

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання лабораторних робіт та організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯ
СПОРТИВНИХ СПОРУД»

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
всіх форм навчання зі спеціальності*

*141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,
освітньо-професійна програма «Світлотехніка і джерела світла»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт та організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Комп'ютерне проектування освітлення спортивних споруд» (для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньо-професійна програма «Світлотехніка і джерела світла») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. М. Діденко, О. М. Ляшенко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 91 с.

Укладачі : канд. техн. наук, ст. викл. О. М. Діденко,
канд. техн. наук, доц. О. М. Ляшенко

Рецензент

Л. А. Назаренко, доктор технічних наук, професор кафедри світлотехніки і джерел світла Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою світлотехніки і джерел світла, протокол № 8 від 14 березня 2025 р.

Методичні рекомендації призначені для здобувачів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Подано засоби та послідовність виконання лабораторних робіт, список рекомендованих джерел, наведено приклади оформлення звіту та питання для самостійного опрацювання.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛІНИ.....	8
2 ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ СВІЛОТЕХНІЧНИХ ПРОЄКТІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ.....	11
3 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	16
Лабораторна робота 1 Освітлення стадіонів для гри у футбол і хокей із м'ячем	16
Лабораторна робота № 2 Освітлення льодової арени.....	33
Лабораторна робота № 3 Освітлення баскетбольних і волейбольних майданчиків.....	36
Лабораторна робота № 4 Освітлення майданчиків для бадмінтону та тенісу, майданчиків для гри в городки.....	40
Лабораторна робота № 5 Освітлення майданчиків для неігрових видів спорту.....	46
Лабораторна робота № 6 Освітлення споруди для стрілецького спорту.....	50
Лабораторна робота № 7 Освітлення відкритого басейну для плавання і стрибків у воду, для гри у ватерполо.....	54
Лабораторна робота № 8 Освітлення закритих спортивних споруд...	58
4 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	73
4.1 Основні етапи роботи в програмі AutoCAD.....	73
4.2 Завдання для самоперевірки знань.....	84
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	85
ДОДАТОК А.....	87

ВСТУП

Посилення інтересу до спортивних змагань з боку широкої маси людей і розвиток телекомунікаційних технологій зумовили підвищення вимог до всіх інженерних систем спортивних споруд, у тому числі до систем освітлення.

Освітлювальні установки спортивних споруд повинні не тільки створювати необхідний рівень освітлення і насиченості ігрового поля, або майданчика, але й забезпечувати комфортні умови перегляду змагань і для вболівальників на стадіоні, і для телеглядачів. Для виконання цих вимог необхідно забезпечити високу кольоропередачу, усунути тіні від гравців, елементів ігрового поля і спортивних снарядів залежно від видів спорту, забезпечити можливість якісної телезйомки з необхідних напрямів, обмеження засліплючої дії від прожекторів.

Урахування зазначених вище факторів при великій кількості світлових приладів освітлювальної системи ускладнили багатоваріантні розрахунки систем освітлення спортивних споруд традиційними інженерними методами і значно подовжили термін проєктування і визначення параметрів освітлювальних установок (ОУ). Звісно, в цих умовах застосування сучасних комп'ютерних програм є необхідним для швидкого створення якісного освітлення, гнучкого трансформувannya систем на етапі проєктування для отримання найкращого в кожному конкретному випадку інженерного рішення – надійного, безпечного, комфортного для глядачів, гравців, телезйомки і прийняттого для реального виконання монтажу й наступного обслуговування.

Комп'ютерне світлотехнічне проєктування має суттєві відмінності від стандартної методики проєктування, яка базується на інженерних методах розрахунку світлотехнічних параметрів. Основним інструментом у цьому випадку є світлотехнічна програма (розрахункове середовище, що

використовує метод *Radiosity*), а не комплекс спрощених методів розрахунку. Розрахунок світлотехнічних показників освітленості за методом *Radiosity* виконується на підставі методів кінцевих елементів, що й визначає головну відмінність розрахункових методик.

На сьогодні не існує досконалих методик проєктування освітлювальних установок в умовах використання світлотехнічних програм. Якщо раніше інженеру-світлотехніку для виконання світлотехнічного проєкту достатньо було мати відповідні знання в галузі світлотехніки, то тепер до цього додається, як обов'язкова частина, обізнаність із комп'ютерною графікою. Світлотехнік отримує потужні інструменти світлотехнічного проєктування у вигляді тривимірних розрахункових програм. Однак на практиці їх використання без належної методики не завжди приводить до позитивного результату. Якими можуть бути результати таких змін? Загалом, змінюється сам підхід до світлотехнічного проєктування. Якщо раніше основний час при розробці освітлювальної установки проєктувальник витрачав на побудову розрахунків (визначення показників освітленості і яскравості в контрольних точках), то тепер для проведення розрахунків необхідно декілька секунд.

Що ще дають світлотехнічні програми, крім швидкості розрахунку? Щоб відповісти на поставлене запитання, необхідно згадати про різницю використаних у розрахунках методів. Головною перевагою методу *Radiosity* щодо інженерних методів розрахунку є можливість отримання чіткого розподілу випромінювання на моделі освітлювальної установки, яка проєктується, з урахуванням багаторазових відображень, що неможливо отримати за допомогою інженерних методів. Використання інженерних методів у проєктуванні освітлювальних установок (ОУ) закритого типу (інтер'єри, спортивні споруди і т. д.) стає не потрібним, а

застосування у світлотехнічних програм електронних баз значно зменшує час на пошук оптимального світлового обладнання.

Світлотехнічні програми дозволяють виконувати розрахунок ОУ на підставі реальних геометричних розмірів освітлюваного об'єкта, мають засоби для детального моделювання інтер'єрного і оточуючого простору. Вони містять також засоби для моделювання фотометричних властивостей матеріалів, які використовуються у тривимірній сцені, що, в цілому, забезпечує можливість використання у програмі методу трасування променів для створення фотореалістичних зображень майбутньої ОУ. На відміну від інженерних методів розрахунку ОУ, при застосуванні світлотехнічних програм використовується інший підхід до світлотехнічного проєктування. Застосовується трьохетапна структура. Першим етапом є геометричне моделювання об'єкта сцени, що освітлюється. Це стосується набору методик твердотілого тривимірного моделювання на основі існуючих креслень, фотографій та іншої інформації. Другим етапом є світлотехнічний розрахунок із вибором світлового обладнання. На цьому етапі залежно від розрахункової програми підбираються оптимальні розрахункові параметри: крок розрахункової сітки, метод 6-го розрахунку, точність та ін. Третій етап – це генерація фотореалістичних зображень і виведення на друк розрахункової документації по проєкту.

Під час проведення проєктних робіт постає необхідність переходу з етапу на етап і в зворотному порядку для досягнення оптимальних кількісних, якісних і естетичних критеріїв ОУ. Розглянуті світлотехнічні параметри дуже різноманітні як за засобами проєктування, так і за сферою застосування, але при цьому мають подібні ознаки. В усіх програмах як розрахункове ядро використовується метод *Radiosity*.

Методи проєктування ОУ базуються на загальних підходах і принципах щодо вибору програм і проведення розрахунку. Ключовим

критерієм вибору світлотехнічних програм є точність розрахунку значень, яка повинна відповідати світлотехнічним критеріям і не вносити додаткових похибок. Необхідно також зауважити, що розглядаються найбільш розповсюджені спортивні споруди і методи їх освітлення.

Варто пам'ятати, що з переходом від інженерних методів розрахунку до комп'ютерних виникає низка проблем, які потребують чіткого вирішення. Якщо не брати до уваги фінансових труднощів, пов'язаних із модернізацією комп'ютерного парку на підприємствах, то залишаються проблеми і завдання наукового наукового спрямування, а саме:

- кількість світлотехнічних програм достатньо велика, що, своєю чергою, спричиняє проблему чіткого вибору тієї або іншої програми під конкретне світлотехнічне завдання;
- визначення похибки розрахунку світлотехнічних параметрів у програмах відносно точних аналітичних рішень;
- розроблення технології проєктування освітлення спортивних споруд програмними засобами;
- формулювання принципів співвідношення світлотехнічних програм із САПР, дизайнерськими і архітектурними додатками;
- розроблення методів комп'ютерного аналізу і розрахування спортивного аналізу на підставі методу *Radiosity*;
- розрахування і оцінювання світлового поля у просторі ОУ.

У цих методичних рекомендаціях сформульовано рішення визначених завдань і подано практичні рекомендації щодо їх застосування у проєктній світлотехнічній роботі при освітленні спортивних споруд.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Для засвоєння дисципліни студенту необхідно вивчити відповідні теми.

Змістовий модуль 1 Комп'ютерне проектування освітлення спортивних споруд.

Змістовий модуль 1 Принципи спортивного освітлення.

Тема 1 Норми для відкритих і закритих спортивних споруд.
Освітлювальні засоби

Тема 2 Методи освітлення. Освітлення відкритих спортивних споруд.

Тема 3 Методи освітлення. Освітлення закритих спортивних споруд.

Змістовий модуль 2 Устаткування освітлювальних установок спортивних споруд.

Тема 4 Розрахунок систем прожекторного освітлення. Монтаж, наладка та експлуатація освітлювальних установок.

Тема 5 Світлотехнічний розрахунок освітлювальних установок спортивних споруд. Програми світлотехнічного розрахунку. Алгоритми роботи в програмах.

Тема 6 Проектування установки відкритого простору в програмах *Calculux, Relux, Lightscape*.

Змістовий модуль 3 Програми комп'ютерного моделювання систем освітлення спортивних споруд.

Тема 7 Основи моделювання спортивного освітлення в програмі *DIALux*.

Тема 8 Проектування освітлювальної установки спортивних споруд у програмі *EUROPIC*.

Для опрацювання зазначених тем необхідно скористатися джерелами, що рекомендується наприкінці методичних рекомендацій або на сайті дистанційного курсу. Під час вивчення тем модулів студенти

виконують лабораторні роботи і отримують практичні навички щодо вирішення і виконання практичного завдання.

Мета лабораторного практикуму:

- закріпити і поглибити теоретичні відомості, отримані на лекційних заняттях;

- набути вміння самостійно працювати з матеріалом, а також викладати свої думки з новим матеріалом як в усній, так і письмовій формі;

- сформувати систему теоретичних знань із комп'ютерного проєктування систем освітлення спортивних споруд;

- набути практичних навичок розроблення проєктів електричного освітлення відкритих і закритих спортивних споруд із застосуванням програмного забезпечення.

Лабораторні роботи виконуються індивідуально. На першому занятті проводиться інструктаж з техніки безпеки в лабораторії і інструктаж з пожежної безпеки з використанням комп'ютерної техніки. Під час підготовки до роботи потрібно ознайомитися з темою та метою заняття, які належить дослідити, використовуючи методичні рекомендації до лабораторної роботи і рекомендовані джерела. Потім, після короткого інструктажу, проведеного викладачем, необхідно розпочати виконання лабораторної роботи. Наприкінці заняття необхідно показати викладачеві отримані результати для перевірки. За умови дистанційного навчання викладач проводить лабораторну роботу в застосунку *Microsoft Teams* з використанням необхідного програмного забезпечення. Студенти проєктують свій варіант завдання.

Здача виконання лабораторних робіт передбачає перевірку отриманих результатів, правильності оформлення звіту і захист роботи. Під час захисту роботи потрібно чітко орієнтуватися в теоретичному матеріалі, викладеному в методичних рекомендаціях до виконання роботи,

на лекціях і в порядку щодо проведених досліджень, уміти обґрунтовувати й оцінювати отримані результати, робити на їх основі висновки. Для отримання заліку по роботі необхідно продемонструвати розуміння суті визначеного завдання у вигляді відповідей на поставлені викладачем запитання.

Тематика лабораторних завдань спрямована на закріплення і поглиблення теоретичних відомостей, отриманих на лекціях, набуття умінь і практичних навичок щодо проєктування освітлення спортивних споруд.

Під час виконання лабораторного завдання студенти повинні набути вмінь самостійно працювати з літературними джерелами за новими темами, а також викладати свої судження як в усній, так і письмовій формі у вигляді відповідей на контрольні запитання. Для виконання лабораторних завдань необхідно використовувати методичні посібники, підручники та джерела, рекомендовані викладачем, матеріали дистанційного курсу. Підсумкова атестація з лабораторного практикуму проводиться за підсумками виконання всіх завдань.

2 ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ СВІТЛОТЕХНІЧНИХ ПРОЄКТІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ПРОГРАМ

Варто зауважити, що світлотехнічний проєкт є елементом проєкту в цілому, зокрема проєкту будівництва, благоустрою або реконструкції. У зв'язку з цим вихідними даними для початку світлотехнічного будівництва є креслення, фотографії, плани й інша електронна / цифрова інформація, що надає вичерпну інформацію про освітлюваний об'єкт.

Основним положенням методики світлотехнічного проєктування є правильний вибір розрахункових програм за наявними вихідними даними про об'єкт (рис. 1).

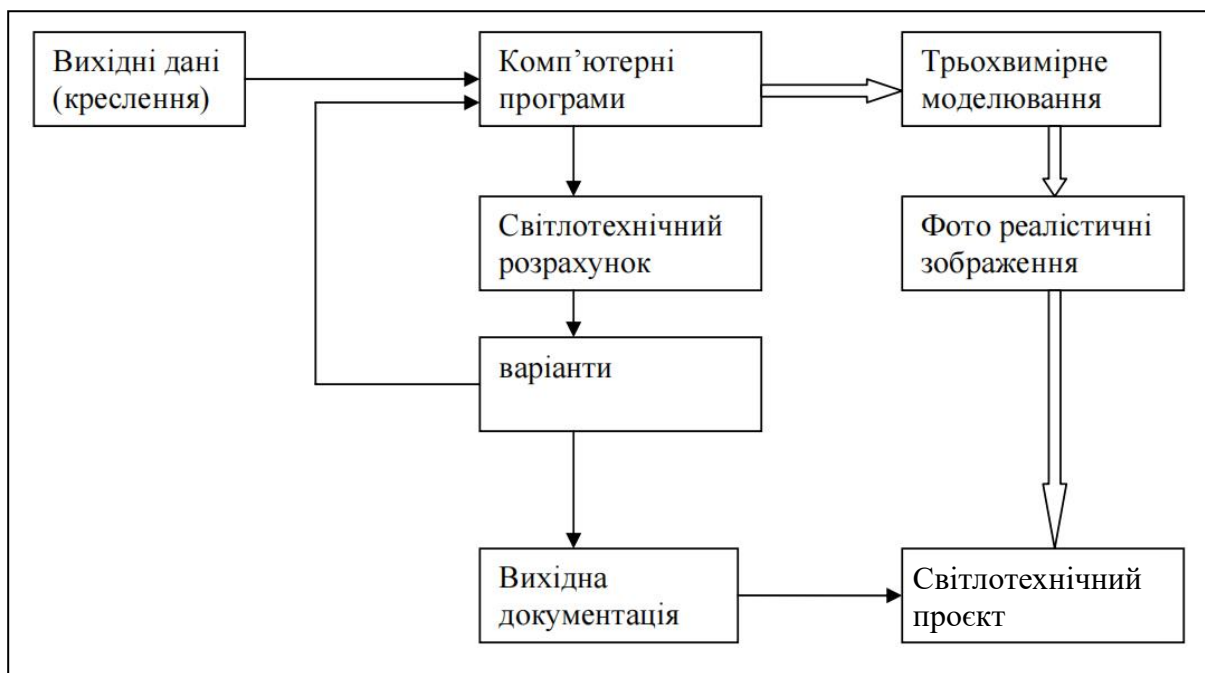


Рисунок 1 – Схема виконання етапів світлотехнічного проєкту

Одинарними стрілками позначено зв'язок, що дозволяє, на відміну від інженерного методу розрахунку, за короткий проміжок часу проводити генерацію варіантів освітлення.

Подвійними стрілками позначений шлях, якого необхідно дотримуватися під час розрахування критих спортивних споруд із вказівкою певних місць прив'язок світлового обладнання.

У цілому, методика моделювання освітлення складається із сукупності кроків, яких необхідно дотримуватися, щоб якісно виконати проєкт освітлення. Початком методики моделювання можна вважати правильний вибір світлотехнічної програми. Далі – це виконання зазначеної вище схеми моделювання освітлення. Заключною частиною методики можна вважати аналіз світлового поля для визначення якості спроектованої ОУ.

Розглянемо аналіз світлового поля і загальні підходи до проєктування ОУ за допомогою світлотехнічних програм на прикладі універсального спортивного комплексу. Перед початком комп'ютерного моделювання ОУ універсальної спортивної зали звернімося до схеми для визначення основних етапів проєктування.

Необхідні вихідні дані для проєктування ОУ:

1. Детальний план і розрізи спортивної споруди у форматах *.dxf або *.dwg, із позначенням головної TV-камери.
2. Відомості про клас проведення змагань.
3. Дані про оздоблювальні матеріали і конструкції, їх колір і коефіцієнти відбиття.
4. Орієнтовні місця установки світлових приладів.

Тепер, коли маємо необхідні дані для моделювання, необхідно звернутися до чинних нормативних документів для визначення світлотехнічних вимог щодо проєктування. Особливу увагу на цьому етапі потрібно звернути на те, що, крім нормативних документів, існують рекомендації щодо освітлення різноманітних спортивних федерацій, наприклад та ФІФА і УЄФА, федерація тенісу, баскетболу, волейболу і ін.;

пріоритет вибору нормативних величин залишається за спортивними федераціями.

Наступним етапом проектування освітлювальної установки, згідно зі схемою, є трьохвимірне моделювання спортивної споруди.

На цьому етапі виникає проблема вибору світлотехнічної програми. Для того щоб правильно зробити вибір, необхідно чітко уявляти таке:

1. Проектування освітлення на спортивних спорудах завжди пов'язане з великою кількістю світлових приладів різних типів, тому в програмі потрібно добре продумати управління їхніми масивами.

2. Для отримання підсумкового результату проектування потрібна багатоваріантність, а це, як наслідок, зміна і переорієнтування десятків світлових приладів за варіант.

3. Світлотехнічна програма повинна швидко і якісно проводити розрахунок на робочих площинах об'єкта.

4. У програмі повинні необхідно передбачити засоби щодо розрахунку якісних показників освітленості і можливість зміни шагу розрахункової сітки.

Отже, рекомендується при проведенні світлотехнічного розрахунку спортивних споруд застосовувати програми *DIALux*, *Europic*, *Relux* або *Calculux*. Ці програми відповідають всім зазначеним вище вимогам і містять всі засоби для проведення якісного світлотехнічного розрахунку.

Далі, виходячи з рекомендованих рівнів освітленості на робочих поверхнях (залежно від виду спорту це може бути поверхня ігрового майданчика, що проходить на рівні 1,5 м від підлоги) і умов освітленості обираємо ту або іншу схему розстановки світлових приладів. У нашому випадку використане лінійне розташування прожекторів уздовж поля.

Обираємо приблизну потужність прожекторів і проводимо розрахунок горизонтальної і вертикальної освітленості на ігровому майданчику. Рекомендовано проводити розрахунок вертикальної

освітленості одночасно з горизонтальною навіть у тих випадках, коли вона не регламентується нормативними документами. Очевидно, що при дотриманні рівня горизонтальної освітленості за нормами можна отримати провали вертикальної освітленості в різних частинах ігрового поля, що призведе до погіршення якості телетрансляцій.

Після проведення попереднього розрахунку визначаємо результати освітленостей. Аналізуючи отримані дані, робимо висновки щодо правильності вибору світлового обладнання, його орієнтації, місця розташування або вносимо зміни і повторюємо розрахунок. Саме ця частина проєктування освітлювальної установки за допомогою світлотехнічних програм значно відрізняється від традиційного методу розрахунку ОУ, де через значну трудоемність складно якісно виконати декілька варіантів розрахунку показників освітленості.

Які якісні показники освітленості можна розрахувати за допомогою світлотехнічних програм?

Світлотехнічні програми дають змогу отримати більшість традиційних якісних показників, а саме:

- вертикальна освітленість;
- циліндрична освітленість;
- сферична освітленість;
- показник дискомфорту / UGR.

Однак світлотехнічні програми пропонують проєктувальникам і інші оцінки якості освітлення. Однією з таких характеристик є розподіл освітленості або яскравості по поверхні сцени. Розподіли подаються як у вигляді ізолюкс, так і у вигляді кольорових градацій з прив'язкою до конкретних значень освітленості або яскравості. Такі якісні характеристики дуже важливі для правильної оцінки розподілу освітленості на робочих поверхнях. Завдяки тому що під час їхньої побудови застосовують сотні розрахункових точок вони в повному обсязі

відображають картину розподілу світла у сцені в результаті багаторазових відбиттів і затемнень.

Ще однією особливістю світлотехнічних програм є те, що вони дозволяють розробляти нові оцінки світлового поля під конкретну ОУ. Як зазначалося вище, більшість світлотехнічних програм використовує у розрахунках показників освітленості метод *Radiosity*, згідно з яким у результаті розрахунку отримаємо значення опроміненості в будь-якій точці сцени. Таким чином, додаючи в сцену освітлення об'єкти, з якими виконується зорова робота, можна (наближено до реальності) отримати детальне уявлення про якість освітлення в сцені. Щобільше, можна наближено до реальності змодельовати розподіл опроміненості в полі зору віртуального спостерігача, реакція якого на розподіл світла у сцені буде адекватна реальному розподілу.

З РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Лабораторна робота № 1

ОСВІТЛЕННЯ СТАДІОНІВ ДЛЯ ГРИ У ФУТБОЛ І ХОКЕЙ ІЗ М'ЯЧЕМ

Мета роботи: навчитися проєктувати освітлення стадіонів для гри у футбол і хокей із м'ячем у програмі *DIALux*.

Завдання до роботи

1. Провести геометричне моделювання об'єкта сцени, що освітлюється. Мається на увазі набір методик твердотільного трьохмірного моделювання на основі існуючих креслень, фотографій і іншої інформації.

2. Виконати світлотехнічний розрахунок із вибором світлового обладнання. На цьому етапі залежно від розрахункової програми підбираються оптимальні розрахункові параметри – крок розрахункової сітки, метод розрахунку, точність та ін.

3. Генерація фотореалістичних зображень і виведення розрахункової документації по проєкту.

Теоретичні відомості

Ці установки зазвичай виконуються за однією із трьох систем, схеми яких показані на рисунку 2, а, б, в.

Система чотирьох щогл (рис. 2, а) найпоширеніша в нашій країні і за кордоном. При освітленні стадіону за цією системою прожектори встановлюються на чотирьох високих щоглах, розташованих у кутах

футбольного поля, дещо позаду його лицьової лінії. Це робиться з тією метою, щоб воротар, бачачи м'яч перед воротами, не бачив його силуету, а освітлення було достатньо об'ємним. Прожектори з кожної щогли при цій системі освітлення спрямовані на все поле і створюють, окрім необхідних рівнів освітленості в горизонтальній площині, достатньо високі рівні освітленості у вертикальній площині, що проходить через повздовжню вісь поля. При такому напрямі прожекторів створюється задовільна рівномірність освітлення в межах футбольного поля.

