

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
імені Ю.М. ПОТЕБНІ  
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ  
(повна назва кафедри)

**Кваліфікаційна робота (проект)**

магістр

(рівень вищої освіти)

на тему Світлотехнічні рішення для освітлення спортивних басейнів

---

---

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1922-мопа  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна  
інженерія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Містобудування та  
об'ємно-просторова архітектура

(назва освітньої програми)

Гальченко А.М.

(ініціали та прізвище)

Керівник доц., к.т.н, Банах А. В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент проф., д.т.н, Банах В.А.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя  
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
імені Ю.М. ПОТЕБНИ

Кафедра міського будівництва і архітектури  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(код та назва)  
Освітня програма Містобудування та об'ємно-просторова архітектура

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри [підпис]  
« 01 » 06 2023 року

ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Гальченко Андрій Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проекту) Світлотехнічні рішення для освітлення спортивних басейнів

керівник роботи доц., к.т.н. Банах А. В.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 09 » 10 2023 року № 1578-с

- 1 Строк подання студентом роботи 01.12.2023
- 2 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливість розв'язання проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень
- 3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Літературний огляд. Аналіз освітленості басейну, розташованого на території спортивно-оздоровчого комплексу. Пропозиції щодо модернізації освітлювальної установки на базі існуючого об'єкта та аналізу наведеного матеріалу на тему цієї роботи.

4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація із результатами аналітичних обґрунтувань наукової роботи, результати експериментальних досліджень, результати розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних технологій

5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Банах А. В.		
2	Банах А. В.		
3	Банах А. В.		

6 Дата видачі завдання 01.09.2023

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прізвище
1	Літературний огляд	01.10	
2	Розділ 1	15.10	
3	Розділ 2	01.11	
4	Розділ 3	15.11	
5	Розробка графічної частини	20.11	
6	Оформлення роботи	25.11	
7	Попередній захист	01.12	

Студент (підпис) Гальченко А.М. (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (просекту) (підпис) Банах А. В. (ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**  
 Нормоконтролер (підпис) Банах В.А. (ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Гальченко Андрій Миколайович. Світлотехнічні рішення для освітлення спортивних басейнів.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник А.В. Банах. Інженерний навчально-науковий інститут імені Ю.М. Потебні ЗНУ, кафедра міського будівництва і архітектури, 2023.

Цілеспрямована підтримка якісного та багатофункціонального освітлення спортивних приміщень носить актуальний характер, а також набуває деякої виховної функції при формуванні здоров'я та розвитку підростаючого покоління.

У роботі проведено аналіз освітлювальної установки об'єкта дослідження, продемонстровано перевагу освітлювальної установки зі світлодіодними джерелами світла.

Ключові слова: МОДЕРНІЗАЦІЯ, ОСВІТЛЕНІСТЬ, 3D - МОДЕЛЬ, БАСЕЙН, СВІТЛОВІ ПРИЛАДИ, СВІТИЛЬНИКИ, ЧАША БАСЕЙНУ.

## ABSTRACT

Andriy Mykolayovych Galchenko. Lighting solutions for the sports pools' illumination.

Qualifying graduation thesis for obtaining a master's degree of higher education in specialty 192 - Construction and civil engineering, supervisor A.V. Banach. Engineering Educational and Scientific Institute named after U.M. Potebny ZNU, Department of Urban Construction and Architecture, 2023.

Purposeful support of high-quality and multifunctional lighting of sports facilities is of an urgent nature, and also acquires a certain educational function in the formation of health and development of the younger generation.

In the work, an analysis of the lighting installation of the research object was carried out, the advantage of the lighting installation with LED light sources was demonstrated.

Keywords: MODERNIZATION, LIGHTING, 3D - MODEL, SWIMMING POOL, LIGHTING DEVICES, LAMPS, POOL BOWL.

## ЗМІСТ

	Вступ.....	9
Розділ 1	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАСЕЙНИ.....	11
1.1	Характеристика і класифікація басейнів.....	11
1.2	Найбільші у світі басейни.....	14
1.3	Басейн спортивно-оздоровчого комплексу «Дельфін», м. Львів.....	20
1.4	Проведення вимірів освітленості на території басейну.....	22
1.5	Вимоги до норм та правил освітлення спортивних басейнів у світовій практиці.....	25
Розділ 2	ОГЛЯД СВІЛОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ СПОРТИВНИХ БАСЕЙНІВ.....	29
2.1	Типи джерел світла, світлові прилади та обладнання.....	29
2.2	Розміщення, монтаж та обслуговування світлових приладів у приміщенні спортивного басейну.....	35
2.3	Комп'ютерне проектування освітлення спортивних об'єктів за допомогою програми Dialux.....	39
2.4	Представлення та аналіз освітлення басейну спортивно-оздоровчого комплексу.....	41
2.5	Пропозиції по модернізації освітлювальної установки.....	46
Розділ 3	ОЦІНКА КОМЕРЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПРОЕКТУ.....	52
3.1	Потенційні споживачі результатів дослідження.....	52
3.2	Аналіз конкурентних технічних рішень.....	53
3.3	SWOT –аналіз. Поняття й основні елементи SWOT-аналізу.	55
3.4	Визначення ресурсної та фінансової ефективності науково-дослідного проекту.....	58
3.5	Забезпечення техногенної безпеки.....	62
3.5.1	Виробнича безпека.....	63
3.5.2	Аналіз шкідливих факторів робочої зони та обґрунтування заходів щодо їх усунення.....	64

3.5.3	Аналіз небезпечних факторів робочої зони та обґрунтування заходів щодо їх усунення.....	68
3.5.4	Екологічна безпека.....	70
3.5.5	Безпека у надзвичайних ситуаціях.....	71
3.5.6	Організаційні заходи забезпечення безпеки.....	72
	ОСНОВНІ ВИСНОВКИ.....	75
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77

## ВИЗНАЧЕННЯ, ПОЗНАЧЕННЯ, СКОРОЧЕННЯ.

У цій роботі застосовані такі терміни з відповідними визначеннями:

Модернізація: зміна, удосконалення відповідно до сучасних вимог.

Вертикальна освітленість: освітленість у площині, спрямованій перпендикулярно до місця встановлення телекамери.

Горизонтальна освітленість: відношення світлового потоку, що падає на елемент поверхні до площі цього елемента.

Освітленість: поверхнева густина світлового потоку, що падає на майданчик заданої величини.

3D - модель: це наочний спосіб представлення об'єкта у вигляді тривимірного графічного зображення.

У цій роботі застосовані такі скорочення:

FINA – Federation Internationale de Natation, скор. - Міжнародна федерація плавання.

МКО = CIE - Commission Internationale de l'Eclairage, скор. - Міжнародна комісія з висвітлення.



## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Потреба у спорті з кожним роком зростає. Дедалі більше людей бере участь у спортивних змаганнях різного рівня. Щороку на території України з'являються нові спеціалізовані спорткомплекси, у тому числі спортивні басейни.

Заходи з водних видів спорту приковують увагу глядачів, де достатня кількість та різноманітність спортивних змагань належать підкоренню водної стихії. Саме заняттям плавання багато батьків віддають перевагу при виборі оздоровчої чи спортивної складової для своїх дітей.

Зростання популярності спортивного плавання пов'язане, зокрема, з початком будівництва штучних басейнів. Якість спортивних споруд визначається безліччю чинників, серед яких велику роль відіграє штучне висвітлення об'єкта. Поєднання світла і води, що народжує сотні відблисків на дзеркальній гладіні, створює в басейні особливу атмосферу і водночас неймовірно ускладнює проектування освітлювальної системи. Тим часом від того, наскільки якісним буде освітлення басейну, залежить не лише кількість рекордів, а й безпека плавців.

Актуальність цього питання також підтверджується вдосконаленням нових типів джерел світла, де переважним фактором є якість освітлення у поєднанні з енергоефективністю освітлювальної установки в цілому. Слід зауважити, що заходи щодо модернізації освітлення на спортивних майданчиках або залах ще не скрізь застосовуються, не винятком є і такий спортивний та тренувальний майданчик, як басейн. Використання якісного та енергоефективного там освітлення [1] безпосередньо впливає на самопочуття та мотивацію відвідувачів, є допоміжним фактором розвитку та підтримки дитячо-юнацького спорту.

**Мета та завдання дослідження.** Метою роботи є вивчення питань про сучасний стан світлотехнічних рішень у галузі освітлення спортивних басейнів.

**Об'єкт дослідження.** Басейн, розташований на території спортивно-оздоровчого комплексу.

**Предмет дослідження.** Світлові прилади та обладнання для освітлення басейнів; рівень та якість освітлення для проведення заходів з водних видів спорту, у тому числі у критих басейнах; комп'ютерне моделювання та розрахунок.

**Методи дослідження.** При вирішенні поставлених завдань використовувалися узагальнення та аналіз теоретичних та практичних досліджень на тему роботи. Моделювання роботи освітлювальних установок.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Проаналізовано вимоги до освітлення спортивних об'єктів з метою проведення заходів щодо водних видів спорту.

**Практичне значення одержаних результатів.** Проведено оцінку конкурентоспроможності технічних рішень та проведено комп'ютерне проектування освітлення спортивних об'єктів за допомогою DIALux.

**Особистий внесок дослідника.** Постановки мети та завдання дослідження. Збір та аналіз даних для проведення дослідження.

**Апробація результатів роботи.** Результати роботи докладалися на III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» з доповіддю «Освітлення спортивних басейнів»[63].

**Структура та обсяг магістерської роботи.** Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, основних висновків, списку використаних джерел містить 82 сторінок, 35 рисунків, 12 таблиць, 63 список використаних джерел.

## РОЗДІЛ 1

### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАСЕЙНИ

#### 1.1 Характеристика і класифікація басейнів

Плавальний басейн – споруда гідротехнічного характеру, призначена для занять водними видами спорту, такими як плавання, стрибки у воду, підводний спорт, водне поло, підводне регбі, синхронне плавання та інші. Басейни класифікуються за такими ознаками [2]:

##### 1. Призначення:

- Спортивні – басейни, призначені для навчально- тренувальних процесів, проведення змагань, навчання плаванню.
- Купальні - басейн, які мають переважно оздоровчі цілі. Призначені для неорганізованих разових відвідин.
- Навчальні – басейни освітніх закладів. Дані споруди призначені для залучення до води та навчання плавання, а також можливі проведення змагань локального рівня (див. рис. 1.1).
- Комбіновані – об'єднання в одному комплексі ванн для спортивних та навчальних занять. Безпосередньо внесок спортивної роботи в таких басейнах незначний, їхня основна мета - масове оздоровче купання та відпочинок людей.

##### 2. Розміри чаші басейну:

- Довгі, вони ж «дорослі» – 50-метрові басейни, які вже вважаються професійними.
- Короткі.

Басейни будуються найоригінальніших форм та розмірів. Можна знайти і довгі, і короткі, і з різними перепадами, поглибленнями, специфічним оформленням та іншими «фішками». Найменші і дрібні басейни називаються жабниками, і призначаються на навчання плаванню

дітей молодшого віку.



Рисунок 1.1 - басейн Національного університету «Львівська політехніка»

### 3. Обладнання:

- Відкритий басейн — ванна даної споруди знаходиться на відкритому повітрі. Залежно від характеру експлуатації відкриті басейни поділяються на сезонні та цілорічні.

- Критий басейн – ванна такого типу споруди розташована у спеціальному залі. Криті басейни довговічні, безпечніші та обслуговування таких басейнів у технічному плані дешевше.

- Комплексний басейн – об'єднання в одному об'єкті відкритої та критої ванн. Переваги такого типу споруди полягає в великій кількості функціональних можливостей, гнучкості експлуатації в будь-який час року (див. рис. 1.2).

Трансформований басейн — конструкція цієї споруди спроектована так, що ванна басейну може бути відкритою і закритою.

- Мобільний басейн – можливі переміщення споруди територіями.



Рисунок 1.2 - Комплексний басейн олімпійських розмірів Likas, Кота - Кинабалу, Малайзія

#### 4. Матеріал виготовлення ванни:

- Скловолоконні або композитні
- Бетонні • Поліпропіленові
- Сталеві (каркасні).

Ванна басейну є водонепроникною ємністю, у якої оброблена належним чином внутрішня поверхня, що сприяє створенню привабливого зовнішнього вигляду та підтримці в ній необхідного санітарно-гігієнічного режиму.

Конструкцію ванни виконують виходячи з конкретних умов будівництва та вимог замовника. Зазвичай стінки ванн вертикальні, проте можливі (виходячи з місцевих умов) поздовжні стінки влаштувати похилими (під кутом, як правило, не більше 45 °) [3].

5. І окрема категорія басейнів – басейни для Олімпійських ігор та чемпіонатів світу.

Розміри ванни басейну для Олімпійських ігор та чемпіонатів світу згідно з правилами FINA (Міжнародна федерація плавання, фр. Federation Internationale de Natation) [4] повинні бути довжиною 50 метрів (25 метрів для змагань «на короткій воді») та шириною 25 метрів, глибина - Не менше двох

метрів. За шириною ванна поділяється на вісім доріжок по 2,5 метра, а перед першою та після восьмої доріжки – ще по одній 2,5-метровій смузі (див. рис. 1.3).



Рисунок 1.3 - Олімпійський басейн, Лондон

## 1.2 Найбільші у світі басейни

Басейн на курорті Сан Альфонсо Дель Мар занесено до книги рекордів Гіннеса в грудні 2006 року. У басейні просто величезна кількість води - 250 млн. літрів, а його площа дорівнює приблизно площі шести тисяч 8-метрових басейнів.

Знаходиться це диво приблизно в 90 км від Сантьяго, Чилі. Це улюблена пам'ятка як чилійців, так і туристів з усього світу. (див. рис. 1.4)

У 1997-ому році голова і засновник Фернандо Фішман вирішив розвинути проект туристичної нерухомості: Сан-Альфонсо-дель-Мар в Альгарробо - невеликому містечку на центральному узбережжі Чилі.

Вода на чилійському узбережжі холодна, негостинна і небезпечна (купання тут заборонене), так що було важко уявити, як проект може бути успішним і відрізнятись від вже існуючих.



Рисунок 1.4 - басейн на курорті Сан Альфонсо Дель Мар (Чилі)

Щоб вирішити цю дилему, містер Фішман подумав про створення величезної лагуни з кристально чистою водою, яка дала б постояльцям готелів можливість купатися і насолоджуватися водними видами спорту в безпечному і чистому середовищі і теплих водах.

Він подорожував світом у пошуках технології, яка допомогла б йому втілити мрію в реальність. Однак такої технології просто не існувало. Єдиним доступним вибором було створення величезного, але традиційного плавального басейну, але це було не вигідно ні з технологічної, ні з економічної точки зору. Рішення прийшло у формі всесвітнього патенту та нової компанії під назвою "Crystal Lagoons Technology".

Технологія, завдяки якій був побудований цей басейн, володіє світовим патентом. Вона збирає і фільтрує воду з океану, підтримуючи температуру на 9 градусів тепліше, ніж в океані. Засновник і голова компанії Фішман - біохімік за освітою, він придумав технологію, яка допомагає створювати "лагуни безмежних розмірів" з кришталево чистою водою і сильно зниженими витратами на утримання басейнів.

За оцінками компанії, витрати на будівництво басейну становлять 400 тис. доларів США на гектар для стандартної лагуни на 5 га (не рахуючи витрат на земельні розробки та відповідні послуги), а експлуатаційні витрати - близько 4 тис. доларів США на місяць, включаючи енергію, робітників і різні додатки.

У Єгипті можна знайти перші зображення плавання. Вони є на ерогліфах, що датуються 2500 роком до нашої ери.

У 2012 році компанія Кришталева лагуна побудувала найбільший у світі басейн на курорті Citystars Шарм-ель-Шейх в Єгипті. (див. рис. 1.5).



Рисунок 1.5 - басейн на курорті Citystars Шарм-ель-Шейх (Єгипт).



У різних прес-релізах повідомляється, що площа басейну становить близько 121 406 квадратних метрів, але згідно з Книгою рекордів Гіннеса, площа басейну в Шарм-ель-Шейху становить 96 437 квадратних метрів. Басейн готелю Citystars Шарм-ель-Шейх також є рекордсменом з найбільшої штучної лагуни у світі.[39].

За це його внесли до Книги рекордів Гіннеса. На його наповнення йде 21 день.

Ця велика лагуна – лише одна з 12 Кришталевих лагун у Шарм-ель-Шейху, загальна площа яких становить понад 1 012 000 квадратних метрів. Кришталеві лагуни оточені 7 000 кубічних метрів піску, створюючи пляжний оазис посеред пустелі.

