

ФИО: Курнаев Данила Владимирович
Группа: М7О-606С-19
Дата сдачи: 18.12.2024

Тема: «Обеспечение безопасных условий труда при разработки системы эргономической оценки кабины самолета на основе теста психомоторной бдительности, методики PVT и NASA-TLX.».

1. Организационно-экономическая часть

1.1. Введение

На современном этапе развития авиационной промышленности особое внимание уделяется обеспечению безопасных условий труда пилотов, что имеет важное значение для повышения эффективности их деятельности и снижения рисков, связанных с человеческим фактором. Одним из перспективных направлений в данной области является разработка эргономических методов оценки условий труда в кабине самолета, которые позволяют оптимизировать рабочее пространство пилота и улучшить взаимодействие с бортовыми системами.

В данной дипломной работе рассматривается система эргономической оценки кабины самолета на основе теста психомоторной бдительности (PVT) и методики NASA-TLX. Применение этих методов позволит количественно оценить психофизиологическую нагрузку пилотов, выявить наиболее критические факторы, влияющие на их производительность, и предложить рекомендации по снижению нагрузки и повышению эргономичности рабочей среды.

1.2. Расчет времени на проведение работ

Проведем расчет времени выполнения дипломной работы, построив план-график работ и представим его в виде таблицы:

Таблица 1.2-1 План-график работ

п/п	Название работ	Начало работ (дд.мм.гг)	Окончание работ (дд.мм.гг)	Продолжительность (раб. дни)	Исполнители	Трудоемкость (чел. дни)
1	Ознакомление с заданием и исходными данными	02.09.24	03.09.24	2	Программист 3 категории	2
2	Сбор теоретических данных по методам PVT и NASA-TLX	04.09.24	06.09.24	3	Программист 3 категории	3
3	Анализ научных публикаций и существующих подходов к эргономической оценке	09.09.24	13.09.24	5	Программист 3 категории	5
4	Разработка требований к системе эргономической оценки	16.09.24	18.09.24	3	Ведущий программист, Программист 3 категории	6
5	Подготовка программной среды для проведения тестов PVT	19.09.24	26.09.24	6	Ведущий программист, Программист 3 категории	12
6	Разработка интерфейса для проведения оценки по методике NASA-TLX	27.09.24	03.10.24	5	Ведущий программист, Программист 3 категории	10
7	Подготовка тестовых сценариев для проведения PVT и NASA-TLX	04.10.24	08.10.24	3	Программист 3 категории	3

8	Разработка модуля обработки и анализа результатов тестов	09.10.24	18.10.24	8	Ведущий программист, Программист 3 категории	16
9	Тестирование и доработка модуля обработки результатов	21.10.24	25.10.24	5	Ведущий программист, Программист 3 категории	10
10	Интеграция модуля PVT и NASA-TLX с системой визуализации результатов	28.10.24	05.11.24	7	Ведущий программист, Программист 3 категории	14
11	Проведение тестирования разработанной системы на стенде	06.11.24	12.11.24	5	Ведущий программист, Программист 3 категории	10
12	Анализ полученных результатов и выявление критических факторов эргономичности	13.11.24	18.11.24	4	Ведущий программист, Программист 3 категории	8
13	Подготовка отчета по результатам оценки и рекомендаций по улучшению эргономики кабины самолета	19.11.24	27.11.24	7	Программист 3 категории, Ведущий программист	14
14	Оформление итоговой документации и завершение проекта	28.11.24	29.11.24	2	Ведущий программист, Программист 3 категории,	4
Итого			65 рабочих дней		117 человеко-дней	

Для построение сетевого графика понадобятся данные состава и последовательности работ в виде начального и конечного события. Продолжительность дней возьмем из Таблицы 1.2–1 План-график работ.

Таблица 1.2-2 Состав и последовательность работ

п/ п	Название работ	Начальное событие	Конечное событие	Продол- житель- ность (раб. дни)	Исполнители
1	Ознакомление с заданием и исходными данными	1	2	2	Программист 3 категории
2	Сбор теоретических данных по методам PVT и NASA-TLX	2	3	3	Программист 3 категории
3	Анализ научных публикаций и существующих подходов к эргономической оценке	3	4	5	Программист 3 категории
4	Разработка требований к системе эргономической оценки	4	5	3	Ведущий программист, Программист 3 категории
5	Подготовка программной среды для проведения тестов PVT	5	6	6	Ведущий программист, Программист 3 категории

