

Хмельницький національний університет

Повна назва вищого навчального закладу

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Повна назва факультету

Кафедра будівництва та цивільної безпеки

Повна назва кафедри

ДИПЛОМНА РОБОТА

магістр

Освітньо-кваліфікаційний рівень

Галузь знань 26 – Цивільна безпека

Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 263 – Цивільна безпека

Шифр і назва спеціальності

Спеціалізація Охорона праці (за галузями)

на тему «Вдосконалення умов праці на підприємствах, які використовують електронно-обчислювальні машини»

Шифр ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ

Виконав: студент групи ЦВБм-22-1

Підпис

Томусяк А.А.

Керівник:

Підпис, дата

Соколан Ю.С.

До захисту допускаю:

Підпис, дата

Калда Г. С.

Зав. кафедри _____

_____ 2023 р.

Хмельницький, 2023

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	6
1 ЗАКОНОДАВЧЕ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ В ПРИМІЩЕННЯХ, ДЕ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МАШИНИ.....	8
1.1 Статистика використання електронно-обчислювальних машин на підприємствах.....	8
1.2 Державне регулювання норм праці при роботі з електронно- обчислювальними машинами	12
1.3 Зарубіжне законодавче та нормативно-правове забезпечення норм праці при роботі з ЕОМ	22
2 МЕТОДИКА ПРОЄКТУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ З ЕОМ ВІДПОВІДНО ДО ВСТАНОВЛЕНИХ НОРМ	25
2.1 Методика проєктування приміщень з ЕОМ.....	25
2.2 Методика розрахунку штучного освітлення приміщень	29
2.3 Приклад проєктування приміщень з ЕОМ та розрахунку штучного освітлення	33
3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОЄКТУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ, В ЯКИХ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ЕОМ.....	39
3.1 Підготовка розробленої системи проєктування приміщень з ЕОМ.....	39
3.2 Опис інтерфейсу розробленої системи проєктування приміщень, в яких використовуються ЕОМ.....	44
3.3 Функціональні можливості розробленої системи проєктування приміщень, в яких використовуються ЕОМ	52

						ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ					
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Вдосконалення умов праці на підприємствах, які використовують електронно-обчислювальні машини			Літера	Аркуш	Аркушів	
Виконав	Гомусяк А.А.							Н	4	80	
Перевір.	Соколан Ю.С.							гр. ЦВБм – 22 – 1			
Н.контр.	Паршенко К.А.										
Затв.	Калда Г.С.										

4 НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ДОТРИМАННЯ НАЛЕЖНОГО СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ В ПРИМІЩЕННЯХ З ЕОМ.....	62
4.1 Рекомендації щодо дотримання ергономічних та санітарно-епідеміологічних вимог.....	62
4.2 Розрахунок природного освітлення в приміщеннях з ЕОМ.....	69
4.3 Розрахунок рівня шуму в приміщеннях з ЕОМ.....	73
ВИСНОВОК	75
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	77
ДОДАТКИ	81

ВСТУП

В сучасному суспільстві внаслідок стрімкого розвитку комп'ютерної техніки та відповідного програмного забезпечення електронно-обчислювальні машини використовуються не лише в сфері інформаційних технологій, а й у багатьох інших сферах виробництва. Навіть у випадку повністю автоматизованого технологічного процесу на підприємстві, персональні комп'ютери можуть використовуватись для ведення бухгалтерського обліку, документообігу, комунікації з клієнтами, онлайн продажу продукції, тощо.

За допомогою ЕОМ та програмного забезпечення здійснюється ведення різноманітної документації, а також забезпечується обмін інформацією, зв'язок із базою даних підприємства, тощо. В зв'язку з цим майже на кожному підприємстві України існує адміністративна будівля, в якій розміщується щонайменше одне приміщення для працівників, робоче місце яких обладнано ЕОМ та передбачає його щоденне використання в процесі трудової діяльності.

Тому **актуальною є задача** вдосконалення умов праці на підприємствах, які використовують електронно-обчислювальні машини.

Мета і завдання дослідження полягають у розробці загальних рекомендацій щодо належного стану умов праці в приміщеннях з електронно-обчислювальними машинами та візуально-дисплейними терміналами, а також розробка системи проєктування таких приміщень у відповідності із законодавством з охорони праці.

Об'єктом дослідження є умови праці робітників, що використовують електронно-обчислювальні машини в процесі виконання своїх трудових обов'язків.

Предметом дослідження є розробка системи проєктування приміщень з ЕОМ у відповідності із законодавством України з питань охорони праці.

Наукова новизна полягає у використанні інформаційних технологій та графічного відображення запроєктованих робочих місць у приміщеннях з ЕОМ у відповідності із регламентованими нормами.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Одержані результати дипломної роботи:

- проаналізовано законодавчу та нормативно-правову базу із забезпечення належного стану умов праці працівників, що використовують ЕОМ;
- виокремлено основні відмінності в українських стандартах із питань охорони праці працівників з ЕОМ у порівнянні із зарубіжними стандартами;
- розроблено систему проєктування приміщень з ЕОМ;
- розроблено функціонал проведення оцінки та проєктування системи штучного освітлення в приміщеннях з ЕОМ;
- надано загальні рекомендації з умов праці у приміщеннях з ЕОМ.

Результати дипломної роботи з практичної точки зору можуть використовуватись при проєктуванні приміщень, в яких робочі місця передбачають використання візуально-дисплейних терміналів та електронно-обчислювальних машин на виробництвах незалежно від форми їх діяльності, а також для перевірки відповідності умов праці в таких приміщеннях нормам, які встановлені законодавством України з питань охорони праці.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 ЗАКОНОДАВЧЕ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ В ПРИМІЩЕННЯХ, ДЕ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МАШИНИ

1.1 Статистика використання електронно-обчислювальних машин на підприємствах

Розвиток обчислювальної техніки наприкінці ХХ сторіччя показав люду, що використання таких персональних електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) сприяє зменшенню часу, яке необхідне для виконання певного роду обчислень, зменшує кількість помилок, які можуть виникнути в процесі діяльності підприємств, зменшує кількість паперової роботи, оскільки існує можливість працювати із документами в електронному вигляді, спрощує комунікацію між відділами на великих підприємствах, шляхом використання спеціальних месенджерів та електронного листування, тощо.

В зв'язку із такою кількістю позитивних сторін та прискорення роботи на підприємствах різного характеру, в ХХІ сторіччі спостерігається тенденція до тотальної діджиталізації суспільства. Інформаційні технології та електронно-обчислювальні машини використовуються на більшості підприємств, незалежно від сфери їх залучення в економічній діяльності. Крім того, епідемія COVID-19 показала, що певні види робіт можна виконувати в дистанційному форматі.

Державна служба статистики України в певні періоди часу збирає та оприлюднює статистичні дані стосовно використання електронно-обчислювальних машин та інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) на підприємствах України. Так, у табл. 1.1 наведено статистичні дані щодо використання ЕОМ у 2017-2019 роках [10].

Якщо розглядати статистичні дані по підприємствам в залежності від середньої кількості працівників на підприємствах, то для підприємств із чисельністю 250 осіб станом на 2018 рік використовували 2152 підприємства, що становить 96,2% від загальної кількості.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Таблиця 1.1 – Кількість підприємств в різних галузях промисловості, які використовували ЕОМ [10]

Галузь промисловості	Кількість підприємств, які використовували ЕОМ					
	у % від загальної кількості			одиниць		
	2019	2018	2017	2019	2018	2017
Допоміжне та адміністративне обслуговування	3103	3052	2898	80,2	95,6	89,6
Технічна, наукова та професійна діяльність	2729	2688	2522	88,6	83,0	97,3
Операції з нерухомістю	2763	2787	2615	88,4	90,5	93,9
Телекомунікації та інформація	1961	1962	1804	89,9	90,6	97,8
Організація харчування та тимчасове розміщення	1286	1312	1207	78,8	83,5	90,8
Транспорт, кур'єрська та поштова діяльність	3626	3542	3287	89,7	89,9	94,6
Ремонт автотранспорту, оптова та роздрібна торгівля	10912	10889	10011	87,3	89,3	97,0
Будівництво	85,4	89,5	96,2	4971	4871	4121
Поводження з відходами, каналізація та водопостачання	93,6	95,2	97,4	1152	1147	1065
Постачання кондиціонованого повітря, пари, газу, електроенергії	93,0	93,9	94,3	714	706	647
Переробна промисловість	91,0	91,7	95,5	11279	11089	10090
Інші види діяльності	88,1	95,6	98,4	59	65	60
Всього	87,9	89,7	95,4	44532	44133	40327

У 2019 році це значення становило вже 2177 підприємств, тобто 95,0% від загальної кількості. У випадку із середніми за чисельністю підприємств, в яких працює від 50 до 249 осіб у 2018 році ІКТ використовували 8310 підприємств (94,2%), а у 2019 – 8511 (93,7%). Малим підприємствам характерне значення на рівні 86,1% (33671 підприємство) у 2018 році та 88,3% (33844 підприємства) у 2019 році.

Аналогічно за даними Державної служби статистики України доступ до мережі Інтернет у 2017 році мали 39582 підприємства, що становить 98,2% від їх загальної кількості. В той же час цей показник станом на 2018 рік становив 43303 підприємства (88% від загальної кількості) та 43785 підприємств (86,4%) станом на 2019 рік.

Якщо розглядати з точки зору використання комп'ютерних мереж на підприємствах, то на 2017 рік всього комп'ютери та комп'ютерні мережі використовували 40327 підприємств, у 2018 році – 44133 підприємства, а у 2019 році – 44532 підприємства.

Не дивлячись на такі великі числові значення, далеко не на всіх підприємствах, які використовували ЕОМ були наявні фахівці в сфері ІКТ. Так, у 2017 році фахівці у сфері ІКТ були лише на 10660 підприємствах, у 2018 році це значення становило 10973 підприємства, а у 2019 – 10953 особи.

У табл. 1.2 наведено статистичні дані щодо фахівців в ІКТ сфері на підприємствах, в залежності від виду економічної діяльності за КВЕД. Як видно з табл. 1.2, на підприємствах різної сфери діяльності щорічно існує потреба у навчанні або залученні до роботи фахівців у сфері ІКТ.

Крім того, електронну торгівлю здійснювало в загальному у 2018 році 2476 підприємств, 2440 підприємств у 2019 та 2494 підприємств у 2020 році, що становило відповідно 5,0% від загальної кількості у 2018 році, та 5,8 і 4,9% відповідно у 2019 та 2020 роках.

3D-друк використовували протягом 2018 року в загальному 2,0% підприємств, у 2019 році це значення збільшилось до 2,3 та залишилось сталим у 2020 році.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Загалом по Україні доступ до мережі Інтернет станом на 2021 рік мають 44508 одиниць підприємств, що становить 86,6% від їх загальної кількості. Якщо розглядати ці статистичні дані з точки зору кількості осіб, то у 2021 році доступ до мережі Інтернет мали 1133069 працівників, у порівнянні із значення 1090035 осіб станом на 2019 рік та 1064745 осіб станом на 2018 рік.

Проведений аналіз свідчить про актуальність розгляду дотримання належного стану охорони праці для працівників, що використовують ЕОМ в процесі своєї трудової діяльності. Крім того, аналіз показує, що такі працівники існують не тільки в галузях, які залучені у розробці інформаційно-комунікаційних технологій та програмних засобів, але й в інших галузях промисловостях.

1.2 Державне регулювання норм праці при роботі з електронно-обчислювальними машинами

Безпечну експлуатацію ЕОМ на державному рівні регламентує ряд законодавчих та нормативних документів, а саме:

- ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами (ВДТ) з пласким екраном - ДСТУ ISO 13406-2:2006;
- ергономічні вимоги до роботи з ВДТ в офісі - ДСТУ ISO 9241;
- обмін документацією в електронному форматі - ДСТУ-Н ПМГ 48:2007;
- питання безпеки обладнання мультимедіа - ДСТУ-Н ІЕС Guide 112:2006;
- обладнання інформаційних, комунікаційних, відео- та аудіо- технологій - ДСТУ EN 62368-1:2015;
- апаратура для обробки інформації - ДСТУ EN 60950;
- локальні обчислювальні мережі та їх характеристика - ДСТУ ІЕС 60847:2003;
- радіопередавальне обладнання - ДСТУ EN 60215:2015;

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- дистанційне електроживлення та апаратура для обробки інформації - ДСТУ ІЕС 60950-21:2010;
- розподільчі кабельні системи - ДСТУ EN 60728-11:2015;
- безпека внутрішніх мереж та інформаційних технологій - ДСТУ ISO/ІЕС 24767-1:2016;
- загальні вимоги до обладнання та інформаційних технологій - ДСТУ EN 60950-1:2015;
- відео- та аудіо- електронне обладнання - ДСТУ EN 60065:2014.

Окрім вищезазначених стандартів в Україні діють два основні документи, які регламентують нормальні умови праці для робітників, які використовують в своїй роботі ЕОМ та інші види візуально-дисплейних терміналів (ВДТ).

Перший документ називається «Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» ДСанПіН 3.3.2.007-98 [17]. В цьому документі наведені правила, призначення яких полягає в запобіганні шкідливої та несприятливої дії факторів на працівників, які використовують та супроводжують роботу з ВДТ. У таких працівників відмічається робота у вимушеній позі, якій характерне локальне напруження верхніх кінцівок, при цьому м'язова активність працівника значно обмежена. На працівника за таких умов має вплив шкідлива дія іонізуючих та неіонізуючих електромагнітних випромінювань, електростатичного поля та фактору шуму [17].

Другий документ має назву «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» [30]. Якщо у ДСанПіН 3.3.2.007-98 наведено в основному обов'язки роботодавця в питаннях забезпечення нормальних та безпечних умов праці своїм працівникам, таких як загальні вимоги стосовно оптимальних умов мікроклімату, освітлення, вібрації та шуму, інфрачервоного, електромагнітного та ультрафіолетового випромінювання, то у Правилах охорони праці наводяться в першу чергу обов'язки працівника при роботі з ВДТ ЕОМ.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

В ДСанПіН 3.3.2.007-98 відмічається в першу черга заборона о облаштування приміщень, в яких використовуються ЕОМ в цокольних та підвальних поверхах. Це пояснюється тим, що приміщення для роботи з ВДТ повинні обов'язково мати саме систему суміщеного освітлення, тобто поєднання штучного та природного освітлення. Робота суто при штучному освітленні суворо заборонена, а природне освітлення приміщень з ВДТ повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5:28 – 2018 «Природне та штучне освітлення» [14].

Окрім відповідності рівня коефіцієнта природного освітлення регламентованому нормованому у ДБН значенню, зазначається також, що бажано проектувати приміщення з ЕОМ по відношенню до сторін світу таким чином, щоб вікна виходили на північний схід або північ. Також у пункті 2.9 зазначається, що віконні прорізи обов'язково повинні мати регульовані пристрої для захисту очей від надлишкового сонячного світла. До таких пристроїв можна віднести зовнішні козирки, завіски або жалюзі.

У документі регламентується також достатній робочий простір, який на одного працівника становить 20 м³ в об'ємі та 6 м² за площею. При цьому не допускається розташування робочих місць по відношенню один до одного таким чином, що відстань між бічними поверхнями ЕОМ, які належать до двох різних робочих місць становила менше 1,2 м, а відстань від тильної сторони ВДТ одного робочого місця до ВДТ іншого робочого місця була менше 2,5 м.

У пункті 2.6 відмічається також, що приміщення з ЕОМ не можуть межувати із приміщеннями, в яких рівень шуму перевищує нормовані значення, наведені у табл. 1.3 [12, 13].

Внутрішня обробка приміщень, в яких використовуються ЕОМ повинна відповідати цілому ряду вимог. По-перше, для внутрішнього оздоблення рекомендується використовувати матеріали, яким властивий коефіцієнт відбиття 0,7-0,8 для стелі, 0,5-0,6 для стін і 0,1-0,3 для підлоги. Покриття підлоги обов'язково повинно бути матовим, сама підлога обов'язково повинна бути неслизькою, рівною, та із антистатичними властивостями.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Певні матеріали, а саме шпалери, що миються, деревинно-стружкові плити, шаруваті паперовий пластик та інші матеріали, які здатні виділяти шкідливі та токсичні хімічні речовини, забороняється використовувати для оздоблення приміщень. Регламентується навіть прибирання у таких приміщеннях, яке повинно проводитись щоденно, при чому вологе прибирання. В офісних приміщеннях обов'язково повинна бути аптечка першої медичної допомоги.

Таблиця 1.3 – Допустимі значення шуму на робочих місцях працівників, які працюють з ЕОМ

Вид трудової діяльності	Рівні звукового тиску, дБ									Еквівалентні рівні звуку, дБА
	8000	4000	2000	1000	500	250	125	63	31,5	
Оператори комп'ютерного набору	54	55	57	60	63	68	74	83	96	65
Оператори ЕОМ	64	66	68	70	73	77	83	91	703	75
Розробники програм	38	40	42	45	49	54	61	71	86	50

Норми мікроклімату повинні відповідати «Санітарним нормам мікроклімату виробничих приміщень» ДСН 3.3.6.042-99 [18].