Висота установки прожекторних батарей визначається залежно від відстані між основами щогл і повздовжньою віссю поля. При цьому перпендикуляр, опущений з будь-якого прожектора на повздовжню вісь поля або її продовження, повинен становити з горизонтальною площиною кут не менше 270° . Якщо відстань між місцем установки щогли і повздовжньою лінією поля лежить в межах 60–80 м, висота щогл повинна становити приблизно 35–45 м.

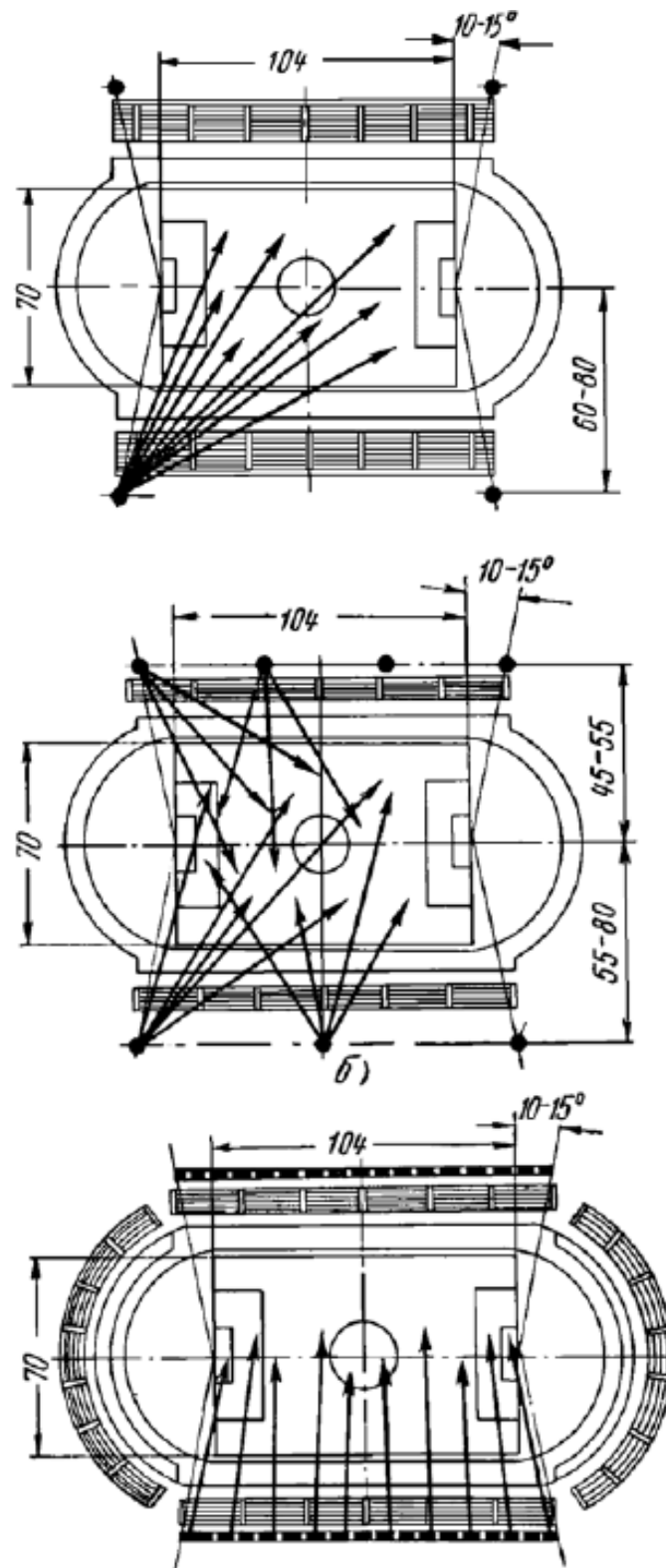


Рисунок 2 – Схеми розташування освітлювальних приладів при освітленні стадіонів для гри у футбол і хокей із м'ячем:
*а – система чотирьох щогл; б – система шести / восьми щогл;
 в – лінійна система (розміри наведені в метрах)*

Основи щогл повинні заходити за лицьову лінію поля настільки, щоб кут між напрямом від основи щогли на центр воріт і лицьовою лінією поля становив 15° (рис. 3).

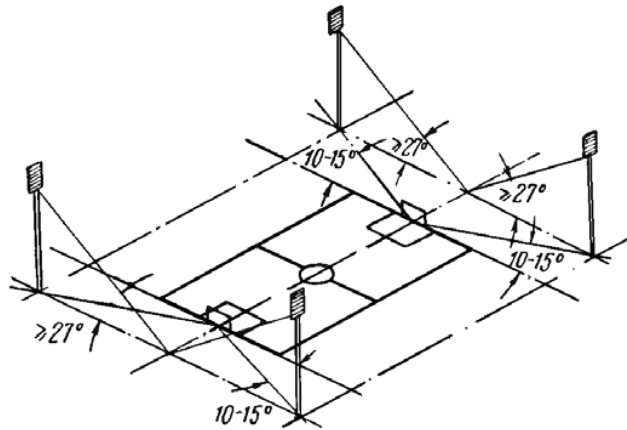


Рисунок 3 – Схема, що пояснює вимоги до розміщення на висоті прожекторних щогл для освітлення стадіонів

За наявності трибун для глядачів прожекторні щогли рекомендується розміщувати позаду трибун або вмонтовувати на їх верхній частині. У разі виконання цих умов прожектори, встановлені на чотирьох щоглах, розміщених поблизу кутів футбольного поля, спричиняють якнайменшу засліплювальну дію для гравців і суддів, що перебувають на полі. Глядачі також мають нагоду без напруження, спокійно спостерігати за подіями на полі. Істотною перевагою установок, виконаних за цією системою, є їхня нижча вартість порівняно з іншими системами. Це пояснюється якнайменшою кількістю щогл, вартість яких становить значну частину загальної вартості установки, тому ця система і набула найбільшого поширення. Основним недоліком, характерним для освітлення футбольних стадіонів за системою чотирьох щогл, є неприємні, а в деяких випадках заважаючі грі тінестворювальні властивості цієї установки, пов'язані з обмеженою кількістю джерел світла. Насправді, прожекторна батарея,

встановлена на вершині високої щогли, є стосовно гравця, що перебуває на полі на відстані приблизно 100–150 м від неї, єдиним джерелом світла. А оскільки таких батарей всього чотири, то вони утворюють чотири різкі тіні від кожного гравця – так званий «хрест тіней», який «бігає» за гравцем по всьому полю. Крім того, «система чотирьох щогл», як правило, не застосовується при освітленні особливо великих стадіонів, для яких потрібне високе освітлення, оскільки при цьому кількість необхідних прожекторів зростає настільки, що їх стає важко розмістити на чотирьох щоглах. У таких випадках при освітленні великих стадіонів, а також при освітленні малих стадіонів і тренувальних футбольних полів, набула поширення «система шести / восьми щогл», встановлюваних уздовж бічних сторін поля (рис. 1, б). Така установка має кращі тінеутворювальні властивості, оскільки кількість прожекторних батарей зростає і тіні від гравців стають м'якшими. При використанні цієї системи прожектори з кожної щогли спрямовують вже не на все поле, як в «системі чотирьох щогл», а на $\frac{2}{3}$ або на $\frac{1}{2}$ частину поля, найближчу до цієї щогли. Поліпшуються рівномірність і об'ємність освітлення. Проте засліплювальна дія освітлювальної установки, виконаної за «системою шести / восьми щогл», дещо вища, ніж при чотирьох щоглах, оскільки кількість засліплювальних батарей у полі зору гравців і глядачів зростає. При освітленні великих стадіонів за цією системою може бути достатньо простого збільшення освітленості поля у зв'язку зі збільшенням кількості прожекторних батарей. У разі освітлення малих стадіонів і тренувальних футбольних полів трибуни для глядачів малі за розмірами або зовсім відсутні. Це дозволяє розмістити щогли дуже близько до межі поля. При цьому також стає вигідним застосовувати систему шести / восьми, а іноді й більше прожекторних щогл, оскільки ця система дозволяє уникнути великих провалів освітленості в центрі поля, біля його кутів і всередині бічної лінії, які зазвичай присутні при установленні чотирьох

прожекторних щогл дуже близько до межі поля. Щогли в цьому випадку можуть набувати вигляду тонких і легких опор, встановлюваних перед трибунами в безпосередній близькості від бокової лінії поля. Висота їх при такій установці може бути знижена приблизно до 20 м, що дозволяє вести обслуговування прожекторів з автовежі. Загалом, до висоти розташування прожекторів і до розміщення щогл повинні пред'являтися ті самі вимоги, що й при «системі чотирьох щогл». У цьому випадку тільки крайні щогли повинні заходити за лицьову лінію поля. Виконання цих установок обходиться, як правило, дещо дорожче за чотирьохщоглові системи. Конструкції щогл, що використовуються для установки прожекторних батарей, можуть бути найрізноманітнішими. Їх виконують у вигляді ґратчастих ферм із кутової, трубчастої сталі і із залізобетону з різною конфігурацією. Дуже добре виглядають щогли, виконані у вигляді труби циліндричної або слабokonічної форми, усередині якої встановлюються сходи для доступу до прожекторного майданчика. Останнім часом для зменшення висоти щогл застосовують конструкції, нахилені у бік поля. Крім надання щоглам певної витонченості, це дозволяє дещо зменшити їх висоту і вартість. У випадках, коли стадіон має козирки, що накривають значну частину трибун і розташовані на достатній висоті, застосовують «лінійну систему» освітлення (рис. 4, б). Ця система набула найбільшого поширення в країнах із жарким і дощовим кліматом, де наявність козирків спричинена метеорологічними умовами. Спеціально для освітлення козирки над трибунами, як правило, не будують через їх високу вартість. При лінійній системі освітлення прожектори встановлюються з двох боків футбольного поля у вигляді суцільних або переривчастих ліній в один або декілька рядів на козирках трибун. Якщо козирок є тільки з одного боку, то для установки прожекторів у лінію іноді з другого боку будують спеціальну естакаду. При влаштуванні освітлювальних установок за цією системою необхідно, щоб краї ліній прожекторних батарей заходили за

лінію воріт для отримання об'ємного освітлення м'яча в межах всього поля. На торцевих сторонах козирків прожектори для освітлення футбольного поля встановлювати не потрібно, оскільки прожектори, розміщені в цих зонах, дуже сильно сліплять нападаючих гравців у моменти ударів по воротах. Визначити висоту козирка трибун, необхідну для розміщення на ньому прожекторних батарей, діючих по лінійній системі, можна виходячи з тих самих вимог, які зазначені для визначення висоти установки прожекторів в описі системи освітлення за схемою «чотирьох щогл». Лінійна система освітлення футбольних стадіонів дозволяє одержати рівномірне освітлення поля. Практично повністю усуваються тіні від гравців, створюється високий ступінь об'ємності освітлених об'єктів спостереження. Гравці і глядачі відчують комфортні умови, що створюються на стадіоні при застосуванні освітлення за цією системою. Недоліком лінійної системи є велика протяжність прожекторних батарей, що займають значну частину поля зору практично при будь-якому положенні гравців на полі. Це створює підвищену засліплювальну дію на них, тому особливо важливо при влаштуванні лінійних освітлювальних установок так, щоб прожектори діяли під достатньо великими кутами до горизонту. Іншим специфічним недоліком лінійної системи освітлення є ефект зникнення м'яча при його високих передачах. У момент перетину м'ячем лінії прожекторних батарей він повністю зникає з поля зору. Це не дозволяє безперервно простежувати траєкторію руху м'яча й ускладнює його точний прийом. Крім того, при прийомі цих верхніх передач гравці мимовільно якийсь час сприймають прожектори найчутливішим до засліпленості центральним зором, що додатково ускладнює точність їхньої гри. На глядачів, що перебувають на трибуні навпроти протяжної прожекторної батареї, також впливає збільшена засліплювальна дія. Ці недоліки лінійної системи не є вирішальними і можуть бути дещо

зменшені за допомогою розчленування безперервної лінії прожекторів на окремі батареї і установки захисних жалюзі.

При проектуванні освітлювальних установок футбольних стадіонів необхідно пам'ятати, що до них пред'являються різні вимоги за рівнем освітленості залежно від розмірів трибун для глядачів, тобто від найбільшої відстані між об'єктом спостереження (м'ячем) і найбільш віддаленим глядачем, що перебуває на останньому ряді трибун. Для стадіонів із спортивними аренами і трибунами місткістю понад 10 000 глядачів потрібна мінімальна освітленість у горизонтальній площині в межах футбольного поля, що дорівнює 200 лк. Освітленість у вертикальній площині, що проходить через поздовжню вісь спортивної арени, повинна становити не менше 75 лк на висоті від рівня поля до 15 м, горизонтальна освітленість у зоні легкоатлетичних секторів і бігової доріжки повинна бути не нижче 50 лк. Потрібно також пам'ятати, що ці показники в разі потреби можуть бути збільшені. Для стадіонів із спортивними ядрами і трибунами місткістю від 1 500 до 10 000 глядачів горизонтальна освітленість на футбольному полі повинна становити не менше 100 лк, а вертикальна освітленість у площині, що проходить через поздовжню вісь спортивного ядра, повинна бути не менше 50 лк на висоті від рівня поля до 15 м. Легкоатлетичні сектори і бігова доріжка в цьому випадку повинні мати горизонтальну освітленість не менше 50 лк.

Трибуни для глядачів місткістю 1 500 осіб і більше в спортивних спорудах повинні мати середню освітленість в горизонтальній площині, нормованій для такої споруди. Освітлювальні прилади для трибун повинні мати окреме включення. Стадіони з трибунами місткістю менше ніж 1 500 глядачів за вимогами до їх освітлення прирівнюються до футбольних полів без трибун. Ці поля повинні мати горизонтальну освітленість 50 лк і вертикальну в поздовжній осьовій площині 30 лк на висоті від 0 до 15 м. Поля без трибун для хокею з м'ячем повинні мати горизонтальну

освітленість 50 лк. Освітлення тенісних кортів є одним із найскладніших завдань спортивного освітлення. Труднощі тут пов'язані з тим, що тенісний м'яч має малі розміри і рухається з дуже великою швидкістю. Зокрема, якщо футбольний м'яч у момент швидких передач має швидкість близько 50 км/год і лише в моменти «гарматних» ударів його швидкість досягає 85–100 км/год, то тенісний м'яч у середньому рухається з швидкістю приблизно 135 км/год, а у гравців високого класу швидкість руху м'яча досягає 200 км/год. Тенісисти зазвичай дивляться уздовж гравального майданчика, але інколи їх погляд спрямовується значно вище лінії горизонту і до положення прямо над гравцем (при виконанні подачі, прийомі «свічок»), що не дозволяє розміщувати освітлювальні прилади над майданчиком. Якщо до цього додати необхідність сприймати і передбачати можливі рухи супротивника і напрям обертання м'яча, від яких значною мірою залежить спосіб нанесення у відповідь удару і вибір місця, в яке повинен бути спрямований у відповідь м'яч, то стане зрозумілою напруженість зорової роботи спортсменів при грі в теніс. Глядачі під час спостереження за цією грою стикаються з іншими складнощами. Зазвичай вони розташовуються уздовж бічних сторін майданчика, а м'яч при грі швидко переміщується перед їх очима здебільшого перпендикулярно до напрямку лінії зору, тому спостереження за м'ячем відбувається на тлі предметів із різною яскравістю (майданчика, трибуни, обгородження тощо) і м'яч рухається з великою кутовою швидкістю щодо глядачів. Складні умови зорової роботи гравців у теніс і аматорів спорту, що спостерігають за грою, спричиняють необхідність значних рівнів освітленості кортів і використання освітлювальних установок найвищої якості.

Основним напрямом світла щодо ігрового майданчика є верхній бічний напрям, що створює бічне освітлення м'яча, яке забезпечує його високий контраст із тлом і спричиняє якнайменшу засліплювальну дію на

гравців. Для забезпечення верхнього бічного світла освітлювальні прилади напрямленого світлорозподілу розташовуються на опорах, встановлених уздовж довгих сторін корту, і спрямовуються здебільшого впоперек його повздовжньої осі (рис. 4, а). Найоптимальнішими світильниками для таких установок є дзеркальні світильники типу «кососвіт». Рівень освітленості на корті повинен становити не менше 100 лк у горизонтальній площині і не менше 50–100 лк у вертикальній площині, що проходить через повздовжню вісь корту від його поверхні до висоти 5 м. Установлення верхнього бічного світла може також виконуватися за допомогою підвісних світильників, змонтовуваних на тросах, натягнутих між опорами, які встановлюються за межами ігрового майданчика.

Світильники з лампами розжарювання, із ртутними лампами типу ДРЛ або люмінесцентними лампами повинні встановлюватися уздовж бічних ліній майданчика зовні її меж і мати при цьому нахил у бік повздовжньої осі майданчика. Висоту установки світильників вибирають виходячи з умови, що перпендикуляр, опущений від світильника на повздовжню вісь корту, повинен становити з горизонтальною площиною кут не менше 270° , проте ця висота повинна становити не менше 10 м. Особливу зацікавленість має становити створення комбінованих установок, які задовольняли б вимоги до споруд для різних видів спорту.

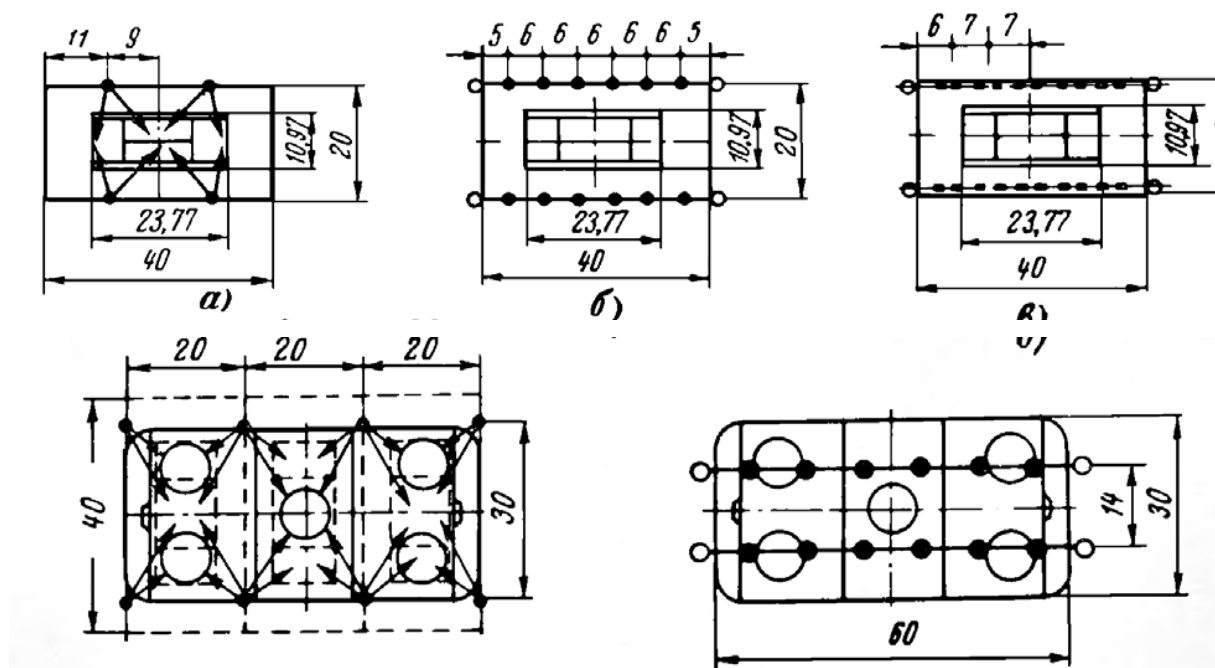


Рисунок 4 – Схеми розташування освітлювальних приладів при освітленні тенісних кортів і полів для хокею з шайбою:

а – схема освітлення тенісного корту світильниками направлено світла, встановленими на чотирьох опорах; б – схема освітлення тенісного корту підвісними світильниками з лампами розжарювання; в – схема освітлення тенісного корту підвісними світильниками з люмінесцентними лампами; г – схема комбінованої установки освітлення трьох суміжних тенісних кортів і тренувального катка для хокею з шайбою; д – схема освітлення поля для хокею з шайбою підвісними світильниками

Якщо експлуатація цих споруд є сезонною і сезони їх використання для різних видів спорту не співпадають, то установка виявляється особливо ефективною. Наприклад, може бути запропонована освітлювальна установка для трьох суміжних тенісних кортів, яка в зимовий період може бути використана для освітлення тренувального катка для хокею з шайбою. Зі схеми, зображеної на рисунку 4, е, зрозуміло, що планування трьох кортів майже повністю співпадає з плануванням катка для хокею з шайбою. Співпадають також необхідні напрями світла і рівень горизонтальної освітленості, який і для тенісу, і для хокею з шайбою повинен дорівнювати 100 лк. При установленні восьми опор по 15 м заввишки з освітлювальними приладами направлено світла,

розподіленими відповідно до схеми, зображеної на рисунку 4, є, можна одержати установку, яка в літній період слугуватиме для освітлення ігор в теніс, а в зимовий період – для освітлення хокею без будь-якої переробки або переналагодження. Це дозволяє використовувати її повноцінніше, представляє певні експлуатаційні переваги і дає помітну економію вартості створення установки. Фактично, замість двох окремих установок для тенісу і для хокею можна використати одну.

Розміщення телекамер

Існує багато можливих позицій телекамер, які можна використовувати для створення або збільшення якості телепередачі. Далі розглянуті позиції телекамер, які застосовуються сьогодні.

Значення світлотехнічних параметрів повинні враховувати реальні позиції використовуваних телекамер, забезпечуючи, таким чином, кожній телекамері отримання потрібного рівня освітленості, необхідного для створення якісного зображення. Рівень освітленості для кожної позиції і типу камери можна визначити за таблицею 1.

На рисунку 5 показана схема розміщення телекамер, яка на сьогодні найчастіше використовується в телевізійних компаніях. Камера 1 надає загальний план поля, камера 2 – вигляд зверху з кута стадіону, камера 3 – вигляд зверху через ворота, камери 4 і 5 – вигляд через ворота на рівні поля, камери 6, 7 і 8 – вигляди від бічної лінії поля, камера 9 формує план з протилежного боку. Мінімальний набір камер, який необхідно враховувати під час розрахування освітлення, – це камери 1, 2 і 4.