Фешенебельний готель Marina Bay Sands, розташований в Сінгапурі, є справжньою світовою пам'яткою, і багато в чому завдяки розкішному басейну. Дах цього готелю є величезною терасою з кількома рівнями, на якій крім басейнів є ландшафтний сад, просторі зони відпочинку, ресторани та бари. Головний і найбільший басейн у готелі розташований на 55 поверсі, під час водних процедур відпочиваючі можуть насолоджуватися шикарним панорамним видом міста.

Цей басейн, розташований на висоті 200 метрів, сконструйований таким чином, що його борти зовсім непомітні. Створюється відчуття, що вода переливається через край басейну, далеко не всі гості готелю наважуються з першого разу підпливти до краю басейну.(див. рис.1.6)

Але це зовсім не так. Вода не виливається, вона тече, потрапляючи в особливий водозбірник, потім проходить фільтрацію, і знову повертається назад в басейн.[40].

Цей басейн по праву вважається одним із найкрасивіших у світі. Довжина цього шикарного басейну становить 150 метрів, він є найбільшим у світі басейном, розташованим на такій висоті.



Рисунок 1.6 - басейн на хмарочосі Marina Bay Sands, (Сінгапур)

Найглибший басейн: Y-40 Deep Joy. Найглибший басейн на планеті має розміри 21 на 18 метрів, при цьому його глибина сягає сорока двох метрів, що є абсолютним рекордом, офіційно зареєстрованим у Книзі рекордів Гіннеса. У басейні знаходиться 4300 кубічних метрів води, температуру якої постійно підтримують на рівні 22-24 градусів за Цельсієм. (див. рис. 1.7.)

Басейн знаходиться в невеликій італійській комуні Монтегротто-Терме на території місцевого чотиризіркового готелю Terme Millerini. Басейн, який отримав назву Y-40 Deep Joy, сьогодні є однією з найяскравіших пам'яток комуни Монтегротто-Терме, що розташована неподалік Венеції. У цьому басейні не просто купаються, а поринають на велику глибину. Цікаво, що глибина басейну дорівнює висоті 13-поверхової будівлі.

Басейн, розроблений архітектором Емануелем Боаретто (Emanuele Boaretto), споруджувався цілий рік. Сьогодні ця пам'ятка приваблює безліч туристів, особливо любителів скуба-дайвінгу, а також фрідайверів – водних

спортсменів, які можуть плавати під водою на одному диханні. Басейн наповнений водою з місцевих термальних джерел, дозволяючи дайверам плавати у басейні без звичних водяних костюмів, що використовують у відкритому морі чи океані.[41].



Рисунок 1.7 - басейн: Y-40 Deep Joy (Італія)

### 1.3 Басейн спортивно-оздоровчого комплексу «Дельфін», м. Львів.

Спортивний комплекс «Дельфін» побудований в 1980 році, складається з безлічі спортивних залів, у тому числі і критого басейну, а так само роздягалень, душових, методичних кабінетів, тренерських, інших допоміжних приміщень. У 2008 році був проведений плановий капітальний ремонт чаші басейну, стін, системи водопостачання, зовнішніх стін будівлі.

Басейн спорткомплексу «Дельфін» є спортивним, оскільки в даному басейні проводиться навчально-тренувальний процес з вихованцями дитячо-юнацької спортивної школи з плавання, спортивно-масові заходи, змагання різних рівнів, а також басейн для вільного плавання всіх жителів міста та гостей.

Басейн є коротким, довжина ванни басейну становить 25 метрів (див. рис. 1.9). Розміри самого приміщення: довжина - 29 метрів, ширина - 9,32 метрів, висота - 5,70 метрів, площа - 270,28 м<sup>2</sup>.

Освітлювальні установки в приміщенні басейну розташовані по краях чаші басейну, світлові прилади підвішені на металевій конструкції. В якості джерел світла використані люмінесцентні лампи (см рис.1.8).



Рисунок 1.8 - Освітлювальна установка - 30 світлових приладів. Червоним овалом відмічені непрацюючі світлові прилади - 6 шт.



а



б

Рисунок 1.9 - Басейн спортивно-оздоровчого комплексу «Дельфін», м. Львів :

а - вид із зони старту/фінішу;

б - вид з протилежного боку чаші басейна.

#### 1.4 Проведення вимірів освітленості на території басейну

Виміри проводилися за допомогою люксметра «Еколайт-02».

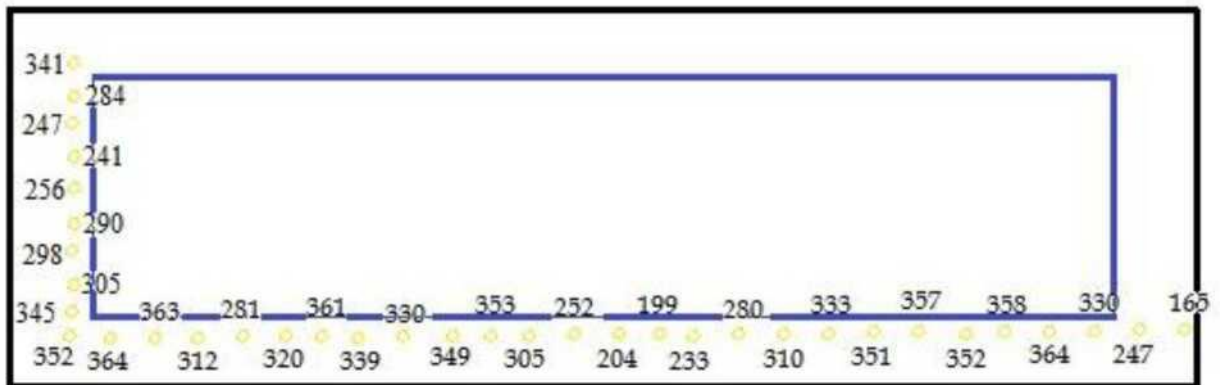


Рисунок 1.10- Еколайт-02. Люксметр-яркомір-пульсметр

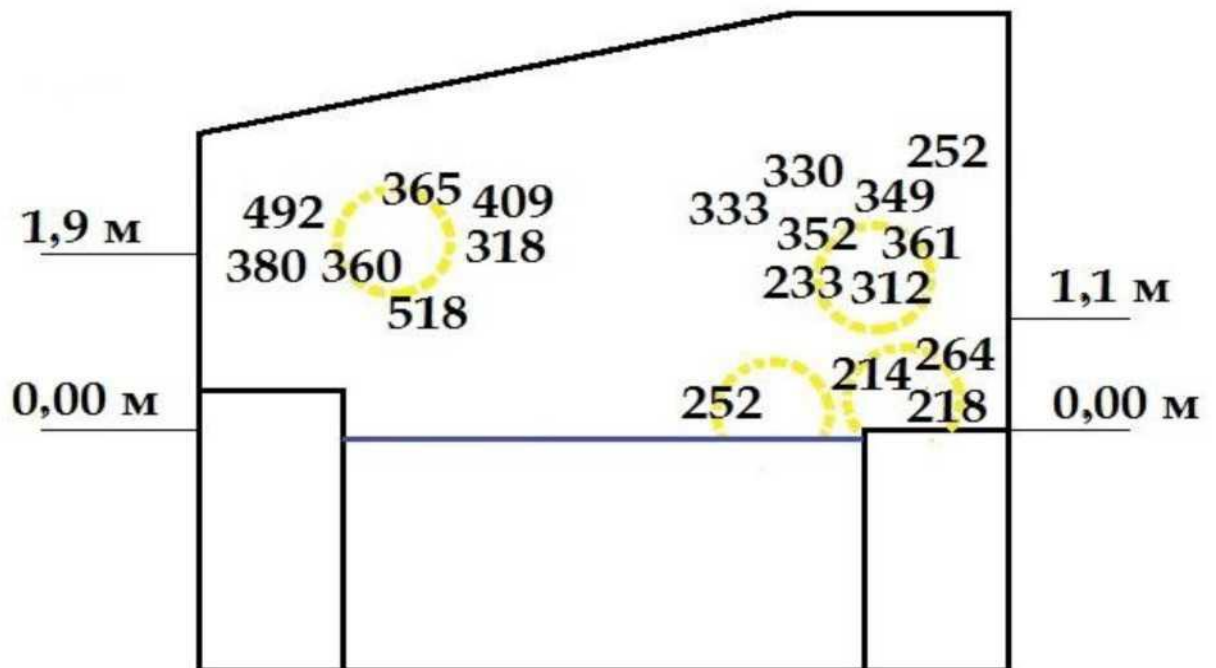
У ході вимірювань було вивчено розподіл освітленості в доступних місцях проходу та локалізації джерел світла в приміщенні басейну. Були проведені вимірювання по периметру чаші басейну, паралельно площині водної поверхні басейну, на ділянці з висотою  $h = 1,1$  м (дані наведені в таблиці 1.1 і на схемі вимірювань рис.1.11, а), а також для створення повної картини розподілу освітленості вимірювання були проведені на висоті  $h = 1,9$  м (дані наведені в таблиці 2 та на схемі вимірювань рис.1.11,б).

Також були взяті додаткові вимірювальні точки для аналізу розподілу освітленості на рівні підлоги,  $h = 0$  м ( $E_1 = 218$  лк,  $E_2 = 214$  лк,  $E_3 = 264$  лк) і над водною поверхнею  $E_v = 252$  лк (див. табл. 1.3 ).

На момент проведення вимірів в приміщенні не працювали 6 світлових приладів (див. рис. 1.8). Аналіз і результати дослідження представлені в аналітичній частині роботи (див. розділ 2).



а



б

Рисунок 1.11 - Схема вимірів :

а - вид зверху, розташування точок у напрямі 1-36 (див. табл. 1.1)

на висоті  $h = 1,1$  м;

б - вид збоку, додаткові вимірювання, план розташування вимірювальних висот із деякими значеннями освітленості (див. табл. 1.2, 1.3);

Таблиця 1.1 - Виміри освітленості,  $h = 1,1$  м

№ точки виміру	Освітленість, лк
1	165
2	247
3	330
4	364
5	358
6	352
7	357
8	351
9	333
10	310
11	280
12	233
13	199
14	204
15	252
16	305
17	353

18	349
19	330
20	339
21	361
22	320
23	281
24	312
25	363
26	364
27	352
28	345
29	305
30	298
31	290
32	256
33	241
34	247
35	284
36	341

Таблиця 1.2 - Вимірювання освітленості,  $h = 1,9$  м

№ точки виміру	Освітленість, лк
1	344
2	380
3	419
4	379
5	360
6	440
7	492
8	518
9	550
10	516
11	409
12	308

13	280
14	318
15	240
16	168
17	168
18	265
19	385
20	365
21	308
22	275
23	295
24	265
25	154

Таблиця 1.3 - Вимір освітленості на рівні підлоги,  $h = 0,0$  м

№ точки виміру	Освітленість, лк
1	218
2	214
3	264
4	252 (над поверхнею води)



## 1.5 Вимоги до норм та правил освітлення спортивних басейнів у світовій практиці

Умови освітлення басейну як приміщення та як спортивного об'єкта повинні відповідати певним вимогам, що у свою чергу залежать від виду та класифікації даної споруди. А також варто розуміти, що спортсмени, які беруть участь у змаганнях з різних дисциплін мають різні зорові завдання і, відповідно, різні вимоги до висвітлення [4].

Для плавців кролем, брасом, батерфляєм важливо орієнтуватися вздовж своєї доріжки та бачити становище суперників на інших доріжках. Плівцям на спині світлові прилади, розташовані над ванною, можуть заважати орієнтуватися у просторі. Для гравців у водне поло яскравість навколишнього простору має більше значення, ніж для плавців, оскільки від неї залежить контраст та видимість м'яча. Тренери та судді повинні мати можливість бачити все, що відбувається у воді, перебуваючи на торцевих бортах ванни. Глядачі на трибунах повинні мати можливість бачити перебіг змагань, перебуваючи на значній відстані від ванни.

Технічні вимоги до спортивних басейнів, а також до освітлювальних установок та систем освітлення містяться у міжнародних та національних рекомендаціях, стандартах та регламентах.

Наприклад, в Україні діюча нормативна база по проектуванню освітлювальних установок спортивних об'єктів, зокрема басейнів, представлена рядом документів :

- СОУ 97.2-32774846-001:2014 Басейни. Загальні вимоги [6];
- ДБН В.2.5-28:2018. Природне та штучне освітлення. [7];
- ДСТУ Б А.2.4-24:2008 Система проектної документації для будівництва. Внутрішнє електричне освітлення. Робочі креслення.[8];

- ДСТУ Б В.2.2-6-97 Методи вимірювання освітленості [9].

Європейські норми з освітлення спортивних басейнів найбільш повно представлені в DIN EN 12193 «Світло і освітлення - освітлення спортивних споруд» [10]. Також існує рекомендації МКО (Міжнародної комісії з освітлення) [11] для спортивних споруд.

У нормативних документах регламентуються не тільки значення освітленості, а й інші показники, що задаються в залежності від виду спорту і масштабу змагань, що проводяться [6].

Регламентовані показники умов освітлення спортивних об'єктів:

- Горизонтальне освітлення ( $E_H$ ), лк;
- Вертикальна освітленість ( $E_V$ ), лк;
- Коефіцієнт запасу;
- Показник засліплення.

ДБН В.2.5-28:2018 , що діє у нашій країні, «Природне та штучне освітлення» встановлює величини мінімального освітлення в горизонтальній площині. У країнах прийнято нормувати середню освітленість (див. табл. 1.4).

А також слід зазначити, що в українських нормах [6], на відміну, наприклад, від європейських [10], «ступені» рівнів освітленості «прив'язані» не до класу змагань, а до місткості трибун басейну.

Тим не менш, при зіставленні вітчизняних та зарубіжних норм, особливо для критих спортивних споруд звертає на себе увагу суттєве перевищення зарубіжних норм (див. табл. 1.4).

Таблиця 1.4 - Норми освітленості спортивних басейнів, що застосовуються у світовій практиці

Клас гри або спортивна споруда		Освітленість для відкритих/критих ванн, лк		
		Україна, ДБН В.2.5-28:2018 [7], мінімальне освітлення, лк	Європа, EN 12193 [10], середня освітленість, лк	МКО [11], середня освітленість, лк
Плавання спортивне, змагання	Національний чемпіонат	200-400*	500	500
	Нижчі ліги та клубні змагання		300	
	Тренувальний процес	100/150	200	
Стрибки у воду	Тренувальний процес	100 /200	200	
	Змагання		500	
Водне поло	Тренувальний процес	100/200	200	
	Змагання		500	
Трибуни	До 800 чоловік	200	-	-
	Більше 800 чоловік	400		

\* - Освітленість вибирається залежно від місткості трибун

Враховуючи, що старт і фініш мають особливе значення, і необхідно забезпечити більш високу видимість у цих зонах, технічний регламент міжнародної федерації з водних видів спорту [4] наказує, що в зоні старту та в зоні фінішу/повороту освітленість має бути не менше 600 лк . У разі йдеться про горизонтальної освітленості. Разом з тим, у зоні старту важлива і вертикальна освітленість, тому ця характеристика визначає видимість атлетів на старті.

Рівень освітленості універсальних басейнів розраховується за максимальними значеннями. А при проектуванні освітлення спортивних басейнів, призначених для проведення змагань високого рівня та телевізійних трансляцій, слід дотримуватися рекомендацій FINA та МКО [12]. Зокрема, у цих документах ще раз звертається увага на особливості об'єктів освітлення. За складністю трансляції зображення плавання відноситься до класу А (тобто об'єкти спостереження – великі, а швидкість їхнього переміщення відносно невелика).

Наголошується на необхідності усунення відбитої блискітності від поверхні води в поле зору глядачів і телекамер. Необхідні рівні вертикальної освітленості необхідно забезпечувати у 2-метровій зоні навколо ванни на висоті 1 м, та на висоті 0,2 м безпосередньо над водою.

Рівень освітленості зазначений у регламенті FINA [4] і становить 1500 лк.

## РОЗДІЛ 2

### ОГЛЯД СВІЛОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ СПОРТИВНИХ БАСЕЙНІВ

#### 2.1 Типи джерел світла, світлові прилади та обладнання

Високі вимоги до рівнів освітленості більшості спортивних об'єктів, зокрема басейнів, та їх великі габаритні розміри визначають використання високоефективних джерел світла великої одиничної потужності.

Відповідно до санітарних норм і правил [6, 8], для освітлення басейнів, застосовні металогалогенні, люмінесцентні лампи та світлодіодні джерела світла. Допустимо застосування ламп розжарювання для аварійного освітлення в тих випадках, коли застосування розрядних ламп неможливе або недоцільне з техніко-економічних причин.