В документі [17] регламентовано рівень штучного освітлення в приміщеннях та на робочих місцях з ЕОМ. Система штучного освітлення повинна бути загальною та рівномірною, локалізоване освітлення не допускається. На поверхні робочого столу рівень освітленості повинен становити не менше 300 люкс і не більше 500 люкс. Місцеве освітлення допускається

використовувати лише в тих випадках, коли системою загального рівномірного освітлення неможливо досягнути регламентованого значення у 300-500 лк на поверхні робочого столу. В такому випадку регламентується освітленість самого екрану ВДТ ЕОМ, яка в жодному випадку не може перевищувати 300 лк, а місцеве освітлення в свою чергу не повинне створювати бліків на екрані.

Штучне освітлення наполегливо рекомендується проєктувати із використання люмінесцентних ламп типу ЛБ (рис. 1.1). Такі лампи можуть бути ЛБ8, ЛБ18, ЛБ20, ЛБ40 та ЛБ80, де цифра позначає потужність лампи у Вт.



Рисунок 1.1 – Люмінесцентна лампа типу ЛБ

Система освітлення повинна представляти собою преривчасті або суцільні лінії світильників, при чому розташування світильників повинно проєктувати переважно ліворуч збоку від робочих місць, а по відношенню до зору працюючих – паралельно [17]. Допускається використання світильників переважно відбитого світла (В), переважно прямого світла (Н) та прямого світла (П).

Рекомендується використовувати світильники серії ЛПО 3б (рис. 1.2), які мають в своїй конструкції дзеркальні ґрати, які в свою чергу укомплектовані високочастотними пускорегулювальними апаратами.

В зоні кутів випромінювання від 90 до 50 градусів яскравість світильників повинна бути не більше, ніж значення у 200 кд/м², а захисний кут світильників повинен становити не менше 40 градусів. Аналогічне значення світильників використовується і у разі використання місцевого освітлення.

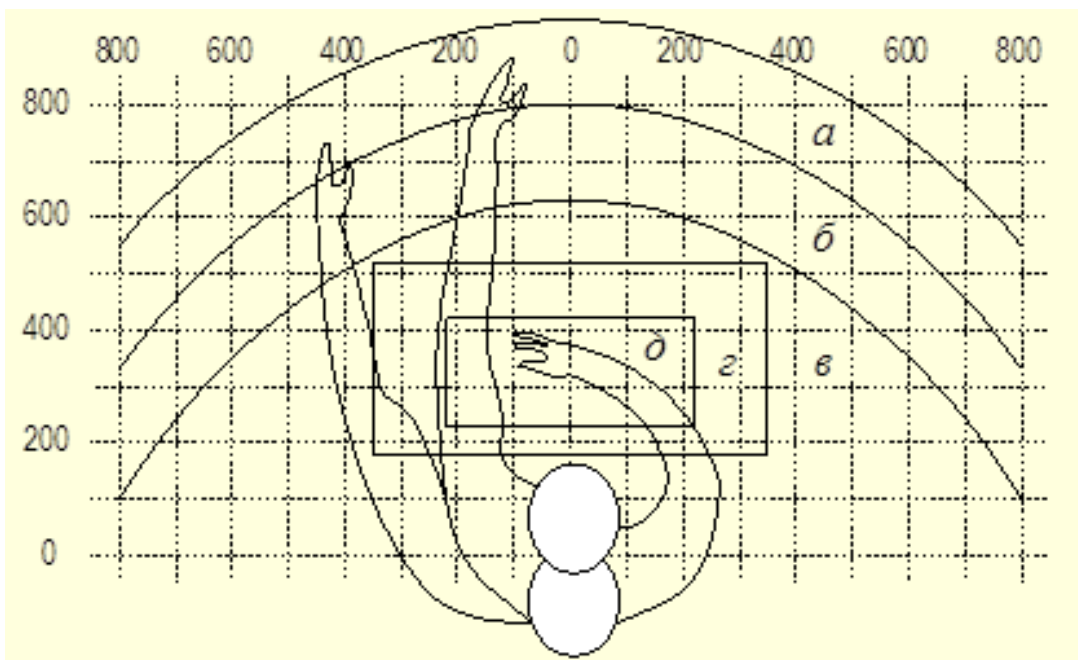
					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

При проектуванні робочих місць слід забезпечити достатній робочий простір, на якому повинні вільно розміщуватись зони для роботи в горизонтальній площині (рис. 1.3). Ці зони прийнято позначати літерами від А до Д, кожна з яких має свої назви та призначення [19]:

- простір для тонкої ручної роботи (Д);
- простір для грубої ручної роботи (Г);
- легка досяжність рук (В);
- досяжність пальців при витягнутій руці (Б);
- максимальна досяжність (А).



Рисунок 1.2 – Світильник ЛПО 36



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Рисунок 1.3 – Зони досяжності рук на поверхні робочого столу працівника, що працює з ЕОМ

Конструкція робочого місця, а саме основних його елементів, таких як стіл та стілець повинна забезпечувати підтримку правильного положення для роботи. У випадку роботи із стаціонарним ЕОМ, правильне положення наведено на рис. 1.4, а у випадку використання ноутбуку – на рис. 1.5.



Рисунок 1.4 – Правильне положення працівника при роботі за ЕОМ



Рисунок 1.5 – Правильне положення при роботі з ноутбуком

Висота поверхні столу з ЕОМ повинна становити від 68 до 80 см, глибина і ширина повинні лежати в межах від 80 до 100 см і від 60 до 140 см відповідно. Регламентується також інші елементи робочого стола, які в обов'язковому порядку повинен забезпечити роботодавець. До цих елементів належать підставка для ніг (рис. 1.6) та пюпітр для паперів (рис. 1.7).



Рисунок 1.6 – Підставка для ніг



Рисунок 1.7 – Пюпітр для паперів

Окрім наявності самої підставки для ніг рекомендується також достатній робочий простір. Розміри простору для ніг становлять не менше 45 см в глибину, при чому вимір проводиться на рівні колін, а у випадку витягнутої ноги це значення збільшується до 65 см. Висота простору для ніг під конструкцією стола повинна становити не менше 60 см, а ширина – не менше 50 см.

До робочого крісла у ДСанПіН 3.3.2.007-98 висувається ряд вимог. Сама конструкція робочого крісла обов'язково повинна бути підйомно-поворотною із можливістю забезпечити регулювання крісла за висотою. Також повинно регулюватись кут нахилу спинки та сидіння. Висота поверхні сидіння повинна відповідати значенням 40-50 см, а глибина і ширина не менше 40 см.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Конструкція стільця передбачає обов'язкову наявність підлокітників. Використання підлокітників сприяє зменшенню статичного напруження м'язів рук. Довжина підлокітників повинна бути не менше 25 см, ширина – від 5 до 7 см, регулювання висоти цих підлокітників повинно виконуватись в межах від 23 до 26 см, а відстань між самим підлокітниками повинна бути від 35 до 50 см. В цілому приклад робочого крісла, яке відповідає вимогам, наведено на рис. 1.8.



Рисунок 1.8 – Приклад робочого крісла, яке відповідає вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98

В ДСанПіН 3.3.2.007-98 також наводяться вимоги до клавіатури. Наприклад, розташування клавіатури на поверхні робочого столу повинно відповідати розміру 10-30 см від краю. Конструкція клавіатури повинна передбачати наявність в ній опорного пристрою, призначення якого полягає у зміні кута нахилу поверхні, на якій розташовані клавіші, в межах від 5 до 15 градусів. Регламентується висота клавіатури, в якості точки відліку береться середній рядок клавіш, тобто його висота по відношенню до поверхні робочого столу не повинна перевищувати 3 см. Заборонено використання глянцевого

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

клавіатур, допускаються лише матові, яким характерний коефіцієнт відбиття поверхні 0,4.

Також на законодавчому рівні передбачено встановлені регламентовані перерви для осіб, які використовують ЕОМ не менше як 4 години на добу, або ж протягом 50% часу тривалості своєї робочої зміни. Такі внутрішньозмінні режими праці та відпочинку за законом передбачають додаткові нетривалі перерви. Ці регламентовані перерви залежать в першу чергу від характеру праці, і становлять наступні значення:

– 10 хвилин перерви через кожну годину роботи – особи, які класифікуються за Державним класифікатором професій як оператор комп'ютерного набору; основний вид діяльності пов'язаний із роботою з клавіатурою та документацію;

– 15 хвилин перерви через кожні 2 години роботи – працівники, основною роботою яких є облік інформації, отриманої з ЕОМ, тобто оператори ЕОМ;

– 15 хвилин через кожну годину роботи – працівники, які в основному виконують роботу на ВДТ ЕОМ та працюють із документацією, при чому такій роботі властивий інтенсивний рівень взаємного обміну інформацією між персональним комп'ютером (ПК) та працівником, тобто клас розробників програм; характеризується високою нервовою напруженістю та високим значенням частоти прийняття рішень.

У випадку перевищення тривалості стандартного робочого дня на 4 години, тобто у випадку роботи протягом 12 годин, такі перерви діють протягом перших 8 годин часу. Окрім того, по закінченню 8-годинного робочого часу кожну наступну годину незалежно від класу трудової діяльності із ЕОМ кожен працівник має право на 15 хвилин перерви.

Такі перерви можуть використовуватись працівниками, що працюють за ЕОМ для відпочинку, психологічного розвантаження, вживання їжі, особистих потреб. В той же час наявність таких перерв є додатковими перервами окрім регламентованої обідньої перерви, яка, в свою чергу, підпорядковується чинному законодавству про працю.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Регламентуються також і медичні огляди, відповідальність та оплату за які повинен брати на себе роботодавець. За чинним Законодавством особи, які працюють з ВДТ ЕОМ підлягають в першу чергу попередньому медичному огляду під час прийому на роботу та подальшим послідовним медичним оглядом. Такі періодичні медичні огляди у відповідності із пунктом 6.2 встановлених вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 проводяться щонайменше двічі на рік, а склад лікарів включає в себе офтальмолога, невропатолога та терапевта.

Основними критеріями, за якими проводиться оцінка придатності працівника та його подальшого допуску до роботи із ЕОМ є показники стану органів зору, а саме: стан бінокулярного апарату ока, показники акомодативної та рефракційної властивості, а також власне гострота зору. Протипоказаннями з боку органів зору для подальшої роботи з ЕОМ є:

- глаукома;
- захворювання сітківки та зорового нерва;
- хронічні захворювання переднього відрізка очей;
- лагофталм;
- відсутність бінокулярного зору;
- рефракція;
- близькорукість на рівні вище 6,0;
- астигматизм вище 3,0;
- гіперметропія вище 4,0.

В цілому за умови забезпечення належного стану умов праці, у працівників є можливість уникнути виникнення можливих професійних захворювань. Тобто на рівні законодавства в Україні забезпечено нормативно-правове забезпечення безпечних умов праці працівників, які використовують ЕОМ при своїй роботі.

1.3 Зарубіжне законодавче та нормативно-правове забезпечення норм праці при роботі з ЕОМ

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Загальна тенденція до збільшення кількості працівників, які використовують ЕОМ в процесі своєї роботи характерна не тільки різним галузям промисловості України, але й усьому світу. Наприклад, в кінці 2011 році в США використовувалось 310,6 мільйонів комп'ютерів, що становило приблизно 19% від загальної світової кількості. Друге місце посідав Китай із 12,2% ЕОМ.

Закордонні дослідники встановили зв'язок між певними видами захворювання і роботою за ЕОМ ще в кінці ХХ сторіччя, після чого було створено ряд міжнародних стандартів та рекомендацій. В таких стандартах висвітлювалось питання проектування робочих місць, які використовують ЕОМ із метою забезпечення належного рівня безпеки та гігієни праці операторів ПК. До найбільш вагомих стандартів слід віднести [4]:

- 1) Стандарт США ANSI/NFES-100;
- 2) Стандарт AS-3590.2, Австралія;
- 3) Стандарт Can/CSA-Z412-M89, Канада;
- 4) Австралійський національний кодекс практик стосовно запобігання та профілактики синдрому професійного перенапруження;
- 5) Посібник для роботи за комп'ютером, Гонконг.

В загальному прийняттю основних національних стандартів в питаннях безпечних та нешкідливих умов праці з ЕОМ чередував ряд подій та прийнятих міжнародних стандартів, які стали основою та опорним прикладом для розробки власних національних стандартів в кожній окремій країні. Історія розвитку цих стандартів, настанов та конференцій наведена в табл. А.1.

Для розуміння тенденцій у розробці стандартів щодо безпечних умов праці за ЕОМ в зарубіжних країнах було проведено аналітичне дослідження, яке базувалось на опублікуванні результатів наукових статей в період з 1960 рік по 2013 рік включно. Пошук таких статей відбувався по ключовим словам, які включали в себе назву елементів ЕОМ (наприклад, клавіатура, миша, екран, тощо), елементи конструкції робочого місця (наприклад, стілець, робоча поверхня, підлокітники).

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

В результаті проведеного дослідження було встановлено, що більшість вагомих досліджень, в результаті яких були отримані статистичні дані та найбільша кількість результатів була оприлюднена у 1980-1990 рр. Протягом цього періоду було проаналізовано більше 80 наукових публікацій, які опубліковані в журналах, що індексуються такими науково-метричними базами, як Google Scholar, ScienceDirect та Scopus. Вищезазначені наукові дослідження були присвячені наступним темам:

- аналіз робочої поверхні (14 досліджень);
- використання підлокітників (10);
- положення сидячи при роботі з ВДТ ЕОМ (8);
- вплив сидіння на хребет (16);
- розташування екрану (26);
- конструкція стільця (13).

За результатами досліджень було встановлено, що у світі відсутні уніфіковані стандарти з питань безпеки праці при роботі з ЕОМ. Крім того, такі стандарти змінюються інколи не просто в межах однієї країни, а й в межах впливу кожної окремої організації. Порівняльний аналіз в стандартах та нормативах, які були розроблені та запроваджені в різних країнах, наведені у табл. А.2-А.8.

В результаті такого аналізу стандартів та нормативних документів можна зробити висновок, що вони базуються на результатах попередніх раніше досліджень. Не дивлячись на велику кількість проведених ергономічних досліджень, все рівно існує неузгодженість в межах стандартів різних країн, а також ряд питань стосовно ергономіки робочого місця користувача ЕОМ, які взагалі не розкриті в стандартах.

Наприклад, більшість стандартів опирається на той факт, що всі працівники будуть знаходитись у правильному положенні для роботи. Але більшість працівників нажаль нехтує таким положенням, тобто така поза в реальності рідко використовується. Такі фактори необхідно враховувати при проведенні подальшим досліджень а також слід взяти до уваги характер роботи та поведінку працюючого.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2 МЕТОДИКА ПРОЄКТУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ З ЕОМ ВІДПОВІДНО ДО ВСТАНОВЛЕНИХ НОРМ

2.1 Методика проєктування приміщень з ЕОМ

Система проєктування приміщень, в яких використовуються ЕОМ, буде базуватись на основі методичку розрахунку кількості робочих місць та штучного освітлення, яка наведена у методичних вказівках до виконання практичних робіт з дисципліни Безпека життєдіяльності, охорона праці, цивільний захист та екологічна безпека [34]. Ця методика заснована на основі положень, викладених у ДСанПіН 3.3.2.007-98 [17] в розрізі проєктування приміщень з ЕОМ та у Державних будівельних нормах, в яких регламентовано розрахунок штучного освітлення приміщень [14].

При розрахунку кількості робочих місць, які розташовуються в приміщенні, керуються в першу чергу наступними основними нормами:

- відстань між бічними поверхнями ЕОМ, які належать до двох різних робочих місць не повинна перевищувати значення 1,2 м;
- мінімальна площа одного робочого місця повинна становити не менше 6 м²;
- відстань від тильної сторони ВДТ ЕОМ одного робочого місця до екрану ВДТ ЕОМ іншого робочого місця повинна бути не менше 2,5 м;
- мінімальний об'єм одного робочого місця повинен становити не менше 20 м³.

Оскільки при проведенні розрахунків та проєктуванні одного робочого місця незмінною величиною є висота приміщення, яка зберігається та залишається сталою незалежно від розташування, то розрахунок одного робочого місця починається саме з врахування другої та четвертої умови. Тоді для перевірки, чи достатня площа залишається на одне робоче місце, спочатку враховується висота приміщення наступним чином:

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$V_1 = h_1 \cdot x_1 \cdot y_1 \geq 20 \text{ м}^3, \quad (2.1)$$

де h_1 – висота одного робочого місця, яка рівна висоті приміщення H , м;

V_1 – об’єм одного робочого місця, м^3 ;

x_1 і y_1 – ширина та довжина одного робочого місця відповідно, м.

Щоб розуміти, яка залишається площа після врахування висоти приміщення, необхідно провести її розрахунок прийнявши для початку мінімально допустиме значення об’єму одного робочого місця, яке становить 20 м^3 . Для цього проводимо розрахунок:

$$S = x_1 \cdot y_1 = \frac{20}{h_1} \geq 6 \text{ м}^2, \quad (2.2)$$

де S – площа одного робочого місця, м^2 [34].

Якщо значення площі задовольняє умову $x_1 \cdot y_1 \geq 6 \text{ м}^2$, то можна приймати мінімальне значення об’єму, яке становить 20 м^3 . Якщо $x_1 \cdot y_1 \leq 6 \text{ м}^2$, то значення об’єму на одне робоче місце необхідно прийняти більше 20 м^3 , наприклад, збільшити до значення 22-23 м^3 .