Основні точки огляду (*POVXs*), які треба розглядати для ігор ФІФА:

- камера 1 – головна безперебійність;
- камера 2 – кутова високорівнева;
- камера 3 – високорівнева за лінією воріт;

- камери 4 і 5 – за лінією поля;
- камера 6, 7 і 8 – дотичні лінії на рівні падіння;
- камера 9 – зворотне кутове уявлення.

Для мінімального огляду з камерами 1, 2, 4 використовуються чотири вертикальні площини для моделювання камери з боку падіння.

У таблиці 1 наведені узагальнені критерії освітлювального устаткування для матчів із телетрансляцією.

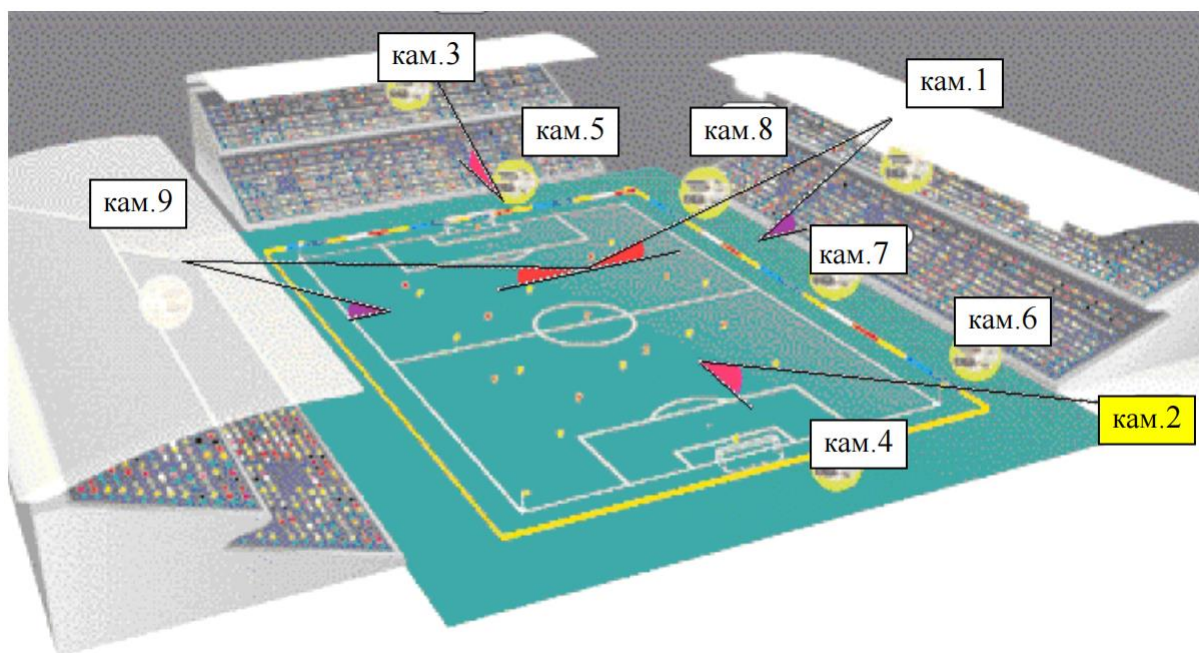


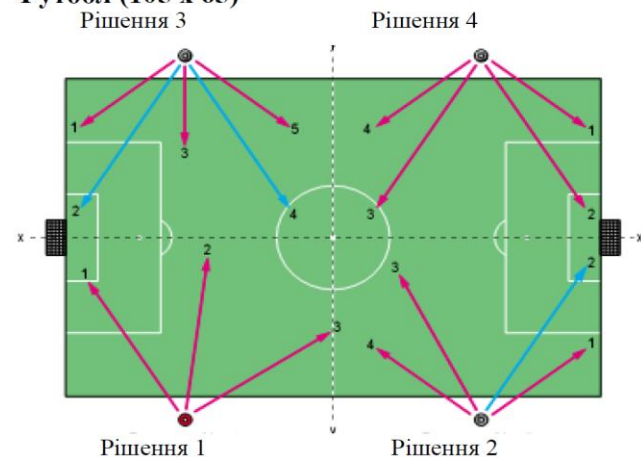
Рисунок 5 – Рівномірне розміщення телекамер

Таблиця 1 – Характеристики освітлення футбольних полів, що рекомендуються для телевізійних трансляцій

Клас гри	Розрахунки стосовно певного об'єкта	Вертикальна освітленість			Горизонтальна освітленість			Характеристики ламп	
		Ев кам. середн., лк	Нерівномірність		Ег середн., лк	Нерівномірність		Колірна температура лампи, Т _c , К	Індекс кольоропередачі R _a
			U ₁	U ₂		U ₁	U ₂		
Міжнародний клас V	Фіксована камера	2 400	0,5	0,7	3 500	0,6	0,8	Т _c > 4 000 К	≥80 переважно 90
	Мобільна камера	1 800	0,4	0,65					
Національний клас IV і продовження телетрансляції	Фіксована камера	2 000	0,5	0,65	2 500	0,6	0,8	Т _c > 4 000 К	≥80
	Мобільна камера	1 400	0,35	0,6					

ВАРІАНТИ 1, 2, 3, 4

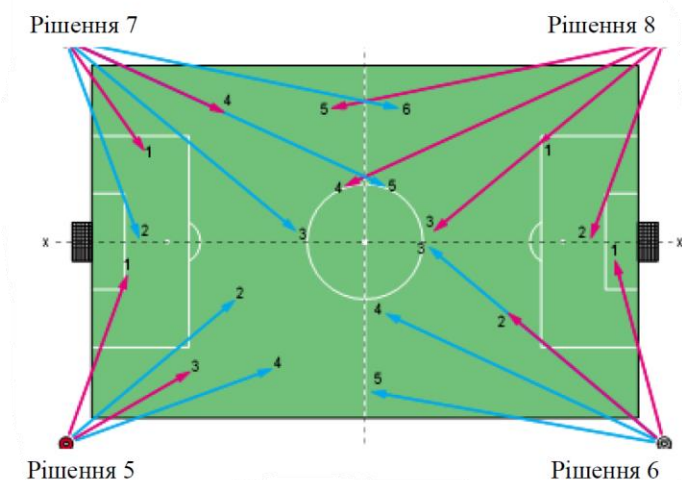
Футбол (105 x 65)



Варіант	Середня горизонтальна освітленість, лк	Світильник	Кількість	Висота щогли	Кількість світильників на 1 щоглі	Рівномірність Е _{мін} /Е _{ср} Е _{мін} /Е _{макс}	Кут повороту			Кут нахилу		
							1	2	3	1	2	3
1	82	Світлодіодний	12	16	3	0,47 0,35	1 = 35°	2 = 5°	3 = 50°	1 = 65°	2 = 65°	3 = 65°
2	105	Світлодіодний	16	20	4	0,68 0,5	1 = 50° 4 = 35°	2 = 30°	3 = 25°	1 = 55° 4 = 55°	2 = 65°	3 = 60°
3	139	Світлодіодний	20	20	5	0,65 0,42	1 = 55° 4 = 30°	2 = 30° 5 = 60°	3 = 0°	1 = 50° 4 = 35° 5 = 60°	2 = 65°	3 = 55°
4	240	Світлодіодний	16	24	4	0,52 0,33	1 = 50° 4 = 50°	2 = 30°	3 = 25°	1 = 45° 4 = 50°	2 = 60°	3 = 60°

ВАРІАНТИ 5, 6, 7, 8, 9

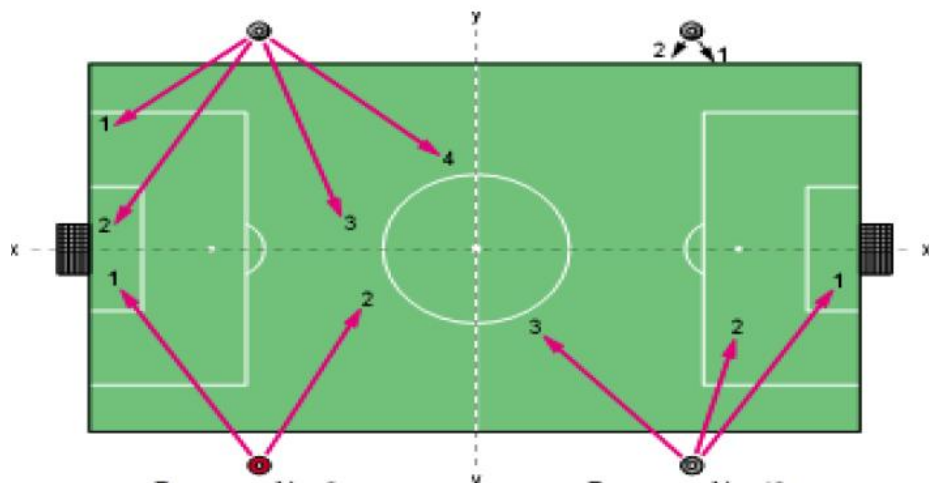
Футбол (105 x 65)



Варіант	Середня горизонтальна освітленість, лк	Світильник	Кількість	Висота щогли	Кількість світильників на 1 щоглі	Рівномірність Емін/Еср Емін/Емакс	Кут повороту			Кут нахилу		
4	99	Світлодіодний	16	20	4	0,78 0,60	1 = 25° 4 = 70°	2 = 55°	3 = 60°	1 = 60°	2 = 70°	3 = 60°
5	122	Світлодіодний	20	20	5	0,71 0,55	1 = 20° 4 = 65°	2 = 50° 5 = 80°	3 = 50°	1 = 60° 4 = 70°	2 = 60° 5 = 70°	4 = 70°
6	149	Світлодіодний	24	24	6	0,72 0,45	1 = 35° 4 = 65°	2 = 25° 5 = 65°	3 = 50° 6 = 80°	1 = 50° 4 = 55°	2 = 60° 5 = 70°	3 = 65° 6 = 70°
7	265	Світлодіодний	20	24	5	0,60 0,42	1 = 50° 4 = 65°	2 = 20° 5 = 80°	3 = 50°	1 = 55° 4 = 70°	2 = 60° 5 = 70°	3 = 70°

Міні-футбол

Рішення 11



Рішення 9

ВАРІАНТИ 9, 10, 11, 12

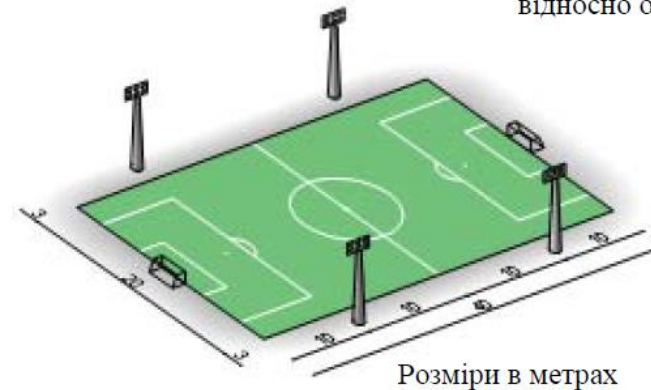
Рішення 12

Рішення 10

Симетричний широкий
світлорозподіл



● Опора освітлювальна
Симетричне розташування
відносно осей (x-x)(y-y)



Розміри в метрах

Варіант	Середня горизонтальна освітленість, лк	Світильник	Кількість	Висота щогли	Кількість світильників на 1 щоглі	Рівномірність Емін/Еср Емін/Емакс	Кут повороту			Кут нахилу		
							1	2	3	1	2	3
9	97	Світлодіодний	8	12	2	0,67 0,53	1 = 25°	2 = 25°		1 = 45°	2 = 40°	3 = 60°
10	139	Світлодіодний	12	12	3	0,71 0,57	1 = 35°	2 = 15°	3 = 40°	1 = 50°	2 = 40°	4 = 45°
11	180	Світлодіодний	16	12	4	0,73 0,60	1 = 50° 4 = 45°	2 = 30°	3 = 15°	1 = 40° 4 = 45°	2 = 50°	3 = 45°
12	251	Світлодіодний	8	12	2	0,70 0,55	1 = 35°	2 = 25°	3 = 50°	1 = 10°	2 = 5°	

Лабораторна робота № 2

ОСВІТЛЕННЯ ЛЬОДОВОЇ АРЕНИ

Мета роботи: навчитися проєктувати освітлення льодової арени для гри в хокей, фігурного катання або для шот-треку в програмі *DIALux*.

Завдання до роботи

1. Провести геометричне моделювання об'єкта сцени, що освітлюється (мається на увазі набір методик твердотільного трьохмірного моделювання на основі існуючих креслень, фотографій і іншої інформації (рис. 6)).
2. Виконати світлотехнічний розрахунок з вибором світлового обладнання. На цьому етапі залежно від розрахункової програми підбираються оптимальні розрахункові параметри – крок розрахункової сітки, метод розрахунку, точність та ін.
3. Згенерувати фотореалістичні зображення і вивести розрахункову документацію по проєкту.

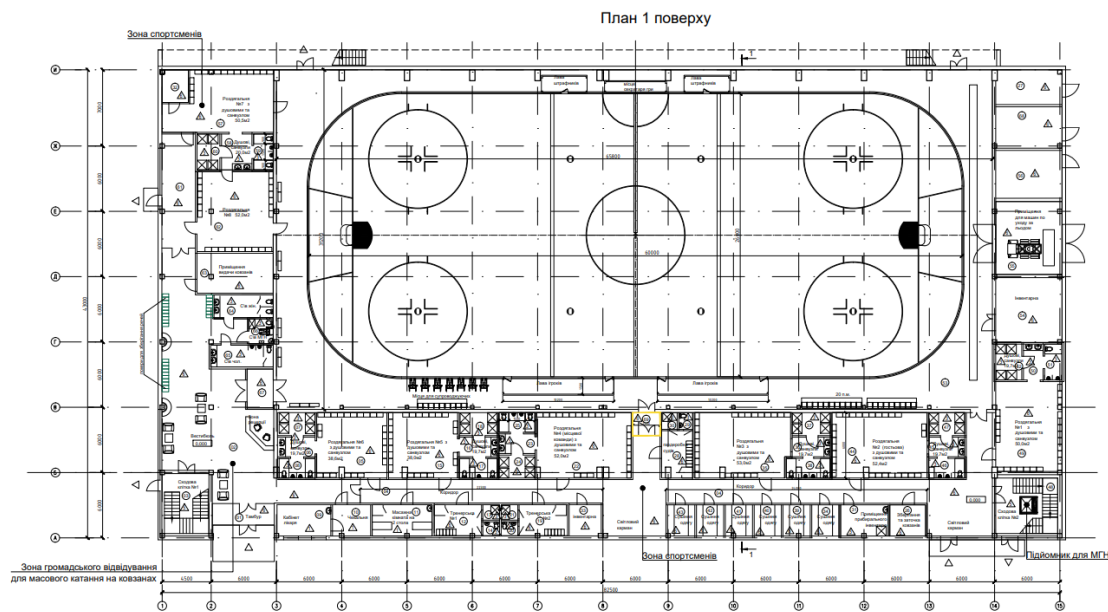


Рисунок 6 – Розмітка хокейного майданчика

Таблиця 2 – Завдання для виконання лабораторної роботи № 2

Номер варіанта	Вид спорту	Тип спорт. споруди	Розмір льодової арени, м	Клас освітлювальної установки
1	Хокей	Відкрита	56 × 26	I
2	Фігурне катання	Крита	56 × 26	II
3	Шорт-трек	Крита	105 × 65	I
4	Хокей	Крита	56 × 26	II
5	Фігурне катання	Крита	40 × 26	I
6	Шорт-трек	Відкрита	56 × 26	III
7	Хокей	Крита	40 × 26	II
8	Фігурне катання	Відкрита	40 × 26	II
9	Шорт-трек	Крита	40 × 26	II
10	Хокей	Крита	56 × 26	I
11	Фігурне катання	Крита	56 × 26	I
12	Шорт-трек	Відкрита	105 × 65	I
13	Хокей	Відкрита	40 × 26	III
14	Фігурне катання	Крита	56 × 26	II

Теоретичні відомості

Хокей з шайбою є типовою «наземною» спортивною грою, тому для освітлення хокейного поля може бути застосована установка верхнього бічного освітлення з нахилоно встановленими світильниками концентрованого світлорозподілу або прожекторами на опорах, які розміщуються уздовж довгих сторін поля, наприклад так, як це показано на рисунку 4, г, а також установка верхнього освітлення з підвісними світильниками, змонтованими на тросах, натягнутими над полем на рівні не нижче 6 м (рис. 4, д). Установка верхнього освітлення дозволяє повністю усунути тіні від бортів поля, які зазвичай наявні при бічній і верхній бічній системі освітлення. Незважаючи на недолік верхнього бічного освітлення, така система зазвичай застосовується при освітленні

відкритих демонстраційних катків із трибунами, оскільки підвісна установка здебільшого виглядає не дуже естетично і громіздко. Це особливо помітно в разі збільшення кількості підвішених світильників, необхідних для отримання освітленості (не менше 150 лк) на цих спорудах. Освітлення баскетбольних майданчиків здійснюється за допомогою системи верхнього бічного освітлення, оскільки баскетбол може слугувати характерним прикладом «повітряної гри», коли лінія зору гравців спрямована вище лінії горизонту. На рисунку 9, а показана схема освітлення баскетбольного майданчика із застосуванням чотирьох опор для світильників. Висота опор, на яких встановлюються освітлювальні прилади направленої світла, повинна становити не менше 10 м. При освітленні баскетбольних майданчиків установка повинна забезпечувати горизонтальну освітленість не менше 50 лк і вертикальну освітленість в площині, що проходить через поздовжню вісь майданчика, на поверхні щитів з боку корзини не менше 30 лк. Ці рівні освітленості нормуються для тренувальних ігор і змагань, на яких присутні менше ніж 1 500 глядачів. При проведенні змагань із баскетболу на ігрових стадіонах з трибунами місткістю від 1 500 до 5 000 глядачів освітленість повинна бути підвищена: горизонтальна до 150 лк, вертикальна до 50 лк.

Лабораторна робота № 3

ОСВІТЛЕННЯ БАСКЕТБОЛЬНИХ І ВОЛЕЙБОЛЬНИХ МАЙДАНЧИКІВ

Мета роботи: навчитися проєктувати освітлення баскетбольних та волейбольних майданчиків у програмі *DIALux*.

Завдання до роботи

1. Провести геометричне моделювання об'єкта сцени, що освітлюється (мається на увазі набір методик твердотілого трьохмірного моделювання на основі існуючих креслень, фотографій і іншої інформації (рис. 7, 8)).

2. Виконати світлотехнічний розрахунок із вибором світлового обладнання. На цьому етапі залежно від розрахункової програми підбираються оптимальні розрахункові параметри – крок розрахункової сітки, метод розрахунку, точність та ін.

3. Згенерувати фотореалістичні зображення і вивести розрахункову документацію по проєкту.

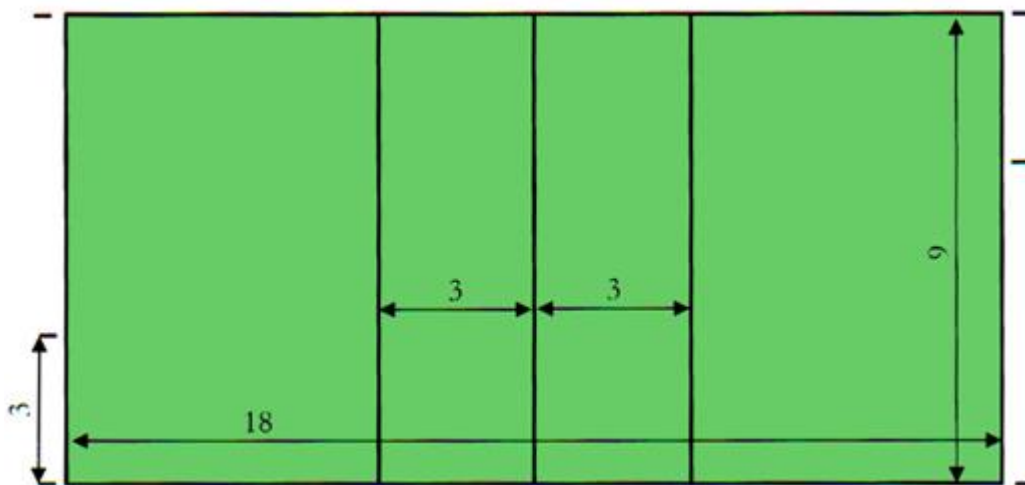


Рисунок 7 – Розмітка волейбольного майданчика 1

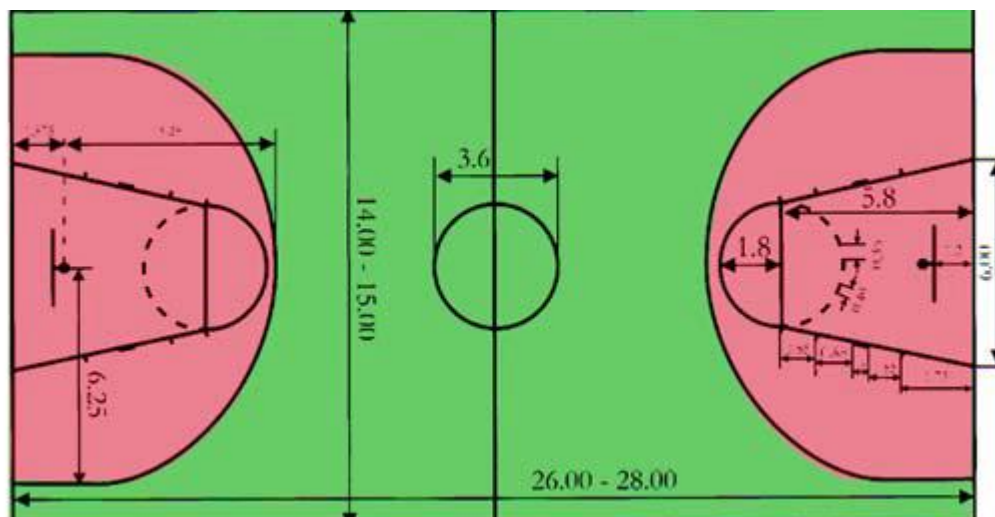


Рисунок 8 – Розмітка баскетбольного майданчика 2

Таблиця 3 – Завдання для виконання практичної роботи № 3

Номер варіанта	Найменування гри	Освітленість, лк			Система світла
		$E_{гор}$	$E_{верт}$	Освітленість на поверхні щитів	
1	Баскетбол	50	30	30	Верхня бічна
2	Волейбол	50	30	—	
3	Баскетбол	100	40	30	
4	Волейбол	100	40	—	
5	Баскетбол	150	40	40	
6	Волейбол	150	50	—	
7	Баскетбол	120	35	35	
8	Волейбол	120	35	—	
9	Баскетбол	80	30	30	
10	Волейбол	80	30	—	
11	Баскетбол	140	35	35	
12	Волейбол	140	35	—	

Теоретичні відомості

Освітлення баскетбольних майданчиків здійснюється системою верхнього бічного освітлення, оскільки баскетбол може слугувати характерним прикладом «повітряної гри», коли лінія зору гравців зазвичай спрямована вище горизонту. На рисунку 9, а показана схема освітлення

баскетбольного майданчика із застосуванням чотирьох опор для світильників. Висота опор, на яких встановлюються освітлювальні прилади направленої світла, повинна становити не менше 10 м. Під час освітлення баскетбольних майданчиків установка повинна забезпечувати горизонтальну освітленість не менше 50 лк і вертикальну освітленість в площині, що проходить через поздовжню вісь майданчика, на поверхні щитів з боку корзини не менше 30 лк. Ці рівні освітленості нормуються для тренувальних ігор і змагань, на яких присутні менше ніж 1 500 глядачів. При проведенні змагань з баскетболу на ігрових стадіонах з трибунами місткістю від 1 500 до 5 000 глядачів освітленість повинна бути підвищена: горизонтальна до 150 лк, а вертикальна до 50 лк. Освітлення волейбольних майданчиків також виконується за системою верхнього бічного освітлення. Аналіз особливостей гри у волейбол показує, що в цьому випадку доцільніше встановлювати освітлювальні прилади на двох високих опорах (висота не менше 10 м), розташованих біля стовпів, до яких кріпиться сітка (рис. 9, б). І самі освітлювальні опори можуть використовуватися для кріплення сітки за умови, що буде забезпечена їхня достатня жорсткість, що забезпечує відсутність коливань освітлювальних приладів при струсі сітки від ударів м'яча. Рівні освітленості при тренувальних іграх у волейбол і при змаганнях у присутності менше ніж 1 500 глядачів повинні вибиратися в таких межах: горизонтальна освітленість – 50 лк і вертикальна освітленість (у поздовжній площині на рівні від 1 до 5 м) – 30 лк.