6	Разработка интерфейса для проведения оценки по методике NASA-TLX	6	7	5	Ведущий программист, Программист 3 категории
7	Подготовка тестовых сценариев для проведения PVT и NASA-TLX	7	8	3	Программист 3 категории
8	Разработка модуля обработки и анализа результатов тестов	8	9	8	Ведущий программист, Программист 3 категории
9	Тестирование и доработка модуля обработки результатов	9	10	5	Ведущий программист, Программист 3 категории
10	Интеграция модуля PVT и NASA-TLX с системой визуализации результатов	10	11	7	Ведущий программист, Программист 3 категории
11	Проведение тестирования разработанной системы на стенде	11	12	5	Ведущий программист, Программист 3 категории
12	Анализ полученных	12	13	4	Ведущий программист,

	результатов и выявление критических факторов эргономичности				Программист 3 категории
13	Подготовка отчета по результатам оценки и рекомендаций по улучшению эргономики кабины самолета	13	14	7	Программист 3 категории, Ведущий программист
14	Оформление итоговой документации и завершение проекта	14	15	2	Ведущий программист, Программист 3 категории,

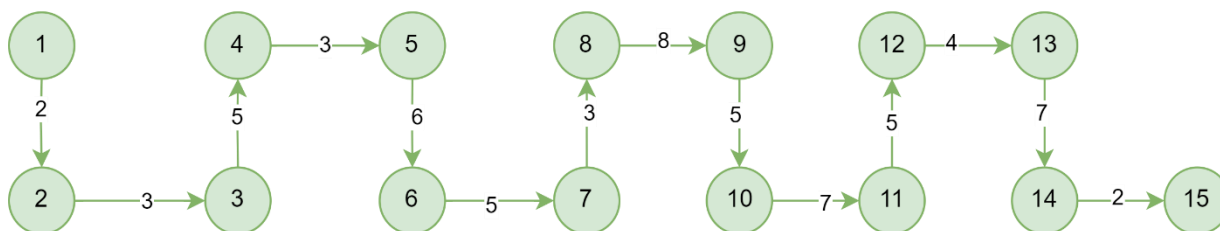


Рисунок 1.2-1 Сетевой график

Из Таблица 1.2–1 План-график работ видно, что продолжительность работ составит 65 рабочих дней. В работе задействованы:

- ведущий программист
- программист 3 категории;

За 65 рабочих дней их трудоемкость составит 117 человеко-дней. Из них приходится:

- 65 рабочих дней на программиста 3 категории;
- 52 рабочих дней на ведущий программист;

1.3. Расчет заработной платы

Заработная плата i -го специалиста рассчитывается по следующей формуле:

$$ЗП_i = ОЗП_i + ДЗП_i \quad (2)$$

где $ОЗП_i$ — основная заработная плата i -го специалиста, $ДЗП_i$ — дополнительная заработная плата i -го специалиста.

Основная заработная плата для специалистов считается по формуле (2). Заработная плата для специалистов разной квалификации будет отличаться.

$$ОЗП_i = СЧС_i \cdot t_i \quad (3)$$

где $СЧС_i$ — средняя ставка i -го специалиста за час работы, t_i — количество часов, отработанных i -ым специалистом.

Для расчета количества часов, отработанных i -ым специалистом, воспользуемся формулой (3):

$$t_i = N_i \cdot t_{\text{рабочего дня}} \quad (4)$$

где N_i — количество рабочих дней i -го специалиста, $t_{\text{рабочего дня}}$ — продолжительность рабочего дня.

Формула для расчета дополнительной заработной платы:

$$ДЗП_i = ОЗП_i \cdot 0,2 \quad (5)$$

Средняя ставка сотрудников:

- ведущего программист — 1710 рублей в час,

- программиста 3 категории – 826 рублей в час,

Рассчитаем основную заработную плату каждого сотрудника:

- $ОЗП_{\text{ведущего программист}} = 1710 \frac{\text{руб}}{\text{час}} \cdot 52 \text{ дней} \cdot 8 \text{ часов} = 711\,360 \text{ рубля}$
- $ОЗП_{\text{программиста 3 категории}} = 826 \frac{\text{руб}}{\text{час}} \cdot 65 \text{ дней} \cdot 8 \text{ часов} = 429\,520 \text{ рубля}$

Пользуясь формулой (5), найдем ДЗП каждого сотрудника:

