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.».

# **Организационно-экономическая часть**

## **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.

## **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 результатов и выявление критических факторов эргономичности | 12 | 13 | 4 | Ведущий программист, 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, |

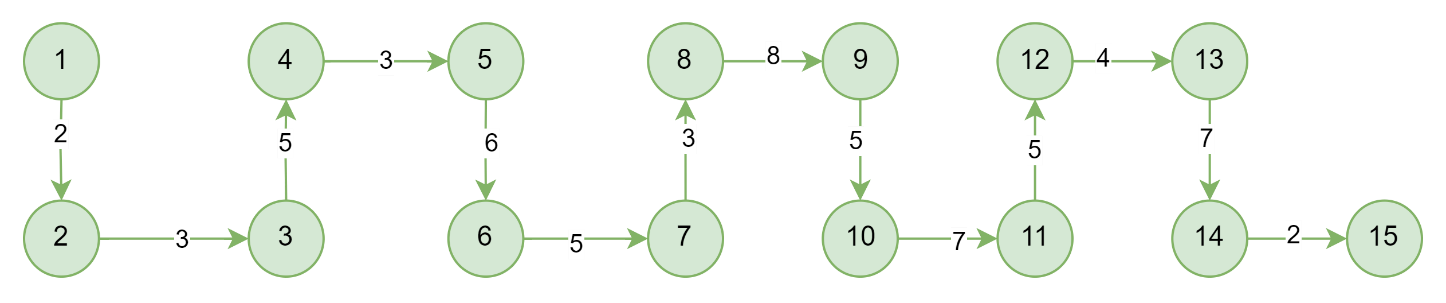


Рисунок 1.2-1 Сетевой график

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;

## **Расчет заработной платы**

Заработная плата *i*-го специалиста рассчитывается по следующей формуле:

где основная заработная плата *i*-го специалиста, дополнительная заработная плата *i*-го специалиста.

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

где – средняя ставка *i*-го специалиста за час работы, – количество часов, отработанных *i*-ым специалистом.

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

где – количество рабочих дней *i*-го специалиста, – продолжительность рабочего дня.

Формула для расчета дополнительной заработной платы:

Средняя ставка сотрудников:

* ведущего программист – 1710 рублей в час,
* программиста 3 категории – 826 рублей в час,

Рассчитаем основную заработную плату каждого сотрудника:

Пользуясь формулой (5), найдем ДЗП каждого сотрудника:

Пользуясь формулой (1), найдем ЗП каждого сотрудника:

Таблица 1.3–1 Общие затраты на оплату труда

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Должность** | **ОЗП, руб.** | **ДЗП, руб.** | **ЗП, руб.** | **ФОТ, руб.** |
| **Ведущего программист** |  |  |  | 1 369 056 |
| **Программиста 3 категории** |  |  |  |

## **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 |

## **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** |

## **Электроэнергия на технологические цели**

Расходы на электроэнергию рассчитываются по формуле:

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

, , .

Суммарное количество часов работы специалистов ПЭВМ составляет 880 часов.

В соответствии с ПАО «Мосэнергосбыт» от 2024 года, тариф на электроэнергию для предприятий составляет .

Затраты на электроэнергию будут следующими: 182 126

* 1. **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:

Тогда получим:

* 1. **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. **Амортизационные отчисления**

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

где – первоначальная стоимость -го оборудования в рублях; – срок полезного использования -го оборудования в месяцах; – 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 |

* 1. **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** | **Электроэнергия на технологические цели** |  |  |
| **3** | **Заработная плата** | 1 369 056 |  |
| **4** | **Внебюджетные фонды** |  |  |
| **5** | **Накладные расходы** | 410 717 |  |
| **6** | **Амортизационные отчисления** |  |  |
| **Итого:** | |  | 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. **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.