Під час проведення змагань із волейболу на ігрових стадіонах норми освітленості приймаються такими самими, як при освітленні під час проведення ігор у баскетбол.

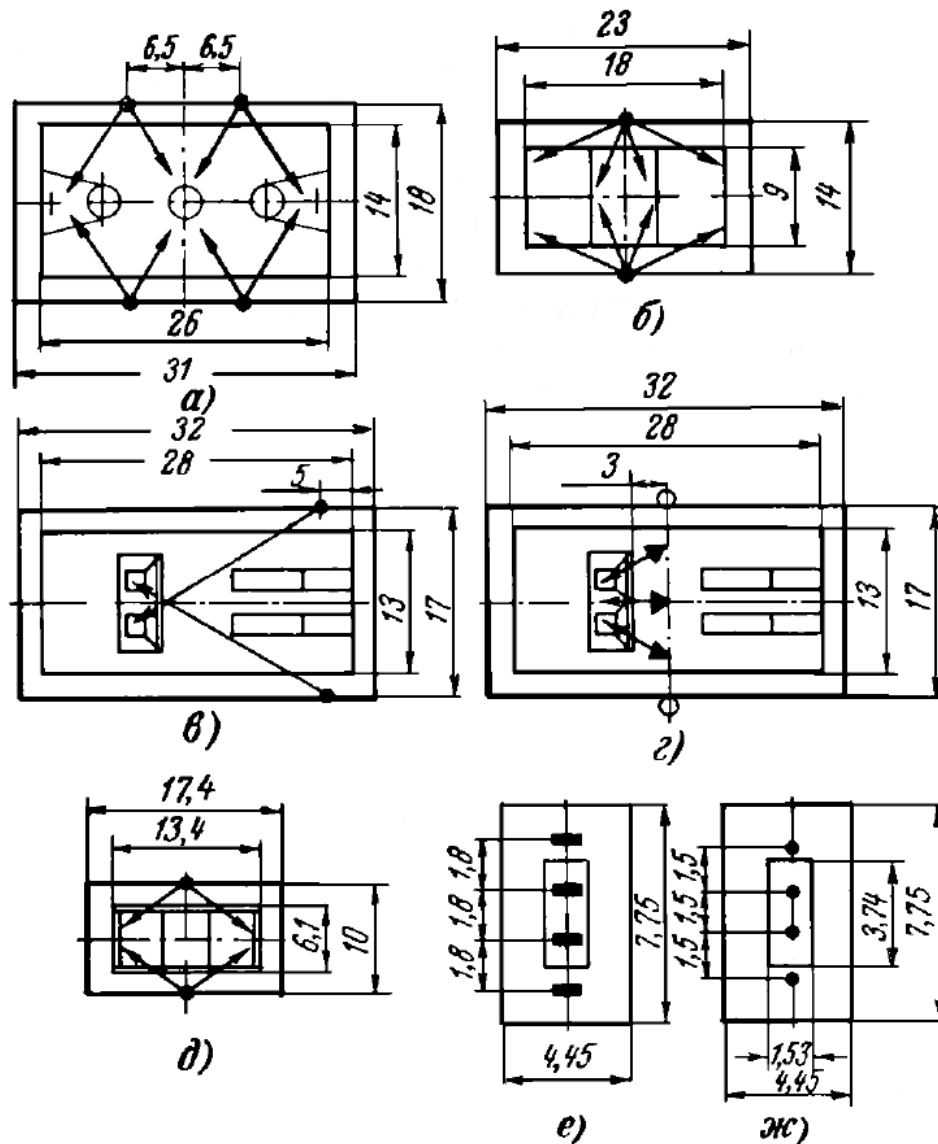


Рисунок 9 – Схеми розташування освітлювальних приладів при освітленні спортивних майданчиків для гри в баскетбол, волейбол, городки, бадмінтон і столів для гри в настільний теніс:

а – схема освітлення баскетбольного майданчика світильниками напрямленого світла, встановленими на чотирьох опорах;

б – схема освітлення волейбольного майданчика світильниками напрямленого світла, встановленими на двох опорах;

в – схема освітлення міського майданчика світильниками напрямленого світла, встановленими на двох опорах; г) схема освітлення міського майданчика підвісними світильниками; д) схема освітлення майданчика для гри в бадмінтон світильниками напрямленого світла, встановленими на двох опорах; е) схема освітлення столу для настільного тенісу світильниками з люмінесцентними лампами; ж) схема освітлення столу для настільного тенісу світильниками з лампами розжарювання (розміри подані в метрах)

Лабораторна робота № 4

ОСВІТЛЕННЯ МАЙДАНЧИКІВ ДЛЯ БАДМІНТОНУ ТА ТЕНІСУ, МАЙДАНЧИКІВ ДЛЯ ГРИ В ГОРОДКИ

Мета роботи: навчитися проєктувати освітлення майданчиків для бадмінтону та тенісу, майданчиків для гри в городків у програмі *DIALux*.

Завдання до роботи

1. Провести геометричне моделювання об'єкта сцени, що освітлюється (мається на увазі набір методик твердотільного трьохмірного моделювання на основі існуючих креслень, фотографій і іншої інформації).
2. Виконати світлотехнічний розрахунок із вибором світлового обладнання. На цьому етапі залежно від розрахункової програми підбираються оптимальні розрахункові параметри – крок розрахункової сітки, метод розрахунку, точність та ін.
3. Згенерувати фотореалістичні зображення і вивести розрахункову документацію по проєкту.

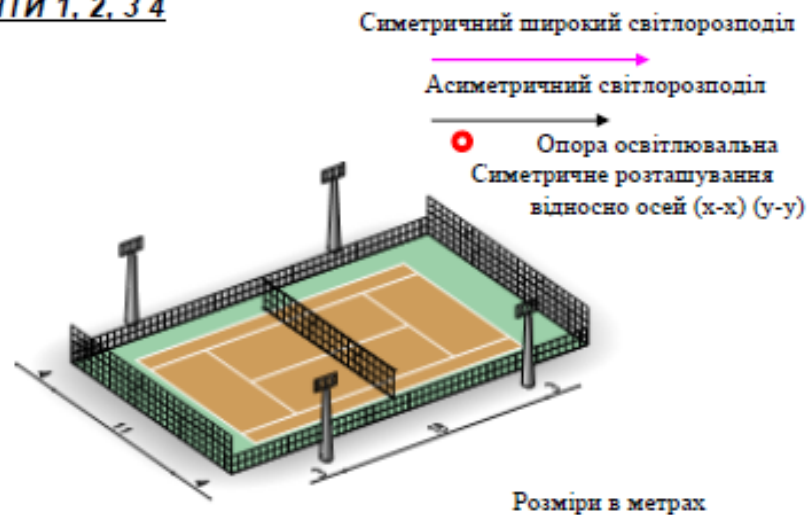
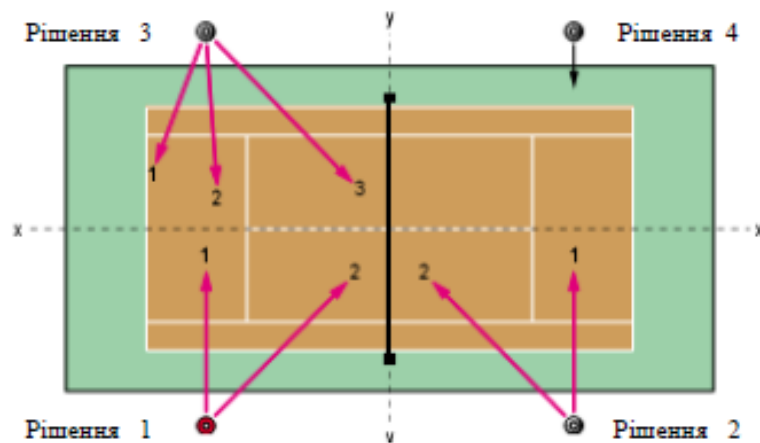
Теоретичні відомості

Освітлення майданчиків для бадмінтону та тенісу (рис. 9, д) виконується аналогічно до освітлення волейбольних майданчиків із тією лише різницею, що тут освітлювальні опори можуть використовуватися для кріплення до них ігрової сітки, оскільки удар у сітку волана, що має малу масу, не може привести до коливань освітлювальних приладів. Норми освітленості для бадмінтону приймаються ті самі, що й для волейболу.

Освітлення майданчиків для гри в городки односпрямованої наземної гри повинне здійснюватися світлом, розподіленим уздовж основного напрямку лінії зору гравців і глядачів, увага яких зосереджена на площі з городками. Освітленість у зоні городків повинна бути не нижче ніж 50 лк, в інших частинах майданчика вона може бути знижена до 10 лк. Освітлювальна установка міського майданчика може бути виконана за схемою, зображеною на рисунку 9, в, з установкою світильників напрямленого світла на двох шестиметрових опорах із їх нахилом у бік площі міст або з підвісними світильниками на тросі, натягнутому на цій самій висоті так, як це показано на рисунку 9, г. Світильникам і в цьому випадку надається деякий нахил у бік городків. Освітлення столів для настільного тенісу здійснюється підвісними світильниками, розташованими відповідно до схем, показаних на рисунку 9, е і ж. Інтенсивність освітленості має становити не менше 300 лк не тільки поверхні столу, але й простору довкола нього в межах всього ігрового майданчика до рівня 100 лк. Висота установки світильників повинна становити не менше 3,5 м. При люмінесцентному освітленні повинні застосовуватися трьохлампові світильники з підімкненням кожної лампи до різних фаз трифазної живлячої електромережі для зменшення пульсування освітленості на м'ячі. Захисний кут світильників повинен становити не менше 300°.

Тенісний kort (24 x 11 / 36 x 18)

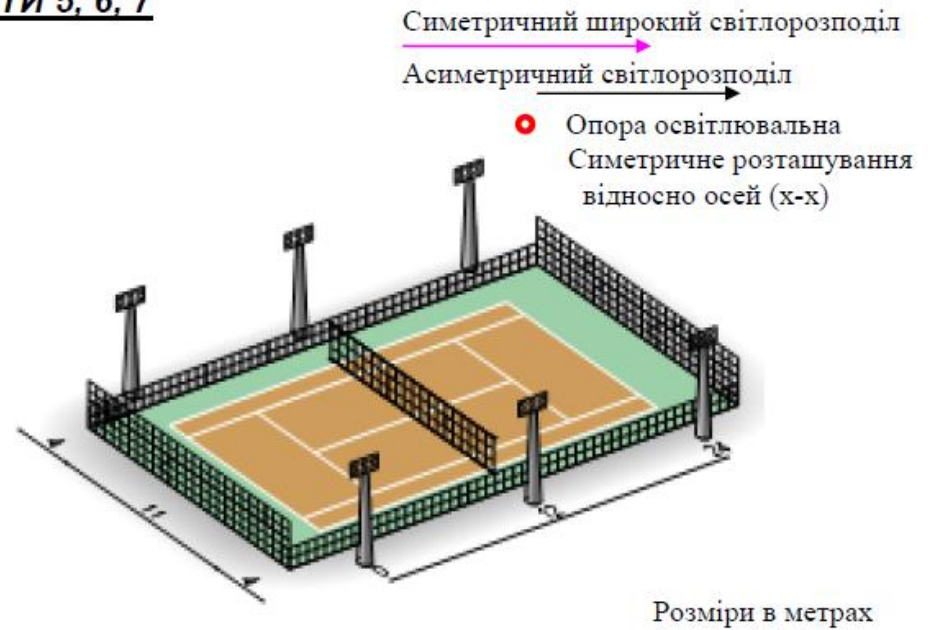
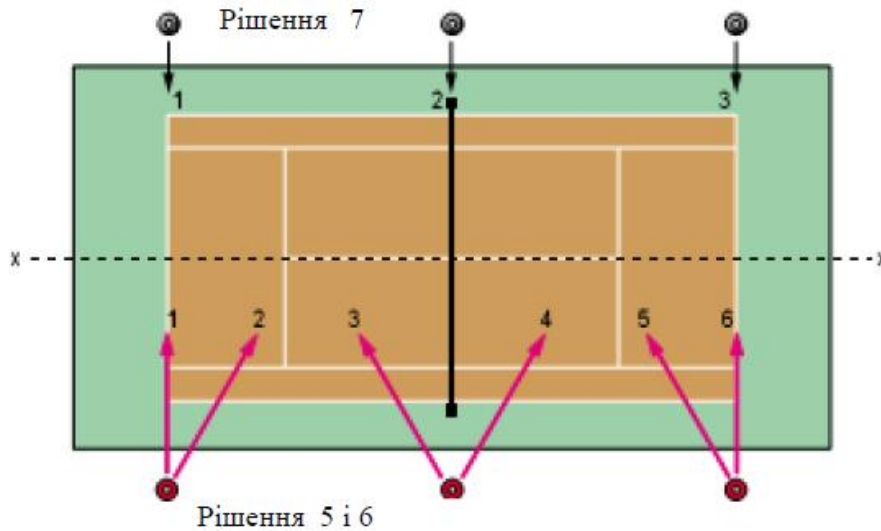
ВАРІАНТИ 1, 2, 3 4



Варіант	Середня горизонтальна освітленість, лк	Світильник	Кількість	Висота щогли	Кількість світильників на 1 щоглі	Рівномірність $E_{мін}/E_{ср}$ $E_{мін}/E_{макс}$	Кут повороту			Кут нахилу		
1	138	Світлодіодний	8	10	2	0,78 0,70	1 = 0°	2 = 40°		1 = 40°	2 = 45°	
2	210	Світлодіодний	8	10	3	0,82 0,73	1 = 0°	2 = 40°		1 = 40°	2 = 45°	
3	280	Світлодіодний	12	12	3	0,86 0,77	1 = 15°	2 = 10°	3 = 40°	1 = 10°	2 = 35°	3 = 55°
4	239	Світлодіодний	4	12	1	0,74 0,58	1 = 0°			1 = 5°		

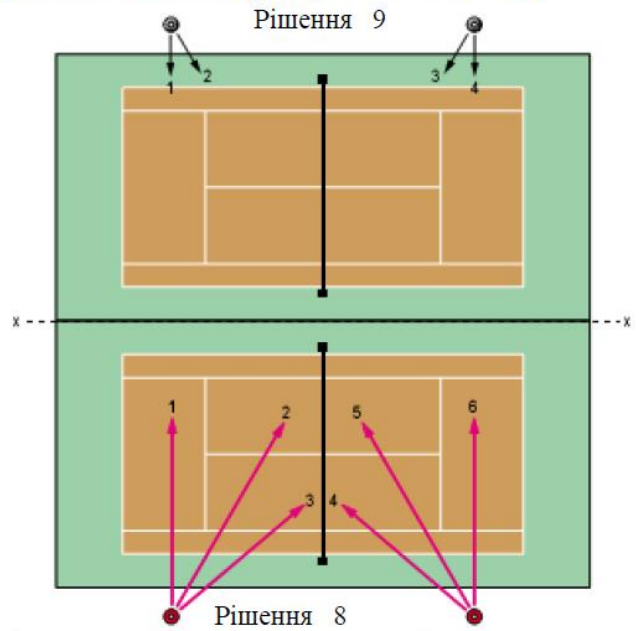
ВАРІАНТИ 5, 6, 7

Тенісний корт (24 x 11 / 36 x 18)



Варіант	Середня горизонтальна освітленість, лк	Світильник	Кількість	Висота щогли	Кількість світильників на 1 щоглі	Рівномірність $E_{\text{мін}}/E_{\text{ср}}$ $E_{\text{мін}}/E_{\text{макс}}$	Кут повороту			Кут нахилу		
5	190	Світлодіодний	12	10	2	0,92 0,78	1 = 0° 4 = 30°	2 = 30° 5 = 30°	3 = 30° 6 = 0°	1 = 35° 4 = 40°	2 = 40° 5 = 40°	3 = 40° 6 = 35°
6	286	Світлодіодний	12	10	2	0,91 0,81	1 = 0° 4 = 30°	2 = 30° 5 = 30°	3 = 50° 6 = 0°	1 = 35° 4 = 40°	2 = 40° 5 = 40°	3 = 40° 6 = 35°
7	241	Світлодіодний	6	12	1	0,78 0,65	1 = 0°	2 = 0°	3 = 0°	1 = 5°	2 = 5°	3 = 5°

Суміжні тенісні корти (24 x 11 / 36 x 36)

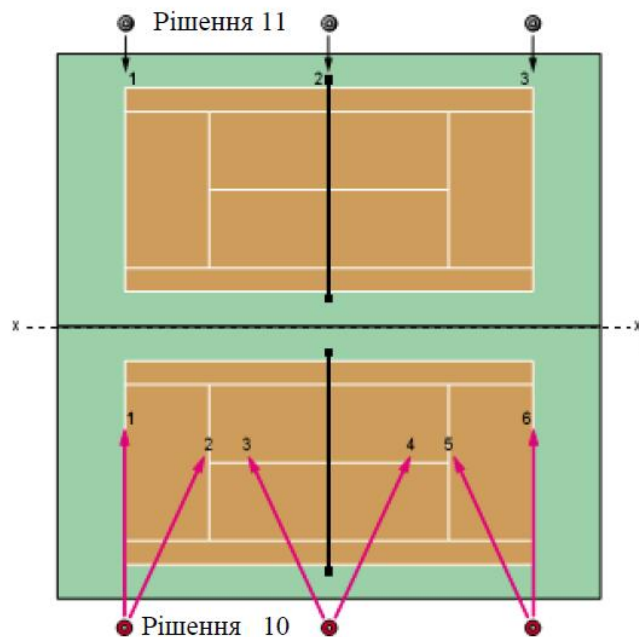


ВАРІАНТИ 8, 9

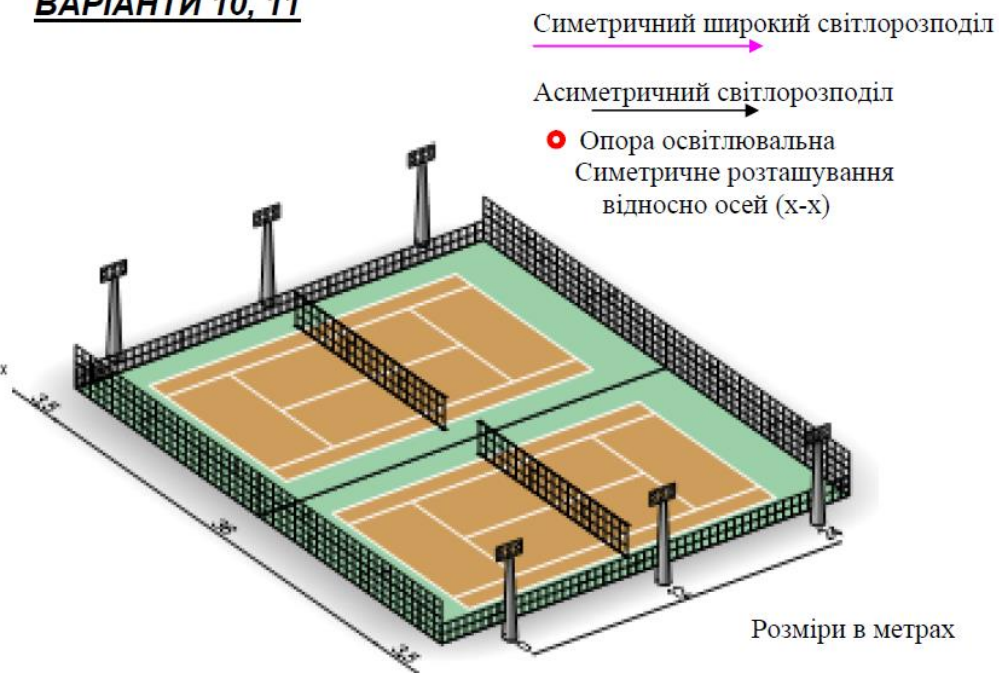


Варіант	Середня горизонтальна освітленість, лк	Світильник	Кількість	Висота щогли	Число світильників на 1 щоглі	Рівномірність Емін/Еср Емін/Емакс	Кут повороту			Кут нахилу		
							1	2	3	4	5	6
8	163	Світлодіодний	12	12	3	0,70 0,59	1 = 0° 4 = 35°	2 = 15° 5 = 15°	3 = 35° 6 = 0°	1 = 45° 4 = 45°	2 = 45° 5 = 45°	3 = 45° 6 = 45°
9	269	Світлодіодний	6	12	2	0,79 0,68	1 = 0° 4 = 0°	2 = 15°	3 = 15°	1 = 10° 4 = 10°	2 = 10°	3 = 10°

Суміжні тенісні корти (24 x 11 / 36 x 36)



ВАРІАНТИ 10, 11



Варіант	Середня горизонтальна освітленість, лк	Світильник	Кількість	Висота щогли	Кількість світильників на 1 щоглі	Рівномірність Емін/Еср Емін/Емакс	Кут повороту			Кут нахилу		
							1	2	3	4	5	6
10	148	Світлодіодний	12	12	2	0,71 0,61	1 = 0° 4 = 20°	2 = 20° 5 = 20°	3 = 20° 6 = 0°	1 = 45° 4 = 45°	2 = 45° 5 = 45°	3 = 45° 6 = 45°
11	189	Світлодіодний	6	12	1	0,75 0,63	1 = 0°	2 = 30°	3 = 0°	1 = 5°	2 = 5°	3 = 5°

Лабораторна робота № 5

ОСВІТЛЕННЯ МАЙДАНЧИКІВ ДЛЯ НЕІГРОВИХ ВИДІВ СПОРТУ

Мета роботи: навчитися проєктувати освітлення майданчиків для бадмінтону та тенісу, майданчиків для гри в городки в програмі DIALux.