Перевагою застосування для освітлення невеликих спортивних приміщень лінійних люмінесцентних ламп є великий вибір таких світильників та багатоваріантність їх розміщення. Для високих приміщень вони менш придатні через свою невелику одиничну потужність, а так само невелику можливу настановну висоту. Отже, відносно невисока вартість люмінесцентних світильників іноді нівелюється їх великою кількістю задля досягнення заданого рівня освітленості.

Незаперечна перевага металогалогенних ламп — малі габарити, а отже можливість застосування різних видів відбивачів і ефективніший розподіл світлового потоку. Металогалогенні лампи можна застосовувати як для акцентованого підсвічування об'єктів, так і для загального освітлення (при використанні відбивачів, що розсіюють). А також металогалогенні лампи зазвичай використовуються при встановленні світильників на великій висоті (від 6 метрів) і там, де потрібна висока ефективність системи освітлення.

Але не варто забувати, що прогрес не стоїть на місці, і з'являються

нові джерела світла, такі як світлодіоди, які мають у свою чергу не малими перевагами перед іншими джерелами світла [13].

Світлодіодні світильники не замінні при великих висотах установок (понад 6 метрів), тому що не вимагають обслуговування, заміни ламп і відсутність ртуті. Не маловажний фактор на користь світлодіодного освітлення – це наявність у них захисту від перепаду напруги та серйозна стійкість до механічних пошкоджень.

У світлодіодного освітлення більш висока контрастність і перенесення кольорів, чітка відмінність предметів і кольорів [14]. Оскільки більшість водних видів спорту є динамічними видами діяльності, дуже важлива у ньому відсутність ефекту стробоскопії (мерехтіння).

Світлові прилади, що застосовуються для освітлення басейнів, відрізняються дуже широкою різноманітністю оптичних систем і дозволяють вирішувати практично всі завдання спортивного освітлення як для закритих приміщень, так і для відкритих спортивних споруд.

При проектуванні системи освітлення спортивного басейну світлові прилади вибираються з урахуванням загальних габаритів спортивного об'єкта, що освітлюються, можливих місць їх встановлення, а також з урахуванням вимог щодо мінімізації сліпучого ефекту [15].

Світлові прилади, що застосовуються для освітлення басейнів, також повинні мати високий ступінь захисту від проникнень, що позначається двома літерами IP і двома цифрами. Перша цифра позначає рівень захисту від проникнення твердих механічних предметів, друга цифра показує рівень захисту від впливу рідини. Наприклад, у позначенні IP 65 цифра 6 - це повний захист від пилу, а цифра 5 - захист від водяних струменів з будь-якого напрямку [16].

Існує кілька категорій світлодіодних світлових приладів для освітлення басейну:

1. Світильники для загального висвітлення приміщення басейну.

Вони можуть бути різними: настінними, стельовими, накладними, що

вбудовуються і т.д. (див. рис. 2.1 -2.3).



Рисунок 2.1 - Промисловий LED світильник 200 W підвісний "AGORA-200" вологозахисний IP65 Horoz Electric

Найчастіше такі освітлювальні прилади мають промисловий дизайн (див. рис. 2.2), але так само зустрічаються і дуже цікаві моделі з оригінальними конструктивними елементами. Є і зовсім незвичайні моделі, які перетворюють освітлення басейну на яскраве світлове шоу.



Рисунок 2.2 - Світильник LL Sport LiderLight (Словаччина), IP 65, потужність до 180 Вт, світловидатність до 150 лм/Вт



Рисунок 2.3 - Світлодіодний прожектор серії LPSR-100 Вт

## 2. Підводні світильники

Підводний світильник для басейну - це можливість прикрасити водну гладь, одночасно надавши їй легкість і легкість (див. рис 2.4).

Даному типу освітлювальних приладів висуваються підвищені вимоги, адже вони повинні не тільки забезпечувати електричну безпеку людям, що плавають у басейні, але й мати високий рівень вологозахисності.





Рисунок 2.4 - Варіант оформлення басейну за допомогою підводного світильника

Підводні світильники, що вбудовуються, можуть монтуватися і в стіни басейну, і в його дно (див. рис. 2.5). Вони можуть бути і накладними — все залежить тільки від того, яку мету має замовник (див. рис. 2.6).



Рисунок 2.5 - Вбудований підводний світильник LP GB 150/9/12, IP 68

Якщо він бажає створити чіткі та ясні контури світлових плям, то варто зупинити вибір на моделях, що вбудовуються. А якщо він віддає перевагу теплому і трохи розсіяному світлу, то вибір однозначно повинен бути на користь накладних світильників.

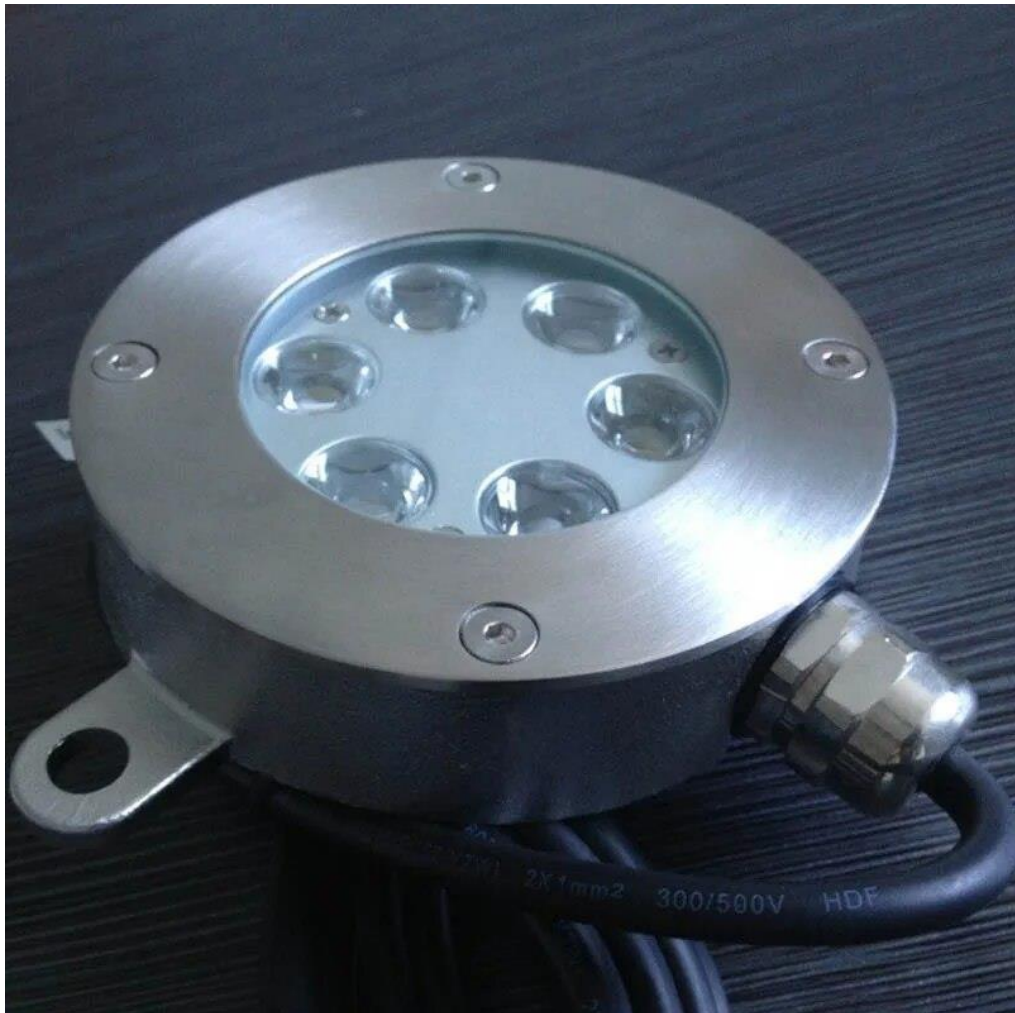


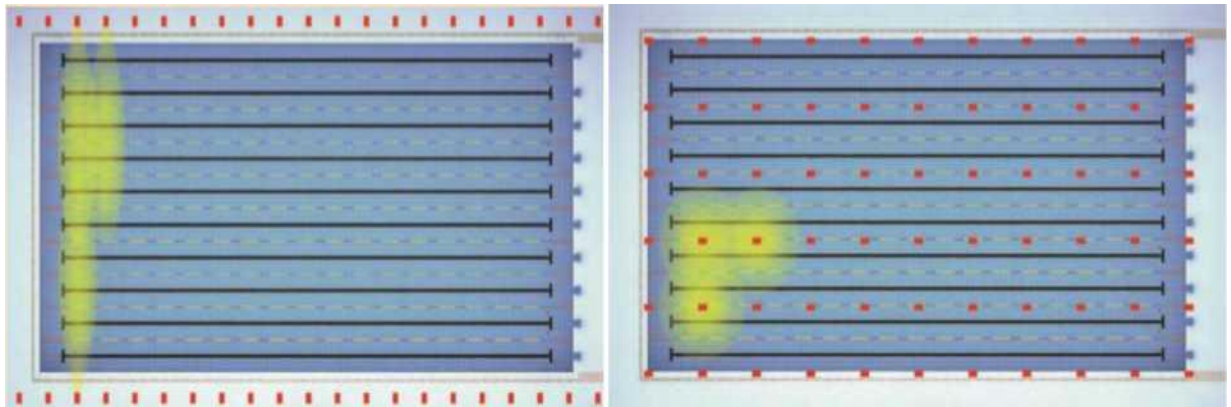
Рисунок 2.6 - Накладний підводний світильник В4В0602, IP 68

Вибираючи підводні освітлювальні прилади для басейну, обов'язково потрібно врахувати деякі моменти, які можуть стати в результаті каменем спотикання:

- Максимальна глибина установки. Цей параметр вказується виробником безпосередньо на упаковці.
- Матеріал корпусу. Якісний світильник для басейну повинен виготовлятися тільки із пластику, нержавіючої сталі або бронзи.

## 2.2 Розміщення, монтаж та обслуговування світлових приладів у приміщенні спортивного басейну

Розміщення світлового обладнання спортивних басейнах підпорядковується двох схемах: верхня і бічна. Варіанти конструкції стелі можуть включати додаткове світлове обладнання, яке вирішує окремі завдання освітлення або спеціальні ефекти. З точки зору обслуговування світлових приладів найбільш зручною та безпечною є розстановка обладнання по краях чаші басейну (див. рис. 2.7, а, 2.8). Верхня схема розміщення вимагатиме або проведення монтажних робіт над водою, або осушення басейну. (див. рис. 2.7, б)



а

б

Рисунок 2.7 - Схема розміщення світлових приладів :

а - бічна; б – верхня.

Обслуговування світильників має бути максимально зручним та продуманим для високих об'єктів. Іноді це актуально й у бічних схем розташування, коли відбувається вихід із ладу чи заміна джерел світла затягується. Нестача освітлення для спортивних споруд не допустима з цих причин.

Норми [6] не забороняють встановлювати освітлювальне обладнання над поверхнею води (див. рис. 2.9). Тому за наявності містків або інших елементів, що забезпечують легкий доступ до приладів, можливе

застосування верхньої схеми розміщення.



Рисунок 2.8 - Бічна схема розташування освітлювальної установки

При використанні прожекторних світильників щогли встановлюються по подовжнім сторонам ванної басейну, а за наявності трибун - за ними. Не менше 10 % сумарного світлового потоку при бічному та верхньосторонньому освітленні залів басейнів або тренувальних занять має бути спрямоване на освітлення стелі.



Рисунок 2.9 - Верхня схема розташування освітлювальної установки.

Важливу роль створенні комфортних умов зорової роботи спортсменів і глядачів грає обмеження сліпучого дії джерел світла.

Існує кілька способів зменшення сліпучого ефекту освітлювальної установки:

- зниженням яскравості світлового приладу до ока за допомогою оптичної системи, розсіювачів, що екранують решіток, жалюзі;
- застосуванням раціональної системи висвітлення, тобто. розміщенням та напрямом світлового приладу відповідно до спортивної технології.

Так, більшість водних видів спорту характерно поздовжнє переміщення спортсменів. У зв'язку з цим світлові прилади повинні розташовуватися у вигляді груп або ліній, паралельних до поздовжньої осі басейну, а для зменшення сліпучої дії їх доцільно максимально видаляти від поздовжньої осі. Це призводить до рекомендації системи «верхнебокового» освітлення.

Зниження сліпучої дії досягається також підвищенням яскравості адаптації спортсменів та глядачів за рахунок зменшення нерівномірності розподілу яскравості у полі зору: освітленням трибун для глядачів, забарвленням стін та стель приміщення з чашею басейну у світлі тони, напрямом потоку світлового приладу у верхню півсферу [21].

При освітленні ванн басейнів усунути відблиски з поверхні води, навіть за легкого хвилювання, складно. Відблиски від штучного і від природного освітлення важливо враховувати спільно. Один із способів знизити вплив на тренерів, глядачів та суддів відблисків на поверхні води – застосування підводного освітлення, яке збільшує яскравість стінок ванни.

Світильники з лампами встановлюються по поздовжнім сторонам ванни на глибині близько 1 м від поверхні води і направляються вгору з перевищенням горизонтального рівня на  $10^\circ$ , чим досягається повне відображення їх світла біля поверхні води і він не потрапляє в очі учасників, глядачів, суддів. У ваннах для стрибків у воду та в глибокій (призначеній для стрибків) частині універсальних ванн на глибині 3 м влаштовується другий ряд підводних світильників. В Україні пристрій підводного освітлення

рекомендується лише у ваннах для синхронного плавання, для вистав у воді за наявності стаціонарних трибун для глядачів [11].

При монтажі освітлювальних установок спортивних споруд [22] незалежно від їх масштабу та призначення слід звертати особливу увагу на необхідність жорсткого кріплення освітлювального приладу. Пристрої, за допомогою яких здійснюється встановлення освітлювального приладу, повинні надійно закріплювати їх у розрахунковому положенні.

Розміщення прожекторів зазвичай здійснюється спеціальних прожекторних майданчиках, розташованих на щоглах. Якщо прожектори не мають постійного фокусування джерела світла, перед встановленням вони повинні бути сфокусовані.

Після налагодження освітлювальної установки бажано проконтролювати отримані результати. Це можна зробити за допомогою люксметра. Проводячи вимірювання люксметром, необхідно стежити за правильністю положення вимірювальної поверхні фотоелемента, яка повинна бути при вимірі горизонтально або вертикально відповідно до вимірюваної величини. Розташування контрольних точок вимірювання освітленості бажано вибирати відповідно до рекомендацій Міжнародної комісії з освітлення [11].

Після виконання налагодження та контролю прожекторної освітлювальної установки рекомендується нанести позначки або ризики на рухомі та нерухомі частини основи прожектора, щоб після поворотів прожектора в процесі експлуатації можна було легко відновити його розрахункове положення.

Освітлювальні установки зі світильниками спеціальної налагодження не потребують. Потрібно лише простежити за правильністю монтажу світильників відповідно до проекту. З допомогою люксметра виконується контроль освітленості.

Групова заміна ламп сприяє скороченню витрат робочої сили під час заміни ламп та кількості відмов джерел світла під час спортивного сезону.

Особливо хороші результати можуть бути досягнуті, якщо групова заміна ламп поєднується з чищенням освітлювальних приладів. Після заміни ламп прожектори повинні бути відфокусовані і точно спрямовані.

Планово-попереджувальний огляд, перевірка та ремонт оптичних приладів, мереж електроживлення проводиться за графіком у строки, що встановлюються службою головного енергетика спортивної споруди.

### 2.3 Комп'ютерне проектування освітлення спортивних об'єктів за допомогою програми Dialux

З появою засобів комп'ютерного проектування можливості реалізації освітлювальної установки зазнають варіативності рішень композиції до формування кінцевого результату.

Пошук оптимального рішення - трудомістка та копітка робота для світлотехніка-проектувальника. Створення 3D-моделі об'єкта одна з основних частин проектування, подальша робота відводиться на вибір і розстановку світлового обладнання, аналізу та інтерпретації отриманих результатів.

Кожен новий крок при пошуку оптимального рішення веде до повторного розрахунку та формування проміжних та кінцевих результатів світлотехнічного стану об'єкта з урахуванням норм і правил штучного освітлення, наведених у нормативних документах з освітлення, у тому числі і закордонних спортивних співтовариств та видань.

Комп'ютерне проектування практичної частини даної роботи виконано за допомогою програми DIALux [23], за допомогою якої вирішуються питання планування та висвітлення об'єктів вже понад 20 років.