На наступному етапі розрахунку необхідно врахувати умову стосовно мінімальної відстані у 2,5 м між екранами ЕОМ, які належать до двох різних робочих місць. Виконання цієї умови при проектуванні робочих місць з ЕОМ можна врахувати шляхом прийняття одного з розмірів робочого місця (x_1 або y_1) значення більшого, за 2,5 м (рис. 2.1). Оскільки площа, яка залишилась на одне робоче місце нам відома після проведення розрахунку за формулою 2.2, то розмір довжини або ширини одного робочого місця визначається наступним чином (за умови, що $x_1 > 2,5$ м):

$$y_1 = S/x_1. \quad (2.3)$$

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

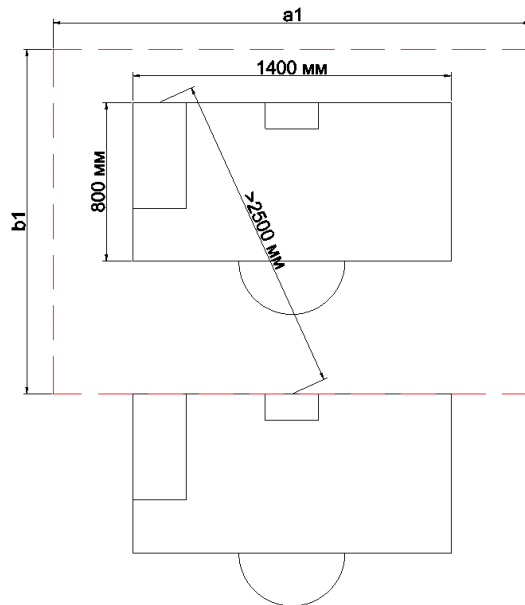


Рисунок 2.1 – Дотримання вимоги стосовно відстаней між екранами ЕОМ двох різних робочих місць

Дотримання вимоги щодо взаємного розташування бічних поверхонь ЕОМ, які належать двом різним робочим місцям можна врахувати шляхом слідування схемі, яка зображена на рис. 2.2, та врахування цього розміру при розташуванні робочих місць по відношенню до загальної довжини або ширини приміщення:

$$B_N = \frac{B}{x_1 + 1,2'} \quad (2.4)$$

де B_N – кількість робочих місць з ЕОМ по довжині приміщення, штук;

B – загальна довжина приміщення, м.

Розрахунок можна проводити незалежно від того, яка сторона буде обрана – довжина чи ширина приміщення. Враховуючи, що по одному із габаритних розмірів приміщення вже заплановані проходи та дотримання регламентованої відстані, то при розрахунку по іншій стороні приміщення цього значення можна не враховувати і кількість робочих місць в такому випадку становитиме:

$$A_N = \frac{A}{y_1} \quad (2.5)$$

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

де A_N – кількість робочих місць з ЕОМ по ширині приміщення, штук;
 A – загальна ширина приміщення, м.

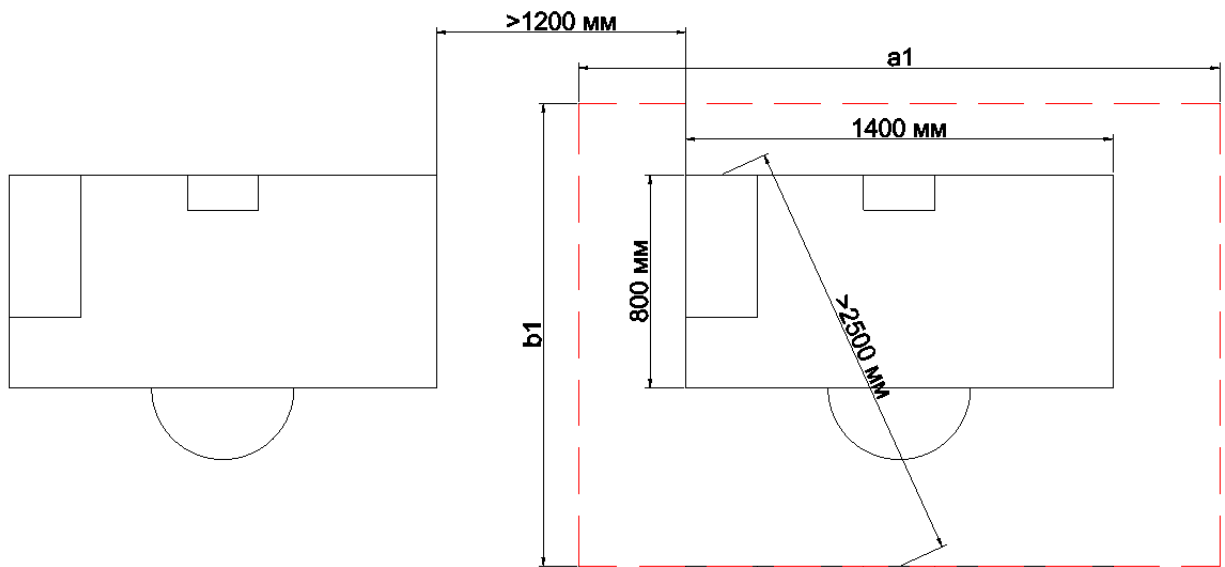


Рисунок 2.2 – Схема врахування відстаней між двома робочими місцями

Заключним етапом є розрахунок загальної кількості робочих місць, яке зводить до простої формули:

$$N = B_N \cdot A_N, \quad (2.6)$$

де N – загальна кількість робочих місць, штук.

Оскільки у формулі 2.6 мова йде про робочі місця, то округлювати за правилами математики в такому випадку не є доцільним. Цей розрахунок використовується лише для визначення цілих значень кількості робочих місць, тобто необхідно нехтувати будь-якими значеннями після коми. Наприклад, за розрахунком було отримано 4,95 робочих місць. Навіть в такому випадку кількість робочих місць в приміщенні по одній із сторін становитиме 4 штуки, а не 5.

Вільна площа, яка залишається в результаті таких нехтувань десятими та сотими частинами в подальшому буде використовуватись для розміщення в

					Лист
					28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

приміщенні з ЕОМ шаф для зберігання одягу, кулера з водою та інших обов'язкових елементів, які зазначені в ДСанПіН 3.3.2.007-98 [17].

2.2 Методика розрахунку штучного освітлення приміщень

Існує три основні методи розрахунку штучного освітлення у приміщеннях, незалежно від їх призначення. Перший метод – це точковий метод. Використання такого методу є доцільним лише у випадку необхідності проведення розрахунку комбінованого та локалізованого освітлення похилих площин. При розрахунку необхідно опиратись на схему, зображену на рис. 2.3 і формулу 2.7:

$$E = \frac{\cos\alpha \cdot I_a}{r^2}, \quad (2.7)$$

де α – кут падіння променів світла, град;

I_a – сила світла, яка направлена від джерела у конкретно задану точку;

r – відстань від заданої точки до світильника, м;

E – освітленість приміщення, люкс.

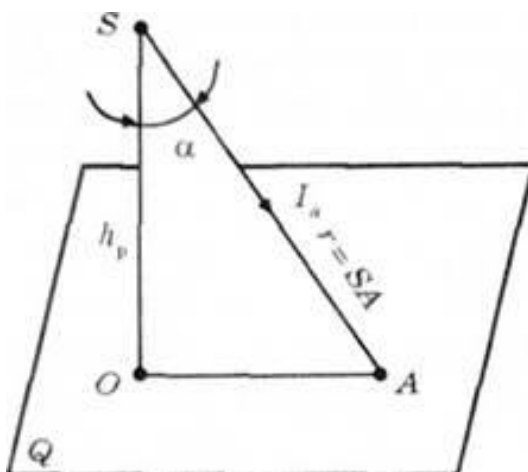


Рисунок 2.3 – Схема для розрахунку штучного освітлення точковим методом

Найпростішим методом залишається метод питомої потужності, який при цьому ще й найменш точний. Такий метод доцільно використовувати лише при

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

проведенні наближених розрахунків, які в подальшому будуть перевірятись на достовірність іншим методом. Він дозволяє визначити потужність кожної окремої лампи, яка використовується для створення нормованої освітленості в приміщенні [32, 33]. Формула розрахунку:

$$P_{\text{Л}} = \frac{S \cdot \rho}{N}, \quad (2.8)$$

де S – площа приміщення, для якого проводиться розрахунок, м²;

ρ – питома потужність окремої лампи, Вт;

N – кількість ламп в світильнику або освітлювальній установці, штук.

Найбільш точним методом, який використовується для розрахунку загального рівномірного освітлення у випадку, якщо воно падає на горизонтальні площини, є метод використання коефіцієнту світлового потоку [14, 32, 33], який визначається за формулою:

$$F_{\text{Л}} = \frac{Z \cdot k_z \cdot S \cdot E}{\eta \cdot n \cdot N}, \quad (2.9)$$

де N – кількість ламп в приміщенні, штук;

n – кількість світильників в приміщенні, штук;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

Z – відношення середньої до мінімальної освітленості;

E – нормована освітленість в приміщенні, люкс [14];

k_z – коефіцієнт запасу;

F – світловий потік, Лм;

S – площа приміщення, для якого проводиться розрахунок, м².

Як видно з формули 2.9, більшість значень є регламентованими методикою, описаною в табл. Д.1 [14]. Наприклад, значення нормованої освітленості визначається за ДБН В.2.5:28-2018 «Природне та штучне освітлення» в залежності від призначення приміщення та площини, на яку падає світло. На

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– коефіцієнту відбиття підлоги, $\rho_{\text{підлоги}}$.

Світильник	ЛПО, ОД						ЛСП, ЛСО							
	70		30		50		30		70		30		50	
$\rho_{\text{стеля}}$, %	50		30		50		30		50		30		50	
$\rho_{\text{стіни}}$, %	50		30		50		30		50		30		50	
$\rho_{\text{вміл}}$, %	30	10	30	10	10	10	10	10	30	10	30	10	10	10
Індекс I	Коефіцієнт використання η , %													
0,5	26	25	20	19	17	13	6	19	18	15	14	11	9	4
0,6	30	28	24	23	20	16	8	24	22	18	18	14	11	5
0,7	34	32	28	27	22	19	10	27	26	22	21	16	13	6
0,8	38	36	31	30	24	21	11	31	29	25	25	18	16	7
0,9	40	38	34	33	26	23	12	34	32	28	28	20	18	8
1,0	43	41	37	35	28	25	13	37	35	32	30	22	20	9
1,1	46	43	39	37	30	26	14	40	37	34	33	24	21	11
1,25	49	46	42	40	32	28	15	43	41	38	36	26	24	12
1,5	54	49	47	44	34	31	17	48	44	42	40	29	26	14
1,75	57	52	51	47	36	33	18	52	48	46	43	31	29	15
2,0	60	54	54	50	38	35	19	55	50	50	46	33	31	16
2,25	62	56	57	52	39	37	20	58	52	53	49	35	33	17
2,5	64	58	59	54	40	38	21	60	54	55	51	36	34	18
3,0	68	60	63	57	42	40	22	64	57	59	54	39	36	20
3,5	70	62	66	59	43	41	23	67	60	62	56	40	39	21
4,0	72	64	68	61	45	42	24	69	61	65	58	42	40	22
5,0	75	66	72	64	46	44	25	73	64	69	62	44	42	24

Рисунок 2.5 – Визначення коефіцієнту світлового потоку η [14, 33]

Якщо тип світильника відомий та вказується виробником на упаковці, то для визначення індексу приміщення необхідно провести наступний розрахунок:

$$I = \frac{S}{(A+B) \cdot H_{\text{підвісу}}}, \quad (2.10)$$

де S – площа приміщення, м^2 ;

A і B – ширина і довжина приміщення, м ;

$H_{\text{підвісу}}$ – висота підвісу світильника, м .

Висота підвісу світильника представляє собою значення відстані від краю світильника, який обернений до робочого місця, до самої поверхні робочого місця. Тобто, визначається висота підвісу за наступною формулою:

$$H_{\text{підвісу}} = H - H_{\text{робочої поверхні}} - H_{\text{зависання}}, \quad (2.11)$$

де $H_{\text{зависання}}$ – це висота між світильником і поверхнею стелі, тобто висота зависання світильника, м;

$H_{\text{робочої поверхні}}$ – висота від підлоги до краю робочої поверхні, м.

При цьому при виборі значення з таблиці необхідно пам'ятати правило, що у випадку значення індексу приміщення $I < 0,5$, слід приймати значення, яке відповідає значенню 0,5, і, в той же час, при $I > 5$ необхідно приймати значення, яке відповідає 5.

Тобто, спочатку необхідно обрати світильник для приміщення, розрахувати його висоту підвісу, після цього провести розрахунок індексу приміщення і вже потім обирати коефіцієнт використання світлового потоку, який використовується у 2.9 для розрахунку загального рівномірно освітлення приміщення.

2.3 Приклад проєктування приміщень з ЕОМ та розрахунку штучного освітлення

Розглянемо процес проєктування робочих місць та визначення їх кількості у приміщенні, в якому планується використовувати ЕОМ на конкретному прикладі, в якому:

- ширина приміщення A становить 14 м;
- довжина приміщення B становить 18 м;
- висота приміщення H становить 3,3 м.

Тоді розрахунок розмірів одного робочого місця буде виконуватись за формулами 2.2-2.6 та становитиме:

$$S = x_1 \cdot y_1 = \frac{20}{3,3} = 6,06 \text{ м} \geq 6 \text{ м}^2. \quad (2.12)$$

Приймаємо, що одна із сторін робочого місця x_1 становить 2,9 м, що задовольняє умову $x_1 > 2,5$ м, тоді інша сторона робочого місця становитиме:

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$y_1 = \frac{S}{x_1} = \frac{6,06}{2,9} = 2,089 \text{ м.} \quad (2.13)$$

При визначенні загальної кількості робочих місць, будемо передбачати дотримання відстані у щонайменше 1,2 м по стороні B . Тоді кількість робочих місць у приміщенні становитиме:

$$B_N = \frac{B}{x_1+1,2} = \frac{18}{2,9+1,2} \approx 4,39 = 4 \text{ шт.}, \quad (2.14)$$

$$A_N = \frac{A}{y_1} = \frac{14}{2,089} \approx 6,7 = 6 \text{ шт.}, \quad (2.15)$$

$$N = B_N \cdot A_N = 4 \cdot 6 = 24 \text{ шт.} \quad (2.16)$$

Отже, у приміщенні розмірами 14 x 18 м із дотриманням вимог, встановлених у ДСанПіН 3.3.2.007-98 в загальному може розміститись 24 робочих місця. При цьому розміри одного місця становитимуть 2,089 x 2,9 м.




Для приміщення із зазначеними розмірами також було проведено розрахунок штучного освітлення у відповідності із методикою, описаною у 2.2. Вибір світильників базувався на рекомендаціях, які наведені у ДСанПіН 3.3.2.007-98 [17]. Було проведено аналіз наявних типів світильників на українському ринку та виокремлено основні світильники, які найчастіше використовуються на даний момент в офісних приміщеннях. Такі світильники наведені у табл. 2.1.

Для розрахунку за прикладом було обрано світильник типу ЛПО під назвою Brille BS-02, який вміщає 2 лампи, коштує 419 гривень та звисає на відстань 0,2 м від стелі. У якості ламп, які використовуються в світильнику, було обрано лампи ЛБ80 потужністю 80 Вт, вартістю 45 гривень, світловий потік кожної з ламп становить 5200 Лм.

Після вибору світильника враховувалось, що приміщення оздоблене без порушень вимог [17] стосовно коефіцієнтів відбиття, які становлять для стелі, стін і підлоги відповідно 0,7, 0,5 та 0,3.




					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 2.1 – Найбільш поширені світильники, які рекомендовані ДСанПіН

Назва та тип світильника	Кількість ламп	Висота підвісу, $H_{\text{підвісу}}$, м	Вартість, грн.	Зовнішній вигляд
1	2	3	4	5
EGLO 31756 (ЛСП)	4	0,3	1928	
Laguna Lighting 97200 (ЛСО)	2	0,65	1800	
BS-24 (ЛСП)	4	0,35	479	
Sign 48 (ЛСО)	3	0,7	1169	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
EuroLight Panel (ОД)	3	0,15	653	
Brille BS-02 (ЛПО)	2	0,2	419	
MAGNUM PLF 30 (ЛПО)	2	0,18	267	

Стандартна висота столу для приміщень з ЕОМ становить 0,8 м. Тоді можемо визначити висоту підвісу світильника:

$$\begin{aligned}
 H_{\text{підвісу}} &= H - H_{\text{робочої поверхні}} - H_{\text{зависання}} = \\
 &= 3,3 - 0,8 - 0,2 = 2,3 \text{ м}
 \end{aligned}
 \tag{2.18}$$

Індекс приміщення у відповідності із 2.10 становить:

$$I = \frac{S}{(A+B) \cdot H_{\text{підвісу}}} = \frac{14 \cdot 18}{(18+14) \cdot 2,3} = \frac{252}{73,6} = 3,42 \quad (2.17)$$

Звернувшись до рис. 2.5, можемо визначити коефіцієнт використання світлового потоку, який у наведеному прикладі становитиме $\eta = 70\% = 0,7$.