Завдання до роботи

1. Провести геометричне моделювання об'єкта сцени, що освітлюється.
2. Виконати світлотехнічний розрахунок із вибором світлового обладнання.
3. Згенерувати фотореалістичні зображення і вивести розрахункову документацію по проєкту.

Таблиця 4 – Завдання для виконання лабораторної роботи № 5

Номер варіанта	Тип спорт. споруди	Габаритні розміри, м	Схема розташування освітлювальних приладів
1	Велотрек	56 × 26	а
2	Лижний трамплін	56 × 26	б
3	Гірськолижна траса	105 × 65	б
4	Велотрек	56 × 26	а
5	Лижний трамплін	40 × 26	б
6	Гірськолижна траса	56 × 26	б
7	Велотрек	40 × 26	а
8	Лижний трамплін	40 × 26	б
9	Гірськолижна траса	40 × 26	б
10	Велотрек	56 × 26	а
11	Лижний трамплін	56 × 26	б
12	Гірськолижна траса	105 × 65	б
13	Велотрек	40 × 26	а
14	Лижний трамплін	56 × 26	б

Теоретичні відомості

Освітлення велотреків зазвичай виконується світильниками напрямленого світла, що розташовуються на опорах заввишки 10 м із консолями завдовжки 3–5 м, винесеними над полотном трека (рис. 10, 11, а). Опори встановлюються уздовж окрайки трека. Світильникам надається нахил у бік руху спортсменів (рис. 11, а). Система освітлення трека повинна бути розрахована так, щоб зони дії окремих світильників значно перекривали одна одну для усунення глибоких тіней. Рівень освітленості полотна велотреку повинен бути не нижче ніж 30 лк.

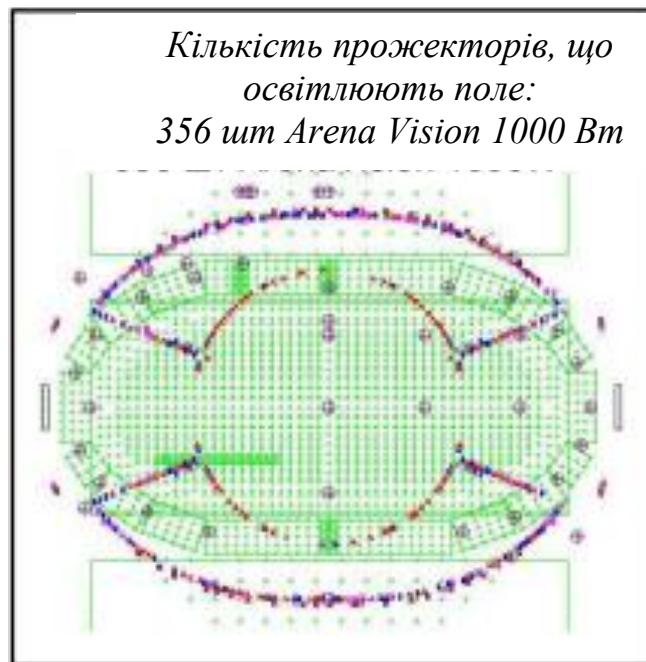


Рисунок 10 – Велодром в Лао Чан LSV на 6 000 місць (велотрек).

Освітлення майданчика: 356 шт ArenaVision 1 000 Вт.

Освітлення трибуни: 42 шт RVP350 400 Вт

Освітлення лижного трампліну (рис. 11, б) має на меті забезпечити спортсменам хорошу видимість гори розгону, столу відриву і гори приземлення при мінімальній засліплювальній дії, а суддям і

глядачам хорошу видимість спортсмена на всіх його фазах руху по поверхні гір, у польоті і точну фіксацію місця приземлення.

Для цієї мети освітлювальна установка трампліну повинна створювати такі освітленості на поверхні стартового майданчика, гори розгону й гори приземлення 30 лк, на поверхні столу відриву і у вертикальній площині, що проходить через вісь трампліну, з обох її сторін у зоні траєкторії стрибка 50 лк.

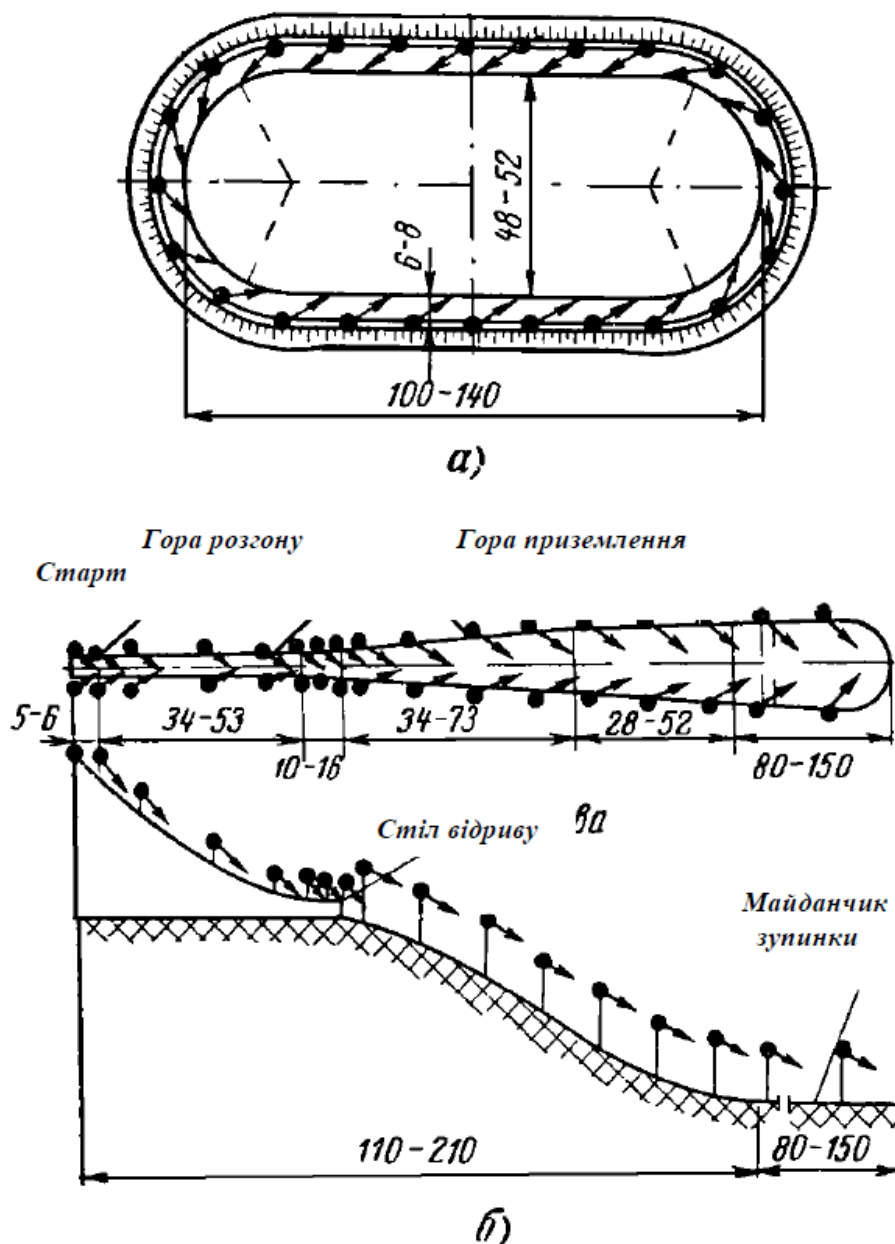


Рисунок 11 – Схема розташування освітлювальних приладів при освітленні:

а – схема освітлення велотреку; б – схема освітлення лижного трампліну

Світильники на стартовому майданчику, уздовж гори розгону й столу відриву встановлюються з двох сторін на стійках заввишки 23 м і спрямовані уздовж руху спортсменів. Гора приземлення і майданчик зупинки освітлюється світильниками або прожекторами, встановленими на опорах заввишки 10–20 м з однієї або двох сторін залежно від місця розташування суддів і глядачів. Освітлювальним приладам повинен бути наданий нахил у бік руху спортсменів.

За таким самим принципом може бути виконане *освітлення гірськолижних трас* для слалому і швидкісного спуску. Освітлення цих видів спортивних споруд останнім часом набуває популярності. Освітлену лижню доцільно прокладати у вигляді витягнутої петлі, щоб обидві її сторони, по яких спортсмени рухаються назустріч один одному, могли ефективно освітлюватися світильниками, встановленими на загальній опорі, розташованій між цими гілками лижні.

Лабораторна робота № 6

ОСВІТЛЕННЯ СПОРУДИ ДЛЯ СТІЛЕЦЬКОГО СПОРТУ

Мета роботи: навчитися проектувати освітлення споруди для стрілецького спорту в програмі DIALux.

Завдання до роботи

1. Провести геометричне моделювання об'єкта сцени, що освітлюється (рис. 12, 13).
2. Виконати світлотехнічний розрахунок із вибором світлового обладнання.
3. Згенерувати фотореалістичні зображення і вивести розрахункову документацію по проєкту.

Таблиця 5 – Завдання для виконання лабораторної роботи № 6

Номер варіанта	Тип спорт. споруди	Тип стенду	Схема розташування освітлювальних приладів (рис. 14)	Номер варіанта
1	Стрільба	Траншейний	а	11
2	Стрільба з лука	Круглий	б	12
3	Стрільба з лука	Траншейний	а	13
4	Стрільба з лука	Траншейний	б	14
5	Стрільба	Круглий	а	15
6	Стрільба з лука	Траншейний	б	16
7	Стрільба	Траншейний	а	17
8	Стрільба з лука	Круглий	б	18
9	Стрільба	Траншейний	а	19
10	Стрільба з лука	Траншейний	б	20

Теоретичні відомості

Розглянемо *освітлення траншейних і круглих стрілецько-мисливських стендів* (рис. 14–16).

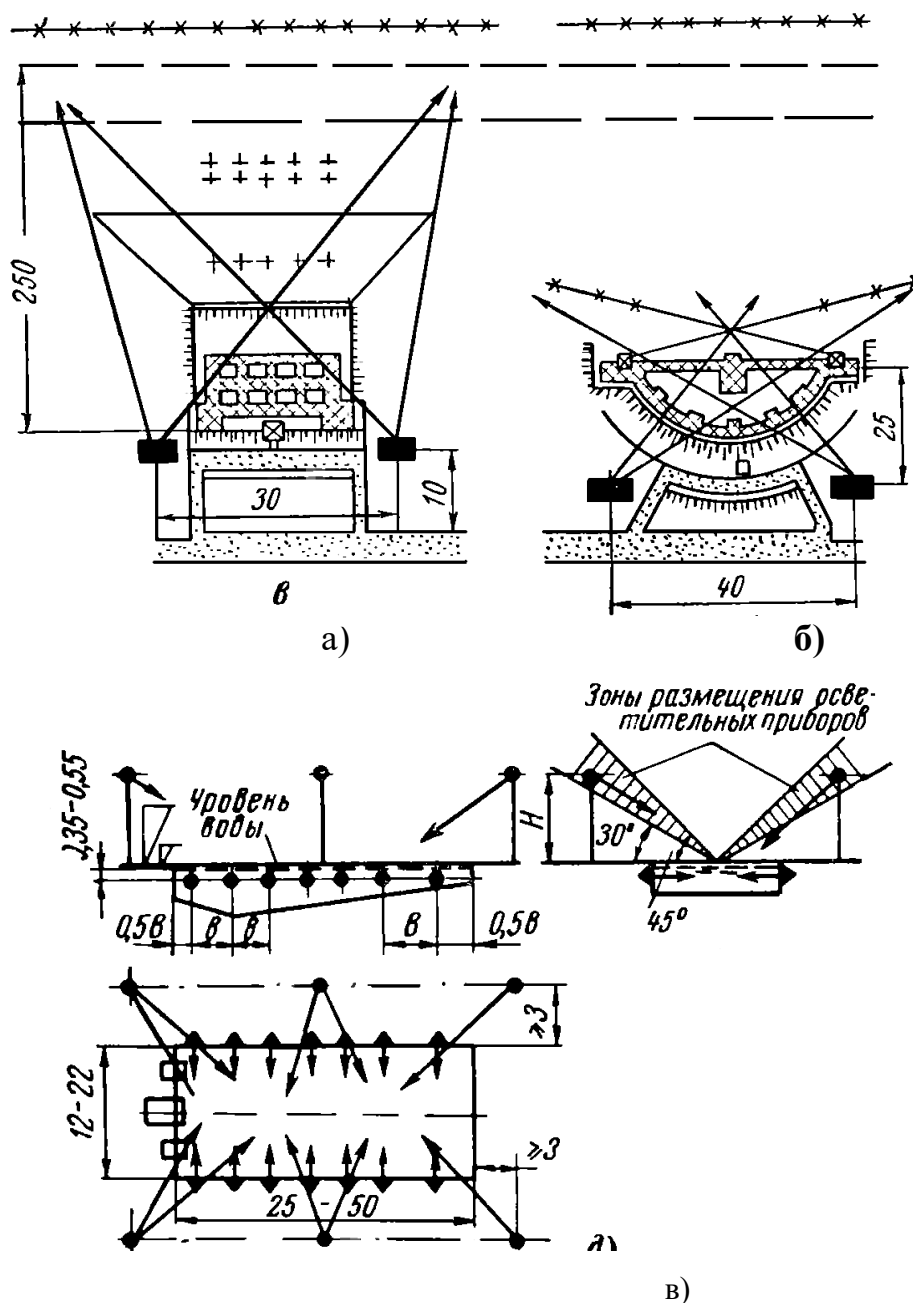
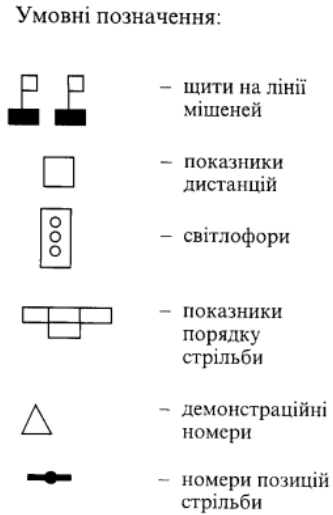


Рисунок 12 – Схема розташування освітлювальних приладів при освітленні деяких неігрових відкритих спортивних споруд:

- а – схема освітлення траншейного стрілецько-мисливського стенду;*
- б – схема освітлення круглого стрілецько-мисливського стенду;*
- в – схема освітлення відкритого басейну (розміри подані в метрах)*



52

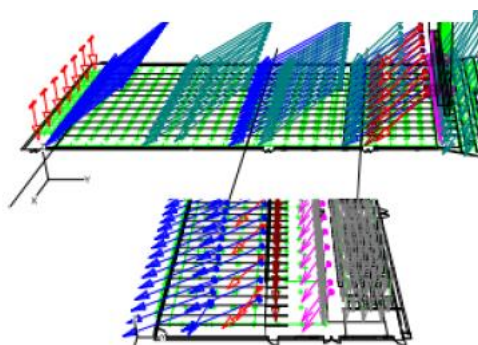
круглому стенді завдання освітлення ускладнюється переміщенням стрільця і зміною напрямку його лінії зору при переході від одного номера на інший. Схема розміщення прожекторів для освітлення стендів і основного напрямку їх наведені на рисунку 13, б. Висота установки прожекторів повинна становити на траншейному стенді 5–10 м, а на круглому – 20–25 м. Установка повинна забезпечувати рівень вертикальної освітленості по всій зоні польоту мішеней із боку розташування стрільців не нижче ніж 50 лк. При освітленні круглих стендів для зменшення засліплювальної дії прожекторів доцільно додатково застосовувати їхнє екранування, установлення на них кільцевих або пластинчастих жалюзі і т. п.



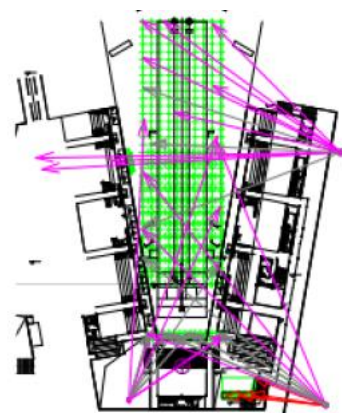
*Кількість прожекторів, що освітлюють поле:
1829 шт Decoflood*



*Кількість прожекторів, що освітлюють поле:
80 шт Arena Vision 2000 Bm*



а) Стрільба



б) Стрільба з лука

Рисунок 14 – Схеми стрілецьких стадіонів

Лабораторна робота № 7

ОСВІТЛЕННЯ ВІДКРИТОГО БАСЕЙНУ ДЛЯ ПЛАВАННЯ І СТРИБКІВ У ВОДУ, ДЛЯ ГРИ У ВАТЕРПОЛО

Мета роботи: навчитися проєктувати освітлення відкритого басейну для плавання і стрибків у воду, для гри у ватерполо в програмі DIALux.

Завдання до роботи

1. Провести геометричне моделювання об'єкта сцени, що освітлюється.
2. Виконати світлотехнічний розрахунок із вибором світлового обладнання.
3. Згенерувати фотореалістичні зображення і вивести розрахункову документацію по проєкту.

Теоретичні відомості

Освітлення може бути виконано двома окремими установками зовнішнього і підводного освітлення. Зовнішнє освітлення створює рівень освітленості, необхідної для виконання спортивних занять у басейні, а підводне – декоративне освітлення ванни басейну і слугує засобом безпеки. Особливо успішно воно використовується при художньому плаванні. Зовнішнє освітлення басейну для плавання може бути виконано шляхом установлення верхнього світла. Але якщо басейн передбачається використовувати і для плавання, і для стрибків, і для гри в поло, то установлення верхнього світла не може бути застосоване і освітлення такого басейну потрібно виконати за схемою, зображеною

на рисунку 17, д, тобто застосовувати систему верхнього бічного освітлення. У басейні для плавання необхідно забезпечити на поверхні води горизонтальну освітленість 100 лк, у басейні для стрибків у воду, крім того, потрібно створити вертикальну освітленість 50 лк у площині, що проходить через поздовжню вісь вежі, у зоні стрибків. Висота установлення освітлювальних приладів може бути визначена за умовою, при якій перпендикуляр, опущений від джерела світла на поздовжню вісь басейну або її продовження, складе з горизонтом кут від 30° до 45° .

Для підводного освітлення басейну може бути використаний метод «сухих ніш», коли прожектори у звичайному виконанні встановлюються за ущільненими ілюмінаторами, розміщеними в стіні басейну відповідно до схеми на рисунку 5, д, або метод «мокрих ніш», коли герметичні прожектори встановлюються безпосередньо у воді, зазвичай у спеціальних нішах у стіні ванни басейну.

Якщо перший метод потребує для свого здійснення пристрою спеціальної обхідної галереї навкруги ванни басейну, то для другого методу потрібні спеціальні водонепроникні і тому дорогі прожектори. Отже, необхідність пристрою підводного освітлення повинна бути достатньо обґрунтована, оскільки її здійснення пов'язане з підвищеними витратами. Прожектори підводного освітлення встановлюються в поздовжніх стінках ванни басейну. Глибина занурення прожекторів не повинна перевищувати 0,40–0,55 м. Крок установки прожекторів визначається за їхньою потужністю.

При потужності джерела світла 300–500 Вт крок потрібно вибирати рівним 2,53 м, а при потужності 750–1 000 Вт – 3,5–4,5 м. Великі значення кроку стосуються тих місць ванни, які мають глибину менше ніж 1,5 м, а менші – глибших місць. До того ж потрібно прагнути до застосування прожекторів максимальної потужності. Потужність установки підводного освітлення відкритого басейну рекомендується вибирати виходячи з

питомої потужності 20 Вт/м^2 поверхні води в басейні. Для басейнів, ширина яких перевищує 21 м, застосовувати підводне освітлення ванни не рекомендується, оскільки вода в середній частині ванни басейну буде освітлена слабо.

Варто також пам'ятати, що ефективність підводного освітлення значною мірою залежить від чистоти і прозорості води. Тому при устаткуванні басейну підводним освітленням необхідно звертати увагу на забезпечення високої прозорості води, що може бути досягнуте за допомогою підвищення її обміну або поліпшення фільтрації.

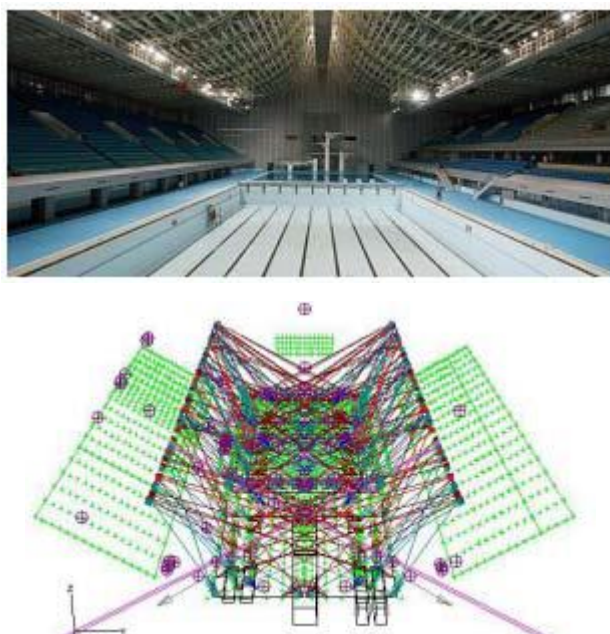


Рисунок 15– Схема освітлення басейну для водного поло і плавання

Таблиця 6 – Завдання для виконання лабораторної роботи № 7

Номер варіанта	Вид спорту	Розмір басейну, м	Схема розташування освітлювальних приладів
1	2	3	4
1	Плавання	25×11	Верхня
2	Стрибки у воду	$13,5 \times 14,5$, в. 3 м	Верхня бічна

Продовження таблиці 6

1	2	3	4
3	Гра у водерполо	20 × 30	Верхня бічна
4	Плавання	33 × 11	Верхня
5	Плавання	50 × 11	Верхня
6	Плавання	25 × 13	Верхня
7	Плавання	33 × 14	Верхня
8	Стрибки у воду	14 × 16, в. 5 м	Верхня бічна
9	Гра у водерполо	17 × 25	Верхня бічна
10	Плавання	25 × 17	Верхня
11	Плавання	33 × 16	Верхня
12	Плавання	50 × 17	Верхня
13	Плавання	25 × 21	Верхня
14	Стрибки у воду	18 × 17, в. 10 м	Верхня бічна
15	Гра у водерполо	18 × 27	Верхня бічна
16	Плавання	33 × 21	Верхня
17	Плавання	50 × 21	Верхня
18	Плавання	33 × 13	Верхня
19	Плавання	50 × 16	Верхня

Лабораторна робота № 8

ОСВІТЛЕННЯ ЗАКРИТИХ СПОРТИВНИХ СПОРУД

Мета роботи: навчитися проєктувати освітлення відкритого басейну для плавання і стрибків у воду, для гри у ватерполо в програмі DIALux.