- $ДЗП_{\text{ведущего программист}} = 711\,360 \text{ рублей} \cdot 0.2 = 142\,272 \text{ рублей}$
- $ДЗП_{\text{программиста 3 категории}} = 429\,520 \text{ рублей} \cdot 0.2 = 85\,904 \text{ рублей}$

Пользуясь формулой (1), найдем ЗП каждого сотрудника:

- $ЗП_{\text{ведущего программист}} = 711\,360 \text{ рублей} + 142\,272 \text{ рублей} = 853\,632 \text{ рублей}$
- $ЗП_{\text{программиста 3 категории}} = 429\,520 \text{ рублей} + 85\,904 \text{ рублей} = 515\,424 \text{ рублей}$

Таблица 1.3–1 Общие затраты на оплату труда

Должность	ОЗП, руб.	ДЗП, руб.	ЗП, руб.	ФОТ, руб.
Ведущего программист	711 360	142 272	853 632	1 369 056
Программиста 3 категории	429 520	85 904	515 424	

1.4.Расходные материалы

Таблица 1.4–1 Расходные материалы

п/п	Виды расходных материалов	Расход (кол-во)	Цена (ед.) Руб.	Общая цена
1	Канцелярский набор для рабочего стола	2	500	1 000

2	Бумага для печати формата А4	2	500	1 000
Итого:				2 000 рублей

1.5. Покупные комплектующие изделия

Расходы на ПЭВМ сотрудников в сборке представлены в таблице:

Таблица 1.4-1 Расходы на ПЭВМ сотрудников в сборке

п/п	Название ПКИ	Количество, шт.	Цена за 1 шт., руб.	Сумма, руб.
ПЭВМ ведущего программиста				
1	Корпус: Corsair 4000D Airflow	1	7 000	7 000
2	Материнская плата: ASUS ROG STRIX X570-E	1	18 000	18 000
3	Процессор: AMD Ryzen 9 5900X	1	28 000	28 000
4	Оперативная память: G.Skill Ripjaws 16GB DDR4	2	5 000	10 000
5	Жесткий диск: Samsung 980 Pro 2TB NVMe	1	15 000	15 000
6	Видеокарта: NVIDIA GeForce RTX 3080 Ti	1	70 000	70 000
7	Блок питания: be quiet! Straight Power 11 850W	1	10 000	10 000
8	Монитор: Dell UltraSharp U2723QE 27"	2	25 000	50 000
9	Компьютерная мышь: Logitech MX Master 3	1	5 000	5 000
Итого:				213 000
ПЭВМ программиста 3 категории				
1	Корпус: DeepCool Matrexx 55 Mesh	1	4 500	4 500
2	Материнская плата: MSI MAG B660M Mortar	1	12 000	12 000

3	Процессор: Intel Core i5-12600KF	1	20 000	20 000
4	Оперативная память: Kingston Fury 16GB DDR4	2	4 500	9 000
5	Жесткий диск: WD Black SN770 1TB NVMe	1	8 000	8 000
6	Видеокарта: AMD Radeon RX 6800	1	45 000	45 000
7	Блок питания: Thermaltake Toughpower GF1 750W	1	7 000	7 000
8	Монитор: ASUS ProArt Display PA248QV 24"	2	18 000	36 000
9	Компьютерная мышь: Razer DeathAdder V2	1	3 000	3 000
Итого:				144 500
Количество ПЭВМ, шт:		2	Сумма:	357 500

1.6. Электроэнергия на технологические цели

Расходы на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{эл} = P \cdot T \cdot Z \quad (1)$$

где P – суммарная мощность оборудования, T – общее время работы оборудования, Z – цена одного кВт в ч.

$$P_{\text{ПЭВМ}} = 0.350 \text{ кВт}, T_{\text{ПЭВМ1}} = 520 \text{ ч}, T_{\text{ПЭВМ2}} = 416 \text{ ч}.$$

Суммарное количество часов работы специалистов ПЭВМ составляет 880 часов.

В соответствии с ПАО «Мосэнергосбыт» от 2024 года, тариф на электроэнергию для предприятий составляет 6,08 кВт · ч.

Затраты на электроэнергию будут следующими: 182 126

$$C_{эл} = (P_{\text{ПЭВМ}} \cdot T_{\text{ПЭВМ1}} + P_{\text{ПЭВМ}} \cdot T_{\text{ПЭВМ2}}) \cdot Z = (0.35 \cdot 520 + 0.35 \cdot 416) \cdot 6.08 \\ = 1992 \text{ рубля}$$

1.7. Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды представляют из себя обязательные страховые взносы, которые отчисляются в Пенсионный фонд (ПФР), Медицинский фонд (ФФОМС) и Фонд социального страхования (ФСС). Отчисления составляют 30% от ФОТ. Также 0,2% от ФОТ составляет страхование от профзаболеваний и несчастных случаев, которые тоже входят в отчисления во внебюджетные фонды.