Визначивши коефіцієнт використання світлового потоку можемо перейти до визначення загального світлового потоку в приміщенні. Оскільки приміщення відноситься до приміщень, які використовують ВДТ ЕОМ, то нормоване значення освітленості у випадку загальної рівномірної системи освітлення становитиме 400 лк (рис. 2.4). Тоді розрахунковий світловий потік в приміщенні:

$$F = \frac{Z \cdot k_z \cdot S \cdot E}{\eta} = \frac{1,1 \cdot 1,5 \cdot 252 \cdot 400}{0,7} = 237\,600 \text{ Лм} \quad (2.18)$$

Відповідно до регламентованих норм до штучного загального рівномірного освітлення, його значення після розрахунків можна приймати в межах від 90% до 120%. Будь-яке значення світлового потоку, яке потрапило в ці межі, буде задовольняти вимоги [14]. Тоді межі відхилення розрахункового світлового потоку становлять:

$$0,9 \cdot F \dots 1,2 \cdot F = 213840 \dots 285120 \text{ Лм} \quad (2.19)$$

Як розрахункове значення для подальших розрахунків приймаємо $F = 220000$ Лм. Оскільки одна лампа ЛБ80 надає 5200 Лм, то кількість ламп $Q_{\text{ламп}}$, які необхідні для забезпечення розрахункового світлового потоку становитиме:

$$Q_{\text{ламп}} = \frac{F_{\text{приміщення}}}{F_{\text{однієї лампи}}} = \frac{220000}{5200} = 42,3 \approx 42 \text{ лампи} \quad (2.20)$$

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Для розрахунку кількості світильників Brille BS-24 необхідно врахувати, що конструкція самого світильника передбачає використання двох ламп. Тоді кількість світильників у приміщенні $Q_{\text{світильників}}$ становитиме:

$$Q_{\text{світильників}} = \frac{Q_{\text{ламп}}}{2} = \frac{42}{2} = 21 \text{ світильник} \quad (2.21)$$

На цьому етапі розрахунок власне штучного освітлення у відповідності до вимог ДБН [14] закінчено. Додатково можна провести розрахунок вартості системи загального рівномірного освітлення.

Вартість світильників $M_{\text{світильників}}$ становитиме:

$$\begin{aligned} M_{\text{світильників}} &= M_{\text{одного світильника}} \cdot Q_{\text{світильників}} = \\ &= 419 \cdot 21 = 8799 \text{ грн.} \end{aligned} \quad (2.22)$$

Вартість ламп $M_{\text{ламп}}$ становитиме:

$$\begin{aligned} M_{\text{ламп}} &= M_{\text{однієї лампи}} \cdot Q_{\text{ламп}} = \\ &= 45 \cdot 42 = 1890 \text{ грн.} \end{aligned} \quad (2.23)$$

Тоді загальна вартість штучного освітлення $M_{\text{загальна}}$ становить:

$$M_{\text{загальна}} = M_{\text{світильників}} + M_{\text{ламп}} = 8799 + 1890 = 10689 \text{ грн.} \quad (2.24)$$

В результаті для наведеного прикладу приміщення розмірами 14 x 18 x 3.3 м можна зробити наступні висновки:

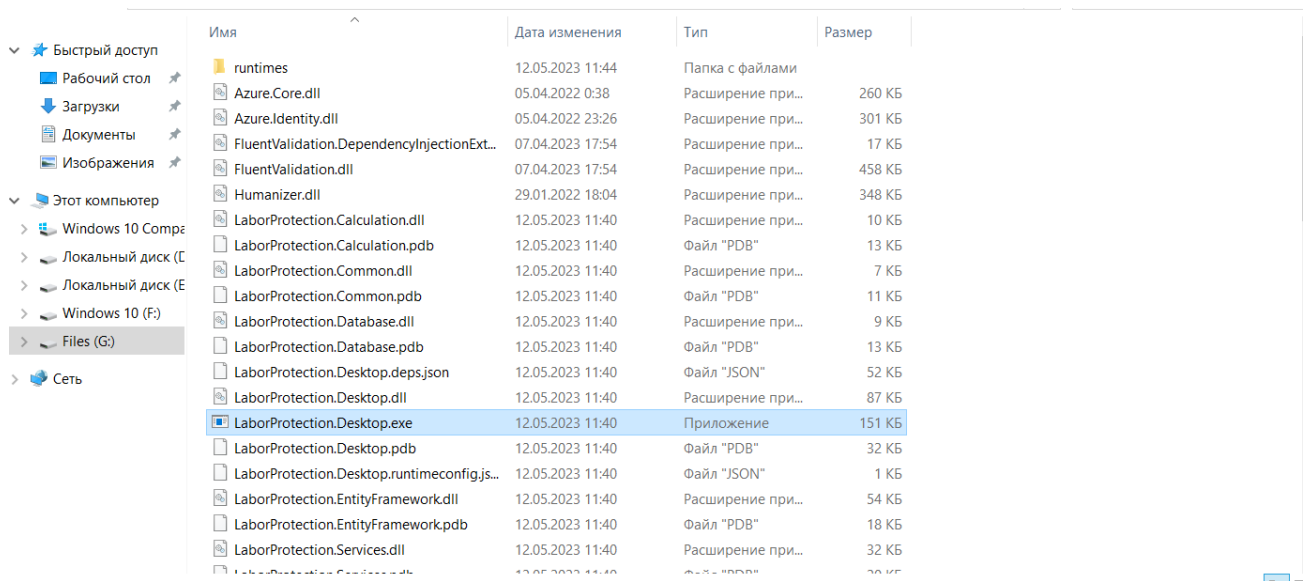
- при проектуванні робочих місць із розмірами 2,089 x 2,9 м у зазначене приміщення можна передбачати розташування 24 робочих місць з ЕОМ;
- при розрахунку штучного освітлення у разі використання світильнику BS-24 із лампами ЛБ80 для забезпечення нормованого рівня освітленості необхідно 24 світильника, які містять в собі 42 лампи;
- загальна вартість освітлення в такому випадку становить 10 689 гривень.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРОЄКТУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ, В ЯКИХ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ЕОМ

3.1 Підготовка розробленої системи проєктування приміщень з ЕОМ

Система проєктування приміщень з ЕОМ представляє собою архів із файлами та теками, вміст яких наведено на рис. 2.1. За запуск програми відповідає файл із розширенням «.exe» під назвою LaborProtection.Desktop (рис. 3.1).



Имя	Дата изменения	Тип	Размер
runtimes	12.05.2023 11:44	Папка с файлами	
Azure.Core.dll	05.04.2022 0:38	Расширение при...	260 КБ
Azure.Identity.dll	05.04.2022 23:26	Расширение при...	301 КБ
FluentValidation.DependencyInjectionExt...	07.04.2023 17:54	Расширение при...	17 КБ
FluentValidation.dll	07.04.2023 17:54	Расширение при...	458 КБ
Humanizer.dll	29.01.2022 18:04	Расширение при...	348 КБ
LaborProtection.Calculation.dll	12.05.2023 11:40	Расширение при...	10 КБ
LaborProtection.Calculation.pdb	12.05.2023 11:40	Файл "PDB"	13 КБ
LaborProtection.Common.dll	12.05.2023 11:40	Расширение при...	7 КБ
LaborProtection.Common.pdb	12.05.2023 11:40	Файл "PDB"	11 КБ
LaborProtection.Database.dll	12.05.2023 11:40	Расширение при...	9 КБ
LaborProtection.Database.pdb	12.05.2023 11:40	Файл "PDB"	13 КБ
LaborProtection.Desktop.deps.json	12.05.2023 11:40	Файл "JSON"	52 КБ
LaborProtection.Desktop.dll	12.05.2023 11:40	Расширение при...	87 КБ
LaborProtection.Desktop.exe	12.05.2023 11:40	Приложение	151 КБ
LaborProtection.Desktop.pdb	12.05.2023 11:40	Файл "PDB"	32 КБ
LaborProtection.Desktop.runtimeconfig.js...	12.05.2023 11:40	Файл "JSON"	1 КБ
LaborProtection.EntityFramework.dll	12.05.2023 11:40	Расширение при...	54 КБ
LaborProtection.EntityFramework.pdb	12.05.2023 11:40	Файл "PDB"	18 КБ
LaborProtection.Services.dll	12.05.2023 11:40	Расширение при...	32 КБ
LaborProtection.Services.pdb	12.05.2023 11:40	Файл "PDB"	20 КБ

Рисунок 3.1 – Вміст теки із системою проєктування

Оскільки система проєктування представляє собою базу даних із додатковим розробленим інструментарієм, вона не є самостійною та для її використання необхідно встановити ряд допоміжних програм та підсистем, які є офіційними модулями Windows. При спробі першого запуску програми без установки таких підсистем користувача буде оповіщено про це відповідним повідомленням у вікні (рис. 3.2), в якому буде зазначатись, чого саме не вистачає для використання системи проєктування.

На першому етапі для роботи системи проєктування їй необхідно використовувати .Net технології, про що висвічується відповідне повідомлення

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

(рис. 3.2). У повідомленні програма запитує користувача, чи бажає він завантажити необхідний модуль. Натискання на кнопку Так призведе до автоматичного відкриття необхідної сторінки на офіційному сайті Microsoft, де можна завантажити модуль із .Net [1]. Завантаження необхідного файлу з сайту (рис. 3.3) розпочнеться автоматично.

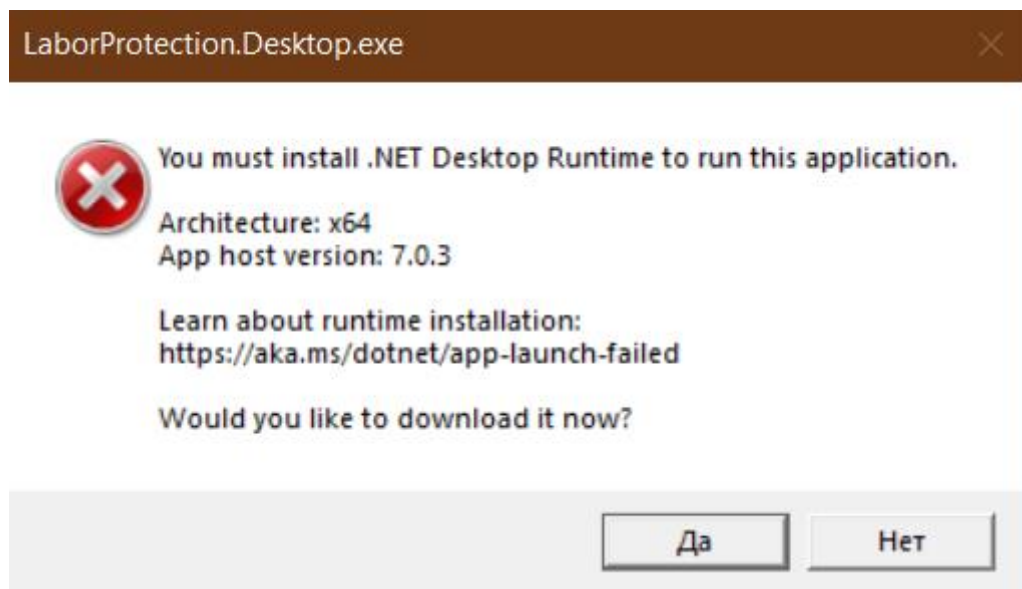


Рисунок 3.2 – Вікно сповіщення про необхідність завантаження додаткових модулів



Рисунок 3.3 – Офіційний сайт Microsoft для завантаження модулю

Після завантаження модулю необхідно відкрити теку, в якому міститься файл установки .Net. Для установки достатньо запустити файл інсталятор (рис. 3.4) та слідувати стандартним інструкціям з установки. Про успішну

установку .Net на ЕОМ користувача буде оповіщено відповідним повідомленням (рис. 3.5), яке з'явиться як останнє діалогове вікно процесу установки.

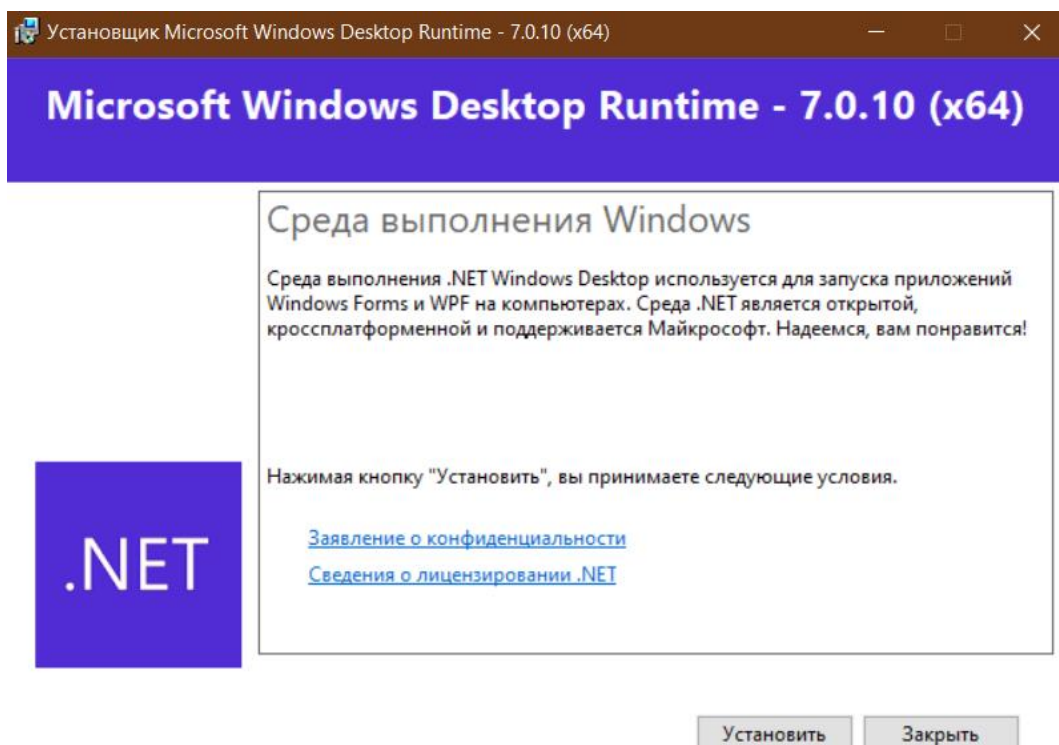


Рисунок 3.4 – Установка .Net

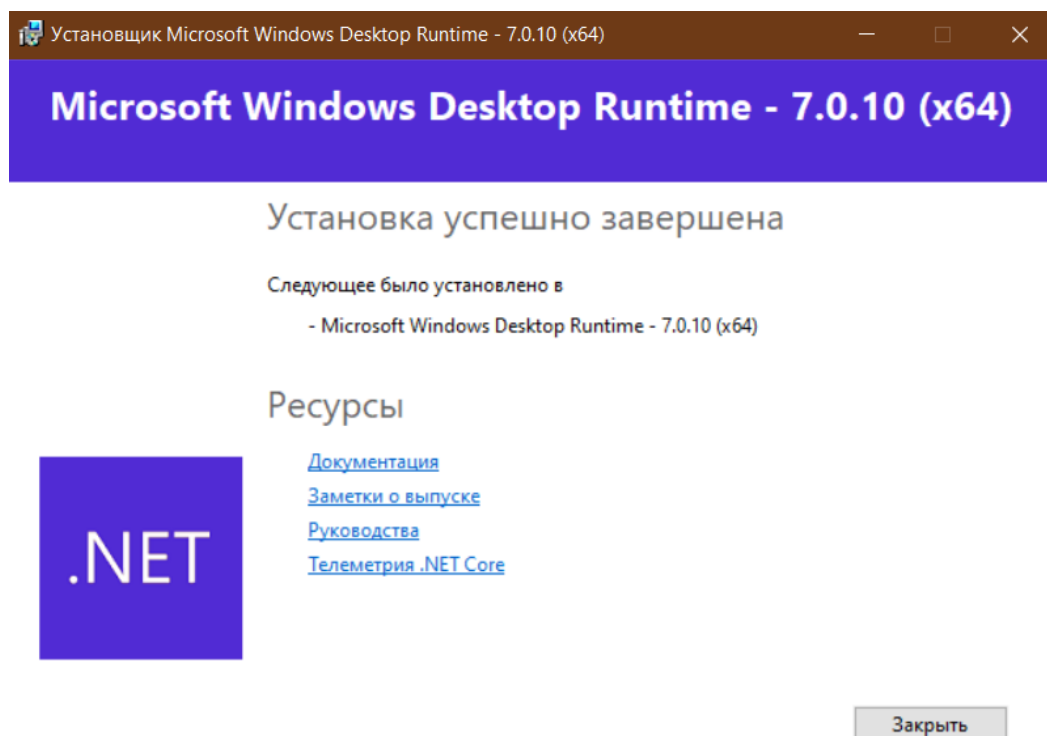


Рисунок 3.5 – Повідомлення про успішну установку .Net

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

для роботи СПЕОМ функціоналу. Вибір версії для розробників наведений на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 – Вибір версії SQL Server для розробників

Після стандартного завантаження файлу з інтернету, необхідно виконати його запуск із теки із завантаженими файлами. При установці серверу у користувача є вибір методів установки, при чому слід обрати базову установку (рис. 3.8).

