

ФИО: Курнаев Данила Владимирович

Группа: М7О-606С-19

Дата сдачи: 09.12.2024

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

Охрана труда и окружающей среды

Обеспечение безопасных условий труда при разработке системы эргономической оценки кабины самолета.

данной главе рассматриваются условия труда специалистов, участвующих в разработке системы эргономической оценки кабины самолета, основанной на тестах психомоторной бдительности (PVT) и методике NASA-TLX.

Процесс разработки включает анализ, проектирование, тестирование и внедрение компонентов системы, включая программное обеспечение, обрабатывающее данные тестов и оценивающее эргономические параметры кабины. Учитывая характер работы, специалисты работают в закрытом помещении, в положении сидя за рабочими местами, используя персональные компьютеры. Для обеспечения их безопасности и комфорта необходимо создать условия труда, соответствующие современным стандартам.

Описание выполняемых работ

В ходе выполнения данной работы был проведен анализ существующих аналогов систем, предназначенных для эргономической оценки.

Подготовлены:

- 1) список параметров для оценки психомоторной бдительности и уровня нагрузки на операторов;

- 2) перечень требований к программному обеспечению, обеспечивающему обработку результатов тестов PVT и NASA-TLX;
- 3) алгоритмы анализа и представления данных для их дальнейшей интерпретации.

Данный вид работ по уровню энергозатрат относится к категории Ia ввиду того, что работы производятся в положении сидя и с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт).

Описание рабочего помещения

Разработка проводилась в офисном помещении. Его характеристики указаны в таблице:

Таблица 1. Характеристики рабочего помещения

Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Количество рабочих мест, шт	Количество окон, шт
22	15	3	15	5

Площадь рабочего помещения составляет 330 м², а объем помещения составляет 990 м³.

Характеристики окон представлены в таблице:

Таблица 2. Характеристики окон в рабочем помещении

Размеры оконных проёмов, мм		Размеры окон, мм	
Высота	Ширина	Высота	Ширина
1500	2000	1470	1970

Площадь пола и объем воздуха, приходящиеся на одного работающего, составляют 22 м² и 66 м³.

Площадь пола и объем воздуха, приходящиеся на одного работающего при разработке системы эргономической оценки, составляют **22 м²** и **66 м³** соответственно.

Согласно пункту 5.1 раздела «Требования к производственным зданиям, помещениям и сооружениям» документа **СП 2.2.3670-20**, минимальный объем помещений на одного работника, в зависимости от категории энергозатрат Ia, должен составлять не менее **15 м³**. В соответствии с пунктом 5.2 того же

документа, минимальная площадь на одного работника должна быть не менее **4,5 м²**.

Рабочее помещение полностью соответствует указанным нормативным требованиям, обеспечивая безопасные условия труда для специалистов.

Описание рабочего места

Разработка системы эргономической оценки проводилась на рабочем месте. Его характеристики приведены в таблице:

Таблица 3. Характеристики рабочего места

Сведения	Характеристика [величина]
Тип ПЭВМ	Стационарный компьютер с системным блоком [1 штука]
Тип монитора	Жидкокристаллический [2 штуки]
Периферийные устройства	Клавиатура [1 штука]
	Компьютерная мышь [1 штука]
Площадь рабочего места	10.5 [м²]

Фактическая площадь рабочего места равна 10.5 м², что соответствует п.249 раздела XXII «Требования к организации работ» Приложения №1 СП 2.2.3670-20: «Площадь на одно постоянное рабочее место пользователей персональных компьютеров на базе электронно-лучевой трубки, должна составлять не менее 6 м², в помещениях культурно-развлекательных учреждений, на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - не менее 4,5 м²».

Помещение оснащено горизонтальными пластиковыми жалюзи, размещёнными на каждом оконном проёме, что соответствует п.250 раздела XXII «Требования к организации работ» Приложения №1 СП 2.2.3670-20: «Оснащение светопроницаемых конструкций и оконных проёмов должно позволять регулировать параметры световой среды в помещении».

Эргономические характеристики стола, за которым проводилась разработка системы эргономической оценки, приведены в таблице:

Таблица 4. Эргономические характеристики рабочего стола

Высота, мм	Ширина, мм	Глубина на уровне стоп, мм	Глубина на уровне колен, мм
700	650	620	550

Работы выполнялись в положении сидя. Согласно п.6.3 раздела VI «Требования к организации технологических процессов и рабочих мест»: «На рабочем месте, предназначенном для работы в положении сидя, производственное оборудование и рабочие столы должны иметь пространство для размещения ног высотой не менее 600 мм, глубиной – не менее 450 мм на уровне колен и 600 мм на уровне стоп, шириной не менее 500 мм». Фактические эргономические характеристики полностью соответствуют данному пункту.

Фактическая площадь и характеристики рабочего места программиста-разработчика соответствуют СП 2.2.3670-20, что позволяет комфортно осуществлять рабочий процесс.

Специальная оценка условий труда

Шум

Оценка уровня шума представляет собой вычисление суммарного уровня звука от всех одновременно работающих источников широкополосного шума. Согласно п.37 раздела IV параграфа «Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии виброакустических факторов» приказа Минтруда России от 24.01.2014 №33 для оценки уровня шума допускается использование уровня звука, измеряемого как дБА.

