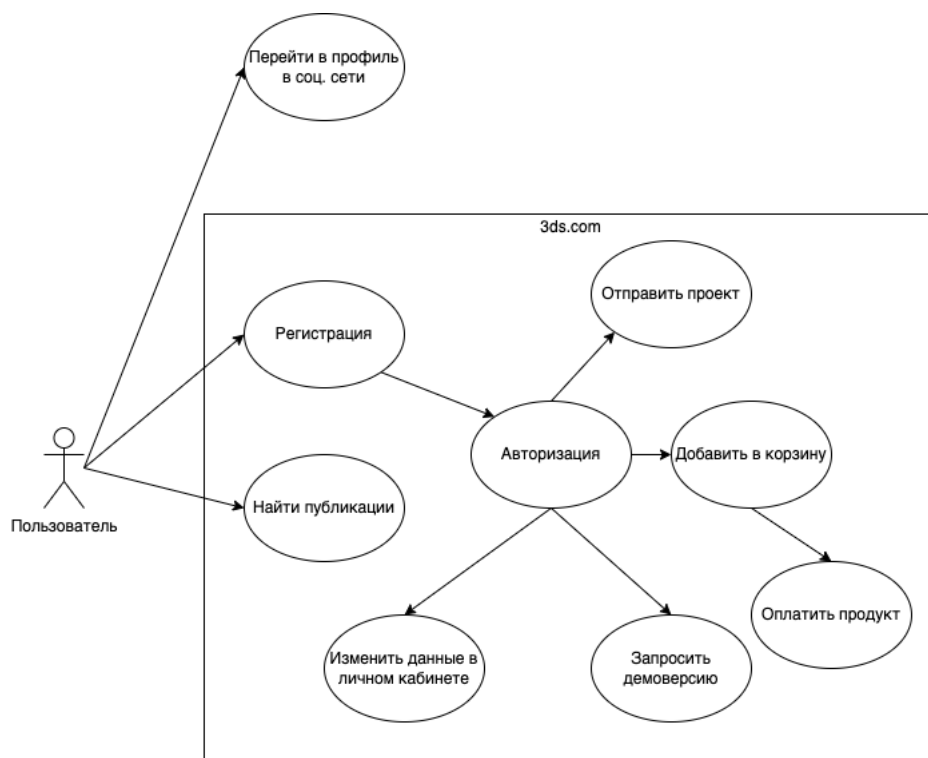


Рисунок 2.1. Прецеденты использования сайта пользователем

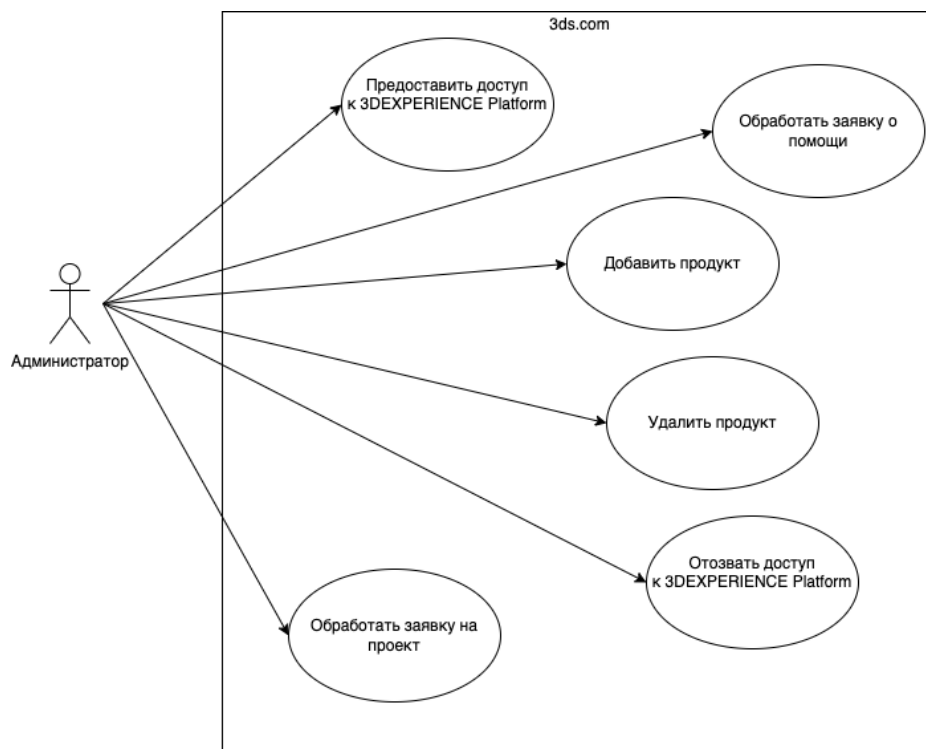


Рисунок 2.2. Прецеденты использования сайта администратором

Таблица 14. Оценка веса прецедентов

Сложность	Вес (UUCW)	Количество	Затраты
Low	5	7	35
Medium	10	5	50
High	15	2	30
Нескорректированный вес вариантов использования (UUCW)			115

Таблица 15. Оценка веса акторов

Сложность	Вес (UUCW)	Количество	Затраты
Low	1	2	2
Medium	2	0	0
High	3	2	6
Масса актора без корректировки (UAW)			8

Таблица 16. Оценка влияния технических факторов

Фактор	Вес (W)	Сложность (F)	Затраты
Распределенность	2	1	2

Производительность	1	1	1
Эффективность для пользователя	1	3	3
Сложная внутренняя обработка	1	2	2
Повторное использование кода	1	3	3
Простота установки	0,5	4	2
Простота использования	0,5	4	2
Переносимость	2	4	8
Простота изменений	1	3	3
Многопоточность	1	2	2
Дополнительные возможности безопасности	1	2	2
Доступ к другим системам	1	2	2
Необходимы тренажеры для пользователей	1	1	1
Общий технический фактор (TFactor)			33
$TCF = 0,6 + TF/100$			0,93

Таблица 17. Оценка влияния факторов окружения

Фактор	Вес (W)	Влияние (F)	Затраты
Уверенное использование UML/RUP	1,5	3	4,5