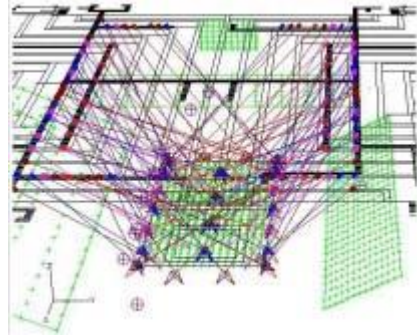
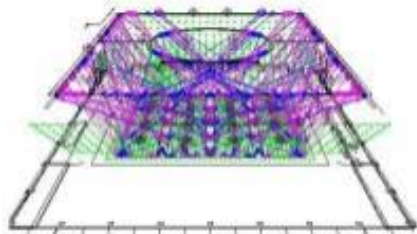
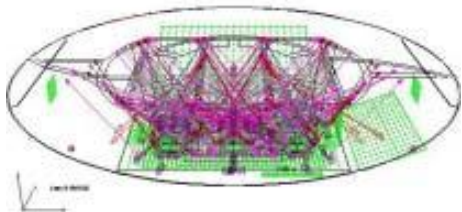
Завдання до роботи

1. Провести геометричне моделювання об'єкта сцени, що освітлюється (мається на увазі набір методик твердотілого трьохмірного моделювання на основі існуючих креслень, фотографій і іншої інформації).
2. Виконати світлотехнічний розрахунок із вибором світлового обладнання. На цьому етапі залежно від розрахункової програми підбираються оптимальні розрахункові параметри – крок розрахункової сітки, метод розрахунку, точність та ін.
3. Згенерувати фотореалістичні зображення і вивести розрахункову документацію по проєкту.

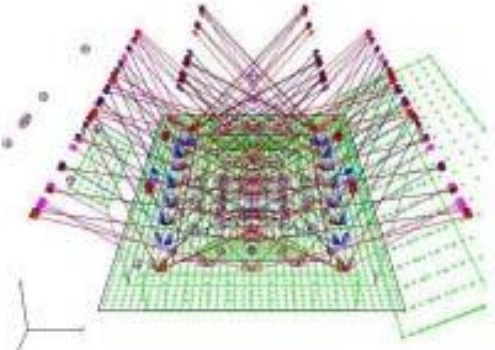
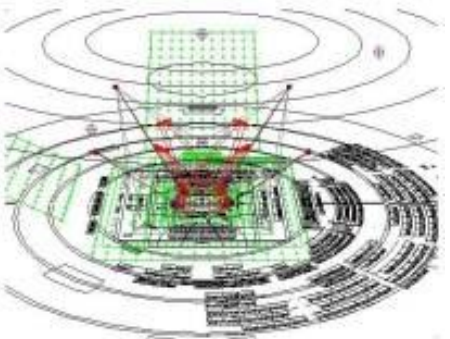
Теоретичні відомості

Загальні вимоги до освітлення закритих спортивних споруд дуже близькі до вимог, що стосуються освітлення відкритих споруд. Це, насамперед, стосується забезпечення хорошої видимості об'єктів нагляду і обмеження засліплювальної дії спортсменів і глядачів. Проте при освітленні закритих спортивних споруд виникають деякі характерні проблеми, які варто розглянути детально. Закриті спортивні споруди мають при будь-якому їх масштабі дещо обмежені розміри, що не дозволяють вільно розміщувати освітлювальні прилади в просторі. Це в деяких випадках приводить до необхідності встановлювати світильники на меншій висоті або під іншими кутами, ніж потрібно.

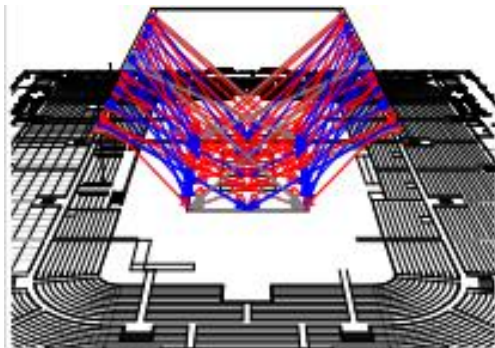
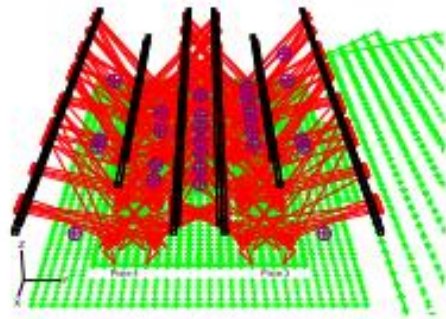
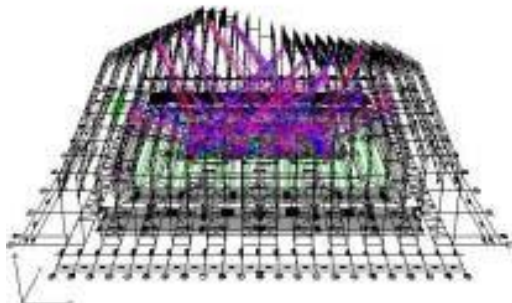
Таблиця 7 – Завдання для виконання лабораторної роботи № 8

Номер варіанта	Вид спорту	Геометрична модель об'єкта	Розміщення та прицілювання світлових приладів
1	2	3	4
1	Дзюдо. Теквандо		
2	Настільний теніс		
3	Бадмінтон. Художня гімнастика		

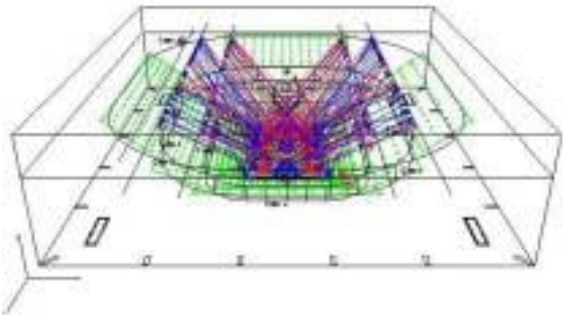
Продовження таблиці 7

1	2	3	4
4	Гандбол		
5	Бокс		

Продовження таблиці 7

1	2	3	4
6	Волейбол		
7	Фехтування		
8	Боротьба		

Продовження таблиці 7

1	2	3	4
9	Баскетбол		

При цьому світильники можуть опинитися в зонах, доступних для ударів по них м'ячем під час гри, що передбачає їхнє спеціальне конструктивне виконання або обладнання особливим захистом від механічних пошкоджень.

Додаткове обмеження на розміщення світильників зазвичай спричиняє проблема їх обслуговування. Але обмежені розміри спортивних залів надають і певні переваги. При невеликих відстанях до освітлюваних об'єктів можна застосувати освітлювальні прилади з меншим посиленням і меншими значеннями сили світла. Такі прилади надають меншу осліплювальну дію. Крім того, в закритих приміщеннях стеля і стіни стають активними елементами освітлювальної установки, тому при влаштуванні освітлення в спортивних залах для створення комфортних умов необхідно забезпечити відповідне освітлення стелі і стін зали та їх забарвлення. Це забезпечить потрібні величини контрасту між об'єктом і тлом, а також створить зорове відчуття насиченості світлом простору спортивної зали, що, своєю чергою, сприятиме успішному виконанню спортивних вправ і нагляду за ними. Особливістю освітлення закритих спортивних споруд є те, що не всі види спорту прийнято проводити в закритих приміщеннях. Щоправда, останнім часом спостерігається певне прагнення розширити список видів спорту, якими займаються в закритих спортивних спорудах.

На тепер будується і проєктується багато закритих стадіонів для гри у футбол, а проведення відповідальних змагань зі спортивних ігор в закритих приміщеннях стало традиційним через стабільність умов гри. Проте біг і стрибки на лижах, усі гірськолижні змагання, стендова стрільба й інші подібні види спорту ще проводяться винятково у відкритих спортивних спорудах. Особливістю освітлення закритих спортивних споруд є також те, що освітлювальна установка у певних випадках повинна задовольняти найрізноманітніші цілі, оскільки одне й те саме приміщення

зазвичай не користується для занять декількома видами спорту, а іноді й не тільки для спортивних змагань.

Отже, при створенні освітлення необхідно дотримуватися вимог щодо освітлення всіх тих видів спорту, які будуть використовуватися в цій споруді. Величини освітленостей у закритих спортивних спорудах визначені в ДБН В.2.5- 28-2018 [1]. На рисунку 16 наведені схеми основних систем освітлення закритих спортивних споруд. *Система верхнього освітлення* (рис. 16, а) може застосовуватися для освітлення гри в хокей, а також для занять боксом, боротьбою, гімнастикою, легкою атлетикою, фехтуванням, настільним тенісом і іншими видами спорту. *Система верхнього бічного освітлення* (рис. 16, б) найкраще задовольняє умови освітлення в ігрових спортивних залах (теніс, волейбол, баскетбол, бадмінтон), а також може успішно використовуватися майже для всіх інших видів спорту. Ця система найбільш універсальна. *Система розсіяного освітлення* (рис. 16, в) створює м'яке освітлення з хорошим насиченням світлом простору і зі зниженими контрастами й не рекомендується для випадків нагляду за швидко рухомими об'єктами. Потребує хорошої обробки і світлого забарвлення стелі та стін. *Система відбитого освітлення* (рис. 16, е) вирізняється найм'якшим, майже безтіньовим різновидом освітлення із значно зниженою контрастністю і практичною відсутністю блиску. Не рекомендується для рухомих видів спорту. Обмежено використовується в басейнах для усунення відблисків на водній поверхні від джерел світла. Освітлення по цій системі неекономічне і потребує дуже хороших відбивних властивостей стелі та верхньої частини стін.

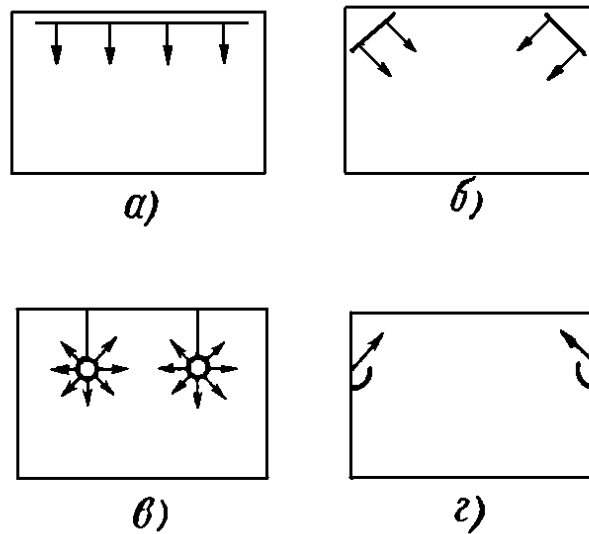


Рисунок 16 – Схеми основних систем освітлення закритих спортивних споруд:

а – система верхнього освітлення; б – система верхнього бічного освітлення; в – система розсіяного освітлення; г – система відбитого освітлення (типові схеми освітлення і особливості освітлення споруд для різних видів спорту і комбінованих споруд)

Розглянемо декілька конкретних прикладів освітлювальних установок наймасовіших закритих спортивних споруд, щоб визначити особливості освітлення основних груп споруд різних типів. Ці установки розраховані на виконання вимог норм освітлення, у разі потреби їх можна застосувати в інших спорудах, подібних за розмірами і призначенням: гімнастичний зал $9 \text{ м} \times 18 \text{ м}$ може слугувати для занять гімнастикою, акробатикою, боротьбою, боксом, важкою атлетикою, а також як зала для розминки. Для цих видів спорту може бути застосована система верхнього світла.

Нормована горизонтальна освітленість – 75–150 лк. У залах для змагань загальноміського масштабу і вище освітленість повинна бути, відповідно, 100 і 200 лк. При освітленні зали лампами розжарювання можна застосувати світильники розсіяного світла з кільцевими затінювачами. Потужність ламп – 300 Вт. Для забезпечення освітленості 100 лк потрібно встановити 15 світильників відповідно до схеми, наведеної

на рисунку 18, на висоті 55,5 м над підлогою. Потужність установки – 4,5 кВт, питома потужність – 28 Вт/м². Зала повинна мати білу стелю і світлі стіни.

Спортивна зала 18 м × 36 м (з балконом для глядачів) призначена для спортивних ігор, гімнастики й інших видів спорту. Найскладнішими видами спорту, з погляду вимог щодо освітлення, є спортивні ігри – волейбол, баскетбол, бадмінтон. Ці види спорту і є визначальними під час вибору системи освітлення. Для ігрової спортивної зали повинна застосовуватися система верхнього бічного освітлення, придатна також і для інших видів спорту, якими можна займатися в такій залі.

Нормована величина горизонтальної освітленості в ігровій залі повинна становити 100 лк. Освітленість у вертикальній площині, що проходить через поздовжню вісь зали, повинна, відповідно, становити 50–75 лк до висоти 2 м від підлоги. При проведенні змагань у залі ці показники освітленості повинні бути збільшені: горизонтальні до 150–300 лк, вертикальні до 75–100 лк. Для створення насиченості світлом приміщення спортивної зали необхідно, щоб деяка частка світлового потоку ламп була спрямована на стелю і верхню частину стін, які повинні мати світле забарвлення. У варіанті освітлення зали лампами розжарювання можуть бути використані світильники з лампами потужністю 500 Вт. Світильники розміщують двома рядами на висоті 6,5 м над підлогою, як це показано на рисунку 17. Встановлена потужність при освітленості 150 лк становить 12 кВт, питома потужність – 18,5 Вт/м². Відбивачі світильників повинні жорстко прикріплюватися до корпусу, на вихідні отвори встановлюються захисні ґрати.

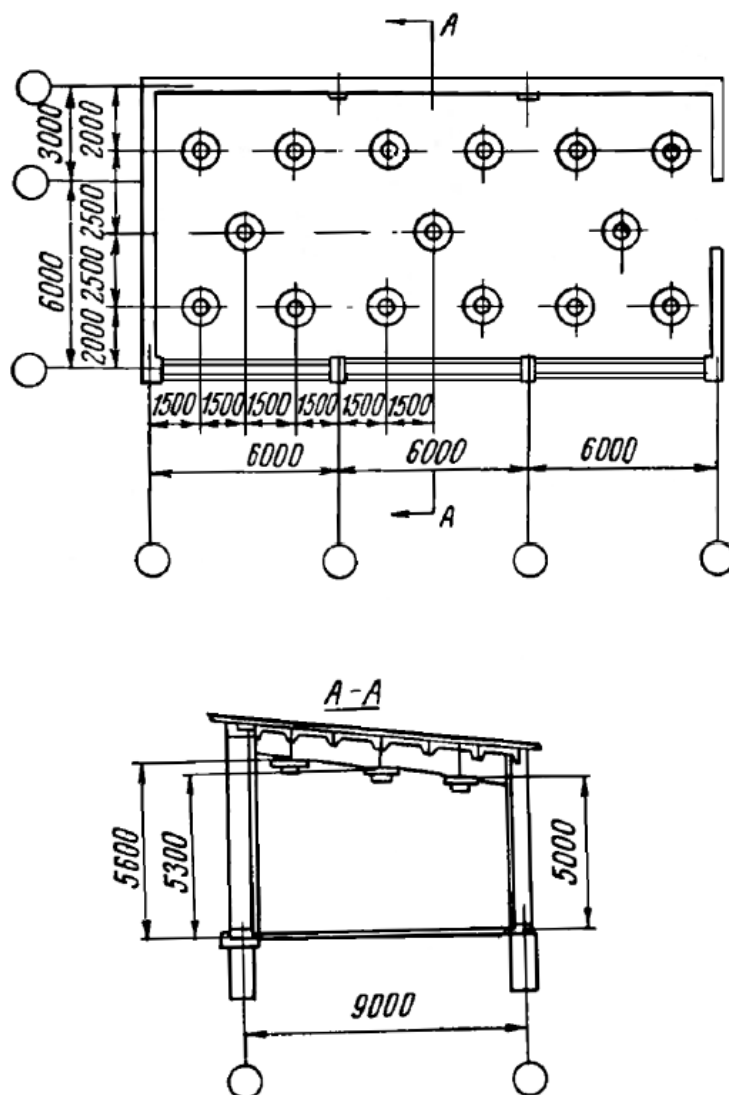


Рисунок 17 – Освітлення гімнастичної зали 9 м × 18 м світильниками розсіяного світла (розміри подані в міліметрах)

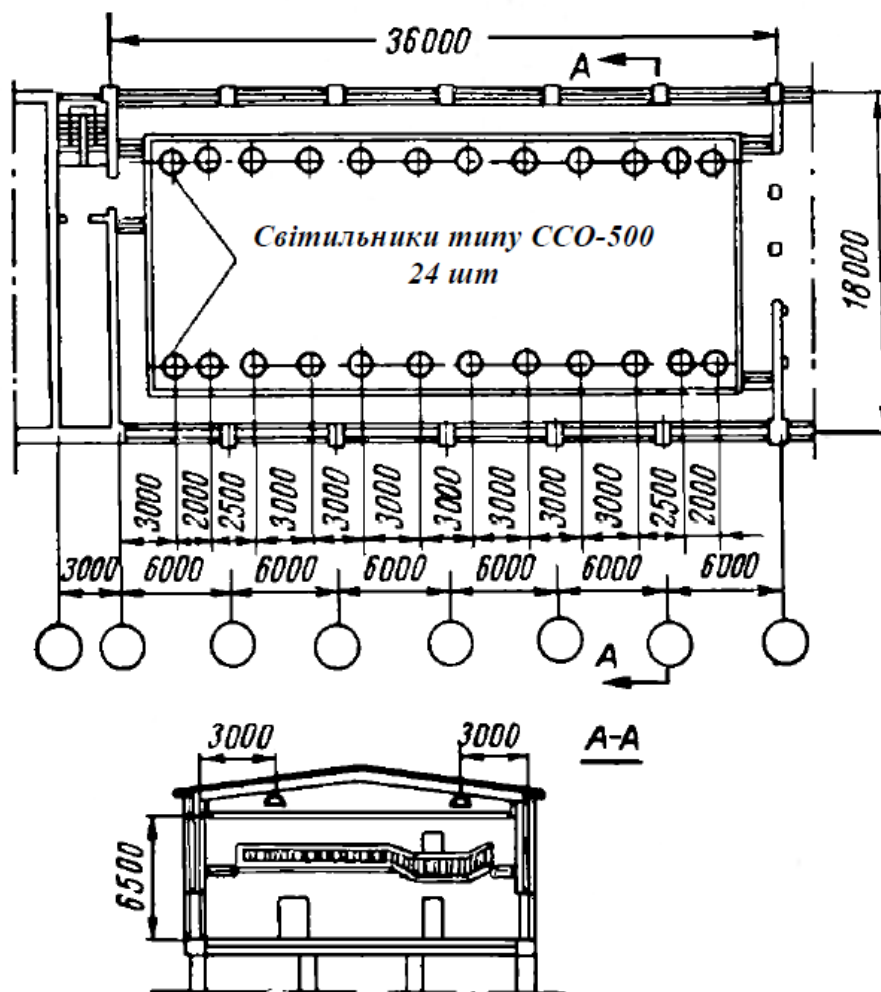


Рисунок 18 – Освітлення ігрової зали світильниками ССО-500 з лампами розжарювання 500 Вт

При люмінесцентному освітленні можна застосувати світильники переважно прямого світла з екрануючими ґратами з лампами ЛБ потужністю 80 Вт. Для створення освітленості 300 лк світильники повинні розміщуватися відповідно до схеми, показаної на рисунку 17, із нахилом 20° до поздовжньої осі зали на висоті 7 м над підлогою. Необхідно встановити 64 світильники із загальною потужністю близько 13 кВт. Частина світлового потоку ламп через вікна у відбивачах спрямовується на стелю зали. Питома потужність у цьому варіанті освітлення складе 20 Вт/м^2 . Спортивна зала $18 \text{ м} \times 45 \text{ м}$, що має висоту до ригелів 7,5 м,

розрахована на проведення в ньому спортивних ігор (теніс, ручний м'яч, волейбол, баскетбол), а також на заняття іншими видами спорту. У такій залі освітлювальна установка повинна створювати верхнє бічне освітлення, що найкраще задовольняє вимоги щодо освітлення. Нормовані величини освітленості ті самі, що й у попередній залі.

Для отримання в цій залі освітленості 300 лк світильники типу РСС250/500 з лампами ДРЛ потужністю 500 Вт кріпляться у верхній частині поздовжніх стін зали на висоті 7,5 м і мають нахил у бік осі зали 40° . Встановлена потужність – близько 29 кВт, питома потужність – 34 Вт/м^2 . При освітленні зали світильниками з люмінесцентними лампами можна застосувати стельові плафони, перекриті молочним органічним склом, наприклад типу ПЛГ 2×80 , або подібні до них за світлотехнічними характеристиками.

Світильники встановлюються на стелі зали в проміжках між ригелями перекриття в три поздовжні ряди уздовж кожної бічної сторони спортмайданчика. Для отримання освітленості 300 лк достатньо 90 світильників типу ПЛГ 2×80 з лампами ЛБ 80 загальною потужністю 18 кВт. Питома потужність – $22,2 \text{ Вт/м}^2$.

Басейн з ванною $21 \text{ м} \times 50 \text{ м}$ призначений для плавання, стрибків у воду і гри у ватерполо. Басейн має одnobічні трибуни для глядачів і похиле перекриття по фермах. Горизонтальна освітленість у межах ванни басейну повинна становити 100 лк при лампах розжарювання і 150 лк – при люмінесцентних лампах; вертикальна освітленість у площині, що проходить через поздовжню вісь верхнього майданчика вежі для стрибків, повинна у всій зоні стрибка становити, відповідно, не менше 50 і 75 лк. У басейні можна застосувати установку верхнього освітлення, виконану за допомогою світильників типу ОДОР 2×80 з люмінесцентними лампами ЛБ потужністю 80 Вт. Для отримання освітленості 150 лк потрібно встановити відповідно до схеми, показаної на рисунку 17, 112 світильників

загальною потужністю близько 22 кВт. Питома потужність становить 21 Вт/м². Світильники встановлюються у вигляді поздовжніх рядів по нижньому поясу ферм перекриття басейну. У районі вежі встановлені додаткові ряди світильників.