Сведения об источниках шума, которые расположены в рабочем помещении, и их характеристиках представлены в таблице:

Таблица 5. Сведения об источниках шума и их характеристиках

№ п/п	Наименование источника шума	Количество, шт	Уровень звука, дБА
1	Персональный компьютер с системных блоком	15	40

2	Кондиционер	2	35
3	Принтер	1	45

Для проверки соответствия фактического уровня звука требованиям Приложения №11 приказа Минтруда России от 24.01.2014 №33, необходимо рассчитать его суммарный уровень. Вышеперечисленные источники являются неравногромкими, следовательно, используется следующая формула для расчёта:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \sum_{i=1}^{k=1} 10^{\frac{L_i}{10}},$$

где:

L_{Σ} – суммарный уровень звука от всех одновременно работающих источников, дБА;

L_i – уровень звука, создаваемый i -ым источником, дБА;

k – число типов источников шума, шт.

Вычислим суммарный уровень звука в помещении, где проводилась разработка с описанными ранее источниками шума, по этой формуле:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \left(15 \times 10^{\frac{40}{10}} + 2 \times 10^{\frac{35}{10}} + 1 \times 10^{\frac{45}{10}} \right) = 52,74 \text{ [дБА]}$$

Воспользуемся выдержкой из таблицы «Отнесение условий труда по классу (подклассу) условий труда при воздействии виброакустических факторов» в Приложении №11 к Методике проведения специальной оценки условий труда, утверждённой приказом Минтруда России от 24.01.2014 №33, представленной ниже:

Таблица 6. Соответствие уровня шума классу (подклассу) условий труда

Наименование показателя, единица измерения	Класс (подкласс) условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Шум, эквивалентный	≤ 80	> 80 - 85	> 85 - 95	> 95 - 105	> 105 - 115	> 115

уровень звука, дБА						
-------------------------------	--	--	--	--	--	--

Суммарный уровень шума в рабочем помещении составляет 52,74 дБА, а значит он удовлетворяет требованиям, установленным в приказе Минтруда России от 24.01.2014 №33. Так как суммарный уровень шума менее 80 дБА, то класс условий труда считается допустимым. Таким образом суммарный уровень шума от всех работающих источников удовлетворяет требованиям.

Освещенность

В рабочем помещении применяется совмещённое освещение, представляющее собой совокупность искусственного и естественного освещений.

В помещении, где проводилась разработка ПО, применено двухстороннее естественное освещение, сведения о котором приведены в таблице.

Таблица 7. Сведения об естественном освещении в рабочем помещении

Сведения	Характеристика
Оконные проёмы	Количество: 5 шт. Размеры: <ul style="list-style-type: none"> • Высота 1500 мм; • Ширина 2000 мм.
Окна	Количество: 5 шт. Размеры: <ul style="list-style-type: none"> • Высота 1470 мм; • Ширина 1970 мм.

Фонари в помещении отсутствуют. На каждом оконном проёме установлены пластиковые жалюзи.

Помещение оборудовано 40 потолочными светильниками с люминесцентными лампами. Один светильник включает в себя 4 лампы. Характеристики ламп указаны в таблице.

Таблица 8. Технические характеристики люминесцентной лампы

Характеристика	Значение
-----------------------	-----------------

Мощность	18 [Вт]
Температура света	5000 [К]
Световой поток	1350 [лм]
Длина	590 [мм]
Диаметр	26 [мм]

Светильники местного освещения не предусмотрены.

Проведём оценку соответствия искусственного освещения требованиям СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Для этого воспользуемся формулой расчёта фактической освещённости, создаваемой системой общего искусственного освещения:

$$E = \frac{F_{\text{л}} \times N \times n}{S \times x},$$

где:

$F_{\text{л}}$ – световой поток одной лампы, лм;

N – количество светильников в системе искусственного освещения;

n – число ламп в одной светильнике;

S – площадь пола помещения, м²;

x – эмпирический коэффициент ($x = 1.64 \div 2.36$).

Примем x равным 2, тогда значение фактической освещённости будет следующим:

$$E = \frac{1350 \text{ лм} \times 40 \times 4}{330 \text{ м}^2 \times 2} = 327 \text{ [лк]}.$$

Для оценки воспользуемся таблицей 5.25 «Требования к освещению рабочих мест в помещениях общественных зданий, а также сопутствующих им производственных помещениях» из СанПиН 1.2.3685-21:

Таблица 9. Выдержка из таблицы 5.25 СанПиН 1.2.3685-21

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещённости	Искусственное освещение	
		Освещённость, лк	
		при комбинированном освещении	при общем освещении

		всего	от общего	
Залы персональных компьютеров, машинописное бюро	Горизонтальная – 0.8	500	300	400

Для определения условий труда по классу (подклассу) условий труда при воздействии световой среды воспользуемся таблицей из Приложения №16 приказа Минтруда России от 24.01.2014 №33:

Таблица 10. Отнесение условий труда по классу (подклассу) условий труда при воздействии световой среды

Наименование показателя	Класс (подкласс) условий труда		
	допустимый	вредный	
	2	3.1	3.2
Искусственное освещение			
Освещённость рабочей поверхности E , лк	$\geq E_n$	$\geq 0.5 E_n$	$< E_n$

Полученное фактическое значение общей освещённости 327 лк при комбинированном освещении рабочего помещения, в котором проводилась разработка программного модуля голосового управления, согласно таблице 10, соответствует допустимому классу условий труда.