Проведём расчёт социальных отчислений по формуле:

$$ВФ = (30\% + 0,2\%) \times \text{ФОТ}. (6)$$

Тогда получим:

$$ВФ = 30,2\% \times 1\,369\,056 \text{ руб} = 413\,455 \text{ руб}.$$

1.8. Отчисления на накладные расходы

Согласно приказу Минстроя РФ от 04.08.2020 №421/ПР п.18 накладными расходами являются общепроизводственные и общехозяйственные расходы, то есть это расходы, которые прямо не связаны с производством продукции. Они составят 30 % от суммы затрат на оплату труда, а именно 410 717 рублей.

1.9. Амортизационные отчисления

Амортизационные отчисления будем рассчитывать с помощью линейного способа по следующей формуле:

$$АО = \sum_{i=1}^k \frac{C_i}{T_i} \times T_p, (7)$$

где C_i – первоначальная стоимость i -го оборудования в рублях; T_i – срок полезного использования i -го оборудования в месяцах; T_p – срок работы оборудования в проекте (в данном случае 3 месяца).

Таблица 1.9-1 Описание КПИ

Оборудование	Срок полезного использования, мес	Количество, шт	Стоимость, руб
ПЭВМ ведущего программиста	36	1	213 000
ПЭВМ программиста 3 категории	36	1	144 500

$$AO = \left(\frac{213\,000 + 144\,500}{36} \right) \times 3 \text{ мес} = 29\,791 \text{ рублей}$$

1.10. Смета затрат

Смета затрат представлена в Таблица 1.10-1 Смета затрат:

Таблица 1.10-1 Смета затрат

п/п	Статья расходов	Величина, руб.	Удельный вес в общей сумме затрат, %
1	Расходные материалы	2 000	0,1
2	Электроэнергия на технологические цели	1 992	0,1
3	Заработная плата	1 369 056	61,5
4	Внебюджетные фонды	413 455	18,6
5	Накладные расходы	410 717	18,4
6	Амортизационные отчисления	29 791	1,3
Итого:		2 227 011	100,00

Из Таблица 1.10-1 Смета затрат следует, что себестоимость проведения работ составляет **2 227 011 рубля**. Основная доля затрат приходится на **заработную плату специалистов**, которая составляет **61,5%** от общей суммы. Это обусловлено необходимостью привлечения высококвалифицированных специалистов, чей труд требует достойной оплаты. Помимо этого, значительные затраты связаны с использованием качественного оборудования, что способствует повышению эффективности работ, а также обеспечивает долговечность и надежность конечного продукта.

1.11. Вывод

Разработанная система эргономической оценки кабины самолета на основе теста психомоторной бдительности (PVT) и методики NASA-TLX обладает следующими преимуществами:

- **Оптимизация условий труда пилотов** позволяет снизить психофизиологическую нагрузку за счет выявления и устранения эргономических недостатков в кабине самолета. Это способствует повышению производительности пилотов и сокращению времени на выполнение задач на **10–15%**. Если в среднем стоимость работы экипажа составляет **3 000 000 рублей в год**, улучшение условий труда позволит сэкономить **300 000–450 000 рублей** ежегодно.
- **Снижение рисков, связанных с человеческим фактором**, достигается за счет уменьшения утомляемости и повышения концентрации пилотов на критически важных задачах. Это способствует снижению числа инцидентов и аварий на **8–12%**. При страховых расходах в размере **12 000 000 рублей в год**, экономия может составить **960 000–1 440 000 рублей** ежегодно.

- **Повышение долговечности оборудования** благодаря более комфортным условиям работы пилотов, что позволяет сократить износ систем и необходимость частого обслуживания на **5–7%**. Если годовые затраты на обслуживание составляют **4 000 000 рублей**, экономия может достигнуть **200 000–280 000 рублей**.

Таким образом, внедрение системы эргономической оценки не только способствует обеспечению безопасных условий труда, но и позволяет достичь значительного экономического эффекта за счет оптимизации времени работы, снижения числа инцидентов и уменьшения затрат на обслуживание оборудования.