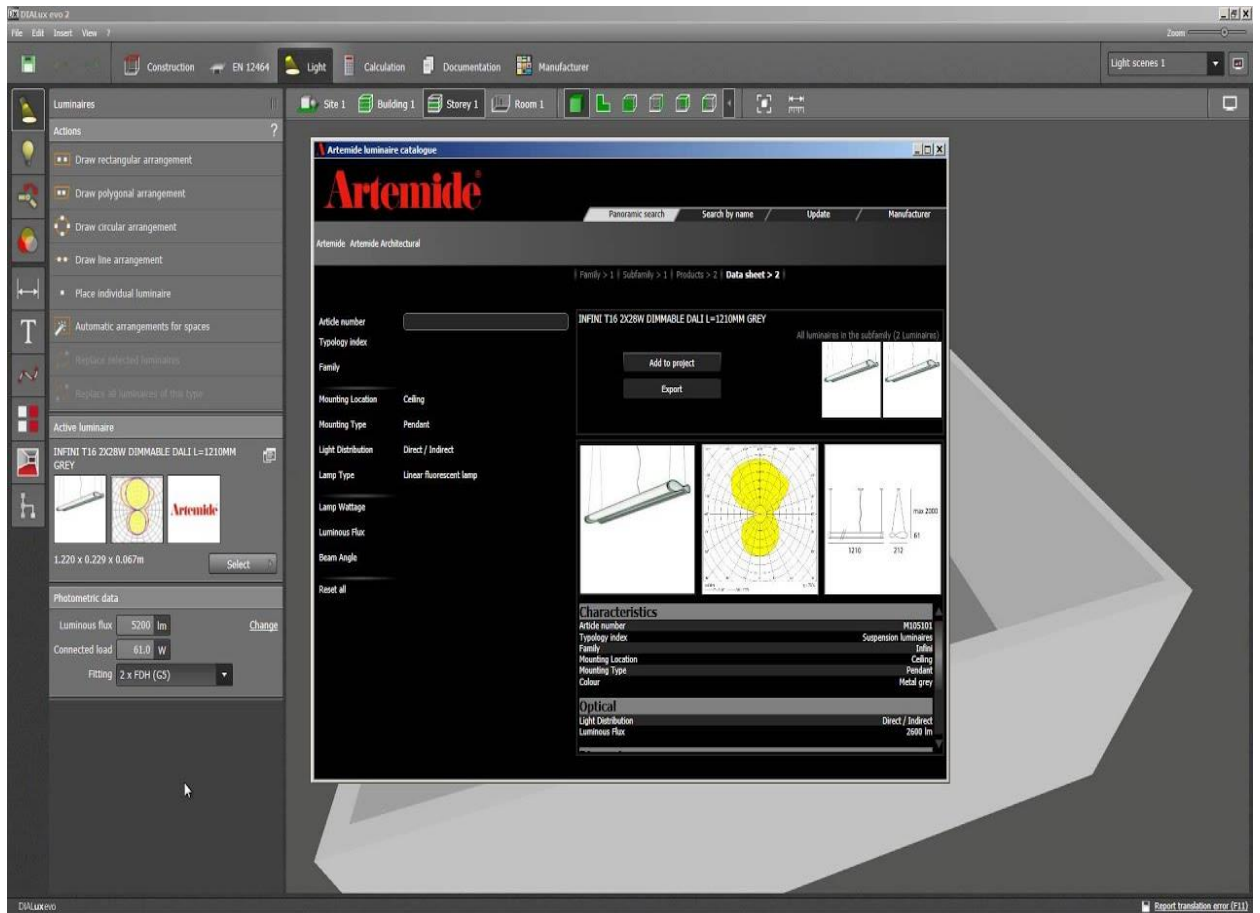


Рисунок 2.10 – Загальний вигляд інтерфейсу light програми DiALux

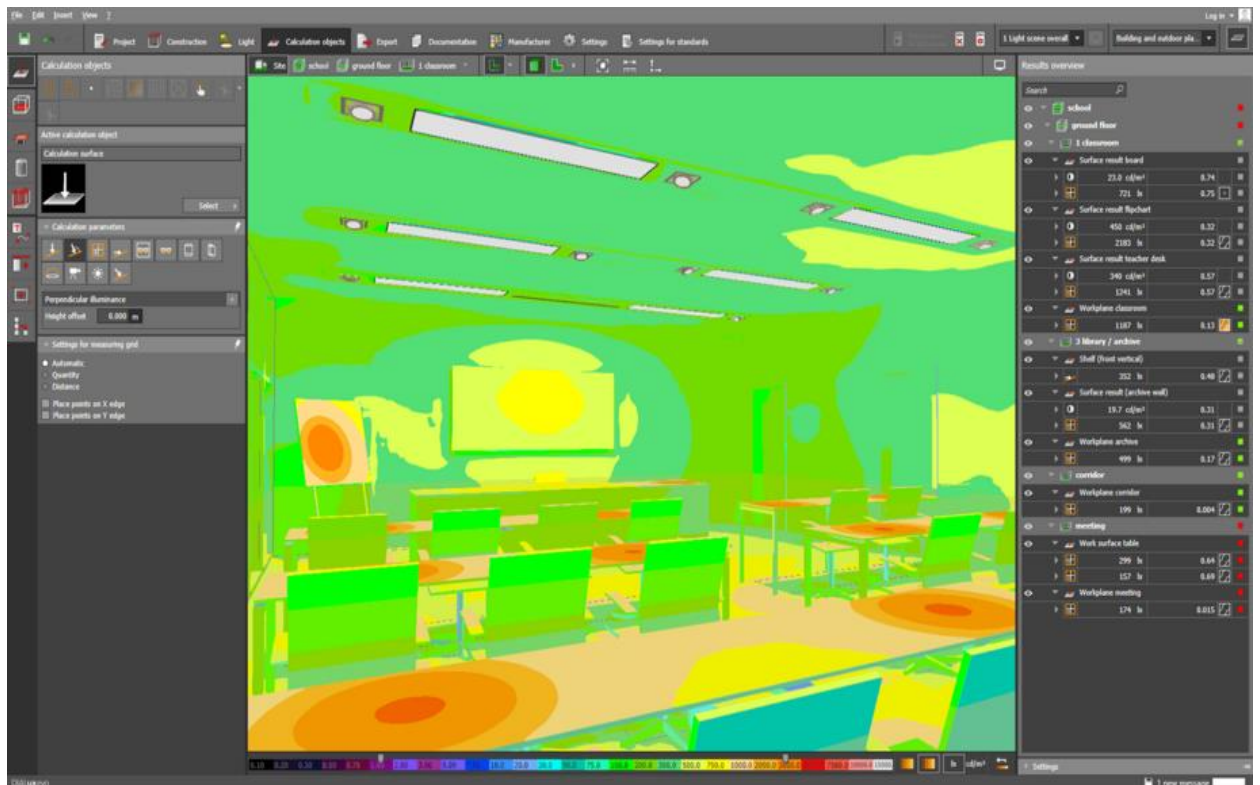


Рисунок 2.11 – Приклад розрахунку освітлення у програмі класу

DiALux



Інтерактивні ресурси пошуку та введення світлотехнічних даних (світильників, спортивного інвентарю та текстур), при необхідності можливість коригування світлотехнічних параметрів, зручний інтерфейс, гнучкі налаштування виведення результатів на друк - всі ці переваги роблять цю програму найбільш зручною для розрахунку освітленості спортивні об'єкти, в тому числі спортивні басейни.

#### 2.4 Представлення та аналіз освітлення басейну спортивно-оздоровчого комплексу

Для представлення і аналізу освітлення басейну спорткомплексу «Дельфін», м. Львів. були використані різні матеріали: фотографії приміщення з басейном (див. мал. 1.9), фотографії освітлювальної установки (див. рис. 1.8) і технічний план приміщення (див. рис. 2.12).

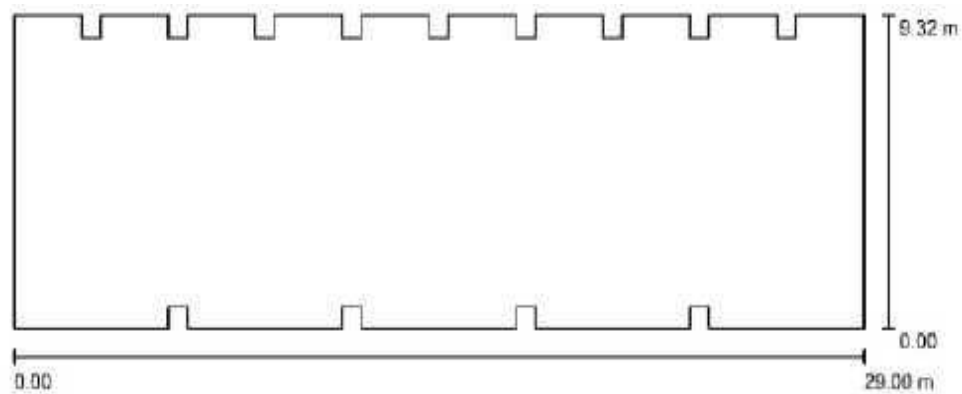


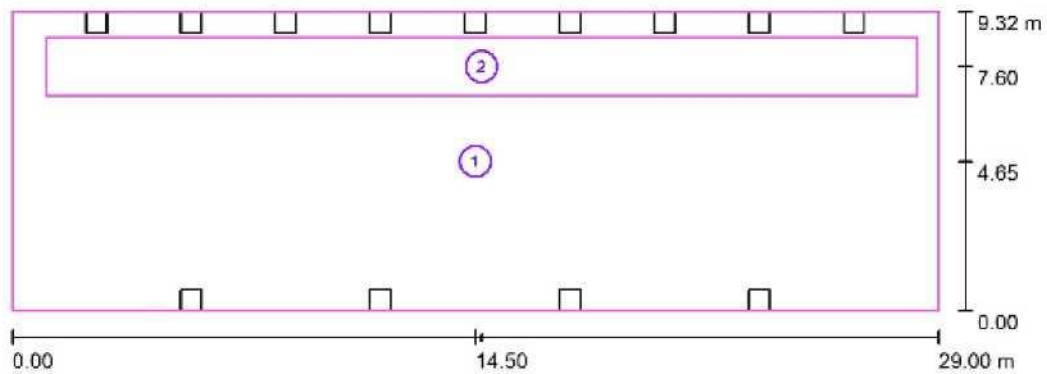
Рисунок 2.12 - Технічний план приміщення басейну

Оскільки один з бортів чаші басейну розташовується на 0,6 метра вище за інший борт, вимірювання освітленості, вироблені по периметру чаші проводилися на різних рівнях (див. рис. 1.11) і для розрахунку розподілу освітленості в програмі DIALux були введені розрахункові поверхні на відповідних рівнях ( див. рис. 2.13).

До уваги було прийнято і те що, що у момент вимірів в повному обсязі світлові прилади перебували у робочому стані (див. рис. 1.8).

Для проектування освітлювальної установки були використані світлотехнічні ies-файли, в яких зазначені параметри світлових приладів з люмінесцентними джерелами світла (див. рис. 2.13), ідентичних тим, що й застосовані на об'єкті досліджень.

Використовуваний світловий прилад із серії світильників для промислового освітлення зі ступенем IP65. Його кріплення можливе на поверхню стелі та стін, а також на підвісах у приміщенні або під навісом. На об'єкті досліджень освітлювальна установка має «верхньобокове» розташування світлових приладів, кріплення здійснюється на металевій конструкції.



а

№	Позначення	Позиція [гл]			Величина [т]		Обертання [°]		
		X	Y	Z	L	B	X	Y	Z
1	Розрахункові поверхні 1	14.500	4.650	4 100	29.000	9 300	0 000	0.000	0 000
2	Розрахункові поверхні 2	14.700	7.600	5.200	27.250	1 800	0 000	0.000	0 000

б

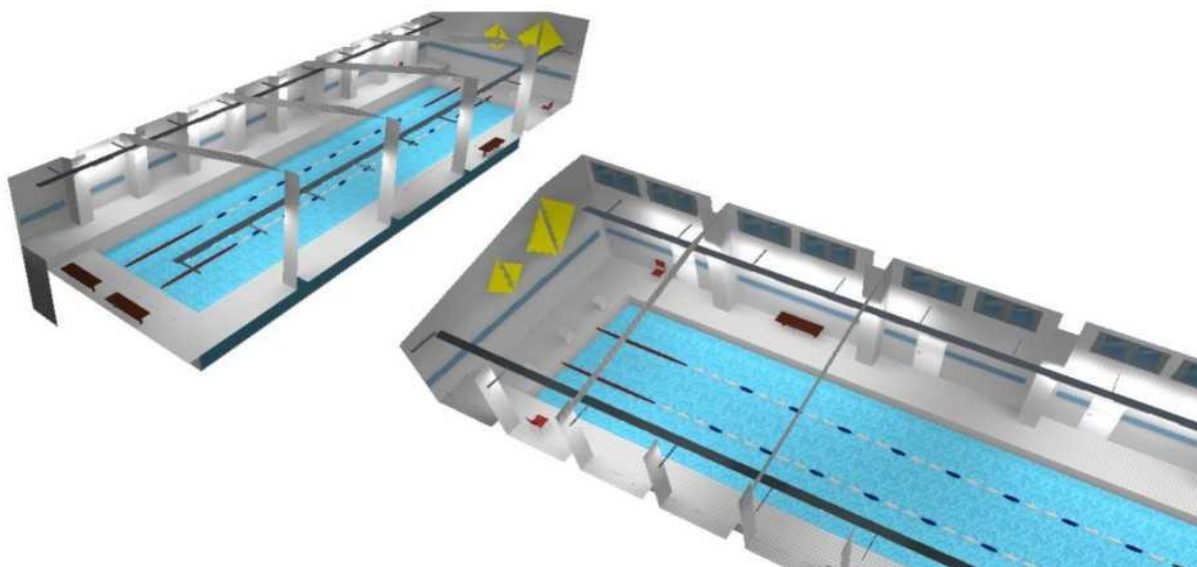
Рисунок 2.13 - Розрахункові поверхні: а - схема розташування; б - список і координати розрахункових поверхонь :

розрахункові поверхні 1 - розрахункові дані освітленості на висоті  $h = 1,1$  м, розрахункові поверхні 2 - розрахункові дані освітленості на висоті  $h = 1,9$  м.

В результаті аналізу наведених даних (див. пункт 1.3 цієї роботи) була побудована 3D-модель (див. рис 2.14) даного об'єкта - спортивної споруди у світлотехнічній програмі DIALux.



а



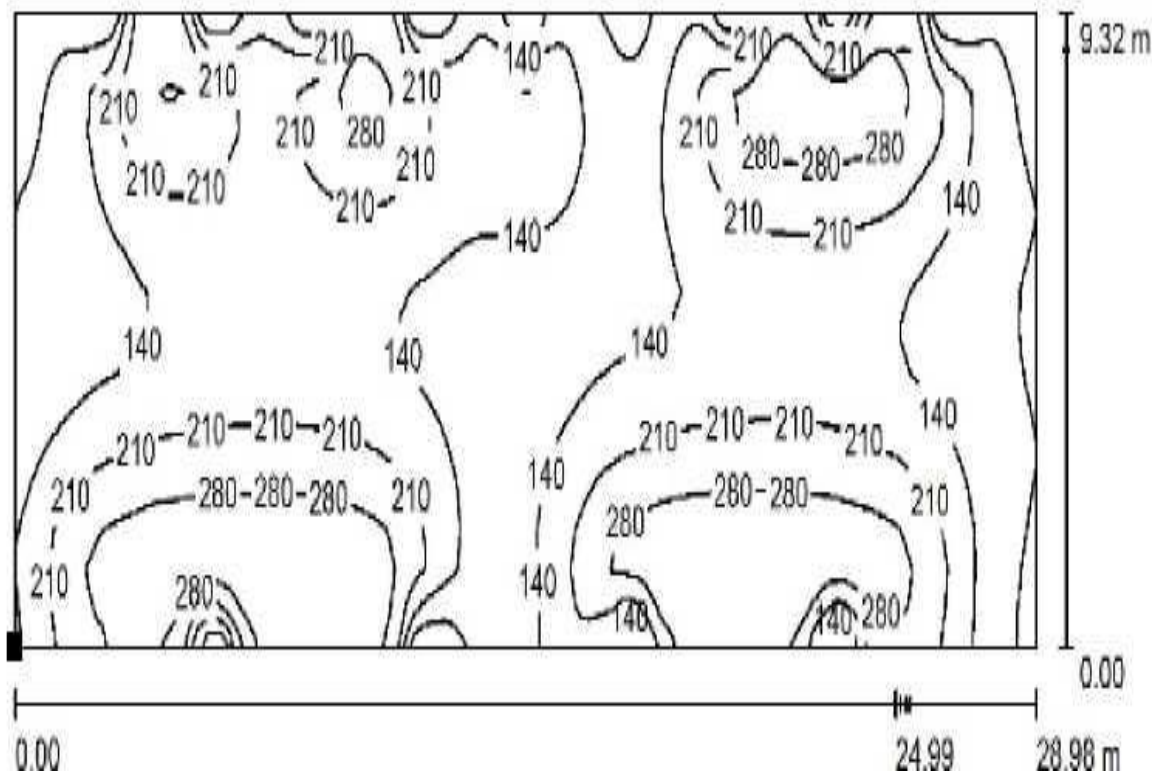
б

Рисунок 2.14 - 3D-модель приміщення басейну :

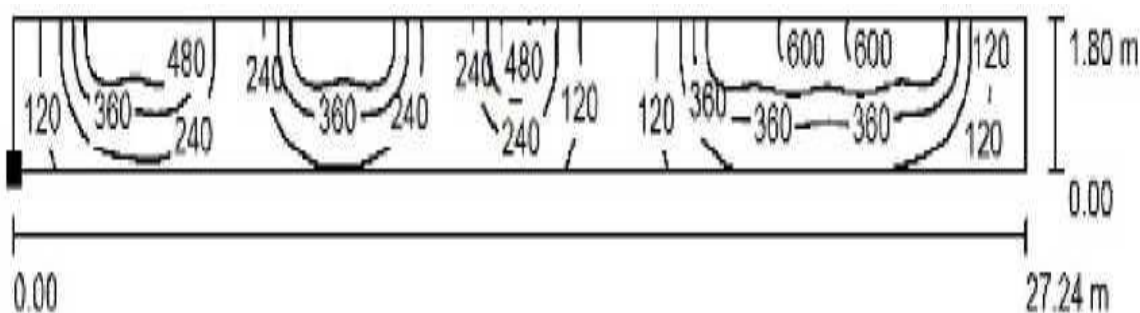
а - вигляд збоку; б - вигляд зверху.