Анализ физиологичности данного вида освещения показал, что система является физиологичной, поскольку фактическое значение освещённости попадает в диапазон величин от -10% до +20% (от 270 до 360 лк) от E_n .

Электробезопасность

В рабочем помещении используется трёхфазная сеть переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 220 В с заземлённой нейтралью.

Для проведения оценки помещения в отношении опасности поражения людей электрическим током воспользуемся пунктами 1.1.6–1.1.13 правил устройства электроустановок ПУЭ-7.

Характеристики микроклимата в рабочем помещении, в котором проводилась разработка программного модуля по распознаванию голоса, представлены в таблице.

Таблица 11. Характеристики микроклимата в рабочем помещении

Характеристика	Значение
Относительная влажность воздуха	50 %
Температура воздуха	23 °С

Основываясь на данных в приведённой таблице, можно определить, что помещение не является влажным, сырым и особо влажным, так как относительная влажность воздуха меньше 60 %, а также не является жарким, так как температура воздуха меньше 35 °С.

В рабочем помещении не производится механическое измельчение твёрдых тел, транспортировка и перегрузка пылящих материалов, обработка поверхностей материалов, следовательно, в помещении отсутствуют источники выделения технологической пыли, поэтому помещение не является пыльным.

В помещении не содержатся агрессивные пары, газы, жидкости, не образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

Все комплектующие части электрооборудований и заземлённая часть закрыты от прямого прикосновения к ним человека.

Руководствуясь п. 1.1.13 ПУЭ-7 в отношении опасности поражения людей электрическим током рассматриваемое помещение является помещением без повышенной опасности.

Пожарная опасность

Пожар представляет угрозу здоровью сотрудников и может привести к разрушению оборудования и здания. В помещении с большим количеством ПЭВМ существует риск возгорания из-за дефектов оборудования, короткого замыкания или неправильной эксплуатации.

Согласно своду правил СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей:

Таблица 12. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожаро- опасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожаро- опасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 пожаро- опасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б
Г умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д пониженная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

В рабочем помещении не имеются материалы, описанные в пунктах А-Б таблицы, но имеются твёрдые горючие вещества, такие как столы и ковровлин. В соответствии с таблицей помещение относится к категории В.

Для определения точной подкатегории воспользуемся Приложением Б СП 12.13130.2009, в котором указывается определение категорий помещений В1-В4 путём сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки. Соотношение категории помещения и удельной пожарной нагрузки приведено в таблице.

Таблица 13. Удельная пожарная нагрузка

Категория	Удельная пожарная нагрузка g на участке, МДж/м ²
B1	Более 2200
B2	1401-2200
B3	181-1400
B4	1-180

Для определения категории помещения, в котором размещены твёрдые горючие материалы, необходимо воспользоваться формулой расчёта пожарной нагрузки Q :

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i \times Q_{hi},$$

где:

G_i – количество i -го материала пожарной нагрузки, кг;

Q_{hi} – низшая теплота сгорания i -го материала пожарной нагрузки, МДж/кг.

Для расчёта удельной пожарной нагрузки g , МДж/м², воспользуемся следующей формулой:

$$g = \frac{Q}{S},$$

где S – площадь размещения пожарной нагрузки, м².

Рассчитаем пожарную нагрузку пожароопасного участка:

Для столов из древесины, $G_i = 320$ кг, $Q_{hi} = 16.5$ МДж/кг:

$$Q = 320 \times 16.5 = 5\,280 \text{ МДж.}$$

Для линолеума, $G_i = 650$ кг, $Q_{hi} = 27$ МДж/кг:

$$Q = 650 \times 27 = 17\,550 \text{ МДж.}$$

Таким образом, общая пожарная нагрузка Q составляет 22 830 МДж.

Рассчитаем удельную пожарную нагрузку по формуле:

$$g = \frac{22\,830}{330} = 69.2 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$$

Согласно таблице 14 полученное значение удельной пожарной нагрузки соответствует помещению категории В4.

Итоговая оценка условий труда

В данном разделе рассмотрена тема «Обеспечение безопасных условий труда при разработке системы эргономической оценки кабины самолета на основе теста психомоторной бдительности, методики PVT и NASA-TLX».

Подробно описаны условия труда на рабочем месте и проведен анализ их соответствия нормативным требованиям. Установлено, что все показатели соответствуют необходимым стандартам, обеспечивая комфортные и безопасные условия для специалиста при выполнении исследовательской работы.

Уровни воздействия потенциально вредных факторов находятся в пределах допустимых норм и не представляют угрозы для здоровья программиста-разработчика. Дополнительных улучшений условий труда не требуется.