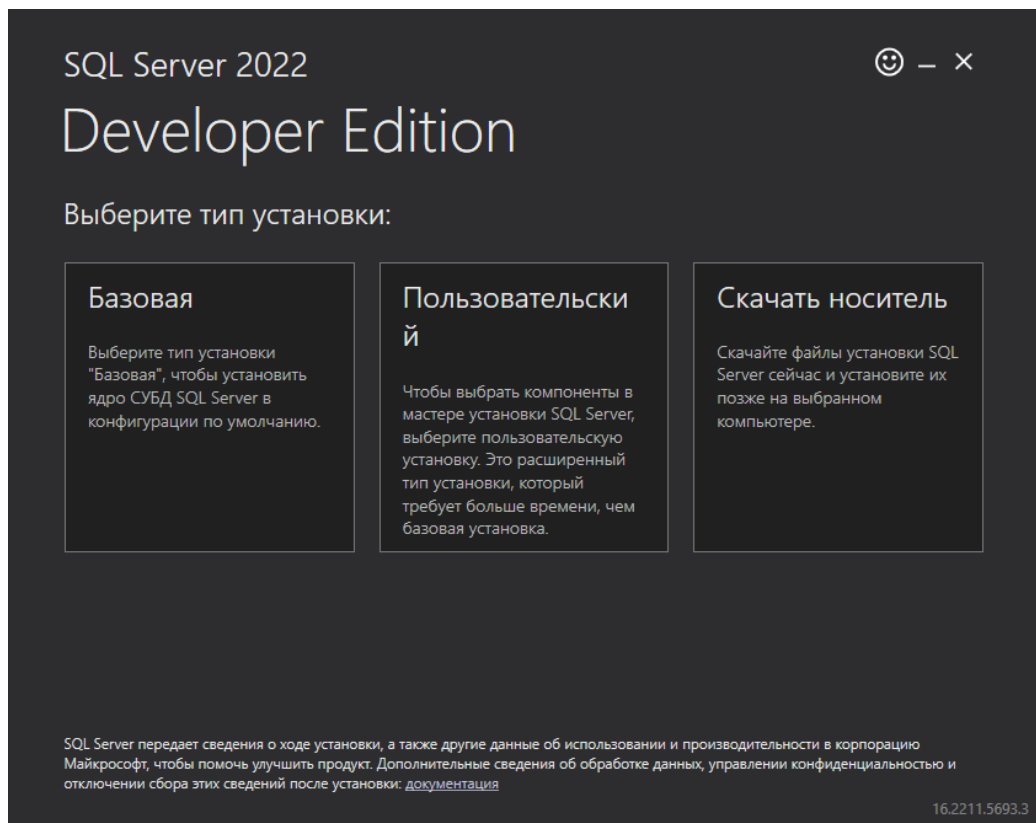


Рисунок 3.8 – Вибір методу установки

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Наступним кроком для користувача буде прийняття ліцензійних вимог користування сервером та вибір місця установки на комп'ютер. При цьому можна обрати місце, яке пропонується програмою за замовченням, або ж будь-яку іншу теку для установки серверу, яка буде зручною для користувача.

Після проведення цих підготовчих кроків можна переходити до запуску та використання системи проєктування шляхом запуску файлу LaborProtection.Desktop (рис. 3.1).

3.2 Опис інтерфейсу розробленої системи проєктування приміщень, в яких використовуються ЕОМ

Після запуску системи проєктування приміщень з ЕОМ (СПЕОМ) відкривається головне меню програми. При запуску програми головне меню програми містить основне поле для роботи, яке буде пустим при першому запуску, та панель інструментів у верхній частині вікна, яка містить три основні кнопки (рис. 3.9).



Рисунок 3.9 – Кнопки панелі інструментів СПЕОМ

Кожна із кнопок відповідає за певний функціонал та виконує ряд поставлених задач. Кнопка Додати компонент відповідає за додавання у базу даних програми компонентів для подальшого проведення розрахунків штучного освітлення приміщень. Натискання на цю кнопку призводить до зміни інтерфейсу головного вікна програми.

На першому етапі у верхній частині вікна користувачу необхідно буде обрати, який саме елемент він хоче додати – світильник чи лампу (рис. 3.10). Вибір проводиться шляхом звичайного встановлення прапорця навпроти бажаного рядка – Додати світильник чи Додати лампочку.

- Додати світильник
- Додати лампочку

Рисунок 3.10 – Вибір типу компоненту для додавання

При встановленні прапорця навпроти рядка Додати світильник, головне вікно програми зміниться відповідним чином і користувачу стануть доступні рядки для додавання даних про світильник у базу програми (рис. 3.11).

- Додати світильник
- Додати лампочку

Назва світильника

Завантажити зображення

Тип світильника

Ціна

Кількість лампочок

Висота підвісу

Рисунок 3.11 – Елементи для додавання в базу програми нового світильника

Для кращого розуміння, за що відповідає кожен окремий рядок, слід зупинитись на їх описі більш детально.

1. Назва світильника. Цей рядок призначений для введення з клавіатури назви світильника. Якщо навести приклад на основі світильників, які наведені в табл. 2.1, то сюди варто вводити EGLO 31756 або Brille BS-24.

2. Тип світильника. Користувачу необхідно обрати тип світильника із запропонованого випадаючого списку (рис. 3.12). В програмі реалізований вибір лише тих світильників, використання яких допускається регламентованим документом [17], а саме ЛСП, ЛПО, ОД та ЛСО. На основі цих даних в подальшому при розрахунку штучного освітлення програма буде проводити вибір коефіцієнту використання світлового потоку відповідно до рис. 2.6 [14].

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

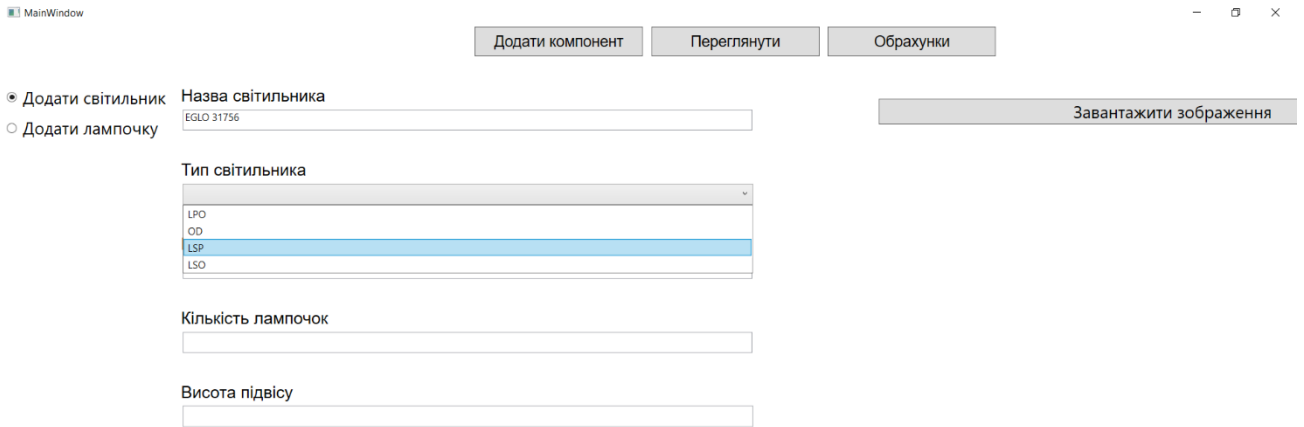


Рисунок 3.12 – Вибір типу світильника

3. Кількість лампочок. В це поле користувачу необхідно ввести у цифровому вигляді кількість ламп, які вміщає в себе світильник. При спробі ввести кількість у словесному вигляді, наприклад написанням слова два, СПЕОМ не буде відображати дані в полі.

4. Висота підвісу. В це поле необхідно ввести висоту підвісу світильника $H_{\text{підвісу}}$, тобто відстань від стелі до краю світильника. Ці дані в подальшому будуть використовуватись для розрахунку штучного освітлення в приміщенні у відповідності із 2.11. Зверніть увагу, що висота підвісу світильника вводиться в міліметрах. У випадку помилки та введення цього значення в сантиметрах або метрах програма не видаватиме помилку, а лише проводитиме некоректні розрахунки.

5. Кнопка Завантажити зображення. Відповідає за завантаження зображення із зовнішнім виглядом світильника у базу даних програми. Після натискання цієї кнопки відкривається стандартне вікно пошуку файлу на ПК (рис. 3.13), в якому користувачу необхідно вказати шлях до бажаного зображення. Як тільки зображення буде завантажено в базу даних СПЕОМ, зовнішній вигляд світильника з усіма введеними даними буде відображатись на головному екрані програми (рис. 3.14).

6. Ціна. В це поле необхідно ввести вартість світильника в гривнях. Аналогічно до введення кількості ламп, в це поле можливо ввести лише числове значення.

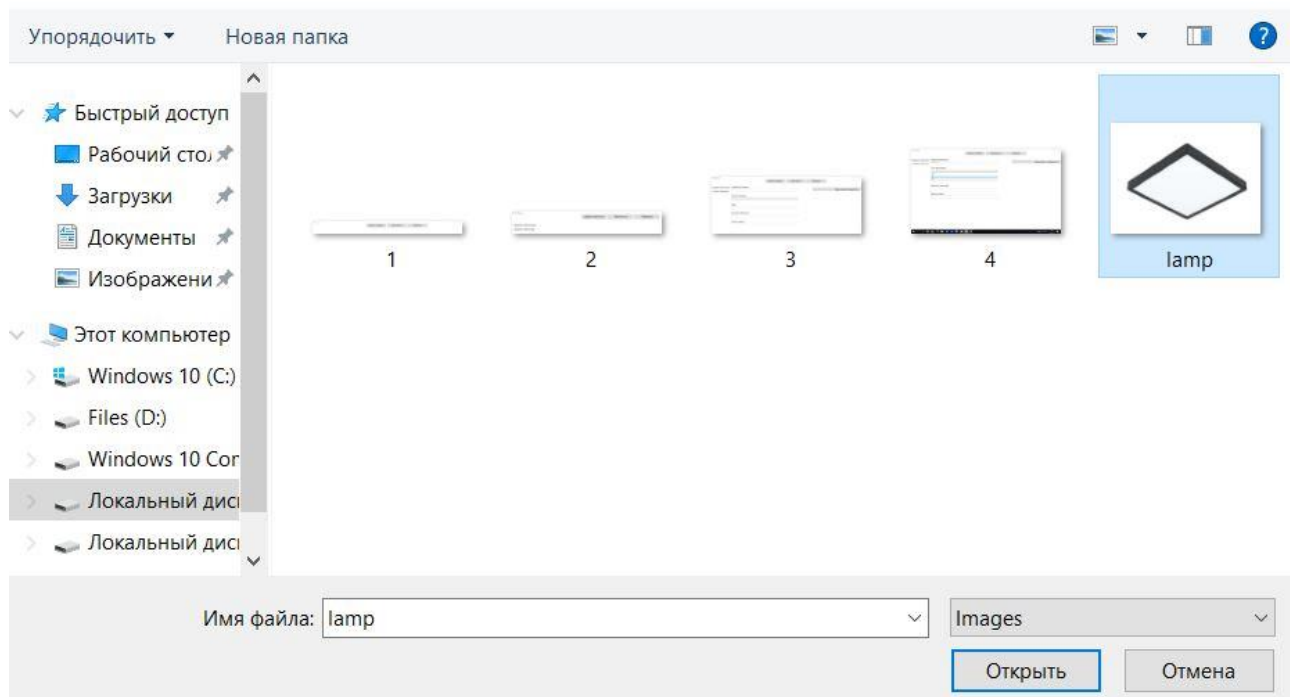


Рисунок 3.13 – Вибір зображення світильника для завантаження в СПЕОМ

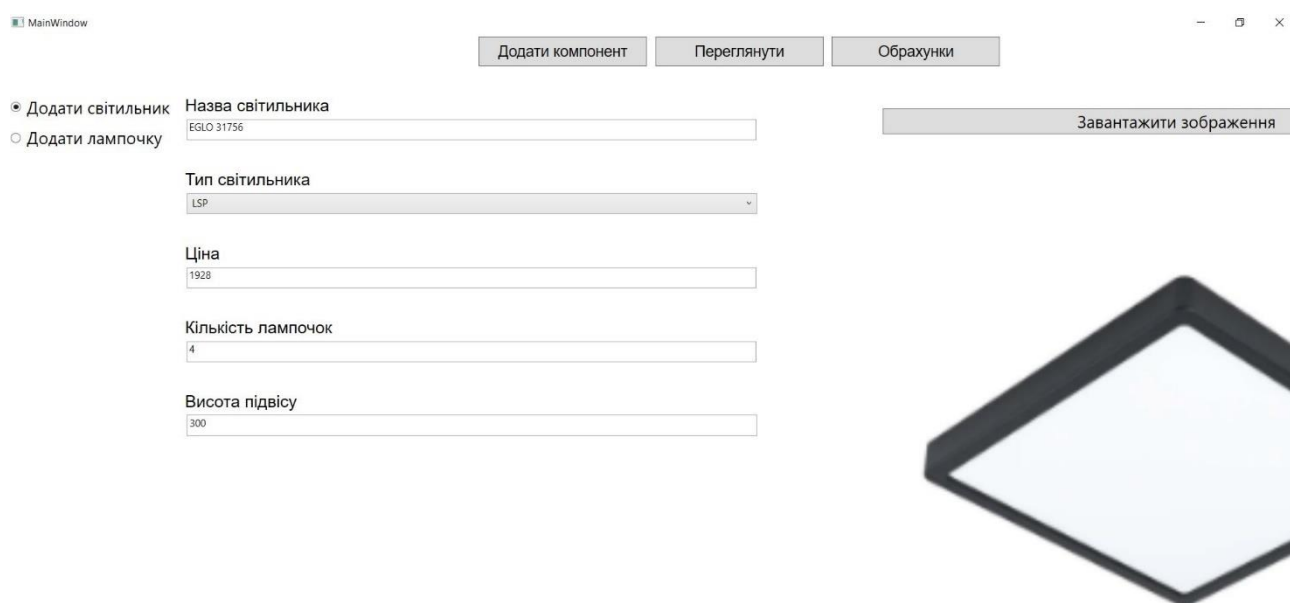


Рисунок 3.14 – Результат введення даних про світильник та завантаження зображення

За необхідності ввести у базу даних програми інформацію стосовно ламп, які використовуються для освітлення приміщень з ЕОМ, в лівому верхньому кутку екрану необхідно поставити прапорець навпроти значення Додати

лампочку. В результаті зміниться інтерфейс головного вікна програми (рис. 3.15), який буде містити наступні поля:

1. Назва лампи. Аналогічно до назви світильника, в це поле необхідно ввести назву лампи, яку користувач планує додати в базу даних програми.

2. Тип лампи. В цьому полі користувачу необхідно із запропонованого випадаючого списку обрати тип, якому належить лампа. В програмі реалізований ввід лише тих типів ламп, які дозволяються для використання в приміщеннях з ЕОМ, а саме ЛД, ЛБ, ЛБХ, ЛБУ.

The screenshot shows a software window titled "MainWindow" with a standard Windows title bar. At the top, there are three buttons: "Додати компонент", "Переглянути", and "Обрахунки". Below these, there are two radio buttons: "Додати світильник" (unselected) and "Додати лампочку" (selected). The main area contains a form with the following fields: "Назва лампочки" (text input), "Тип лампочки" (dropdown menu), "Напруга" (text input), "Потужність" (text input), "Світловий потік" (text input), and "Ціна" (text input). At the bottom right of the form area is a "Зберегти" button.

Рисунок 3.15 – Додавання даних про лампу в програму

3. Напруга. Ввід напруги лампи, дозволяються лише числові значення. Для розрахунків в подальшому це значення не використовується, слугує лише в якості довідникової інформації про характеристики ламп.

4. Потужність. Поле для введення потужності лампи. Аналогічно до напруги, слугує лише в якості довідникової інформації.

5. Світловий потік лампи. В це поле необхідно ввести цифрове значення світлового потоку однієї лампи F_L , яке буде використовуватись для розрахунків у відповідності із формулами 2.20-2.21.

6. Ціна. Поле для введення в числовому форматі вартості однієї лампи.

7. Кнопка зберегти. Відповідає за збереження в базу даних введених в поля даних. Вихід чи перемикання на іншу вкладку роботи з програмою без натискання цієї кнопки призводить до втрати всіх введених даних. На рис. 3.16 наведено приклад введених даних про лампу.

Рисунок 3.16 – Приклад введених даних про лампу

Таким чином у користувача в кожен момент існує можливість поповнити базу програми новими світильниками та лампами, які потім можна використовувати при розрахунку штучного освітлення.

З початку програма не повністю пуста, та містить в своїй базі ряд світильників та ламп, дані про які вже внесені та зберігаються в СПЕОМ. В програму введені всі світильники, які наведені у табл. 2.1, а також лампи із їх характеристиками, які наведені в табл. 3.1.