А так само було розраховано та представлено розподіл освітленості у двох випадках:

- ситуація на момент вимірювань – у робочому стані 24 із 30 світлових приладів (див. рис. 2.15);



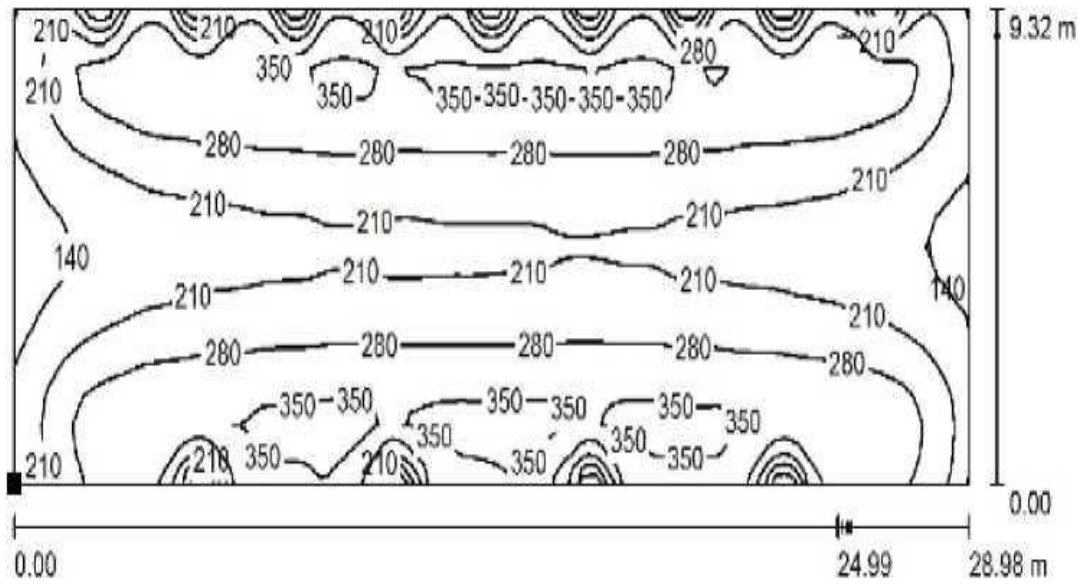
а



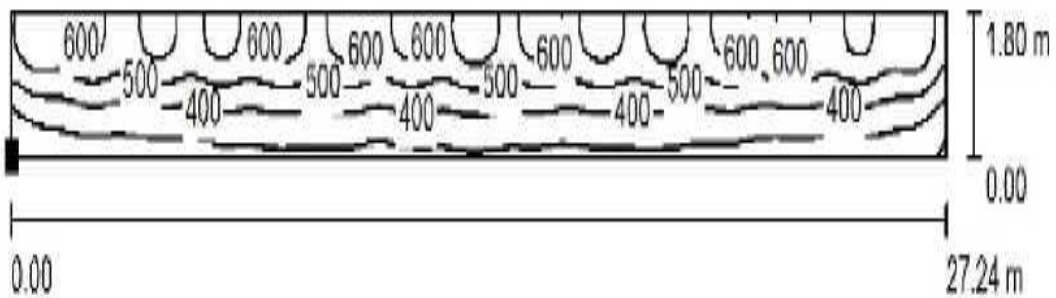
б

Рисунок 2.15 - Розподіл освітленості: а – на висоті  $h = 1,1$  м; б - на висоті 1,9 м, вище розташований борт чаші басейну.

- усі світлові прилади включені - 30 штук (див. рис. 2.16).



а



б

Рисунок 2.16 - Розподіл освітленості: а – на висоті  $h = 1,1$  м; б - на висоті 1,9 м, вище розташований борт чаші басейну.

Аналізуючи рівень освітленості в обох ситуаціях можна сказати, що освітлення спортивного басейну відповідає санітарним нормам і правилам. Однак, можливі і більш ефективні варіанти освітлення цього об'єкта, що враховують «мінуси» дії освітлювальної установки:

- стробоскопічний ефект (ефект мерехтіння),
- невисокий термін служби, отже, і більш часті роботи з обслуговування та заміни ламп,
- велика кількість світлових приладів через невелику одиничну потужність світильника,

- незахищеність від механічних пошкоджень,
- невисока світлова віддача.

## 2.5 Пропозиції по модернізації освітлювальної установки

Грунтуючись на даних, приведених в роботі, в якості варіанту модернізації освітлювальної установки на базі об'єкту досліджень був запропонований і розроблений варіант освітлення із застосуванням світлодіодного устаткування. Ефективність запропонованого варіанту освітлювальної установки підтверджена результатами тривимірного комп'ютерного проектуванні і світлотехнічними розрахунками у світлотехнічній програмі DIALux.

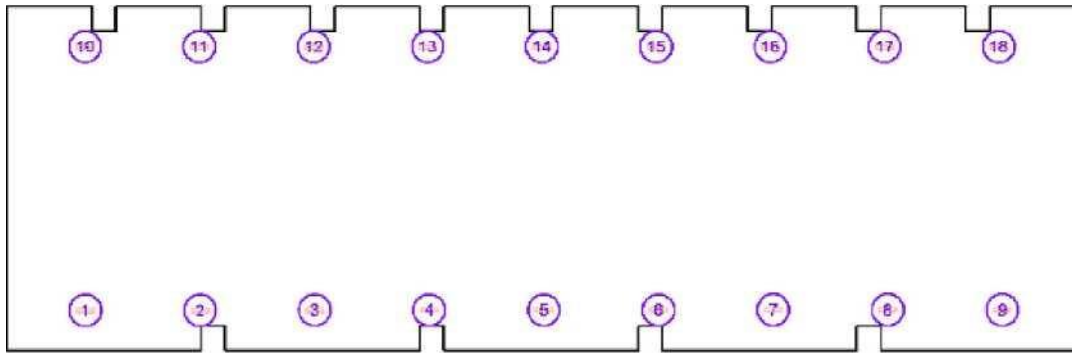
Для проектування світлодіодної освітлювальної установки був застосований енергоефективний світильник серії HB LED [24], що складається з двох світлодіодних модулів, двох кронштейнів, що з'єднують, і елемента підвісу - ліри (див. рис. 2.17). Світловий потік цього світильника становить 7000 лк, а потужність 75 Вт.



Рисунок 2.17 - Світильник HB LED 76 D100 5000K

Головними перевагами світильника є висока світлова віддача - 93 лм/Вт, оригінальна система відведення тепла, що забезпечує стабільність характеристик протягом усього терміну служби, можливість регулювання кута нахилу до опорної поверхні та модулів щодо ліри на кут від 0° до 45°.

За допомогою програми DIALux було розраховано необхідну кількість і розташування (див. рис. 2.18) світлових приладів для забезпечення освітленостей, встановлених санітарними нормами і правилами (див. табл. 1.4) і спроектовано освітлювальну установку з даним світлодіодним обладнанням.



№	Позиція [г]			Обертання [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.250	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
2	5.350	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
3	8.450	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
4	11.550	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
5	14.650	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
6	17.750	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
7	20.850	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
8	23.950	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
9	27.050	1.000	6.500	0.0	0.0	90.0
10	2.130	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
11	5.230	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
12	8.330	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0

13	11.430	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
14	14.530	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
15	17.630	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
16	20.730	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
17	23.830	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0
18	26.930	8.230	6.500	0.0	0.0	90.0

Рисунок 2.18 - Світлові прилади у світлодіодній освітлювальній установці:

а - схема розташування; б - координати розташування.

Світлових приладів в пропонованій установці 18 штук, що створюють загальний світловий потік 142974 лм (див. рис. 2.19, а), тоді як в діючій освітлювальній установці використовується 30 світильників, що створюють загальний світловий потік 13159 лм (див. мрис. 2.10, б), що свідчить про ефективнішу роботу світлових приладів зі світлодіодними джерелами світла.

№	Шт.	Позначення (Поправочний коефіцієнт)	Φ (Світильник)[lm]	Φ (Лампи)[lm]	P [W]
1	18	18 Lighting Technologies HB LED 76 D100 5000K (1.000)	7943	7943	75.0

Всього: 14974      Всього: 142974    1350.0

а

№	Шт.	Позначення (Поправочний коефіцієнт)	Φ (Світильник)[lm]	Φ (Лампи)[lm]	P [W]
1	30	Lighting Technologies LZ 236 (1.000)	4385	6700	72.0

Всього: 131559      Всього: 201000    2160.0

б

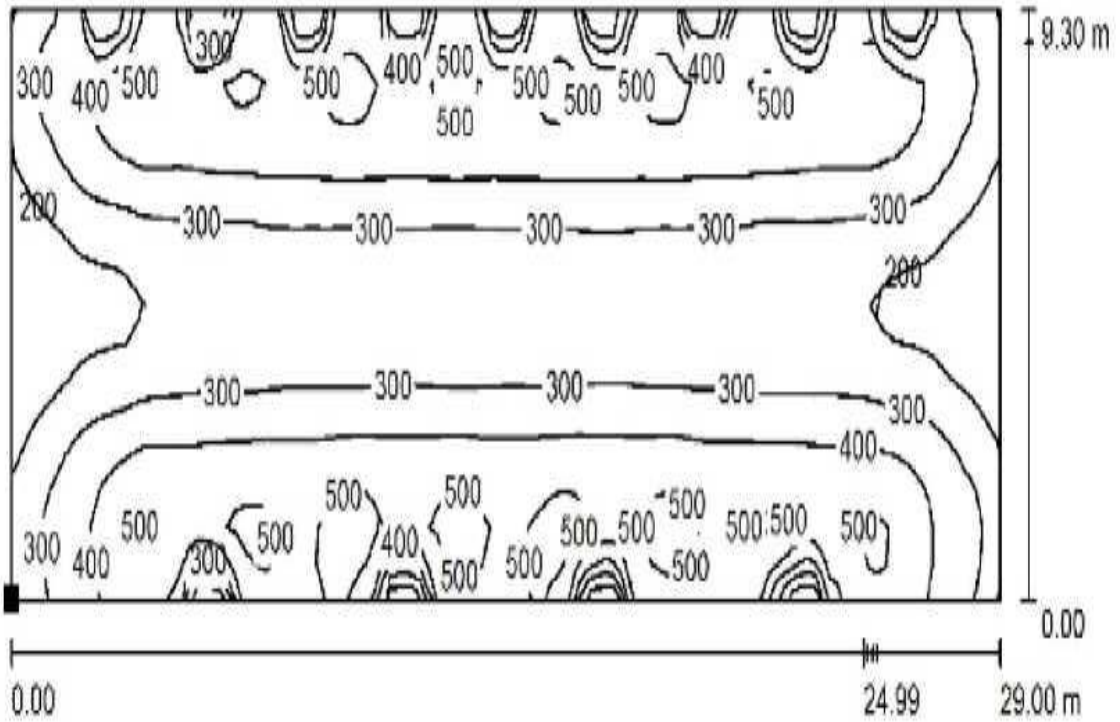
Рисунок 2.19 - Відомість світильників :

а - пропонована установка зі світлодіодними джерелами світла;

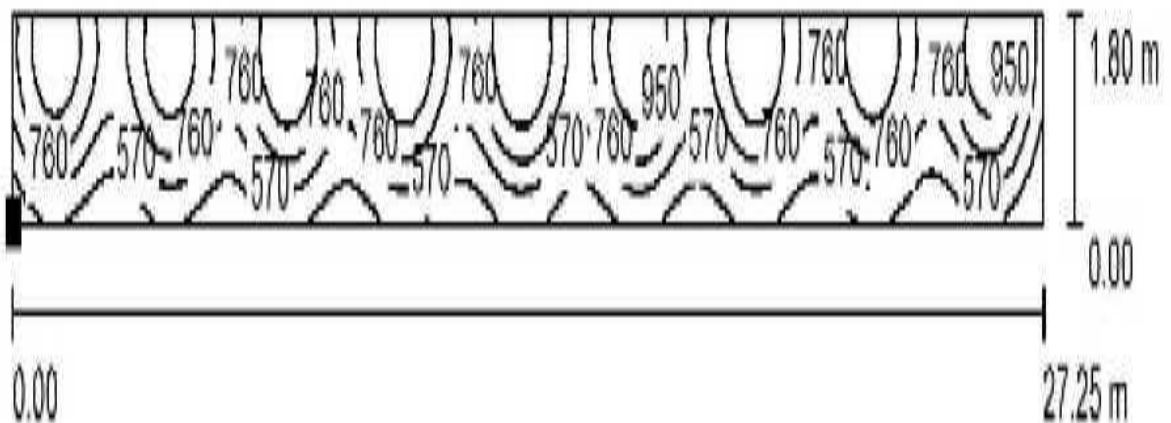
б - діюча освітлювальна установка.



Розподіл освітленості при використанні світлодіодного обладнання представлено на рисунку 2.20, а з 3D-моделлю пропонованої освітлювальної установки можна ознайомитися на рисунку 2.21.

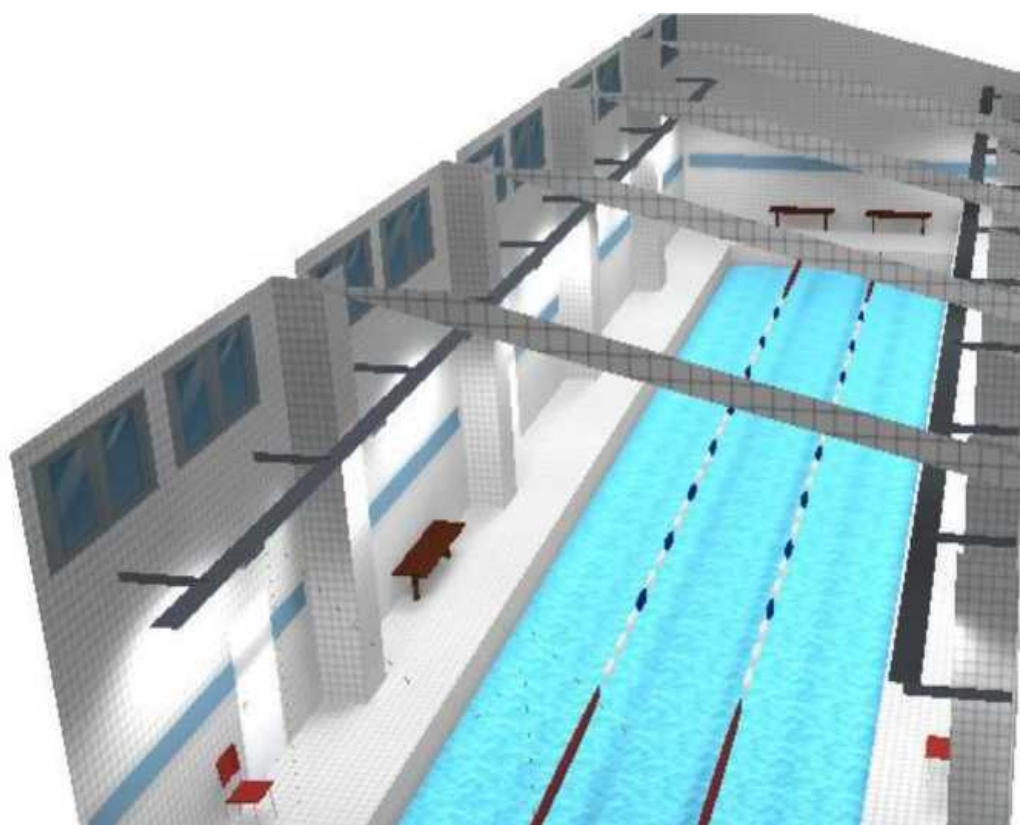


а



б

Рисунок 2.20 - Розподіл освітленості: а – на висоті  $h = 1.1$  м; б - на висоті 1.9 м, вище розташований борт чаші басейну.