Для обслуговування світильників уздовж їх ліній до ферм кріпляться монорельси, по яких переміщується знімальний візок. Підводне освітлення басейну може бути виконане за методом сухих ніш за допомогою прожекторів типу ПЗС-45 з лампами розжарювання потужністю 1 000 Вт. Кількість прожекторів визначають виходячи з питомої потужності, яка повинна становити 33 Вт на 1 м² водної поверхні басейну. Прожектори світять крізь засклені ілюмінатори діаметром 65,0 мм, розташовані в поздовжніх стінах басейну. Обслуговування прожекторів ведеться з обхідних галерей, що прокладаються уздовж ванни басейну.

Освітлення закритих катків зі штучним льодом для тренувальних занять із фігурного катання і хокею може здійснюватися шляхом установлення верхніх світильників, рівномірно розподілених по стелі зали. Якщо установка виконана із застосуванням ламп розжарювання, то повинна бути забезпечена горизонтальна освітленість на поверхні льоду 150 лк, а при люмінесцентних лампах – 300 лк. При проведенні в цих залах змагань освітленість повинна становити, відповідно, 200 і 400 лк. Варто пам'ятати, що змагання на штучних катках користуються популярністю і зазвичай проходять у присутності великої кількості глядачів. Облаштування штучних катків коштує достатньо багато, тому поле штучного льоду оточують трибунами для декількох тисяч глядачів і, таким чином, замість тренувального катка отримують споруду, що зазвичай називають палацом спорту, тобто це багатоцільова закрита спортивна споруда, вимоги щодо освітлення якої складніші. Освітлення багатоцільових закритих спортивних споруд типу палацу спорту повинне задовольняти вимоги, що пред'являються до всіх видів спорту, якими

займаються в цьому приміщенні, а також видовищних заходів, що проводяться в ньому. Ці вимоги суперечливі, і повністю задовольнити їх одночасно достатньо складно. Зазвичай на аренах палаців спорту влаштовують штучні катки, які для гри в хокей потребують верхнього освітлення, а для фігурного катання хорошого вертикального освітлення. При проведенні балету на льоду, що театралізуються, необхідне спрямоване кольорове освітлення із супроводом танцюристів, що катаються, світловими пучками. Спортивна арена зазвичай трансформується в ігрову спортивну залу шляхом укладання на лід (або на його підставу після танення) щитів з дерев'яним або пластиковим покриттям.

Спортивні ігри – волейбол, баскетбол, ручний м'яч і особливо теніс – потребують, як було зазначено, системи верхнього бічного освітлення. Тут же можуть бути організовані змагання з гімнастики, боротьби, боксу, настільного тенісу і інших видів спорту. Тому при влаштуванні освітлення потрібно дуже ретельно продумувати систему, по якій розміщуватимуться, прямуватимуть і вмикатися ті або інші освітлювальні прилади і їх групи, щоб забезпечити кожний вид спорту і інші заходи потрібним у цьому випадку освітленням. Найбільш доцільно будувати систему так, щоб уникнути переналагодження установки, а для переходу від одного режиму освітлення до іншого достатньо було тільки перемикати відповідні групи приладів. Необхідно при цьому прагнути до того, щоб одні і ті самі прилади використовувалися в більшості потрібних варіантів освітлення для скорочення загальної кількості необхідних приладів. Для освітлення боксерських рингів під час змагань іноді застосовуються спускові софіти, що забезпечують освітленість 1 500–2 000 лк.

Потрібно враховувати також вимоги до освітлення таких споруд через необхідність проведення в них хронікально-документальних кінозйомок і телепередач. Якщо стаціонарного освітлення для цих цілей

немає, то потрібно передбачити клемники для приєднання переносних освітлювальних приладів. Досвід освітлення палаців спорту показує, що при місткості трибун понад 4 000–5 000 осіб потрібно застосовувати досить високі рівні освітленості для досягнення необхідного в таких приміщеннях відчуття насиченості простору світлом. Ці рівні для великих залів досягають 1 000–1 500 лк і більше, що перебиває за величиною вимоги до освітлення окремих видів спорту. Прикладами освітлювальних установок великої універсальної спортивної зали, виконаних останнім часом, у якій достатньо успішно вирішені зазначені проблеми, можуть слугувати установки палаців спорту в Китаї, виконані до Олімпійських ігор 2008 року. За допомогою перемикання груп світильників забезпечуються необхідні режими освітлення для різних видів змагань.

4 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

4.1 Основні етапи роботи в програмі *AutoCAD*

Роботу в програмі *AutoCAD* (рис. 19) розпочинають зі створення нового документа, натиснувши на *Start Drawing* («Початок побудови»), після чого можна почати створювати нове креслення, взявши за основу існуючий шаблон, який обрано за замовченням (рис. 20).

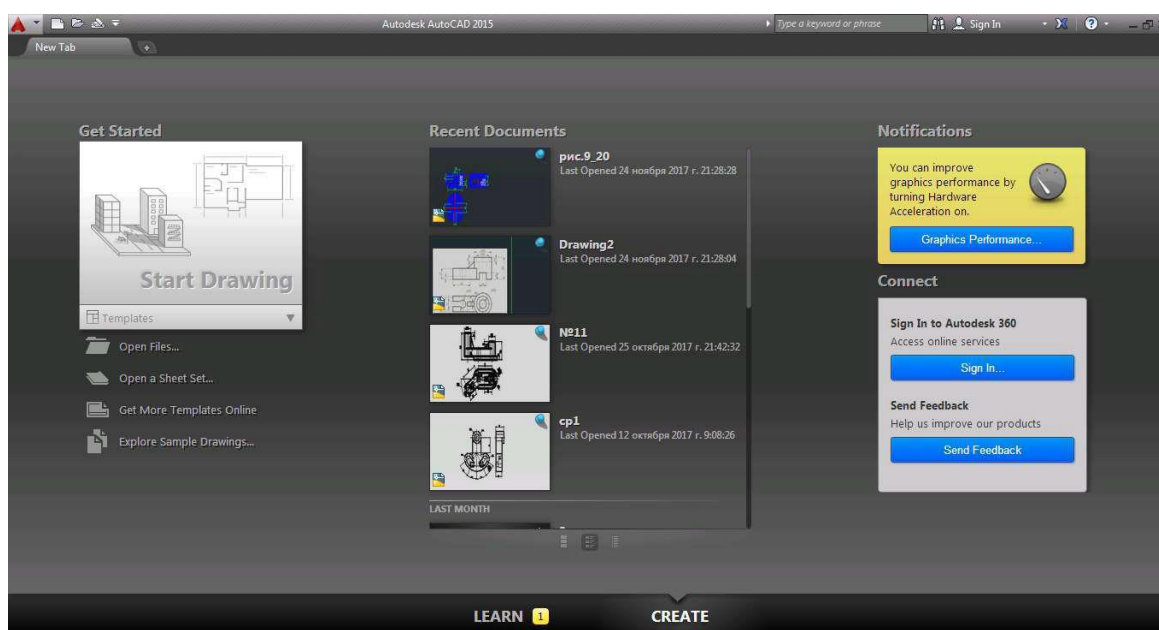


Рисунок 20 – Загальний вигляд діалогового вікна для вибору шаблону

Наступний крок – збереження документа та присвоєння йому назви.

Після цього розпочинають побудову примітивів. Примітиви можна креслити як графічним методом, так і за допомогою команд.

Звертайте увагу на одиниці вимірювання, які можна перевірити за допомогою утилітів. Для того щоб рухатися по аркушу, необхідно натиснути ліву кнопку миші та перетягнути пркуш.

Команда *РЕГЕНТ* дає змогу виконати більше наближення.

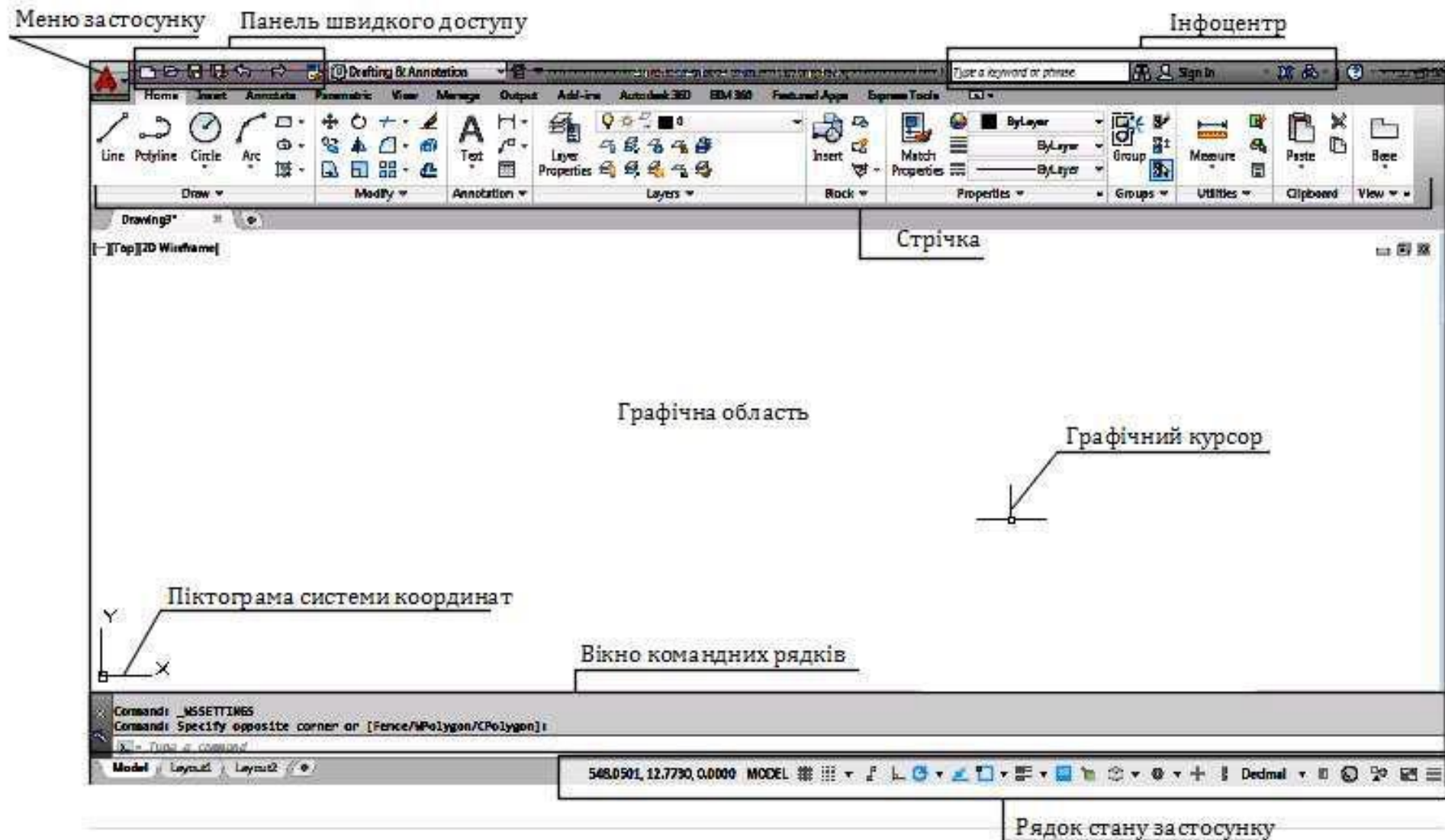


Рисунок 19 – Загальний вигляд вікна програми *AutoCAD*

Клавіша F7 вмикає та вимикає сітку на робочому полі.

Система *AutoCAD* взаємодіє з користувачем за допомогою запитів, які виводяться на екран біля курсора або командного рядка (рис. 21).

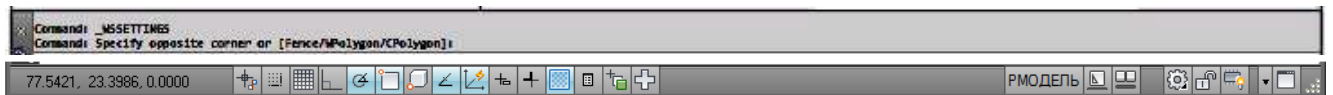
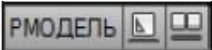


Рисунок 21 – Зона командного рядка та рядка стану *AutoCAD*

Нижче від командного рядка розташовується рядок стану *AutoCAD* (рис. 21), у якому відображаються:

- лічильник координат (рим числа);
- група з п'ятнадцяти кнопок режимів креслення;
- група  з трьох кнопок – ім'я активного креслення (моделі або аркуша), перегляд вкладок креслення та перегляд інших відкритих креслень;
- група  з трьох кнопок – вибір робочого простору, фіксація положення елементів інтерфейсу і налаштування апаратного прискорення для візуалізації;
- кнопка  меню налаштування складу рядка стану;
- кнопка  очищення екрану від меню і панелей інструментів.

У лівому верхньому кутку *AutoCAD* розміщується позначка  меню програми. Справа розташована *панель швидкого доступу* (рис. 22), яку налаштовують та яка містить список робочих просторів і вісім кнопок, що зазвичай використовуються для таких дій:

- швидке створення нового креслення за стандартним шаблоном;
- відкриття існуючого файлу з кресленням;
- збереження поточного креслення;
- збереження файлу під іншим ім'ям;
- збереження копії файлу в хмарі Autodesk 360;

- друк поточного креслення;
- скасування останньої дії;
- відновлення останньої скасованої дії.

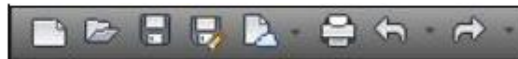


Рисунок 22 – Панель швидкого доступу

Найбільшу частину інтерфейсу програми становить *графічне вікно*, де виконуються всі подальші креслення. Графічне вікно подано двома різновидами вкладок – «Модель» та «Лист». У «Моделі» будуть виконуватися всі подальші креслення, а «Лист» застосовують для підготовки проєктів до друку.

Креслення рамки потрібного розміру та штампу (на прикладі А4 формату).

Креслення рамки по периметру формату:

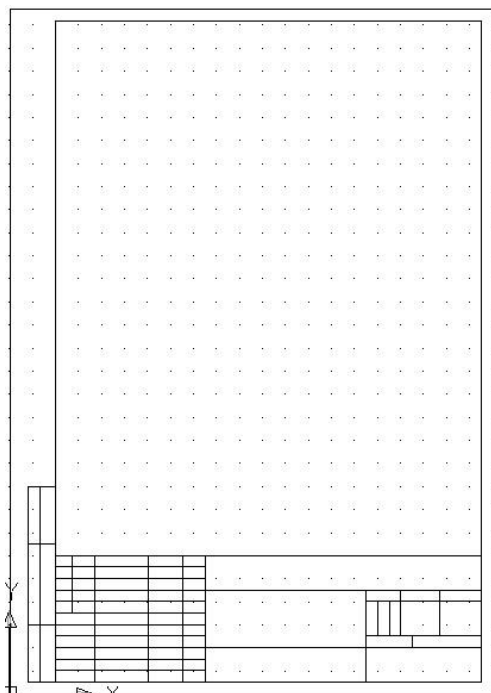


Рисунок 23 – Креслення
формату А4

1. Обираємо  режим *ОПТО* або F8.
2. Обираємо інструмент  «Відрізок».
3. Уводимо координати початку відрізка.
4. Показуємо напрям відрізка (відводимо мишу вправо).
5. Уводимо довжину відрізка 210 мм та натискаємо *Enter* (рис. 23). Довжина відрізка залежить від необхідного формату аркуша: А4: 201 × 297; А3: 297 × 420; А2: 420 × 594; А1: 594 × 841 (мм).
6. Показуємо напрям відрізка (відводимо мишу наверх).
7. Уводимо довжину відрізка 297 мм та натискаємо *<Enter>*.
8. Показуємо напрям відрізка (відводимо мишу вліво).
9. Уводимо довжину відрізка 210 мм та натискаємо *<Enter>*.
10. Замикаємо лінію правою кнопкою миші (ПМК) і обираємо «Замкнути».

Креслення рамки з відступами.

Відступи дорівнюють: зліва – 20 мм, справа, знизу та зверху – по 5 мм.

1. Обираємо інструмент  «Відрізок».

2. Оскільки відступ від початку формату за горизонталлю становить 20 мм, а за вертикаллю – 5 мм, вводимо координати початку відрізка 20,5 мм.

3. Показуємо напрям відрізка (відводимо мишу вправо).

4. Оскільки ширина формату 210 мм, а відступи зліва – 20 мм і справа – 5 мм, то довжина відрізка становитиме $210 - 20 - 5 = 185$ мм, вводимо 185 мм.

5. Показуємо напрям відрізка (відводимо мишу наверх).

6. Оскільки довжина формату 297 мм, а відступи зверху – 5 мм і знизу – 5 мм, то довжина відрізка становитиме $297 - 5 - 5 = 287$ мм, вводимо 287 мм.

7. Показуємо напрям відрізка (відводимо мишу вліво).

8. Уводимо 185 мм.

9. Замикаємо лінію.

Застосуємо об'єктну прив'язку  (магніт) (рис. 24) так:

1. У кресленні, утримуючи клавішу *Ctrl*, натискаємо *ПКМ*. Обираємо  Режим прив'язки.

2. У вікні, що з'явилося, обираємо прив'язку «Конточка» та «Нормаль» і натискаємо *<Enter>*.

3. Обираємо інструмент  «Відрізок».

4. Курсор миші підводимо до кута, від якого будемо відкладати 55 мм.

5. Фіксуємо лівою кнопкою миші.

6. Показуємо напрям (відводимо мишу наверх) і вводимо 55 мм.

7. Відводимо мишу на протилежний бік до появи значка «Нормаль».
8. Фіксуємо.
9. Відв'язуємося.

Креслення виконуємо за вказаними розмірами (рис. 25).

Якщо задано прив'язку, обрано інструмент для креслення, а магніти не з'являються, зверніть увагу, чи ввімкнено режим об'єктної прив'язки  (увімкніть у налаштуваннях усі прив'язки).

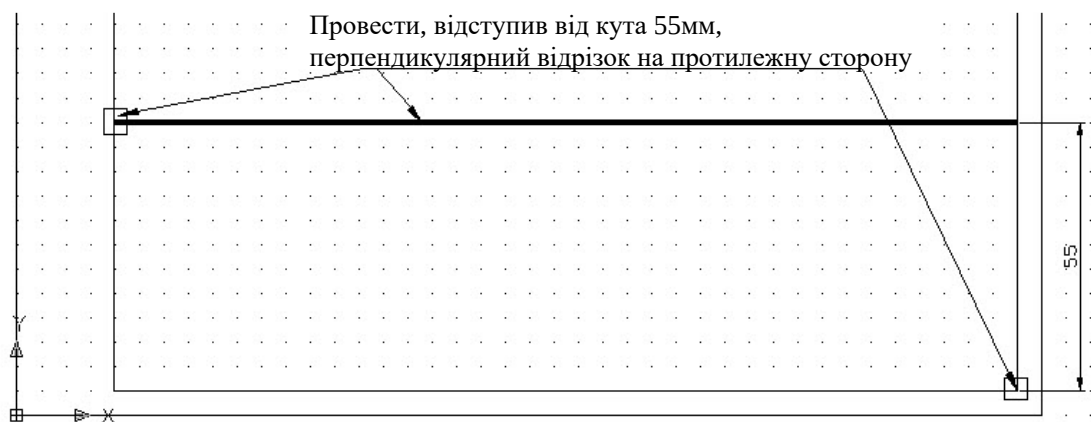


Рисунок 24 – Застосування прив'язки (магніту)

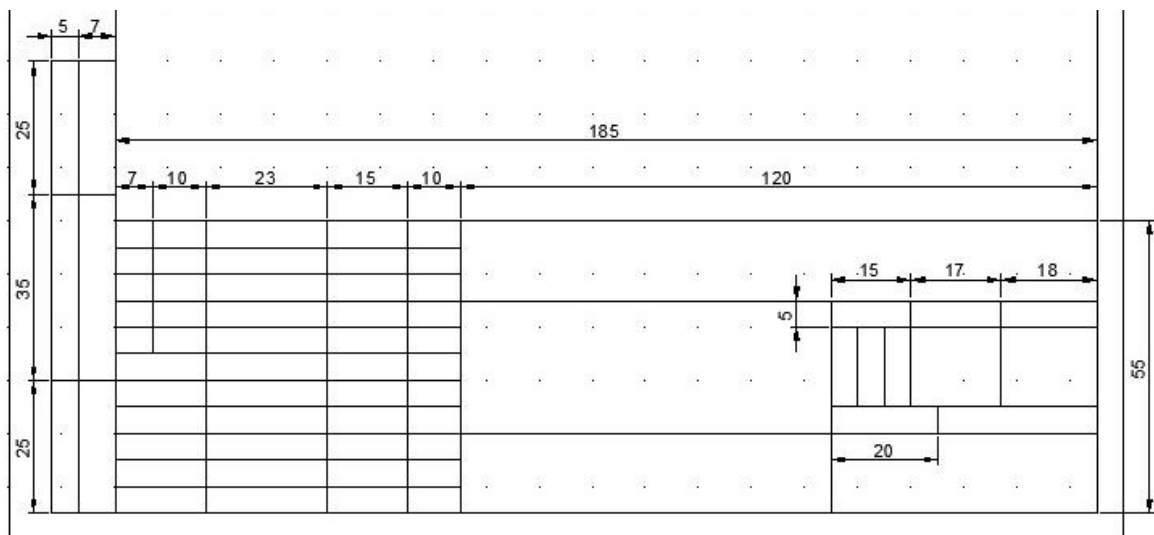


Рисунок 25 – Розміри штампа для креслення

Розпочинаємо креслення. Обираємо команду «Відрізок», що є найрозповсюдженішим об'єктом. За допомогою миші на видимій частині графічного екрану необхідно вказати першу точку. У рядку запиту можна вказати довжину відрізка. Після розташування першої точки *AutoCAD* виводять такий запит: «Наступна точка або [відмінити]».

При переміщенні курсора в необхідному напрямі на екрані біля курсора відображається відстань та кут нахилу відносно горизонтального напрямку осі X.

За допомогою курсора і клацання лівої кнопки миші в необхідному місці задаємо наступну точку, на екрані з'явиться відрізок, що з'єднує першу та другу точки. Зрозміло, що на цьому робота не закінчується і буде видано такий запит: «Наступна точка або [Замкнути]».