Кол-во работников на неполный рабочий день	-1	1	-1
Опытность аналитика	0,5	5	2,5
Опыт работы с приложениями	0,5	3	1,5
Опыт ОО разработки	1	5	5
Мотивация	1	3	3
Сложный язык разработки	-1	2	-2
Неизменность требований	2	3	6
Общий фактор окружающей среды (EFactor)			19,5
$ECF = 1,4 - 0,03 \cdot EF$			0,815

Вычислим итоговое значение UCP для сайта:

$$UCP' = (UCW + UAW) \cdot TCF \cdot ECF = 93,22785$$

Для вычисления итоговой трудоемкости проекта оценим трудоемкость реального проекта и определим фактор продуктивности. В качестве реального проекта будет взят курсовой проект по дисциплине ИСБД.

Таблица 18. Прецеденты использования курсового проекта

№	Описание сценария
1	Добавить мероприятие
2	Удалить мероприятие
3	Отфильтровать мероприятия
4	Просмотреть ленту новостей из группы ВК
5	Изменить информацию в личном кабинете
6	Просмотреть информацию о мероприятии

7	Просмотреть информацию об участнике
8	Записаться на мероприятие
9	Отписаться от мероприятия
10	Удалить учетную запись
11	Просмотреть статистику

Таблица 19. Оценка веса прецедентов для курсового проекта

Сложность	Вес (UUCW)	Количество	Затраты
Low	5	10	50
Medium	10	1	10
High	15	0	0
Нескорректированный вес вариантов использования ($UUCW'$)			60