а



б

Рисунок 2.21 - 3D-модель приміщення басейну, освітлювальна установка із застосуванням світлодіодного освітлення:  
а – вид зверху; б – освітлювальна установка. 5 Фінансовий менеджмент, ресурсоефективність і ресурсозберігання

Основна діяльність випускної кваліфікаційної роботи магістра пов'язана з вивченням питань про сучасний стан светотехнічних рішень в області освітлення спортивних басейнів і модернізації освітлювальної установки спортивного басейну.

Основна діяльність даного науково-дослідного проекту пов'язана з вивченням питань про сучасний стан світлотехнічних рішень у галузі освітлення спортивних басейнів та модернізації освітлювальної установки спортивного басейну спорткомплексу «Дельфін», м. Львів.

Цілеспрямоване підтримання якісного та багатофункціонального освітлення спортивних приміщень носить актуальний характер, а також набуває деяку виховну функцію при формуванні здоров'я та розвитку підростаючого покоління.

Метою даного розділу є визначення перспективності та успішності науково-дослідного проекту.

Досягнення мети забезпечується вирішенням наступних завдань:

- оцінка комерційного та інноваційного потенціалу дослідження;
- складання календарного плану та графіка робіт;
- оцінка вартості матеріально-технічних, людських та фінансових ресурсів дослідження,
- оцінка ресурсної (ресурсозберігаючої) та економічної ефективності.

## РОЗДІЛ 3

### ОЦІНКА КОМЕРЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПРОЕКТУ

#### 3.1 Потенційні споживачі результатів дослідження

У напрямку висвітлення спортивних басейнів проектна організація здійснює ряд послуг, тому можемо сегментувати ринок споживачів за критерієм послуг. У галузі освітлення спортивних басейнів найчастіше здійснюється такі види діяльності, як створення нової освітлювальної установки, модернізація вже існуючої освітлювальної установки та підготовка технічних звітів (див. рис. 3.1).



Рисунок 3.1 - Діаграма затребуваності послуг у галузі освітлення спортивних басейнів

Для того, щоб зрозуміти, у напрямі якої діяльності розвиватися створимо карту сегментування (див. табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Карта сегментування

	Створення нової освітлювальної установки	Модернізація освітлювальної установки	Підготовка технічного звіту
ТОВ «Світло»			
ТОВ «Світлові системи»			
БКРМ			

### 3.2 Аналіз конкурентних технічних рішень

Конкурентом запропонованої освітлювальної установки зі світлодіодними джерелами світла є освітлювальна установка із люмінесцентними джерелами світла. Для того, щоб у цьому переконатися складемо оцінну карту (див. табл. 3.2)

Освітлювальна установка зі світлодіодними джерелами світла – це майбутнє світлотехніки. Зацікавити споживача меншою вартістю послуг не вдасться, але показавши можливості енергоефективності та відсутності додаткових робіт (заміна ламп та обслуговування) можливо, буде ефективним способом залучення споживачів. Зберегти партнерські відносини для подальшого обслуговування об'єкта допоможе швидке та якісне виконання замовлення.

Таблиця 3.2 - Оціночна картка для порівняння конкурентних технічних рішень.

Критерії оцінки	Вага критерію	Бали		Конкурентоспроможність	
		Люмінесцентні і джерела світла	Світлодіодні і джерела світла	Люмінесцентні і джерела світла	Світлодіодні і джерела світла
1	2	3	5	6	8
Технічні критерії оцінки ресурсоефективності					
Підвищена продуктивність праці користувача	0,09	1	4	0,09	0,36
Зручність в експлуатації	0,09	2	4	0,18	0,36
Надійність	0,09	3	2	0,27	0,18
Рівень шуму	0,09	1	2	0,09	0,18
Безпека	0,09	1	3	0,09	0,27
Простота експлуатації	0,09	1	4	0,09	0,36
Економічні критерії оцінки ефективності					
Конкурентоспроможність продукту	0,09	3	2	0,27	0,18
Рівень проникнення на ринок	0,09	3	1	0,27	0,09

Економічні критерії оцінки ефективності					
Ціна	0,09	4	1	0,36	0,09
Передбачуваний термін експлуатації	0,09	3	5	0,27	0,45
Післяпродажне обслуговування	0,09	3	5	0,27	0,45
Разом:	1	25	33	2,25	2,97

### 3.3 SWOT –аналіз. Поняття й основні елементи SWOT-аналізу

Традиційний метод SWOT — аналізу дозволяє провести детальне дослідження зовнішнього й внутрішнього середовища. Результатом раціонального SWOT-аналізу, спрямованого на формування узагальненого інформаційного потенціалу, повинні з'явитися ефективні рішення, що стосуються відповідної реакції (впливу) суб'єкта (слабкої, середньої й сильної) відповідно до сигналу (слабкому, середньому або сильному) зовнішнього середовища.

Відмінна риса розглянутого підходу до проведення SWOT-аналізу на підприємстві полягає у такому:

1. Його побудова базується на методології системно-цільового підходу, де основна увага акцентується на вимірюванні параметрів зовнішнього й внутрішнього середовища в просторі, у часі й з урахуванням інформаційного потенціалу
2. Проведення структуризації факторів зовнішнього й внутрішнього середовища, що є універсальними для будь-якого підприємства.

3. Здійснення синтезу факторів зовнішнього й внутрішнього середовища, що далі, в перспективі, відобразиться у системі рішень.

Сильні сторони підприємства покликані забезпечити його прискорене просування до досягнення стратегічних цілей, у той час як його «слабості» викликають гальмування. Тут також природно враховувати можливості й загрози зовнішнього середовища, без яких неможливо вірно визначити сценарії розвитку організації.

Чинність — це властивість організаційної системи, що за умови синтезу з можливостями зовнішнього середовища забезпечує прискорене просування системи до досягнення стратегічних цілей. Особливий інтерес при цьому представляє утворення «спіралі розвитку» — траєкторії, що формується внаслідок «накладення» (синтезу) сильних сторін організаційної системи на сприятливі можливості зовнішнього середовища (з урахуванням слабких сторін організаційної системи й погроз зовнішнього середовища).

Слабкість — негативна властивість організації, що визначає її гальмування в процесі руху до досягнення стратегічних цілей. Гальмування стає істотним при злитті (синтезі) основних слабостей організаційної системи з істотними погрозами зовнішнього середовища. При цьому також не можна ігнорувати сильні сторони підприємства й можливості зовнішнього середовища. Так формується варіант песимістичного сценарію розвитку організації. Такий сценарій може трансформуватися в «спіраль краху», якщо є тенденція («ефект доміно») до ослаблення можливостей і сильних сторін, з одного боку, і посиленню погроз зовнішнього середовища в сполученні з наростанням слабких сторін організації.

Можливості — це тенденції або події в зовнішньому середовищі, при правильній відповідній реакції на які організація домагається істотного просування до поставлених стратегічних цілей.

Загрози — це тенденції або події в зовнішньому середовищі, які за відсутності відповідної реакції організації спричиняють значне погіршення стану організації на шляху до виконання своїх планів.



З 1990-х років застосовується нечіткий SWOT-аналіз у процесі стратегічного планування, що полягає в розділенні чинників і явищ на категорії: сильних і слабких сторін проєкту, можливостей, що відкриваються при його реалізації, та в, пов'язаних з його здійсненням. Традиційні математичні методи, засновані на класичній логіці, є нетерпимі до неточності та необ'єктивності істини, а також до невизначеності в економічних системах. Своєю чергою невизначеність системи призводить до зростання ризиків від прийняття неефективних рішень, результатом чого можуть бути негативні економічні наслідки. З цією метою виникає потреба у методах, що ґрунтуються на нечіткій логіці.

Таблиця 3.3 - SWOT -аналіз

	<p>Сильні сторони науково-дослідного проєкту (С):</p> <p>С1. низький рівень споживання електроенергії;</p> <p>С2. відсутність додаткових робіт з обслуговування освітлювальних установок;</p> <p>С3. Довгий термін служби;</p> <p>С4. Відповідність модним тенденціям.</p>	<p>Слабкі сторони науково-дослідного проєкту (СЛ):</p> <p>СЛ1. - Висока вартість світлових приладів;</p> <p>СЛ2. Складність у ремонті.</p>
<p>Можливості (V):</p> <p>М1. Використання інноваційної інфраструктури ;</p> <p>М2. Поява додаткового попиту новий продукт;</p> <p>М3. Підвищення вартості конкурентних розробок.</p>	<p>Протягом роботи над проєктом буде розроблено освітлювальну установку з меншим рівнем енергоспоживання, яка дозволить підвищити популярність світлодіодних технологій.</p>	<p>Використання інфраструктури ІННІ</p>

<p>Загрози (З):</p> <p>31. Введення додаткових вимог до освітлювальних установок спортивних басейнів;</p> <p>32. Відсутність попиту;</p> <p>33. Передчасний вихід із ладу світлового приладу.</p>	<p>Довгий термін служби світлового приладу може спричинити «переповнення» ринку</p>	<p>У разі виходу з ладу світлового приладу провести ремонт самостійно споживач не зможе. У зв'язку з цим необхідні додаткові рекомендації з експлуатації.</p>
---	---	---

За отриманими даними можна зробити такі висновки, що можливості разом із сильними сторонами сприяють розвитку ринку та попиту на товар. Можливі загрози: висока вартість світлових приладів може послабити позиції даної пропозиції на ринку.

#### 3.4 Визначення ресурсної та фінансової ефективності науково-дослідного проекту

Визначення ефективності відбувається з урахуванням розрахунку інтегрального показника ефективності наукового дослідження. Його знаходження пов'язане з визначенням двох середньозважених величин: фінансової ефективності та ресурсоефективності.

Інтегральний показник фінансової ефективності наукового дослідження одержують під час оцінки бюджету витрат трьох (або більше) варіантів виконання науково-дослідного проекту. Для цього найбільший інтегральний показник реалізації технічної задачі приймається за базу розрахунку (як знаменник), з яким співвідноситься фінансові значення за всіма варіантами виконання.

Інтегральний фінансовий показник розробки визначається як:

$$I_{\text{фінр}}^{\text{вик.і}} = \frac{\Phi_{\text{рі}}}{\Phi_{\text{мах}}},$$

де  $I_{\text{фінр}}^{\text{вик.і}}$  - інтегральний фінансовий показник розробки;

$\Phi_{\text{рі}}$  - вартість і-го варіанта виконання;

$\Phi_{\text{мах}}$  максимальна вартість виконання науково-дослідного проекту (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{фінр}}^{\text{вик.і}} = \frac{82144,32}{85567} = 0,9, \quad I_{\text{фінр}}^{\text{вик.і}} = \frac{77010,3}{85567} = 0,96, \quad I_{\text{фінр}}^{\text{вик.і}} = \frac{85567}{85567} = 1,$$

Отримана величина інтегрального фінансового показника розробки відбиває відповідне чисельне збільшення бюджету витрат розробки в разях (значення більше одиниці), або відповідне чисельне здешевлення вартості розробки в разях (значення менше одиниці, але більше нуля).

Інтегральний показник ресурсоефективності варіантів виконання об'єкта дослідження можна визначити так:

$$I_{\text{рі}} = \sum a_i b_i,$$

де  $I_{\text{рі}}$  - інтегральний показник ресурсоефективності для і-го варіанта виконання розробки;

$a_i$  - ваговий коефіцієнт і-го варіанта виконання розробки;

$b_i$  - бальна оцінка і-го варіанта виконання розробки, що встановлюється експертним шляхом за обраною шкалою оцінювання;

$n$  - число параметрів порівняння.

Розрахунок інтегрального показника ресурсоефективності рекомендується проводити у формі таблиці (див. табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - Порівняльна оцінка характеристик варіантів виконання проекту

Об'єкт досліджень	Ваговий коефіцієнт параметра	Світлодіодні джерела світла	Люмінесцентні джерела світла	Металогалогенні джерела світла
Критерії				
1. Рівень новизни	0,1	10	5	5
2. Енергозбереження	0,3	10	6	5
3. Надійність	0,2	8	8	8
4. Можливість реалізації	0,1	8	8	8
5. Вартість	0,3	2	5	6
РАЗОМ	1	38	32	32

$$I_{p\text{-світлодіодні}} = 10 * 0,1 + 10 * 0,3 + 8 * 0,2 + 8 * 0,1 + 2 * 0,3 = 7$$

$$I_{p\text{-люмінесцентні}} = 5 * 0,1 + 6 * 0,3 + 8 * 0,2 + 8 * 0,1 + 5 * 0,3 = 6,2$$

$$I_{p\text{-металогалогенні}} = 5 * 0,1 + 5 * 0,3 + 8 * 0,2 + 8 * 0,1 + 6 * 0,3 = 6,2$$

Інтегральний показник ефективності варіантів виконання розробки ( $I_{\text{вик.}}$ ) визначається на підставі інтегрального показника ресурсо-ефективності та інтегрального фінансового показника за формулою:

$$I_{\text{вик.1}} = \frac{I_{p\text{-вик.1}}}{I_{\text{фінр}}}, \quad I_{\text{вик.2}} = \frac{I_{p\text{-вик.2}}}{I_{\text{фінр}}}, \quad I_{\text{вик.3}} = \frac{I_{p\text{-вик.3}}}{I_{\text{фінр}}},$$

$$I_{\text{вик.1}} = \frac{7}{0,96} = 11,49, \quad I_{\text{вик.2}} = \frac{6,2}{0,9} = 6,89, \quad I_{\text{вик.3}} = \frac{6,2}{1} = 6,2,$$

Порівняння інтегрального показника ефективності варіантів виконання проекту дозволить визначити порівняльну ефективність проекту (див. табл. 3.5) та вибрати найбільш доцільний варіант із запропонованих. Порівняльна ефективність проекту ( $E_{cp}$ ):

$$E_{cp} = \frac{I_{\text{внкі}}}{I_{\text{внк мах}}}$$

Таблиця 3.5 - Порівняльна ефективність розробки

№ з/п	Показники	Світлодіодні джерела світла	Люмінесцентні джерела світла	Метало-галогенні джерела світла
1	Інтегральний фінансовий показник розробки	0,96	0,9	1
2	Інтегральний показник ресурсоефективності розробки	7	6,2	6,2
3	Інтегральний показник ефективності	11,49	6,89	6,2
4	Порівняльна ефективність варіантів виконання	1	0,6	0,54

Виходячи з розділу, ресурсоефективність та ресурсозбереження» можна зробити такі висновки щодо проекту:

1. Згідно з оцінкою комерційного та інноваційного потенціалу проекту можливості спільно з сильними сторонами сприяють розвитку ринку та попиту на товар. Можливі загрози: висока вартість світлових приладів може послабити позиції даної пропозиції на ринку.

2. При складанні календарного плану проекту було розраховано необхідних календарних робіт - 111 днів, а для виконання робіт над проектом задіяно 2 особи, а також використано діаграму Ганта, що дозволяє

скоординувати план робіт.

3. Бюджет науково-технічного проекту залежно від виконання становив 82144,32 грн, 77010,3 грн та 85567 грн відповідно.

4. Оцінка ресурсоефективності проекту показала, що проект у виконанні - зі світлодіодними джерелами світла - є ефективнішим варіантом вирішення задачі, поставленої в даній роботі, оскільки інтегральний показник і порівняльна ефективність виконання зі світлодіодними джерелами світла вище за інші варіанти виконання.

### 3.5 Забезпечення техногенної безпеки

При написанні дипломного проекту основним видом роботи є аналіз діючих освітлювальних установок (ОУ), наводяться рекомендації щодо модернізації та проведення вимірювань на території спортивного об'єкта – басейну, пропонується альтернативний варіант ОУ для освітлення басейну, розташованого на території спортивно-оздоровчого комплексу «Дельфін», м. Львів, а також проектування 3D-моделі приміщення об'єкта, що досліджується.

Основним робочим місцем служила учбова аудиторія Інженерно-начально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету.