Для замикання контуру необхідно ввести з клавіатури *Z(C)* і натиснути кнопку *<Enter>*. *AutoCAD* нарисувє відрізок, який буде з'єднувати кінець попереднього відрізка з початком першого (рис. 26).

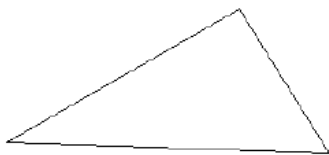


Рисунок 26 – Побудова замкнутої
ламаної лінії з відрізків

Для того щоб завершити команду без замикання контуру, потрібно натиснути *<Enter>*.

Обираємо команду «Коло», *AutoCAD* виводить запит «Центр кола або [3T/2T/ККР(кас/кас/радіус)]».

У відповідь на запит за допомогою миші на видимій частині графічного екрану необхідно вказати цент кола (рис. 27). Після розташування центра кола *AutoCAD* виводить такий запит: «Радіус кола або [Діаметр]». У командному рядку потрібно ввести число діаметра; для завершення команди натиснути кнопку *<Enter>*.

Створення проєкту (план квартири, будівлі тощо).

Для початку роботи над проєктом необхідно накреслити координатну сітку з відмітками (рис. 28).

Креслення координатної сітки:

1. Обираємо  режим «ОПТО» або F8.
2. Обираємо інструмент  «Відрізок».
3. Указуємо мишкою початок відрізка.
4. Показуємо напрям відрізка (відводимо мишу вправо).
5. Уводимо довжину відрізка (довжина стіни за планом) та натискаємо <Enter>.

6. Будуємо коло з двома точками прив'язки (рис. 30). Вказуємо «першу кінцеву точку круга» на відрізку, що побудовано. У командний рядок вводимо 600 мм «Друга кінцева точка діаметра кола» (рис. 31) <Enter>.

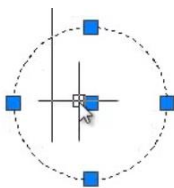


Рисунок 27 – Побудова кола по радіусу

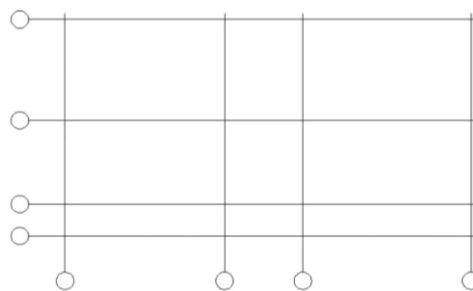


Рисунок 28 – Координатної сітки

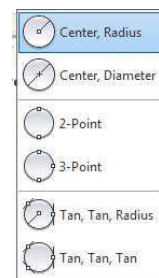


Рисунок 29 – Коло з двома точками прив'язки

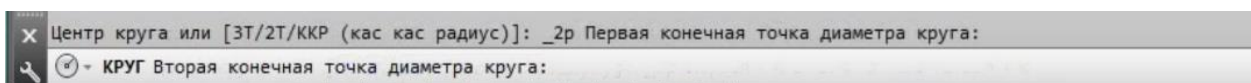


Рисунок 30 – Командний рядок побудови кола з двома точками прив'язки

Далі необхідно скопіювати вісь. Для цього на панелі редагування обрати кнопку <Копіювати>. Дивимося на запит командного рядка, обираємо об'єкти. Натискаємо <Enter>. Далі вказуємо базову точку і робимо копію на відстані, яку задано в проєкті (друга горизонтальна вісь). Задаємо напрям догори та вказуємо необхідну відстань у командному

рядку, натискаємо <Enter>. Наступні осі будуються у такий самий спосіб. Необхідно врахувати, що наступні осі є копіями першої, тому звертаємо увагу на те, що третя та інші осі розміщуються на відстані суми відстаней до другої, третьої та інших осей.

Для визначення суми відстаней можна скористатися калькулятором. Для цього викликаємо контекстне меню / калькулятор. Уводимо необхідні дані та натискаємо «Застосувати» <Enter>. У такий спосіб створено горизонтальні осі.

Для створення вертикальних осей необхідно скористатися кнопкою <Повернути>. Робимо копію останньої горизонтальної осі та натискаємо кнопку <Повернути>. Далі обираємо базову точку, відносно якої будемо повертати, натискаємо ПКМ і обираємо «Копії». Далі отримані осі необхідно перенести на необхідне місце, для цього виділяємо вісь, натискаємо кнопку <Перенести> і переносимо в необхідне місце. Далі будуємо осі у такий самий спосіб, як і горизонтальні.

Якщо отримані осі більші за необхідний розмір, то потрібно накреслити додаткову побудову, наприклад прямокутник . Далі скористаємося інструментом «Обрізати». Обираємо грань, відносно якої буде виконуватися обрізка, клацаємо на ПКМ та натискаємо <Enter>. Виділяємо те, що необхідно відрізати.

Після натискання клавіші *Shift* лінії збільшаться до тієї грані, яку вкажемо. Після цього виділяємо прямокутник і видаляємо його.

Креслення плану будинку, поверху, квартири тощо.

Простір моделі *AutoCAD* можна подати у вигляді декількох прозорих кальок (це окремий шар із власними об'єктами). Усі елементи об'єкта необхідно розподілити на смислові групи, а потім розмістити на шарах.

Отже, креслення плану будинку або поверху буде включати такі шари: координатна сітка, стіни, перегородки, координати, вікна, двері, штриховка тощо.

Скористуємося вкладкою кнопки  «Палітра властивостей шару», що розміщується у «Шари» на головній вкладці, яка відповідає за створення нових шарів (рис. 31). Спочатку програма автоматично створює два шари – «0» та *Defpoints*.

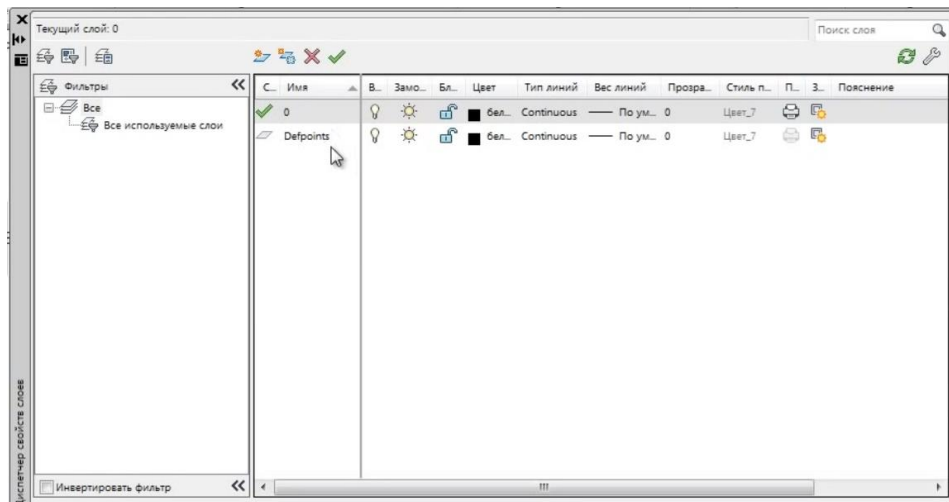


Рисунок 31 – Палітра властивостей шарів

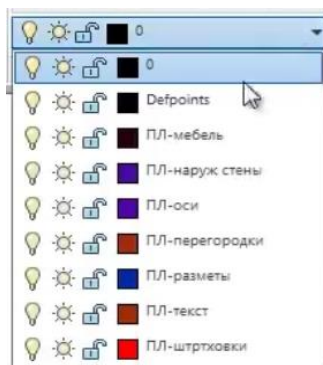


Рисунок 32 – Вибір шару

Для створення шару натискаємо , називаємо шар. У вікні відображається стан шару (чи ввімкнений, чи розблокований, чи буде шар друкуватися (рис. 32)).

Створюємо необхідну кількість шарів. Для того щоб накреслити стіни, необхідно застосувати «мультилінію». У «Шарах» обрати необхідний шар для стін (рис. 32).

У командному рядку пишемо «мл», далі програма надасть можливість обрати зі списку можливі команди. Необхідно обрати «млстиль» для виконання певних налаштувань. У вікні, що з'явилося, створюємо стиль

нової мультилінії. Для побудови перегородок застосуємо мультилінію зі стандартними налаштуваннями. Викликаємо «млінія», переходимо в масштаб та вказуємо 200. Будуємо перегородки.

Розташування дверей передбачає побудову допоміжних ліній. Для цього обираємо «Промінь» і будуємо вільну лінію. Переносимо побудований промінь на необхідну відмітку, робимо його копію та встановлюємо на товщину дверного отвору.

Скориставшись інструментом «Обрізати», виділяємо два променя (відображаються пунктиром), вказати, які саме місця необхідно видалити.

Внести зміни в мультилінію можна за допомогою «Інструмента редагування мультилінії» (рис. 33), який можна викликати, натиснувши два рази на ЛКМ на мультилінії, а потім обрати необхідний варіант.

Обравши варіант, який найбільше підходить, необхідно вказати, де його можна застосувати та між який лініями.

Для створення штрихування вмикаємо відповідний шар на головній панелі. Обираємо інструмент «Штрихування» , вказуємо масштаб. Обираємо зразок штрихування та вказуємо область розташування.

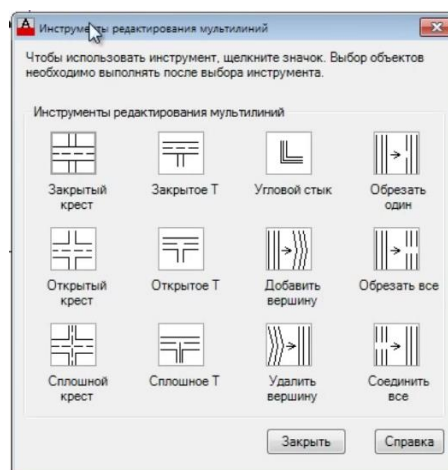


Рисунок 33 – Інструмент редагування мультилінії

Для того щоб виконати штрихування по всьому периметру одночасно, потрібно вимкнути шар «Осі».

Побудова дверей та вікон. Вікна та двері будують за допомогою блоків. Блок – це згрупований набір примітивів, записаний в область певних креслень, який вставляється в креслення у вигляді графічного посилання.

На вкладці «Вид» / «Інструментальні палітри» є вже деякі розроблені динамічні блоки. Обираємо двері, виносимо їх на робоче поле. Виконавши легкі маніпуляції, можна змінити розмір дверей, кут відкривання напрямку.

Вікна будуються за таким самим принципом.

4.2 Завдання для самоперевірки знань

Вивчивши теоретичний матеріал з *AutoCAD*, необхідно виконати будівельний план споруди. Варіанти планів наведено в дистанційному курсі «Світлотехнічні установки та системи» у розділі «Завдання для курсового проєктування». Номер варіанта визначається за двома останніми цифрами залікової книжки. Якщо номер варіанта, отриманого у такий спосіб, більший за 31, потрібно від нього відняти 31.

Виконане завдання подати в роздрукованому вигляді у форматі A1.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Комп'ютерне проектування освітлення спортивних споруд : навч. посіб. / Л. А. Назаренко, В. О. Салтиков, Ю. О. Васильєва, О. М. Ляшенко ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2013. – 217 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/28630/>, вільний).
2. Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з дисципліни «Комп'ютерне проектування освітлення спортивних споруд» (для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності 7.05070105 «Світлотехніка і джерела світла») / уклад. : О. М. Ляшенко, Ю. О. Васильєва ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 54 с.
3. ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. – Чинний від 01-01-2019. – Київ : Держ. комітет України з будівництва та архітектури, 2018. – 76 с. – Існує електрон. версія. (Режим доступу: <https://ledeffect.com.ua/images/branding/dbn2018.pdf>, вільний).
4. ДБН В.2.2-13з-2003. Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди : затв. 10.11.2003. – Чинний від 01-03-2004. – Київ : Держ. комітет України з будівництва та архітектури, 2004. – 102 с.
5. CSN EN 12193. Light and lighting – Sports lighting : European Committee for Standardization : approv. 25.10.2018 : act. 01.03.2019. – Wien : Austrian Standards Institute, 2019. – 54 p. – Web version exists. (Access mode: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/621949730-BS-en-121932018-the-British-Standards-Institution-Z-lib-org.pdf>, free).
6. Fifa quality programme for floodlights. Test Manual. October 2023 [Electronic resource]. – Electronic text data. – Regime of access: <https://digitalhub.fifa.com/m/7ea8748ab3e7bcfb/original/FIFA-Floodlights-Test-Manual-v-1-0.pdf>, free (date of the application: 02.01.2025). – Header from the screen.

7. Робота в програмі Autocad [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/ACD/2019/ENU/?guid=GUID-B7040851-266C-48CB-9682-654F3A6B8086>, вільний (дата звернення: 02.01.2024). – Назва з екрана.

8. Методичні рекомендації та завдання до практичної та самостійної роботи щодо виконання креслень у САПР AutoCAD із навчальної дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» (для студентів 1 курсу денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) [Електрон. ресурс] / уклад. М. А. Любченко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова . – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 78 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/59070/1/2017%2068%D0%9C%20%D0%9B%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9F%D0%95%D0%A7%D0%90%D0%A2%D0%AC.pdf>, вільний (дата звернення: 02.01.2025). – Назва з екрана.

9. DIALux [Electronic resource] / DIAL GmbH : Webseite. – Electronic text data. – Constantly updated. – Lüdenscheid, 2025. – Regime of access: <https://www.dialux.com/de-DE/>, free (date of the application: 22.04.2025). – Header from the screen.

10. Try AutoCAD free for 15 days [Electronic resource] / AutoCAD. – Electronic text data. – San Francisco, 2025. – Regime of access: <https://www.autodesk.com/products/autocad/free-trial>, free (date of the application: 22.04.2025). – Header from the screen.

ДОДАТОК А

План 1 поверху

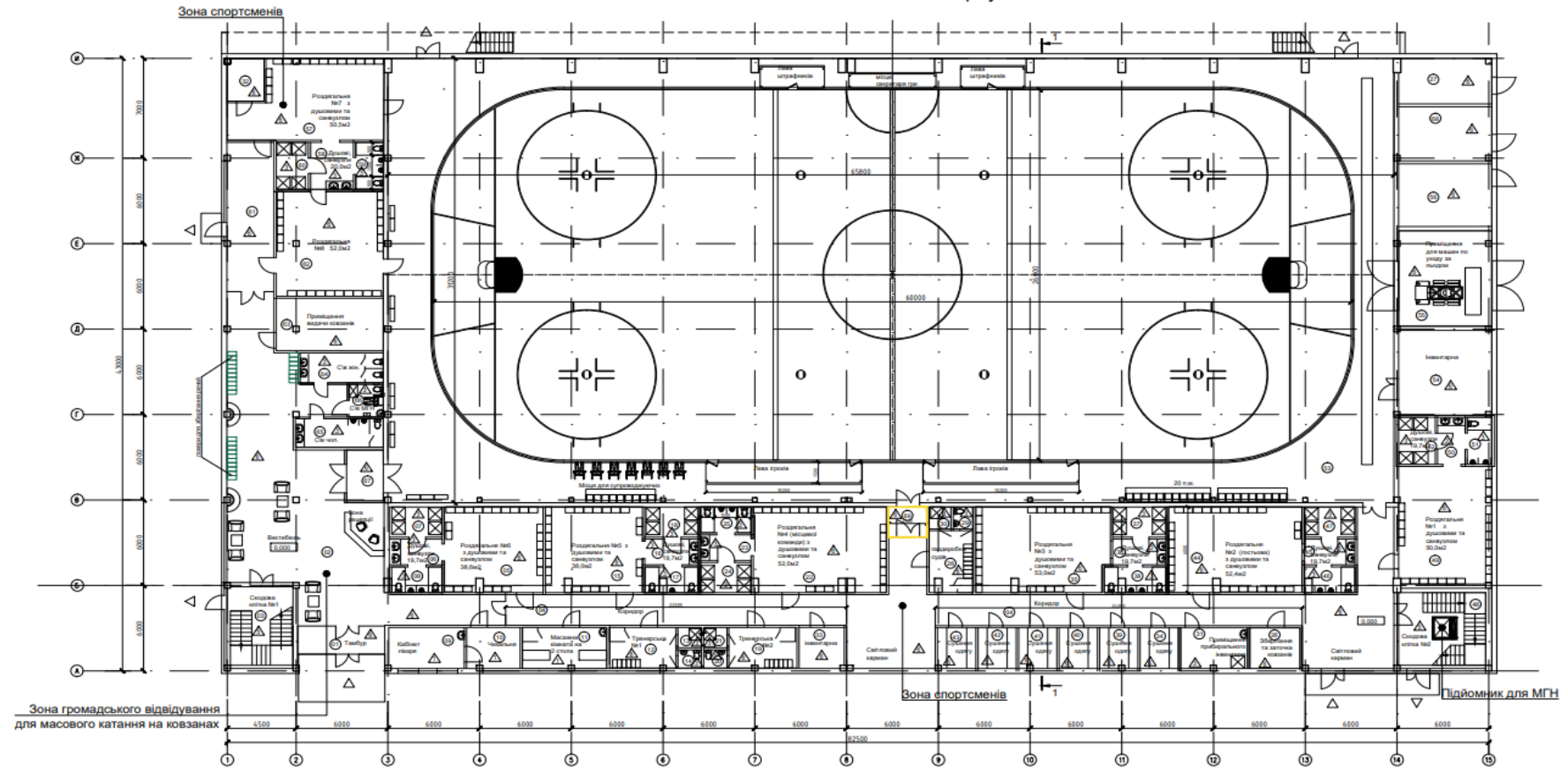


Рисунок А.1 – Креслення льодової арени в м. Житомир



1. Футбольний стадіон із трибунами для глядачів на 9 458 місць.
2. Будівля футбольного клубу.
3. Футбольний манеж.
4. Тренувальне футбольне поле з розмірами 60 м × 40 м.
5. Тренувальне футбольне поле для дітей із розмірами 40 м × 20 м.
6. Головний вхід та в'їзд до футбольного комплексу.
7. Парковка для автомобілів глядачів на 486 місць та автобусів на 10 місць.
8. Парковка для автомобілів членів команд, офіційних осіб.
9. Парковка для автобусів на 10 місць.
10. Парковка для автомобілів запрошених гостей та представників преси на 54 місць.

Рисунок А.2 – Креслення футбольного комплексу

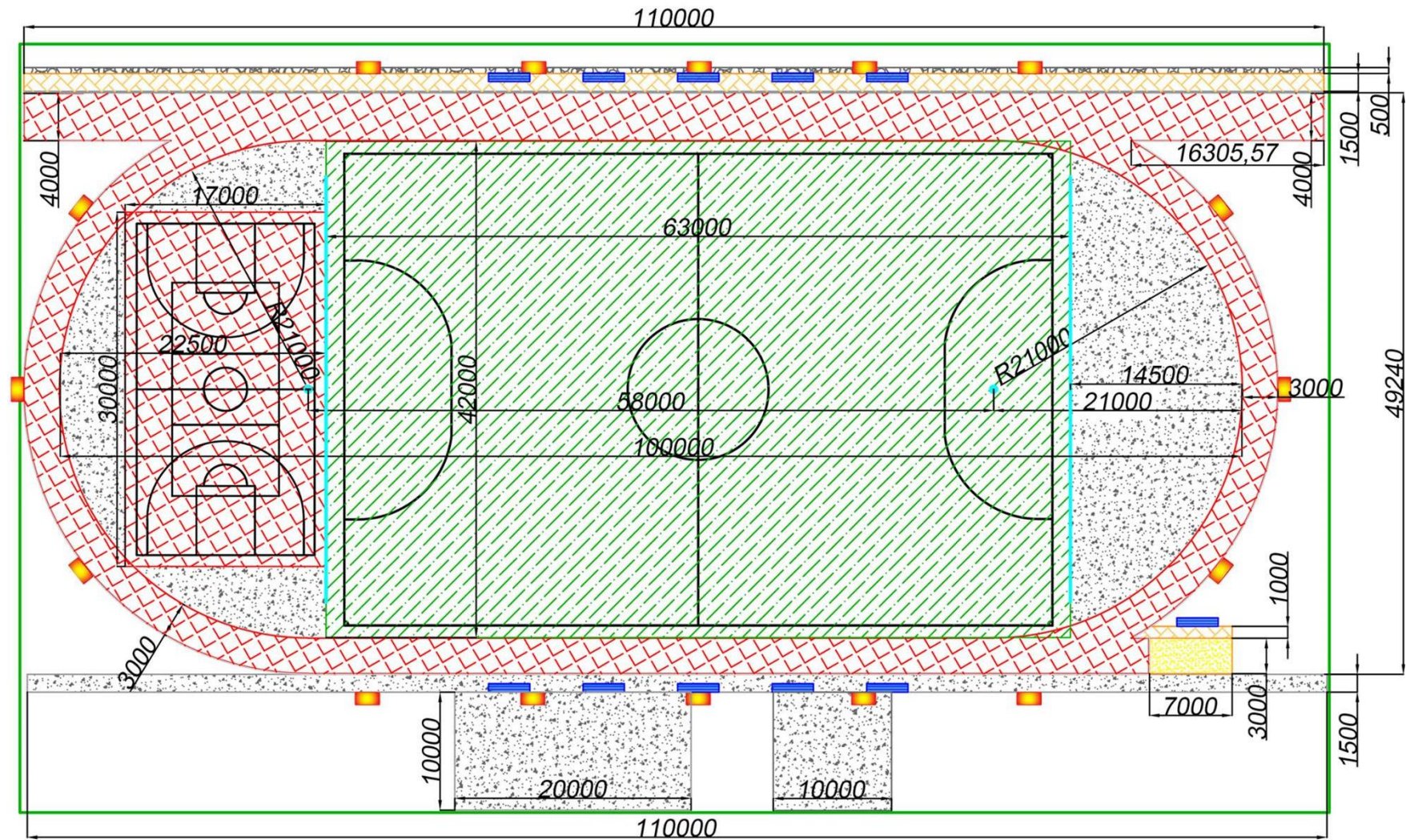


Рисунок А.4 – Креслення стадіону «Юність» у м. Львів

Електронне навчальне видання

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання лабораторних робіт та організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯ СПОРТИВНИХ СПОРУД»

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
всіх форм навчання зі спеціальності*

*141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,
освітньо-професійна програма «Світлотехніка і джерела світла»)*

Укладачі: **ДІДЕНКО** Олена Михайлівна,
ЛЯШЕНКО Олена Миколаївна

Відповідальний за випуск *О. М. Ляшенко*
Редактор *О. А. Норик*
Комп'ютерне верстання *О. М. Діденко*

План 2024, поз. 279М

Підп. до друку 21.04.2025. Формат 64 × 84/16.
Ум. друк. арк. 5,3.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК 5328 від 11.04.2017.