У користувача існує можливість переглянути вміст бази даних СПЕОМ в будь-який момент часу. За це відповідає кнопка Переглянути на панелі інструментів для роботи з програмою. Натискання цієї кнопки призводить до переходу в іншу частину роботи з програмою. Аналогічно до додавання світильника або лампи, в лівій частині вікна користувачу необхідно поставити прапорець навпроти відповідного значення, чи він хоче переглянути світильники (рис. 3.18), чи він хоче переглянути лампи (рис. 3.17), які внесені в програму.

Таблиця 3.1 – Лампи, які за замовченням внесені в СПЕОМ [34]

Позначення	Вартість, грн.	Світловий потік, ЛМ	Потужність, Вт	Номінальна напруга, В
ЛД80	42	4250	80	105
ЛБ80	45	5200	80	99
ЛБ65	45	4600	65	110
ЛД40-2	40	2300	40	110
ЛБ40-2	40	3000	40	110
ЛБ40	42	2800	40	103
ЛБ36	28	2800	36	103
ЛБУ30	25	1980	30	104
ЛБ30	26	2020	30	106
ЛД20-2	12	880	20	65
ЛБ20-2	22	1060	20	65
ЛБ20	20	1060	20	57
ЛД18	13	880	18	57
ЛБ18	18	1060	18	57

MainWindow

Додати компонент

Переглянути

Обрахунки

Переглянути світильники

Переглянути лампочки

Id	Назва	Потужність	Світловий потік	Ціна
1	ЛБ18	18	18	1060
2	ЛД18	18	13	880
3	ЛБ20	20	20	1060
4	ЛБ20-2	20	22	1060
5	ЛД20-2	20	12	880
6	ЛБ30	30	26	2020
7	ЛБУ30	30	25	1980
8	ЛБ36	36	28	2800
9	ЛБ40	40	42	2800
10	ЛБ40-2	40	40	3000
11	ЛД40-2	40	40	2300
12	ЛБ65	65	45	4600
13	ЛБ80	80	45	5200
14	ЛД80	80	42	4250

Рисунок 3.17 – Перегляд ламп, внесених в програму

Зовнішній вигляд вікна перегляду ламп та світильників відрізняється між собою. Якщо у випадку перегляду ламп вони наведені у вигляді загальної таблиці

										Лист
										50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ					

(рис. 3.17), де кожен окремий рядок відповідає за інший вид лампи, то відображення світильників реалізоване по-іншому (рис. 3.18).

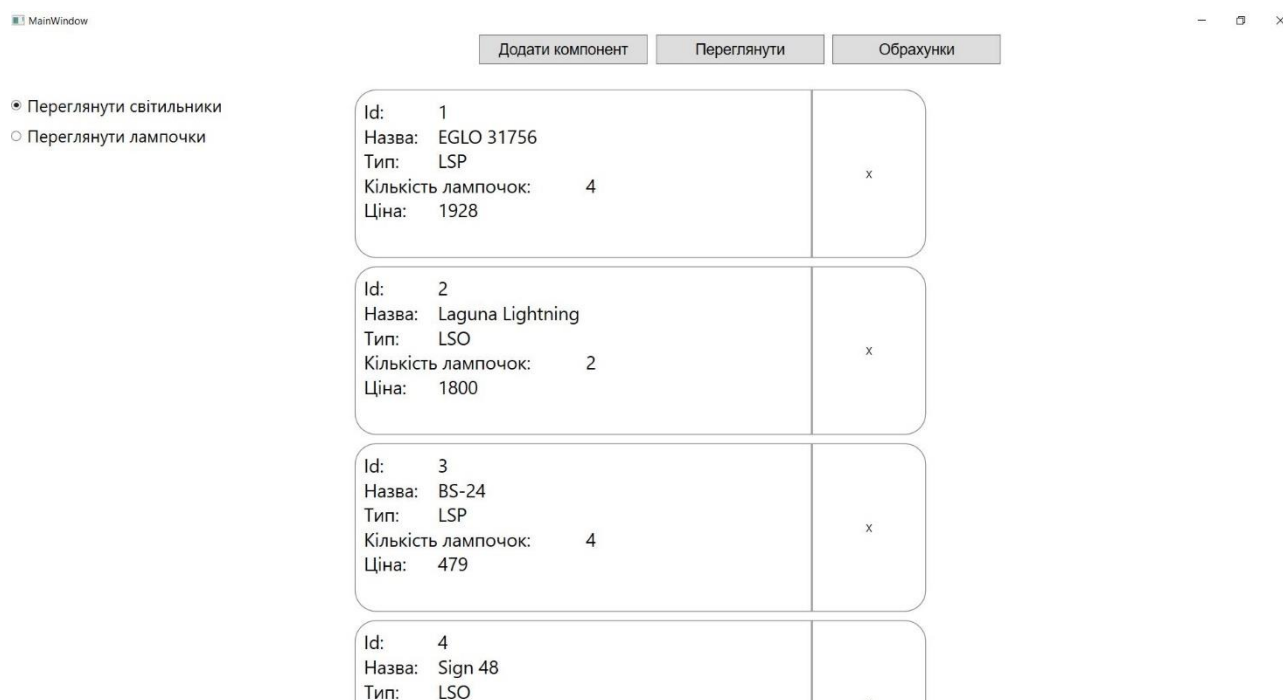


Рисунок 3.18 – Перегляд світильників, внесених в програму

Інформація про кожен окремий світильник відображається у вигляді таблиці, яка умовно розбита на дві частини. В правій частині міститься поле для відображення зовнішнього вигляду світильника. У випадку, якщо зображення світильника не було завантажено в СПЕОМ, то в цьому стовпці буде відображатись хрестик.

Ліва частина інформації про світильник представляє собою таблицю із наступними значеннями:

- ID – порядковий номер світильника в базі СПЕОМ;
- назва світильника;
- його належність до певного типу;
- кількість ламп у світильнику
- вартість світильника.

Таким чином користувач може використовувати СПЕОМ як в початковому вигляді із запропонованими даними, так і модифікувати її за своїм бажанням.

3.3 Функціональні можливості розробленої системи проектування приміщень, в яких використовуються ЕОМ

У 3.2 описано додатковий функціонал для роботи із СПЕОМ, а саме вміст бази даних стосовно світильників та ламп у програмі можливість її розширення та перегляду вмісту бази СПЕОМ. Ці дані можуть використовуватись в подальшому для розрахунку штучного освітлення в приміщенні, але не мають відношення до самого процесу проектування приміщень.

Основною вкладкою для роботи з СПЕОМ є Обрахунки (рис. 3.19). Ця вкладка також умовно поділена на дві частини. Права частина вікна використовується програмою для відображення результатів проведених розрахунків. В ній відсутня будь-яка взаємодія із користувачем. Ліва частина призначена для введення вхідних даних для проведення розрахунків. Слід описати кожен із елементів більш детально.

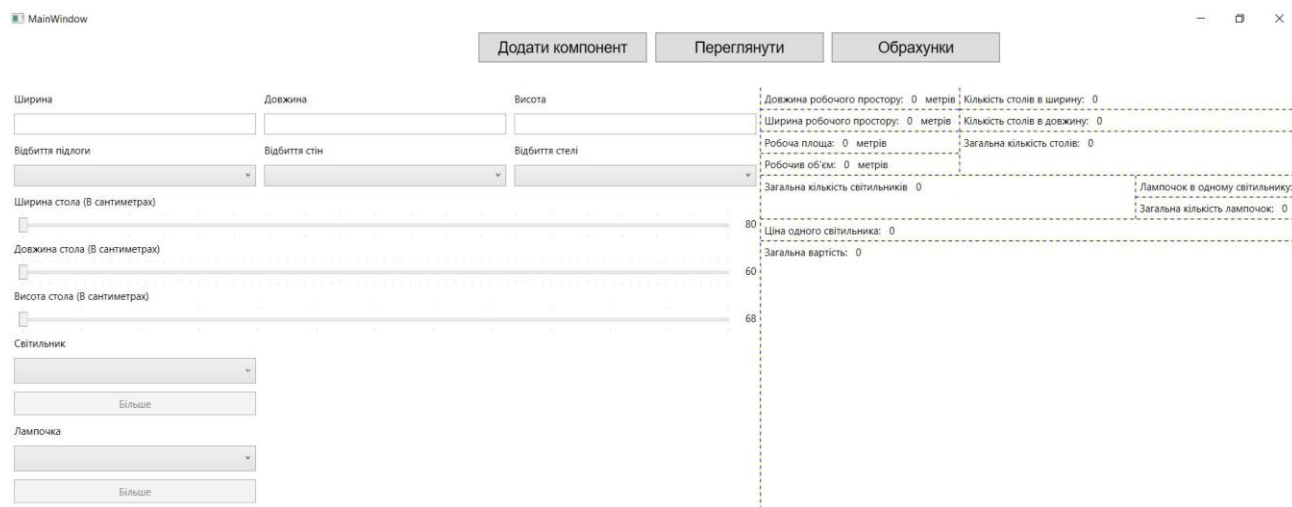


Рисунок 3.19 – Інтерфейс вікна Обрахунки

1. Ширина.

В це поле користувачу необхідно ввести габаритну ширину приміщення, для якого проводиться проектування та подальше розміщення робочих місць з ЕОМ. Поле дозволяє вводити лише чисельні дані, розмірність даних – метри.

2. Довжина.

Аналогічно до ширини приміщення, вводиться габаритна довжина. Розмірність – метри.

3. Висота.

Поле для введення висоти приміщення, від підлоги до стелі. Розмірність – метри. За необхідності ввести не цілі числа, наприклад 2,9 метри, користувачу слід звернути увагу на те, що необхідно вводити дані через кому. У випадку введення даних через крапку, саме слово Висота буде підсвічено червоним кольором. Таке підсвічення означає, що введено некоректні дані і програма не буде здатна провести необхідні обрахунки.

Крім того, таким кольором підсвічується наступне значення, яке користувачу необхідно ввести (рис. 3.20). Таким чином програма надає підказки стосовно послідовності введення даних в програму.

Ширина	Довжина	Висота	Довжина робочого простору: 0 метрів	Кількість столів в ширину: 0
2.5			Ширина робочого простору: 0 метрів	Кількість столів в довжину: 0
Відбиття підлоги	Відбиття стін	Відбиття стелі	Робоча площа: 0 метрів	Загальна кількість столів: 0
			Робочий об'єм: 0 метрів	
Ширина стола (в сантиметрах)			Загальна кількість світильників: 0	Лампочок в одному світильнику:
			Ціна одного світильника: 0	Загальна кількість лампочок: 0
Довжина стола (в сантиметрах)			Загальна вартість: 0	
Висота стола (в сантиметрах)				

Рисунок 3.20 – Приклад підсвічення пустих полів, які не містять дані

4. Відбиття підлоги.

У користувача немає можливості вводити дані вручну у це поле. Йому дані будуть запропоновані у вигляді випадаючого списку. Це пов'язано з тим, що стосовно коефіцієнтів відбиття підлоги, стелі та стін існує ряд обмежень.

Якщо звернути увагу на рис. 2.5, то для коефіцієнтів відбиття підлоги допускається лише два значення – 10 та 30%, які відповідають коефіцієнтам відбиття 0,1 та 0,3. Ці значення регламентовані ДСанПіН 3.3.2.007-98 [17]. Використання інших значень є прямим порушенням норм законодавства в питаннях охорони праці робітників, які працюють за ЕОМ.

5. Відбиття стін.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Аналогічно до відбиття підлоги в цьому полі користувач обирає із випадającego списку значення коефіцієнту відбиття стін. Запропоновані значення у відповідності із рис. 2.5 – 10, 30 та 50%, що відповідає коефіцієнтам 0,1, 0,3 та 0,5.

6. Відбиття стелі.

Аналогічно до відбиття стін та підлоги, користувач обирає із випадającego списку значення коефіцієнту відбиття стелі. Запропоновані значення у відповідності із рис. 2.5 – 30, 50 та 70%, що відповідає коефіцієнтам 0,3, 0,5 та 0,7.

7. Ширина стола, довжина стола та висота стола (в сантиметрах).

Ширина стола, довжина та висота – це додаткові поля, які користувачу можна не обирати. Але, якщо виникла така необхідність, в СПЕОМ передбачено можливість змінювати габаритні розміри стола. Зміна відбувається шляхом перетягування повзунця.

Якщо звернути увагу на рис. 3.20, то за замовченням користувачу пропонується виконувати проектування приміщень з ЕОМ із наступними значеннями розмірів стола:

- ширина стола – 80 см;
- висота стола – 68 см;
- довжина стола – 60 см.

Ці значення пояснюються тим, що саме вони є рекомендованими за ДСанПіН 3.3.2.007-98 [17]. При необхідності змінити розміри стола, користувачу достатньо перетягнути повзунець по лінійці, як це показано на рис. 3.21. Проміжне значення буде відображено над повзунком та буде автоматично змінюватись справа по закінченню повзунця.

8. Світильник.

В цьому пункті користувачу необхідно обрати один із світильників, які були занесені в базу програми самостійно або ж із світильників за замовченням. Вибір виконується із випадającego списку (рис. 3.22), при чому у списку відображається лише назва світильника.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



Рисунок 3.21 – Зміни габаритних розмірів стола (в сантиметрах)

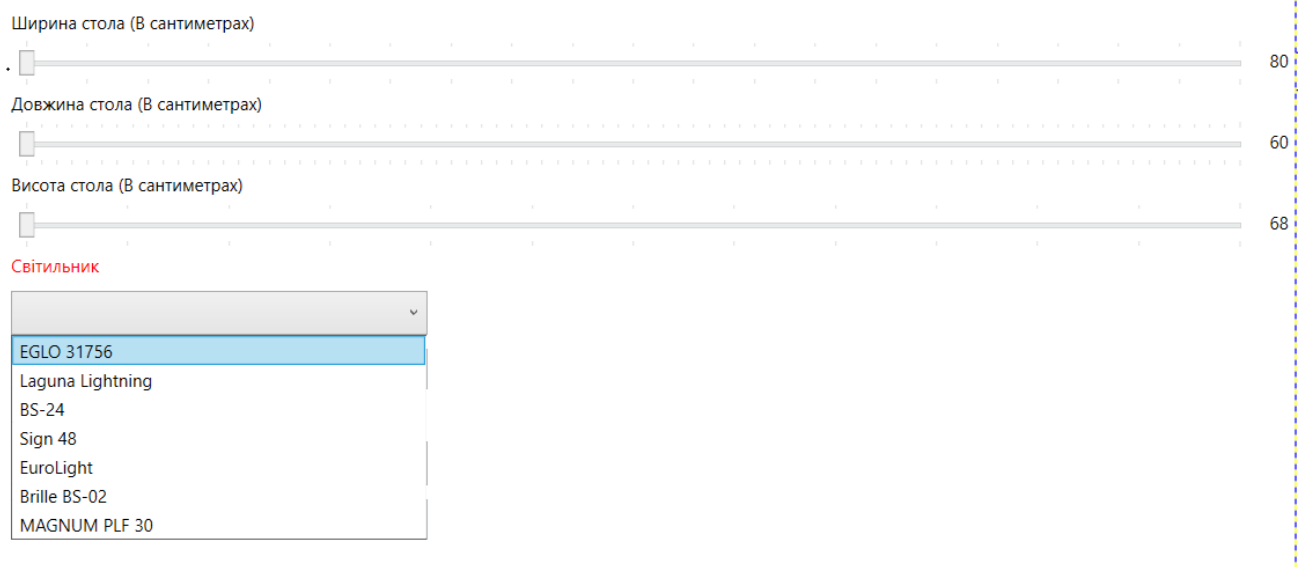


Рисунок 3.22 – Вибір світильника для розрахунків

Після вибору певного світильника, в буфер пам'яті програми буде збережено його технічні характеристики з метою використання їх в подальших розрахунках. Якщо користувач не пам'ятає технічні характеристики та хоче впевнитись в тому, що обрав бажаний світильник, йому немає необхідності переходити на сторінку, в якій відображається база світильників. Для цього в програмі передбачено висвічення в спеціальному вікні технічних характеристик світильника.

Під випадаючим списком наявна кнопка під назвою Більше. Щоб побачити технічні характеристики обраного світильника достатньо навести кнопку миші на кнопку Більше та натиснути її. В результаті у спеціальному вікні будуть відображені технічні характеристики обраного світильника (рис. 3.23).