У ході виконання ВКРМ руйнівних впливів на довкілля не вироблялося, проте, під час роботи з комп'ютерної техніки інженер-проектувальник піддається впливу низки шкідливих чинників. Розділ 3.5 ВКРМ присвячується аналізу факторів, що негативно впливають на інженера-проектувальника, та на основі чинних нормативних документів будуть наведені рекомендації щодо мінімізації даного шкідливого впливу.

## 3.5.1 Виробнича безпека

Таблиця 3.6 - Основні елементи виробничого процесу, що формують небезпечні і шкідливі чинники [25]

Найменування видів робіт	Чинники (ДБН А.3.2-2-2009[25])		Нормативні документи
	Шкідливі	Небезпечні	
<p>Проектувальні роботи:</p> <p>1) аналіз чинної ОУ;</p> <p>2) приведення рекомендації модернізації ОУ та проведення вимірювань території досліджуваного об'єкта - басейну спорт-комплексу «Дельфін», м. Львів</p> <p>3) проектування 3D-моделі приміщення досліджуваного об'єкта та ОУ, розташованих на території даного об'єкта;</p>	<p>1. Відхилення показників клімату приміщенні;</p> <p>2. Перевищення зрівнів шуму та вібрації;</p> <p>3. Недостатня освітленість робочої зони;</p> <p>4. Нервово-психічні навантаження;</p>	<p>1. Електробезпека;</p> <p>2. Пожежовибухова небезпечність;</p>	<p>1. ДСН 3.3.6.042-99[26]</p> <p>2.ДБН В.1.2-10:2021[27]</p> <p>3. ДСТУ 8828:2019 [28]</p> <p>4.ДСТУ Б А.2.4-24:2008 [8]</p>

### 3.5.2 Аналіз шкідливих факторів робочої зони та обґрунтування заходів щодо їх усунення

#### 1. Відхилення показників мікроклімату у приміщенні

У приміщеннях, де застосовні комп'ютери, мають бути дотримані певні параметри мікроклімату. Основними факторами, що характеризують мікроклімат виробничого середовища, є температура, рухливість та вологість повітря. Для підтримки необхідних параметрів мікроклімату в робочій зоні застосовні різні види систем вентиляції, кондиціонування повітря та опалення. Час і кількість надлишкового тепла в приміщенні повинні бути враховані при нормуванні метеорологічних умов у виробничих приміщеннях. У санітарних нормах ДСН 3.3.6.042-99 [26] встановлено величини властивостей мікроклімату, створюють зручні умови. Ці норми встановлюються залежно від пори року, характеру трудового процесу характеру виробничого приміщення (див. табл. 3.7). Робота інженера-проектувальника відноситься до категорії робіт 1а, оскільки робота проводиться сидячи та супроводжується незначною фізичною напругою.

Таблиця 3.7 - Параметри мікроклімату категорії робіт 1а.

Період року	Параметр мікроклімату	Величина
Холодний і перехідний	Температура повітря в приміщенні	22 - 24 °С
	Відносна вологість повітря	40 - 60 %
	Швидкість руху повітря	до 0,1 м/с
Теплий	Температура повітря в приміщенні	23 - 25 °С
	Відносна вологість повітря	40 - 60 %
	Швидкість руху повітря	0,1 - 0,2 м/с



Норми подання свіжого повітря в приміщення, де розташовані комп'ютери, приведені в таблицю 3.8 [29].

Таблиця 3.8 - Норми подачі свіжого повітря до приміщень, де розташовані комп'ютери.

Об'єм приміщення, м <sup>3</sup>	Об'ємна витрата свіжого повітря, що подається в приміщення, м <sup>3</sup> /на одну людину в годину
до 20	Не менше 30
20 - 40	Не менше 20
Більше 40	Природна вентиляція

Згідно з паспортом лабораторії забезпечується підтримка температури на рівні 22 - 24 ° С, відносна вологість у приміщенні 40-60%, швидкість руху повітря 0,1 м / с, дані значення підтримуються автоматичною системою кондиціонування.

## 2. Підвищений рівень шуму на робочому місці

При тривалому впливі шуму на організм людини відбуваються небажані зміни: знижується гострота зору та слуху, підвищується кров'яний тиск, притуплюється увага.

Будівля, в якій знаходиться лабораторія, віддалена від сильних джерел шуму: центральних вулиць, автомобільних та залізниць, аеропортів тощо.

Шум на робочому місці створюється внутрішніми джерелами: технічними засобами, облаштуванням кондиціонування повітря та іншим обладнанням.

Для зниження шуму слід застосовувати раціональне розташування обладнання, послабити шум самих джерел, зокрема передбачити застосування в їх конструкціях акустичних екранів, звукоізолюючих кожухів, а потік і стіни в приміщенні повинні бути облицьовані звукопоглинаючими

матеріалами.

У лабораторії рівень внутрішніх шумів не перевищує гранично допустимого значення 50 дБА, встановленого в ДБН В.1.2-10:2021[27].

### 3. Недостатня освітленість робочої зони

Вимоги до освітленості робочого місця інженера проектувальника:

- освітленість має відповідати характеру зорової роботи;
- величина освітленості має бути постійною у часі;
- повинні бути відсутні пульсації світлового потоку ІС.

Вимога до освітленості в приміщеннях, де встановлені комп'ютери, що йдуть при виконанні робіт високої точності загальна освітленість повинна становити 300 лк, а комбінована - 750 лк; аналогічні вимоги під час виконання робіт середньої точності - 200 і 300 лк відповідно [8].

Як джерела штучного освітлення на робочому місці використовуються люмінесцентні лампи, які попарно об'єднані в світильники. Ці світильники розташовуються над робочими поверхнями рівномірно-прямокутному порядку (див. рис 3.2).

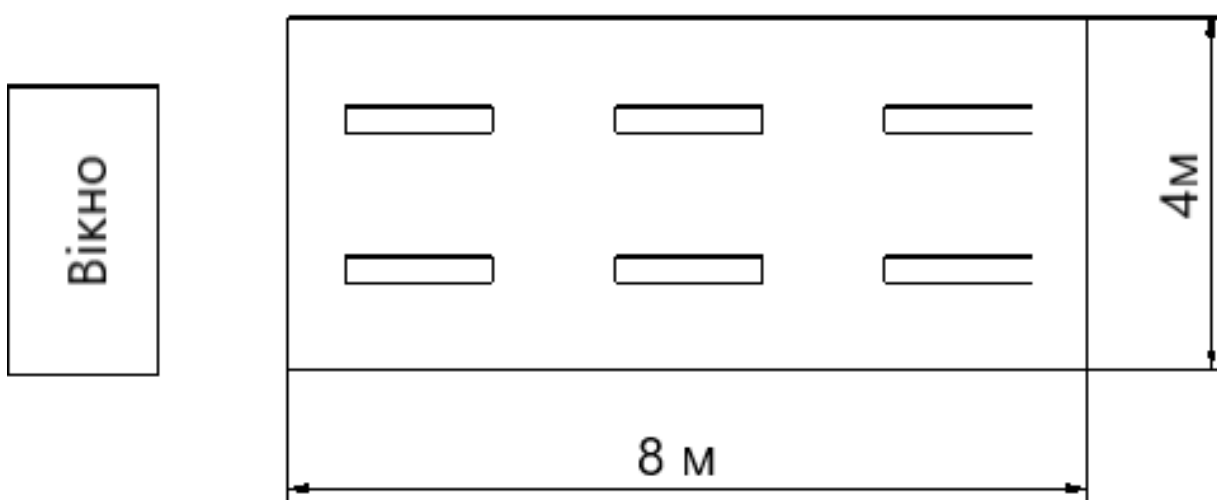


Рисунок 3.2 - План розташування світлових приладів.

Зробимо розрахунок штучного освітленості приміщення шляхом коефіцієнта використання [30]. Для освітлення аудиторій застосовуються відкриті дволампові світильники з люмінесцентними лампами. Основні характеристики ламп ЛБ:

Потужність 40 Вт;

Струм лампи 0,43 А;

Світловий потік 3200 лм.

$$i = \frac{A * B}{h * (A + B)}$$

де А - довжина приміщення, м; В - ширина приміщення, м; h - висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м.

$$i = \frac{A*B}{h*(A+B)} = \frac{8*4}{2*(8+4)} = 1,33$$

У нашому випадку коефіцієнт відображення стін  $\rho_c = 50\%$ .

Вибір освітленості приміщення здійснюємо згідно ДСТУ Б А.2.4-24:2008 [8], з яких мінімальна освітленість  $E_{\min} = 300$  лк. Враховуючи, що в приміщенні 6 світильників та в кожному світильнику встановлено дві лампи, загальна кількість ламп  $N=12$ . Тоді світловий потік лампи дорівнює:

$$\Phi = \frac{E * k * S * z}{N * n} = \frac{300 * 1.5 * 32 * 1.1}{12 * 0.48} = 2750 \text{ лк.}$$

Порівнюємо отриману величину світлового потоку з серійною, яка складає 3200 лм.

$$-10 \leq \frac{\Phi_{\text{станд}} - \Phi_{\text{разх}}}{\Phi_{\text{станд}}} * 100\% \leq 20$$

$$-10 \leq \frac{3200 - 2750}{3200} * 100\% \leq 20$$

Отримуємо  $-10 \leq 14,06 \leq 20$ , що відповідає стандартним нормам освітлення приміщень, де встановлені комп'ютери, з освітленістю 300 лк.

#### 4. Нервово-психічні перевантаження

Цей вид шкідливих чинників виникає у разі нерівномірного розподілу часу при роботі і відпочинку. У випадку якщо на відпочинок відводиться недостатньо часу у проектувальника, виникають скарги на головний біль, перенапруга зорового апарату, дратівливість, незадоволеність роботою, внаслідок чого виникає проблема зі сном, біль у м'язах, шії та попереку.

Вирішенням цієї проблеми є надання протягом робочого часу перерви для відпочинку та харчування тривалістю не більше двох годин та не менше 30 хвилин. Час, відведений для перерви, та його тривалість встановлюються правилами внутрішнього трудового розпорядку або за згодою між працівником та роботодавцем, у цьому випадку між студентом, який виконує роботу інженера-проектувальника та його науковим керівником. [31]

### 3.5.3 Аналіз небезпечних факторів робочої зони та обґрунтування заходів щодо їх усунення

#### 1. Електробезпека

Небезпека ураження людини електричним струмом існує у всіх випадках, коли використовуються електричні установки та обладнання. Для запобігання електричному ураженню необхідно по можливості виключити причини ураження, до яких відносять [32]:

- випадковий дотик до задньої панелі системного блоку, а також перемикання роз'ємів периферійних пристроїв працюючого комп'ютера;
- поява напруги на механічних частинах електроустаткування (корпусах, кожухах тощо) внаслідок пошкодження ізоляції чи інших причин;
- виникнення «крокової» напруги на поверхні землі чи опорної поверхні;
- множини мережевих фільтрів і подовжувачів перевищують рівень електромагнітних полів струмів частоти 50 Гц.
- Відповідно до вимог «Правил устрою електроустановок»[33],

лабораторія обладнана наступним чином:

- • на розподільчому щитку є рубильник для відключення загальної мережі електроживлення;
- • у всіх приладах є запобіжники для захисту від перевантажень у спільній мережі живлення та захисту мережі при несправності приладу.

Експлуатація приладів має відповідати «Правилам експлуатації електроустановок споживачів» [34].

Відповідно до цих правил необхідно виключити можливість дотику людини до струмоведучих частин приладів. Для цього проводяться такі заходи:

- Наявність ізоляції на всіх струмопровідних провідниках;
- Для підключення приладів слід використовувати лише стандартні електричні роз'єми;
- При проведенні робіт з увімкненими приладами суворо дотримується інструкції з техніки безпеки;
- Заборонено використання у роботі несправних приладів.

Лабораторія задовольняє наведеним вище вимогам, тому можна віднести до приміщень без підвищеної небезпеки ураження людей електричним струмом.

Це сухе приміщення без підвищеного вмісту пилу, температура повітря - нормальна.

## 2. Пожежвибухобезпека

Основними причинами пожеж є порушення технологічного режиму роботи обладнання, несправність електрообладнання, погана підготовка обладнання до ремонту, самозаймання різних матеріалів та ін.

Оскільки комп'ютерне приміщення за рівнем пожежонебезпечності належить до категорії У, тобто. до приміщень з твердими речовинами, що згоряються, необхідно передбачити ряд профілактичних заходів технічного та організаційного плану.

До технічних заходів відносяться: дотримання протипожежних норм та правил при проектуванні будівель, при влаштуванні електропроводів та обладнання, опалення, вентиляції, освітлення, правильне розміщення обладнання.

Необхідний ряд заходів, спрямованих на забезпечення гасіння пожежі включає забезпечення під'їздів до будівлі, знеструмлення електричних кабелів, наявність гідрантів з пожежними рукавами, пожежних щитів та ящиків з піском у коридорах; теплову сигналізацію та телефонний зв'язок із пожежною охороною. Також потрібна наявність вогнегасників.

Порядок дій у разі виявлення пожежі чи ознак горіння:

- негайно повідомити про пожежу в пожежну охорону за телефоном 101 (чітко назвати адресу підприємства, що горить та чому загрожує, прізвище повідомлення).
- Повідомити про пожежу керівництва підприємства.
- Сповістити персонал про пожежу та порядок евакуації.
- По можливості вжити заходів до евакуації людей, матеріальних цінностей та одночасно розпочати гасіння вогнища пожежі первинними засобами пожежогасіння.
- Організувати зустріч пожежних підрозділів, повідомити керівника гасіння пожежі про наявність людей у будівлі.

#### 3.5.4 Екологічна безпека

Робота будь-якого виробництва супроводжується утворенням відходів, які потрапляють у навколишнє середовище у вигляді викидів в атмосферу, скидів у водойму, твердих промислових та побутових відходів та сміття на поверхню та у надра Землі. Забруднення довкілля та утворення у ній небезпечних зон, котрим характерні високі концентрації токсичних речовин, і підвищені рівні енергетичного впливу.

Несправні комп'ютери та інша оргтехніка є відходами при даному виді робіт. Професійна утилізація комп'ютерів – це складний, але важливий

процес. На виконання процедури утилізації техніки існують професійні фірми, які пройшли реєстрацію в Пробірній Палаті [35].

### 3.5.5 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Надзвичайні ситуації техногенного характеру - це ситуації, що виникають внаслідок виробничих аварій та катастроф на об'єктах, пожеж, вибухів на об'єктах. Аварії та катастрофи на об'єктах характеризуються раптовим обвалом будівель, споруд, аваріями на енергетичних мережах, аваріями у комунальному життєзабезпеченні, аваріями на очисних спорудах, технологічних лініях тощо [36]

Найважливіше значення мають терміни евакуації людей межі зон руйнацій під час надзвичайної обстановки. Рятувальні формування ГО повинні якнайшвидше розпочати роботи з порятунку людей, діючи спільно з формуваннями ГО медичної служби.

Дуже важливими є дії рятувальних формувань ГО спільно з формуваннями ГО медичної служби, а також аварійно-технічних формувань, які негайно повинні відключити ще не пошкоджені енергетичні та комунально-технічні мережі для локалізації аварії.

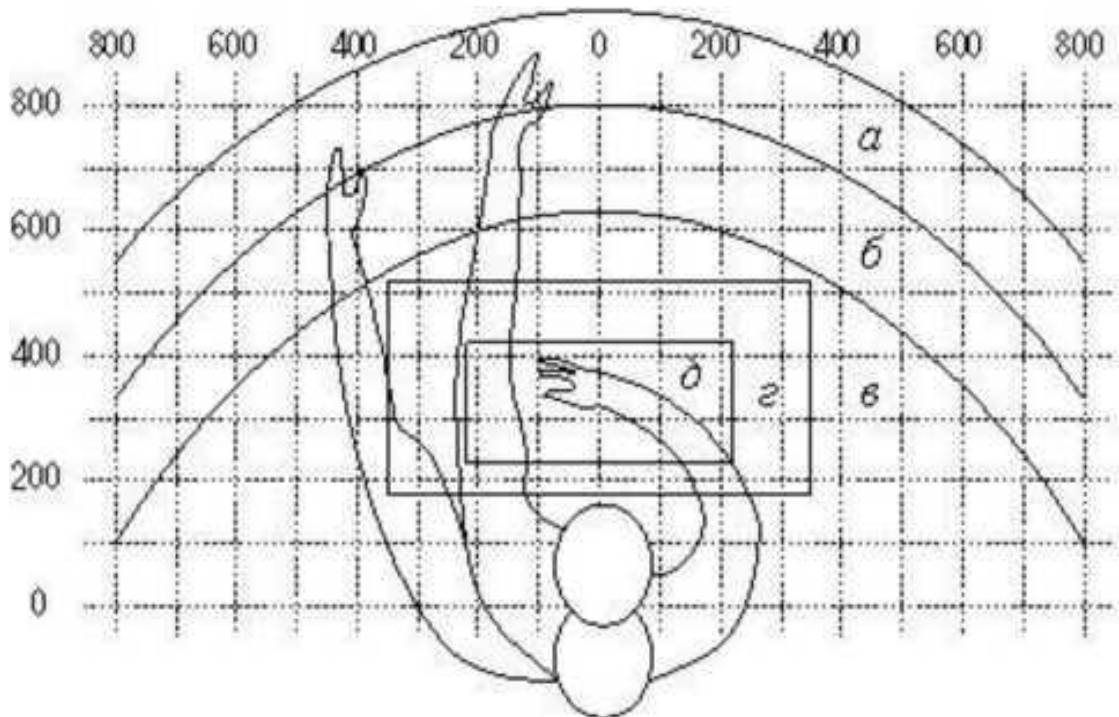
Основними заходами, що забезпечують успішну евакуацію людей та майна під час пожежі, є:

- Заздалегідь складені плани евакуації;
- Призначення особи, відповідальної за евакуацію, яка має стежити за справністю дверних отворів, вікон, проходів та сходів;
- Ознайомлення співробітників, які працюють у лабораторії, з планом евакуації, який повинен висіти на видному місці. Передбачені засоби пожежогасіння у приміщенні лабораторії, в якому проводилася робота над ВКРМ, відповідно до вимог технічного регламенту про вимоги пожежної безпеки [28]: вогнегасник ручний вуглекислотний ОУ-5, пожежний кран із рукавом та ящик із піском (у коридорі). Крім того, кожне приміщення обладнане системою протипожежної сигналізації.