Таблица 20. Оценка веса акторов для курсового проекта

Сложность	Вес (UUCW)	Количество	Затраты
Low	1	2	2
Medium	2	0	0
High	3	2	6
Масса актора без корректировки (UAW')			8

Таблица 21. Оценка влияния технических факторов для курсового проекта

Фактор	Вес (W)	Сложность (F)	Затраты
Распределенность	2	1	2
Производительность	1	2	2
Эффективность для пользователя	1	3	3
Сложная внутренняя обработка	1	1	1

Повторное использование кода	1	2	2
Простота установки	0,5	4	2
Простота использования	0,5	5	2,5
Переносимость	2	3	6
Простота изменений	1	3	3
Многопоточность	1	2	2
Дополнительные возможности безопасности	1	2	2
Доступ к другим системам	1	1	1
Необходимы тренажеры для пользователей	1	1	1
Общий технический фактор (TF')			29.5
$TCF' = 0,6 + TF'/100$			0,895

Таблица 22. Оценка влияния факторов окружения для курсового проекта

Фактор	Вес (W)	Влияние (F)	Затраты
Уверенное использование UML/RUP	1,5	2	3
Кол-во работников на неполный рабочий день	-1	1	-1
Опытность аналитика	0,5	3	1,5
Опыт работы с приложениями	0,5	4	2

Опыт ОО разработки	1	5	5
Мотивация	1	4	4
Сложный язык разработки	-1	2	-2
Неизменность требований	2	3	6
Общий фактор окружающей среды (EF')			18,5
$ECF' = 1,4 - 0,03 \cdot EF'$			0,845

$$UCP'' = (UCW' + UAW') \cdot TCF' \cdot ECF' = 51,4267$$

Приложение в рамках курсового проекта было разработано в течение двух недель, или 336 часов. В таком случае фактор продуктивности равен

$$PF = 336/51,4267 \approx 6,534$$

Трудоемкость исходного проекта составит:

$$93,22785 \cdot 6,534 = 609,151 \text{ чел. ч.}$$

Анализ результатов

Таблица 23. Сравнение оценок трудоемкости, полученных разными методами

Метод оценки	Трудоемкость, чел. ч
Наивный	493,000
PERT	524,340
COCOMO II	806,400
Use Case Points	609,151

Сравним и проанализируем полученные результаты. Нетрудно видеть, что наивный метод наименьшую оценку, что сходится с ожиданием. Мало того, что метод основывается на предыдущем опыте, оценка производится из личных ощущений экспертов и посему не учитывает кучи важных факторов, из-за чего итоговая трудоемкость сильно занижена.

Оценка методом PERT сильно похожа на предыдущий способ, но уже основывается на некоторой статистической модели, что делает полученное значение более состоятельным и приближенным к реальности. PERT учитывает отклонение предполагаемой оценки более точно, нежели наивный метод, что объясняет большое значение в сравнении с трудоемкостью, подсчитанной ранее.

Трудоемкость, вычисленная с помощью COSOMO II на основании функциональных точек, получилась самой большой. Этот результат ожидаем, COSOMO II учитывает много параметров, влияющих на итоговую оценку.

Оценка трудоемкости, подсчитанная методом Use Case Points, вышла большей, чем вычисленная с помощью наивного и PERT методом, но меньше, чем та, что получена при использовании COSOMO II. Такой результат может быть объяснен упрощением декомпозиции данных: рассматриваются лишь прецеденты использования, сложность которых была оценена примерно, в отличие от оценки методом функциональных точек, который учитывал группировку данных и их источники.

Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы была оценена трудоемкость разработки реального веб-проекта с помощью различных методов оценки: наивного, PERT, функциональных точек + COSOMO II, Use Case Points. Анализ результатов оценки показал, что трудоемкость, вычисленная методом COSOMO II, имеет наибольшее значение ввиду учета большего числа факторов, влияющих на ход разработки. Наивный метод показал достаточно заниженный результат, связанный с примерной оценкой трудоемкости веб-проекта.