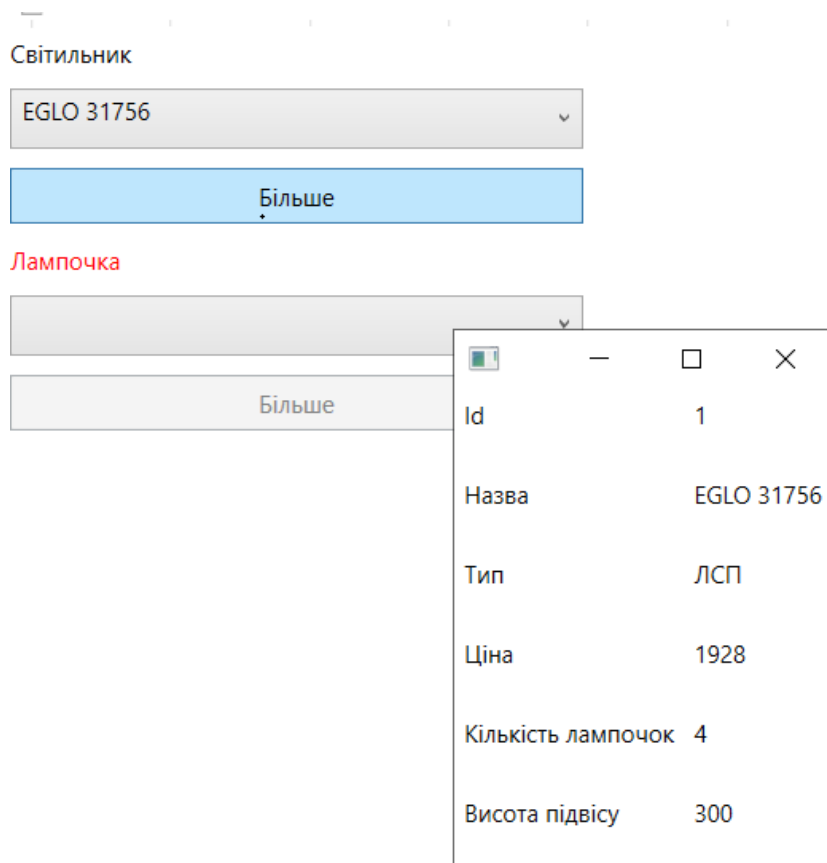


Рисунок 3.23 – Відображення технічних характеристик обраного світильника

9. Лампа.

Вибір лампи та відображення її технічних характеристик відбувається аналогічно до вибору світильника.

Після введення всіх необхідних даних в програму в правій частині вікна буде автоматично проведено розрахунок кількості робочих місць та їх розміри у відповідності із методикою, наведеною в 2.1. Приклад таких розрахунків для приміщення із габаритними розмірами 25 метрів ширини, 35 метрів довжини і 2,9 метрів висоти наведений на рис. 3.24.

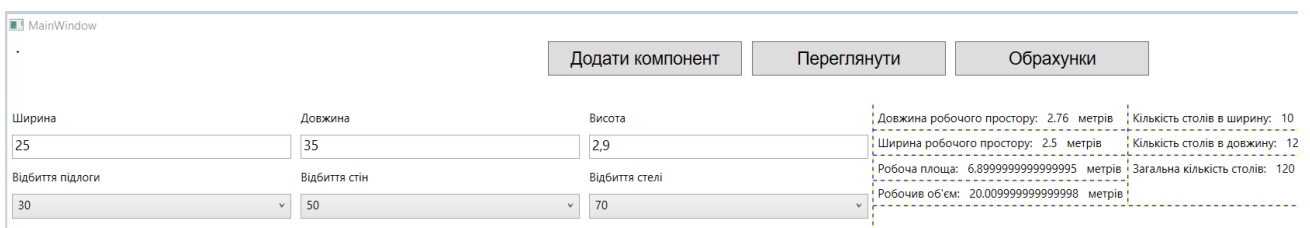


Рисунок 3.24 – Приклади проведених розрахунків

Додати компонент			Переглянути		Обрахунки	
Ширина	Довжина	Висота	Довжина робочого простору: 2,42 метрів		Кількість столів в ширину: 5	
14	18	3,3	Ширина робочого простору: 2,5 метрів		Кількість столів в довжину: 7	
Відбиття підлоги	Відбиття стін	Відбиття стелі	Робоча площа: 6,05 метрів		Загальна кількість столів: 35	
30	50	70	Робочий об'єм: 19,965 метрів			

Рисунок 3.25 – Приклад розрахунку кількості робочих місць

В результаті проведеного розрахунку для зазначених розмірів приміщення було встановлено, що в приміщенні без порушення норм ДСанПіН 3.3.2.007-98 [17] можна розмістити 120 робочих місць. При цьому розміри одного робочого місця та їх відповідність вимогам за законодавством наступне:

- ширина робочого простору – 2,5 метрів;
- довжина робочого простору – 2,76 метрів;
- кількість столів в ширину приміщення – 10 штук;
- кількість столів в довжину приміщення – 12 штук;
- загальна кількість робочих місць – 120 штук;
- робоча площа одного робочого місця становить 6,89 м², що задовольняє вимогу щодо мінімальної площі у 6 м²;
- робочий об'єм одного робочого місця становить 20,1 м³, що задовольняє вимогу щодо мінімального об'єму на одного працюючого у 20 м³.

Аналогічним чином було проведено обчислення кількості робочих місць для приміщення шириною 14 метрів, довжиною 18 метрів та висотою стелі 3,3 метри. Приклад проведених розрахунків наведено на рис. 3.25.

Окрім проведення розрахунків у програмі реалізована графічна частина. Графічна частина програми відповідає за розташування розрахованої кількості робочих місць за розмірами приміщення.

На рис. 3.26 наведено приклад такого розташування робочих місць для приміщення із наступними розмірами:

- ширина приміщення – 16 метрів;
- довжина приміщення – 25 метрів;
- висота приміщення – 2,5 метри.



Рисунок 3.26 – Розташування робочих місць на схемі приміщення

За результатами проведених розрахунків було встановлено, що:

- ширина робочого простору – 3 метри;
- довжина робочого простору – 2,6 метрів;
- кількість столів в ширину приміщення – 6 штук;
- кількість столів в довжину приміщення – 5 штук;
- загальна кількість робочих місць – 30 штук;
- робоча площа одного робочого місця становить $7,8 \text{ м}^2$, що задовольняє вимогу щодо мінімальної площі у 6 м^2 ;
- робочий об'єм одного робочого місця становить $20,1 \text{ м}^3$, що задовольняє вимогу щодо мінімального об'єму на одного працюючого у 20 м^3 .

Для розрахунку штучного освітлення в приміщенні було обрано лампи ЛД18 та світильники Brille BS-02. За розрахунком необхідно 240 ламп і 120 світильників. Аналогічно до розташування робочих місць, в СПЕОМ реалізована

можливість розташовувати в приміщенні штучне освітлення (рис. 3.27). Загальна вартість освітлення в такому випадку становить 161 000 гривень.

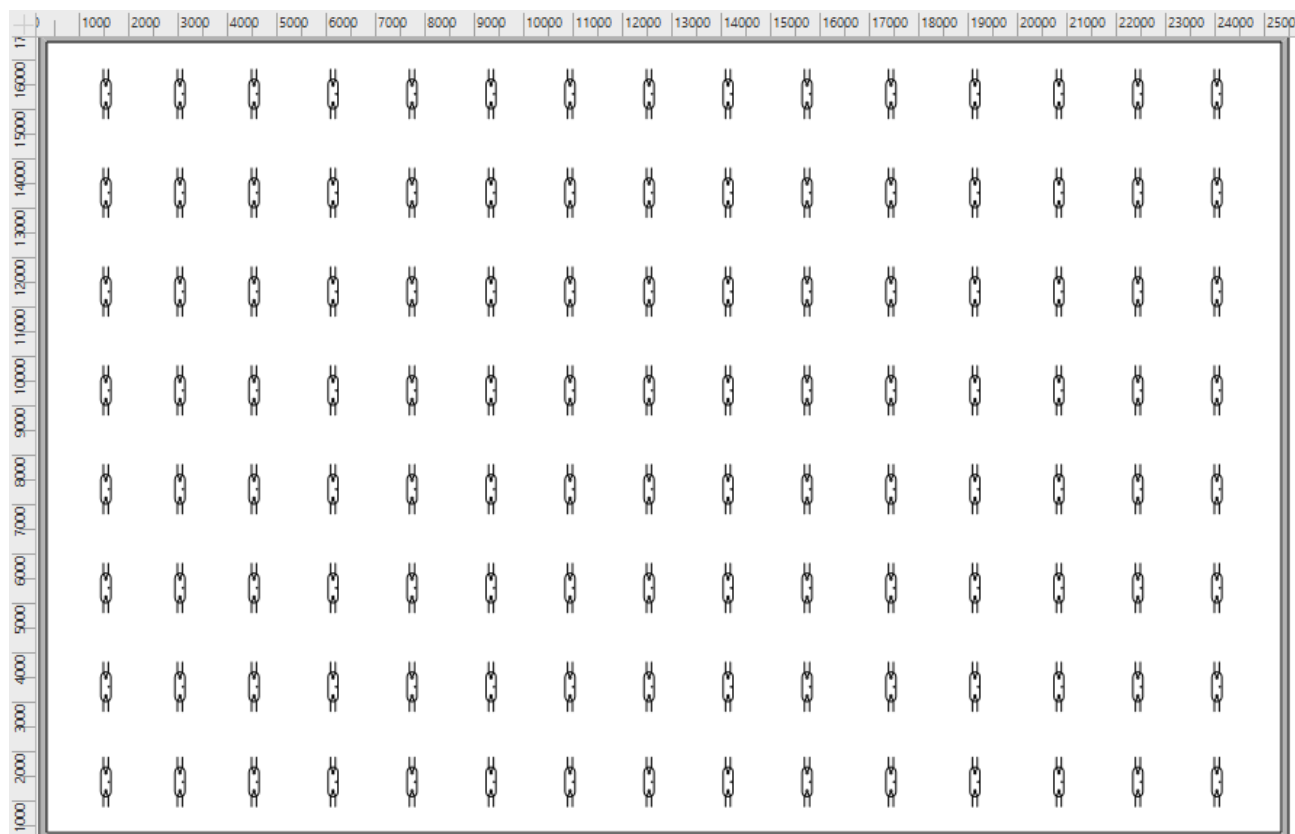


Рисунок 3.27 – Розташування світильників

Для порівняння було проведено ще один розрахунок в СПЕОМ, але вже для приміщення іншого розміру. Результати розташування робочих місць та світильників наведено на рис. 3.28 та 3.29 відповідно.

У другому розрахунку було обрано приміщення із наступними розмірами:

- ширина приміщення – 12 метрів;
- довжина приміщення – 18 метрів;
- висота приміщення – 3 метри.

За результатами проведених розрахунків було отримано наступні дані:

- ширина робочого простору – 2,56 метри;
- довжина робочого простору – 2,6 метрів;
- кількість столів в ширину приміщення – 4 штуки;
- кількість столів в довжину приміщення – 4 штуки;

- загальна кількість робочих місць – 16 штук;
- робоча площа одного робочого місця становить $6,67 \text{ м}^2$, що задовольняє вимогу щодо мінімальної площі у 6 м^2 ;
- робочий об’єм одного робочого місця становить $20,1 \text{ м}^3$, що задовольняє вимогу щодо мінімального об’єму на одного працюючого у 20 м^3 .

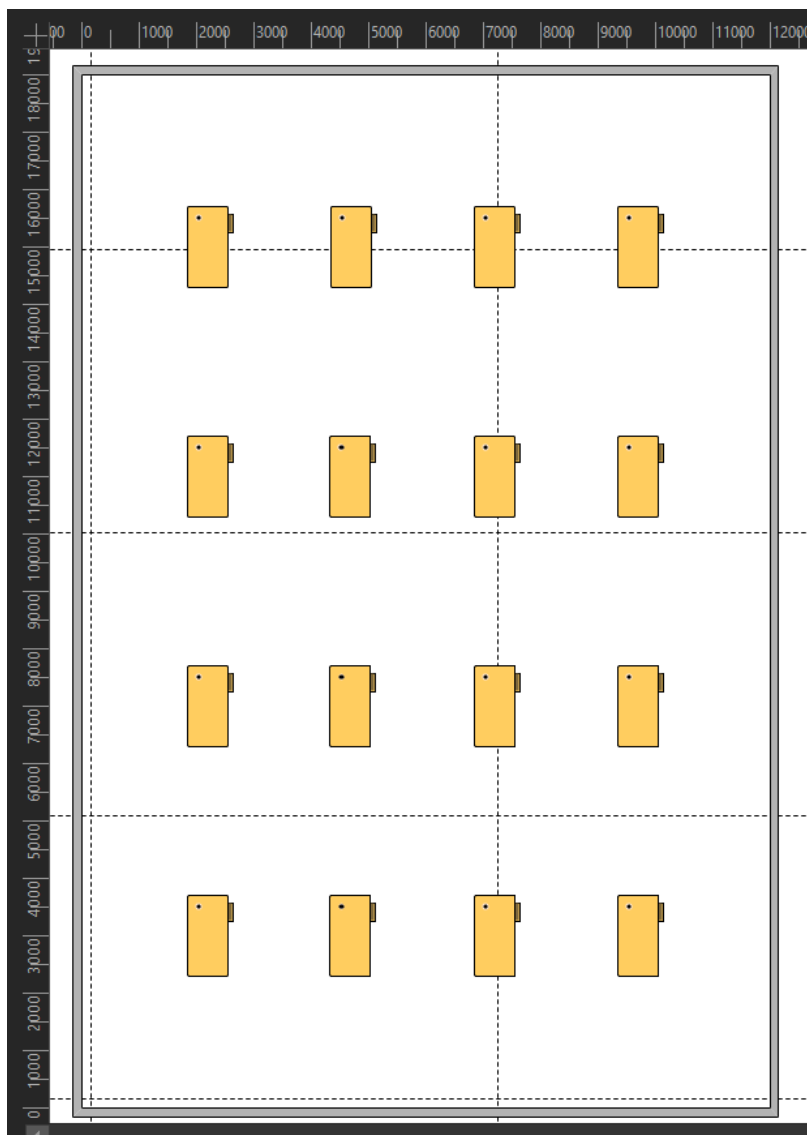


Рисунок 3.29 – Розташування робочих місць

Для розрахунку освітлення було обрано світильник MAGNUM PLF 30. За результатами розрахунку штучного освітлення для такого приміщення у випадку використання ламп ЛД40 на освітлення необхідно 156 ламп у 78 світильниках. Загальна вартість освітлення в такому випадку становить 44 694 гривні.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

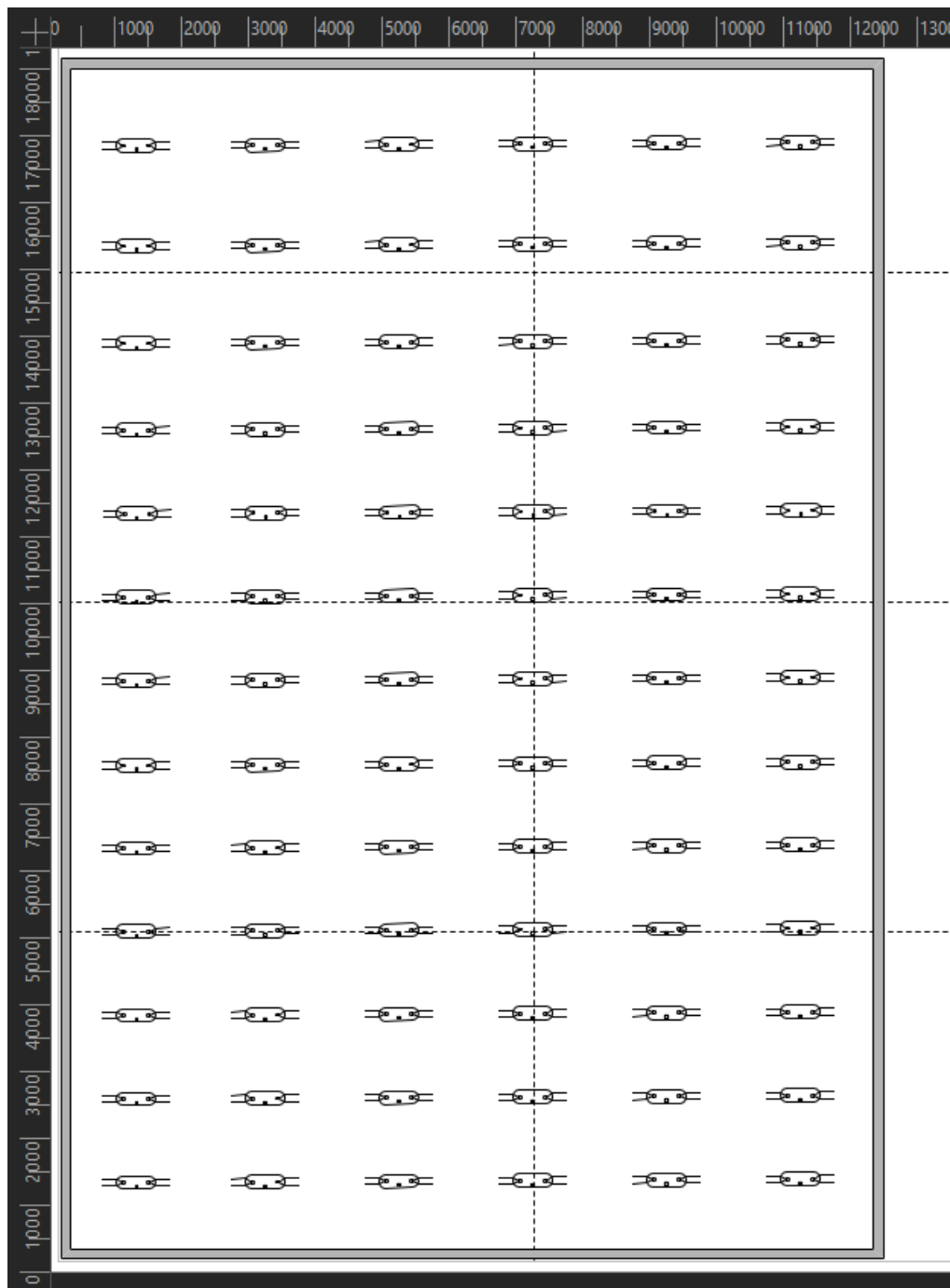


Рисунок 3.30 – Розміщення світильників

На виконання кожного розрахунку було витрачено приблизно 5 хвилин часу, що набагато швидше, ніж при проведенні ручних розрахунків. Наприклад, на приклад розрахунку, який описаний в розділі 2.3, було витрачено майже 2 години часу, яка включала в себе окрім самого розрахунку ще й його належне оформлення у текстовому вигляді.