### 3.5.6 Організаційні заходи забезпечення безпеки

Організаційні заходи при компонованні робочої зони.

Один з основних факторів комфортності робочого середовища – це організація робочого місця, яке має відповідати вимогам ДСТУ 8604:2015 [37]. Моторне поле - простір робочого місця, де можуть здійснюватися рухові дії людини. Максимальна зона досяжності рук - це частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, що описуються максимально витягнутими руками під час руху їх у плечовому суглобі. Оптимальна зона - частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, що описуються передпліччям при русі в ліктьових суглобах з опорою в точці ліктя і відносно нерухомим плечем (див. рис. 3.3).



а - зона максимальної досяжності;

б - зона досяжності пальців при витягнутій руці;

в - зона легкої досяжності долоні;

г - оптимальний простір для грубої ручної роботи;

д - оптимальний простір для тонкої ручної роботи.

Рисунок 3.3 - Зони досяжності рук в горизонтальній площині.



Оптимальне розміщення предметів праці та документації у зонах досяжності:

- Монітор розміщується у зоні «а» (у центрі);
- Системний блок розміщується у передбаченій ніші столу;
- Клавіатура – у зоні «г» або «д»;
- «Миша» - у зоні праворуч;
- Сканер у зоні "а" або "б" (ліворуч);
- Принтер знаходиться в зоні "а" (праворуч).

Робоче місце повинне відповідати вимогам ДСТУ 8604:2015 [37]: стійкість робочого столу з однотонним неметалевим покриттям, а робочий стілець повинен мати, що виключає оніміння тіла через порушення кровообігу при тривалій роботі на робочому місці. Виробничі будівлі, згідно з “Вказівками з проектування кольорового оздоблення інтер'єрів виробничих будівель промислових підприємств” (СН-181-70) [38], рекомендуються фарбувати у спокійні кольори, лабораторія, в якій проводилася робота над ВКРМ, має таке забарвлення:

- стеля – біла;
- стіни – суцільні, персикового кольору;
- підлога - бежева.

При виконанні інтер'єру зазвичай вибирають не більше трьох основних кольорів невеликої насиченості. Забарвлення ПК і техніки, що додається до нього, має темні кольори з висококонтрастними органами управління і написами до них.

Спеціальні правові норми трудового законодавства.

При прийомі на будь-який вид роботи, яка за своїм характером або через обставини, в яких вона здійснюється, може завдати шкоди здоров'ю, безпеці чи моральності підлітка, повинна бути виконана обов'язкова вимога - мінімальний вік не повинен бути нижчим за вісімнадцять років.

У сучасних умовах економічної кризи природним бажанням

роботодавців є скорочення фонду оплати праці. Трудовий кодекс України передбачає право роботодавця у певних випадках вводити на підприємстві режим неповного робочого дня та (або) неповного робочого тижня.

При запровадженні такого режиму оплата праці виробляється пропорційно відпрацьованому часу, тобто. оклад пропорційно зменшується, що дозволяє скоротити витрати на оплату праці. Жінки мають рівні з чоловіками права на працю, але вимоги до умов та видів праці жінок мають коригуватися з урахуванням анатомо-фізіологічних особливостей їхнього організму.

Державний нагляд та контроль в організаціях незалежно від організаційно-правових форм та форм власності здійснюють спеціально уповноважені на те державні органи та інспекції відповідно до федеральних законів.

## ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. Нормування освітлення на спортивних об'єктах, зокрема басейнах, є найбільш складним та неоднозначним завданням порівняно з іншими типами об'єктів. Це пояснюється специфічними особливостями різних водних видів спорту, а також режимів роботи, розрахованих на різні кількості людей, різні рівень змагань, забезпечення роботи телетрансляцій тощо.

2. У ході цієї роботи було вивчено нормативну документацію та літературу на тему, в якій розглядалися особливості освітлення басейнів як спортивних об'єктів. В результаті було з'ясовано, що існує вітчизняний стандарт ДБН В.2.5-28:2018, в якому докладно описані вимоги до освітленості різних об'єктів спорту, датована 2018 роком і з того часу не змінюється. Крім того, існують норми організацій з водних видів спорту, у тому числі FINA [4].

3. При розробці освітлювальних установок з урахуванням норм і правил освітлення для приміщень спортивних об'єктів слід керуватися такими міркуваннями:

- Якщо на об'єкті однозначно не будуть проходити жодні змагання рівнем вище місцевого, то слід за основу прийняти норми ДБН В.2.5-28:2018. У деяких випадках для зручності проектування можна використовувати норми EN 12193. Ці документи мають набір схожих параметрів, при цьому як основний критерій використовується не мінімальна освітленість, а середня.

- Якщо об'єкт призначений для змагань регіонального чи всеукраїнського масштабу, необхідно керуватися нормами та правилами українських спортивних асоціацій.

- У разі можливості проведення на об'єкті змагань міжнародного рівня необхідно насамперед керуватися нормами та правилами відповідних міжнародних спортивних організацій. Якщо таких норм немає, можна скористатися нормами Міжнародної комісії з висвітлення.

4. У кожному конкретному випадку перед творцем світлотехнічного

рішення для мети освітлення спортивного басейну стоїть непросте завдання вибору. І вирішити це завдання можна лише добре вивчивши об'єкт.

5. Для вивчення об'єкта дослідження у цій роботі було проведено вимірювання освітленості басейну, розташованого на території спортивно-оздоровчого комплексу «Дельфін», м. Львів та розроблено 3D-модель басейну за допомогою програми комп'ютерного моделювання та розрахунку світло-технічних параметрів об'єкта.

6. А також було проведено аналіз діючої освітлювальної установки, в результаті якого були внесені пропозиції щодо модернізації освітлювальної установки у напрямку використання найбільш енергоефективних джерел світла - світлодіодів, оскільки використання якісного та енергоефективного освітлення безпосередньо впливає на самопочуття та мотивацію відвідувачів. І є допоміжним чинником розвитку та підтримки дитячо-юнацького спорту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Каталог компанії Philips. «Спортивне освітлення», Philips Lighting 2012
2. Сайт. Вікіпедія. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [https://ua.wikipedia.org/wiki/Плавальний\\_басейн](https://ua.wikipedia.org/wiki/Плавальний_басейн).
3. Синій С. В., Сунак П. О., Шостак А. В. Сучасні конструкції штучних плавальних басейнів // #Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. 2014. Вип. 2. С. 121–124.
4. Сайт. Зведення правил міжнародної федерації плавання *FINA Facility rules*. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://www.fina.org/content/fina-rules-regulations>
5. ДНПАОП 0.00–1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів // К.: АТ «Київська книжкова фабрика», 1998.– 380 с.
6. СОУ 97.2-32774846-001:2014 Басейни. Загальні вимоги
7. ДБН В.2.5-28:2018. Природне та штучне освітлення. [Електронний ресурс] // Державне підприємство "Укрархбудінформ". – 2018. – Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/12/V2528-1.pdf>
8. ДСТУ Б А.2.4-24:2008 Система проектної документації для будівництва. Внутрішнє електричне освітлення. Робочі креслення.
9. ДСТУ Б В.2.2-6-97 Методи вимірювання освітленості.
10. DIN EN 12193 «Світло і освітлення — освітлення спортивних споруд»
11. Сайт. Каталог стандартів міжнародної комісії з освітлення. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://www.iso.org/ru/standards-catalogue/browse-by-ics.html>
12. CIE 169. Practical design guidelines for the lighting of sport events for colour television and filming. - 2005.

13. Дослідження характеристик сучасних електричних джерел світла / М. О. Гошко, С. М. Хімка, К. М. Василів, І. М. Дробот // Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2012. – № 16. – С. 390-394.
14. Назаренко Л. А. Фізика і техніка світлодіодів : навч. посібник /Л. А. Назаренко, А. І. Колесник ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М.Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 232 с
15. Луцький Я. Спортивні споруди та обладнання. Навчально-методичний посібник / Я.Луцький, В.Луцький, В. Випасняк І., Р.Римик. Електрон. текст. дані. Івано-Франківськ, 2010. 213 с.
16. ДСТУ EN 60529:2018 Ступені захисту, забезпечувані кожухами (Код IP) (EN 60529:1991; A1:2000; A2:2013; AC:1993; AC:2016, IDT; IEC 60529:1989; A1:1999; A2:2013; Cor 2:2015, IDT)
17. Світлодіоди: фізика, технологія виготовлення, застосування : навч.посібник / В. І. Карась, Л. А. Назаренко, І. В. Карась ; Харків. нац. акад. міськ.. – Харків : ХНАМГ, 2012. – 323 с.
18. Іоффе К. І. Конспект лекцій з дисципліни «Системи керування світлотехнічними пристроями» [Електронний ресурс] : для магістрів денної і заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніката електромеханіка (спеціалізація «Світлотехніка і джерела світла») /К. І. Іоффе, О. Л. Черкашина; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім.О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 57 с.
19. Кожушко Г. М. Щодо концепції розвитку світлотехніки в Україні / Г. М. Кожушко // СвітлоЛюкс. – 2012. – № 1. – С. 53-55.
20. Соловей О. І. Промислові електротехнологічні установки : навч. посіб. / О. І. Соловей. – К. : Кондор, 2009. – 172 с
21. Василега П. О. Електротехнологічні установки : навч. посіб./ П. О. Василега. – Суми : СумДУ, 2010. – 548 с.
22. Каталог LEDосвітлювальних приладів : 2019 : [каталог]. –

[Тернопіль : ТОВ «ОСП Корпорація Ватра», 2019]. – 108 с.

23. Сайт. Dialux. [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://www.dialux.com/en-GB/>

24. Гуракова Л. Д. Теплові джерела світла : конспект лекцій для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 6.050907 – Електротехніка та електротехнології / Л. Д. Гуракова ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2004. – 45 с.

25. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення"

26. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень

27. ДБН В.1.2-10:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації

28. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення.

29. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.

30. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28:20 / Громадський Ю. і др. – Київ, 2018.

31. Вітрищак С.В. Санітарно-гігієнічні вимоги до спортивно-оздоровчих комплексів / Вітрищак С.В., Погорелова І.О., Погорелов В.П., Гайдаш І.А. // Український медичний альманах , Том 16, № 2. 2013. С. 172-177.

32. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Київ: Основа, 1998. 380 с.

33. Електробезпека: підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2018. 295 с.

34. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів // К.: ДП НТУКЦ «АсЕлЕнерго», 2007. – 304 с

35. Основи охорони праці: підручник / М. С. Одарченко, А. М. Одарченко, В. І. Степанов та ін. Харків: ХДУХТ, 2017. 334 с.

36. Основи цивільного захисту: Навч. посібник / Васійчук В.О.,

Гончарук В.Є., Качан С.І., Мохняк С.М. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2010.- 412с.

37. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги.

38. СН 181-70 Вказівки з проектування колірної обробки інтер'єрів виробничих будівель промислових підприємств

39. 7 найбільших басейнів у світі. [Електр.ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://largesthq.com/najbilshi-basejni>.

40. 30 цікавих фактів про басейни. [Електр.ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://tsikavi-fakty.com.ua/30-tsikavyh-faktiv-pro-basejny/>

41. Найглибший басейн: Y-40 Deep Joy. [Електр.ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://records-world.com/samyj-glubokij-bassejn-y-40-deep-joy/>

42. Світлодіодні лампи, енергозберігаючі лампи, світлодіодні світильники Electrum і ELM[Електронний ресурс] : — Режим доступу :<https://www.electrum.com.ua/>.

43. Каталог освітлювальних приладів [Електронний ресурс] : 2019 : [каталог]. – [ТОВ «ОСП Корпорація Ватра», 2018]. – 108 с.. — Режим доступу до каталогу :[https://vatra.ua/ukr/floodlights/go07v-jo07v-ro07v-io07v-VATRAhttps://ru.wikipedia.org/wiki/Плавальний\\_басейн](https://vatra.ua/ukr/floodlights/go07v-jo07v-ro07v-io07v-VATRAhttps://ru.wikipedia.org/wiki/Плавальний_басейн)

44. Гажаман В. І. Електробезпека на виробництві. Київ: 2002. 272 с.

45. Види ламп [Електронний ресурс] // Corelamp – Режим доступу до ресурсу: <https://corelamps.com/yak-obraty-svitylnyk-chy-lampochku/vydy-lamp>

46. Архітектура будівель і споруд: Навчальний посібник. Харків: ХНАМГ, 2012. 170 с.

47. Довгенько Ю. Сучасні підходи до обліку спортивних споруд в Україні // Спортивний вісник Придніпров'я. 2010. № 3. С. 11-13.

48. Решетило С. Спортивно-фізкультурні споруди та обладнання : навч. посіб. / С. Решетило. – Львів, 2010. – 103 с.

49. Новікова О. В. Основи формування водно-розоважальних комплексів [Електронний ресурс] / О. В.Новікова, В. П. Ковальський //



Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2018), 02 січня-06 червня 2018 р. : збірник матеріалів. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2018/paper/view/3697>.

50. Мічунда Ю. П. Сфера фізичної культури і спорту в умовах ринку. Закономірності функціонування та розвитку: монографія. – К. : Олімп. л-ра, 2017. – 216 с.

51. Федорова А.О Маркетингові канали комунікацій на ринку спортивно-оздоровчих послуг [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://probl-economy.kpi.ua/pdf/2012-22.pdf>.

52. Свірко В.О., Рубцов А.Л., Євсєнко В.М. Рекомендації з визначення трудомісткості і вартості робіт. – К.: ТОВ “Школа”, 2010. – 100 с.

53. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей. Навчальний посібник. За редакцією В.В. Сафонова - К.: Основа, 2011. - 480с.

54. Свірко В.О. та ін. Основи ергодизайну. – К.: НАУ, 2011. – 300с.

55. Шевчук Л.І. Кавітація. Фізичні, хімічні, біологічні та технологічні аспекти : монографія / Л.І. Шевчук, В.Л. Старчевський. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 376 с.

56. Менеджмент та маркетинг інновацій : [монографія / За заг. ред. С.М. Ілляшенка]. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2004. – 616 с

57. The IESNA Lighting Handbook. Ninth Edition IESNA, 2002.

58. Illuminance levels for sport events. CIE, 1991.

59. Guide for the lighting of sports events for colour television and film systems CIE, 1989.

60. Ir. Dr. Sam C. M. Hui. Lighting Calculations [Електронний ресурс] / Ir. Dr. Sam C. M. Hui // Faculty of Science and Technology. – 2017. – Режим доступу: [http://ibse.hk/SBS5312/SBS5312\\_1718\\_05-lighting\\_calculations.pdf](http://ibse.hk/SBS5312/SBS5312_1718_05-lighting_calculations.pdf).

61. Mark S. Rea. IESNA Lighting Handbook 9th Edition [Text] / Mark S. Rea // Illuminating Engineering Society of North America. – 2000. – 1037 pp. – ISBN 0-87995-150-8

62. Jarosław Kaczmarek. Architektura rekreacji // Architektura-Murator. – 2001. – S. 37–44.

63. Банах А.В., Гальченко А.М., Гребенюк І.В. Освітлення спортивних басейнів // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України». - Запоріжжя : ЗНУ, 2023. - с.170-171.