Рисунок 4.1 – Ергономічне розміщення елементів ЕОМ на робочому столі

З метою нормального рівня працездатності в приміщеннях з ЕОМ необхідно підтримувати на належному рівні параметри мікроклімату. В ДСанПіН 3.3.2.007-98 для приміщень з ЕОМ регламентовані наступні норми мікроклімату, які наведені в табл. 4.1. Як видно з табл. 4.1, робота з ЕОМ класифікуються як легка і відноситься до категорій 1а або 1б.

Таблиця 4.1 – Норми мікроклімату для приміщень з ЕОМ [17]

Період року	Швидкість руху повітря, м/с	Відносна вологість, %	Температура, °С	Категорія робіт
Теплий	0,2	40-60	22-24	1б
	0,1		23-25	1а
Холодний	0,1		21-23	1б
	0,1		22-24	1а

Для контролю показників мікроклімату рекомендується використовувати прилад Testo 435-1 (рис. 4.2). Технічні характеристики приладу наведені в табл. 4.2.

Zoom



Рисунок 4.2 – Прилад для контролю мікроклімату Testo 435-1

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики Testo 435-1 [7]

Характеристика	Значення
Вага	428 г
Діаметр зони	12 мм
Довжина зонду	745 мм
Діапазон вимірювань швидкості руху повітря	0-60 м/с
Діапазон вимірювань температури	-200 – 1370 °C
Діапазон вимірювань відносної вологості	0-100%
Наявність вбудованого датчику тиску	-
Робоча температура	-20 - +50°C
Похибки вимірювань температури	± 5°C
Похибки вимірювань відносної вологості	± 2%
Похибки вимірювань швидкості руху повітря	± 0,003 м/с
Габаритні розміри	225 x 74 x 46 мм

В ДСанПіН 3.3.2.007-98 [17] відмічається, що у приміщеннях з ЕОМ обов'язково повинні підтримуватись оптимальні норми мікроклімату. Підтримання параметрів мікроклімату на допустимих значеннях є порушенням вимог охорони праці працівників, що працюють з ЕОМ.

В свою чергу у ДБН В.2.5-67:2013 відмічається, що задля підтримання в приміщеннях оптимальних норм мікроклімату необхідно передбачати систему кондиціонування повітря, оскільки навіть найбільш точно прорахована система вентиляції не дає гарантії підтриманні норм параметрів мікроклімату на оптимальних значеннях [15]. Тому доцільно розглянути кондиціонери та надати рекомендації стосовно їх використання в приміщеннях з ЕОМ.

1. *Cooper&Hunter CH-S09XN7 Prima Plus* [31]. Такий кондиціонер рекомендується для використання в приміщеннях, площа яких становить менше 25 м². Окрім функції охолодження, в кондиціонері CH-S09XN7 Prima Plus (рис. 4.3) наявні функції насичення іонами та очищення повітря. В результаті повітря стає менш алергеним внаслідок зменшення кількості пилу. Клас енергоефективності цієї моделі – А.

МО
УО



Рисунок 4.3 – Кондиціонер Cooper&Hunter CH-S09XN7 Prima Plus

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Працює ця модель в діапазоні температур від 18 до 43 °С [31]. Наявний в ньому режим обігріву, який споживає 710 Вт електроенергії. Швидке досягнення встановленої температури можливе завдяки використанню режиму турбо. Середня вартість кондиціонеру становить 16 000 гривень.

2. *Bosch Climate CL3000i RAC 5,3 E* [31]. Представляє собою спліт-систему інвенторного типу (рис. 4.4), яка здатна обслуговувати до 55 м². Максимальна температура, в якій кондиціонер здатен охолоджувати приміщення становить 50 °С, а мінімальна – 15 °С. Витрати електроенергії становлять 1,55-1,75 кВт, а клас енергоефективності – А++.

МО
УО



Рисунок 4.4 – Кондиціонер Bosch Climate CL3000i RAC 5,3 E

Окрім базових функцій кліматична техніка фірми Bosch оснащена функцією самоочищення, завдяки якій відбувається видалення забруднення у важкодоступних місцях. Крім того, у цього кондиціонеру наявна функція управління через мережу Wi-Fi, що значно спрощує його використання для приміщень з ЕОМ, оскільки в таких приміщеннях завжди наявна мережа доступу до Інтернет.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Рівень шуму роботи кондиціонера в приміщенні становить 56 децибел, а назовні – 65 децибел. Середня вартість кондиціонера становить 33 600 гривень.

3. *Neoclima 3.2 NS/NU-12EHXIW1* [31]. Ця кліматична система (рис. 4.5) призначена для обслуговування приміщень, площа яких менше 35 м². Їй характерні стабільність, низький рівень шуму в межах від 22,5 до 38,5 децибел, низьке енергоспоживання. Середня вартість кондиціонера становить – 21 000 гривень.



Рисунок 4.5 – Кондиціонер Neoclima 3.2 NS/NU-12EHXIW1

4. *Ardesto ACM-24ERP-R32-WI-FI-AG-S* [2]. Це настінний кондиціонер (рис. 4.6) інвенторного типу, із виробництвом холоду 7 кВт, а виробництво тепла сягає 4,9 кВт. Рекомендована площа приміщення для використання цієї моделі – 70 м². У кондиціонері наявні функції охолодження, осушення, обігріву та турборежим. Клас енергоефективності – А++. Аналогічно до моделі Bosch Climate CL3000i RAC 5,3 E наявна можливість керувати кондиціонером через мережу Wi-Fi.

Рівень шуму внутрішнього блоку цієї спліт-системи становить 62 децибелі, а зовнішнього – 67 децибел. Середня вартість кондиціонера становить 42 000 гривень.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67



Рисунок 4.6 – Кондиціонер Ardesto ACM-24ERP-R32-WI-FI-AG-S

6. *TAD Pro DUC-I 60* [26]. У випадку необхідності використання кондиціонерів в приміщенні, площа яких становить більше 100 м², рекомендується або просто збільшувати кількість кондиціонерів спліт-систем, або використовувати кондиціонери каналного типу. Одним із найбільш оптимальних рішень буде кондиціонер TAD Pro DUC-I 60 (рис. 4.7) стельового кріплення, середня вартість якого становить 188 000 гривень.



Рисунок 4.7 – Кондиціонер TAD Pro DUC-I 60

Функціональні показники цього типу кондиціонеру наступні:

- інвенторний компресор;
- виробництво тепла – 17 кВт;
- виробництво холоду – 16 кВт;
- потужність на охолодження та обігрів – 5,45 і 5 кВт відповідно.

У кондиціонеру цієї моделі наявність режимі очистки, осушення, охолодження, нагріву повітря, а також може працювати в автоматичному та нічному режимі. Площа приміщення, в якому рекомендується використовувати такий кондиціонер лежить в межах від 100 до 180 м². До того ж у кондиціонеру наявні функції самоочищення та самодіагностики.

4.2 Розрахунок природного освітлення в приміщеннях з ЕОМ

Оскільки у приміщеннях, в яких використовується ЕОМ, не допускається використання лише штучного освітлення, то необхідно провести розрахунок природного освітлення для таких приміщень. Методика розрахунку природного освітлення приміщень регламентується ДБН В.2.5:28 – 2018 [14].

Розглянемо розрахунок природного освітлення приміщення із розмірами 14 x 18 метрів. Формула розрахунку площі світлових прорізів наступна:

$$S_{\text{вікон}} = \frac{K_{\text{буд}} \eta_{\text{в}} K_{\text{з}}}{r_1 \tau_0} \cdot \frac{D_{\text{н}}}{100m'} \quad (4.1)$$

де r_1 – коефіцієнт, який враховує підвищення коефіцієнту природного освітлення (КПО) за рахунок світла, яке відбивається від внутрішніх поверхонь приміщення;

$D_{\text{н}}$ – КПО, яке залежить від типу приміщення, %;

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання матеріалу;

$K_{\text{буд}}$ - коефіцієнт затінення вікон в приміщенні тінню від протилежних будинків;

m – коефіцієнт світлового клімату;

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

класифікується як приміщення громадських будівель із нормальними умовами вологості повітря, тому у відповідності із [14] $K_3 = 1.2$.

Для розрахунку коефіцієнта світлової активності вікон необхідно провести розрахунок певних співвідношень габаритних розмірів приміщення, а саме відношення довжини приміщення до його глибини (4.2) та відношення глибини приміщення до його висоти від рівня робочої поверхні до верху вікна h_l (4.3) [14]. Оскільки столи мають стандартну висоту, яка становить 0,8 м, то приймаємо значення $h_l = 2$ м. Тоді співвідношення наступні:

$$\frac{l_n}{B} = \frac{18}{14} = 1.28, \quad (4.3)$$

$$\frac{B}{h_l} = \frac{18}{2} = 9, \quad (4.4)$$

де B – глибина приміщення, м;

l_n – довжина приміщення, м.

Тоді, відповідно до А.10, коефіцієнт $\eta_b = 29$.

За замовченням більшість приміщень офісного типу знаходяться в центральних районах міста, яким характерна щільна забудова. Тому, для визначення коефіцієнту затінення вікон приймаємо значення $K_{б\text{уд}} = 1.4$ (табл. А.11).

Коефіцієнт, що враховує підвищення КПО r_1 визначається на основі коефіцієнтів відбиття стелі, підлоги та стін. Для приміщень з ЕОМ ці значення повинні відповідати 70% для стелі, 30% для підлоги та 50% для стін. Тоді, у відповідності із табл. А.12, коефіцієнт $r_1 = 3$.

Загальний коефіцієнт світлопропускання враховує всі характеристики вікон, такі як матеріал рами та наявність захисної сітки. Він визначається за формулою:

$$\tau_0 = \tau_5 \cdot \tau_4 \cdot \tau_3 \cdot \tau_2 \cdot \tau_1, \quad (4.5)$$

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

де τ_5 – коефіцієнт, що враховує наявність захисної сітки;

τ_4 – коефіцієнт, що враховує наявність сонцезахисних пристроїв;

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світлових променів в несучих конструкціях;

τ_2 – коефіцієнт, що враховує матеріал рами вікон;

τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу.

Оскільки коефіцієнт τ_3 використовується тільки при розрахунку верхнього освітлення, то для розрахунку бокового освітлення $\tau_3 = 1,0$. Крім того, при азимуті 50° світлові прорізи не виходять на захід або південний захід, тоді у відповідності із [14, 17] немає необхідності передбачати сонцезахисні пристрої і $\tau_4 = 1,0$. Приймаємо також значення $\tau_5 = 1,0$, тобто захисна сітка на світлових прорізах відсутня.

В якості матеріалу рами на даний час найбільш поширеним матеріалом є металопластик, тоді у відповідності із [14] коефіцієнт $\tau_2 = 0,75$. Відповідно до табл. А.13 коефіцієнт $\tau_1 = 0,85$ для безкольорового скла товщиною 6,0 мм. Тоді загальний коефіцієнт світлопропускання становитиме:

$$\tau_0 = 0,85 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,64 \quad (4.6)$$

Тоді площа світлових прорізів для приміщення із розмірами 14 x 18 метрів становитиме:

$$S_{\text{вікон}} = \frac{1,4 \cdot 1,2 \cdot 29}{0,64 \cdot 3,0} \cdot \frac{1,2}{100 \cdot 0,96} = 80 \text{ м}^2. \quad (4.7)$$

Оскільки розраховану площу світлових прорізів дозволено змінювати в межах від 95% до 110%, то межі площі світлових прорізів становитимуть 76-88 м².

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

4.3 Розрахунок рівня шуму в приміщеннях з ЕОМ

Окрім належного стану освітлення в приміщеннях з ЕОМ (штучного та природного), показників мікроклімату та достатнього робочого простору, в таких приміщеннях для забезпечення належних умов праці повинен бути відповідний рівень шуму, який не повинен перевищувати значень, наведених у табл. 1.3.

Для проведення оцінки рівня шуму в приміщеннях з ЕОМ також приймемо значення розмірів приміщення 14 x 18 метрів, в якому розташовується 24 робочих місця з ЕОМ. В середньому рівень шуму одного ЕОМ становить 37-45 дБ.

При розрахунку шуму проводиться оцінка рівня інтенсивності звукового тиску (4.8) або рівня інтенсивності звуку (4.9).

$$L_{\text{тиск}} = 20 \lg \frac{\bar{p}}{p_0}, \quad (4.8)$$

$$L_{\text{інтенсивність}} = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \quad (4.9)$$

де \bar{p} – значення звукового тиску (середнє квадратичне);

I – інтенсивність звуку, Вт/м²;

p_0 – значення звукового тиску на частоті 1000 Гц ($2 \cdot 10^{-5}$ Па);

I_0 – інтенсивність звуку на частоті 1000 Гц (10^{-12} Вт/м²) [23].

Якщо в деяку точку з декількох джерел потрапляє шум різних інтенсивностей, то сумарне значення рівня інтенсивності звуку в цій точці визначається за формулою:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg(10^{0.1L_1} + 10^{0.1L_2} + \dots + 10^{0.1L_N}), \quad (4.10)$$

де L_1, L_2, \dots, L_N – рівні інтенсивності або рівні звукового тиску, які утворюються джерелом шуму та потрапляють в одну точку.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

У випадку використання комп'ютерів, приймаємо, що всі вони мають однаковий рівень шуму, який становить 45 дБ. Тоді сумарний рівень звуку, який потрапляє на робоче місце кожного працівника становить [23]:

$$L_{\Sigma} = L + 10 \lg N = 45 + 10 \cdot \lg 24 = 46,4 \text{ дБ.} \quad (4.11)$$

Значення у 46,4 дБ відповідає нормованим значенням шуму для всіх видів працівників за ЕОМ.

У випадку, якщо у приміщенні використовується кондиціонер, рівень шуму якого в середньому становить 55 дБ, сумарний рівень звуку в приміщенні становитиме:

$$\begin{aligned} L_{\Sigma} &= 10 \lg(10^{0.1L_1} + 10^{0.1L_2}) = 10 \lg(10^{0.1 \cdot 46,4} + 10^{0.1 \cdot 55}) = \\ &= 10 \lg(43651 + 316227) = 10 \cdot 5.556 = 55.56 \text{ дБ} \end{aligned} \quad (4.12)$$

Відповідно до табл. 1.3, це значення задовольняє нормовані значення акустичного шуму для роботи у приміщеннях, де працівники використовують ЕОМ.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ВИСНОВОК

I розділ дипломної роботи присвячений аналізу законодавчого та нормативно-правового забезпечення охорони праці в приміщеннях, в яких робочі місця передбачають використання візуально-дисплейних терміналів та електронно-обчислювальних машин. В розділі наводиться статистика використання ЕОМ на підприємствах, що підкреслює актуальність проведення досліджень, оскільки в середньому в Україні 90% використовують ЕОМ.

Також проведено детальний аналіз державного регулювання норм праці при роботі з ЕОМ в Україні та його порівняння із світовими стандартами. Встановлено основні відмінності у стандартах різних країн світу та відсутність узгодженості в міжнародному стандарті.

У II розділі наводиться методика проектування приміщень з ЕОМ відповідно до встановлених ДСанПіН 3.3.2.007-98 норм. Окрім цього розглядається методика проектування систем штучного освітлення в приміщеннях з ЕОМ у відповідності із ДБН В.2.5:28-2018.

III розділ магістерської роботи присвячений детальному опису розробленої системи проектування приміщень, в яких використовуються ЕОМ. Надається опис підготовчого етапу до використання розробленої системи проектування приміщень, а також надано детальний опис інтерфейсу розробленого програмного засобу. У функціоналі розробленої системи існує можливість не тільки проектувати робочі місця з ЕОМ, а й проводити розрахунок або оцінку стану штучного освітлення.

Четвертий розділ магістерської роботи присвячений наданню загальних рекомендацій з питань дотримання належного рівня умов праці в приміщеннях з ЕОМ. Серед основних рекомендацій слід відмітити, що обрано найбільш оптимальні системи кондиціонування в залежності від площі приміщення з метою підтримки параметрів мікроклімату на рівні, що відповідає оптимальним нормам. Також надано рекомендації щодо стану природного освітлення приміщень та рівня акустичного шуму.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Результати дипломної роботи з практичної точки зору можуть використовуватись при проектуванні приміщень, в яких робочі місця передбачають використання візуально-дисплейних терміналів та електронно-обчислювальних машин на виробництвах незалежно від форми їх діяльності, а також для перевірки відповідності умов праці в таких приміщеннях нормам, які встановлені законодавством України з питань охорони праці.

					ДРЦВБ.22337.22.01.01 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76