

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ

Кафедра світлотехніки та електротехніки

М Е Т О Д И Ч Н І В К А З І В К И
до виконання курсового проекту

з дисципліни

**3D моделювання світлового
середовища**

**для студентів освітнього рівня «магістр»
спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка**

*Розглянуто на засіданні
кафедри світлотехніки та електротехніки*

протокол №___ від _____ 2017 р.

*Затверджено на засіданні методичної
комісії факультету прикладних
інформаційних технологій та
електроінженерії*

протокол №___ від _____ 2017 р.

ТЕРНОПІЛЬ 2017

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “3D моделювання світлового середовища” для студентів освітнього рівня «магістр» спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. / Уклад.: Я.М. Осадца, І.В. Беякова. – Тернопіль: ТНТУ 2017 – 26 с.

ВСТУП

Завершальним етапом вивчення дисципліни «3D моделювання світлового середовища» є курсове проектування. Ціллю курсового проектування є систематизація, розширення, поглиблення і закріплення теоретичних знань студентів. В процесі цієї роботи студенти набувають навиків і досвіду самостійного тривимірного моделювання зовнішнього архітектурного освітлення об'єктів. Кожний студент одержує від викладача індивідуальне завдання і відповідно до приведених методичних вказівок, розробляє тривимірну модель системи освітлення.

Завдання на проектування включає назву об'єкта, для якого повинна бути розроблена тривимірна модель освітлення, характеристику будівельної частини і стислий опис особливостей об'єкта.

При проектуванні студенту необхідно: крім літератури що рекомендується тут, використовувати довідковий, нормативний, спеціальний періодичний матеріал, а також типові проекти.

1. СТРУКТУРА, ЗМІСТ І ОБСЯГ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект з дисципліни „3D моделювання світлового середовища ” складається з пояснювальної записки та графічної частини.

Пояснювальна записка включає в себе:

титульний аркуш;

завдання на курсовий проект

анотація;

зміст;

вступ;

основна частина;

висновки;

перелік використаної літератури;

додатки.

Основна частина пояснювальної записки складається з літературного огляду, технологічної та проектної частин.

В *літературному огляді* потрібно описати наступне: цілі та задачі зовнішнього архітектурного освітлення; методи та творчі засоби архітектурного освітлення; принципи освітлення об'єктів різних форм.

Технологічна частина містить:: суть проектування зовнішнього освітлення об'єкта; опис освітлювального об'єкта; аналіз та вибір програмного забезпечення для тривимірного моделювання та розрахунку об'єкта освітлення; створення тривимірної моделі заданого об'єкта; вибір видових напрямків та характерних видових точок

Проектна частина містить: вибір нормованої освітленості, виду і системи освітлення, типу світильників, коефіцієнтів запасу, розміщення світильників (визначення висоти і місця встановлення, визначення числа світильників), світлотехнічний розрахунок установки архітектурного освітлення та тривимірну візуалізацію освітлювального об'єкта.

Обсяг пояснювальної записки повинен становити 25...30 сторінок на аркушах формату А4.

Графічна частина проекту складається з чотирьох листів формату А2. На них повинні бути зображені креслення об'єкта із вказівкою розташування світлових приладів, положення об'єкта на карті його місцевості із вказанням видових точок; лінії однакових освітленостей (лінії ізолюкс) розрахункових площин; візуалізація об'єкта освітлення із точок огляду.

2. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ ПРОЕКТУ

Роботу над проектом варто почати з креслення об'єкта і, якщо потрібно, розрізу об'єкта в необхідному масштабі. Відсутні розміри приміщень знаходять по масштабі вихідного креслення із зазначеними на ньому даними. При проектуванні освітлювальної установки реального об'єкта розміри визначають безпосередніми вимірами.

2. Технологічна частина проекту

Суть проектування зовнішнього освітлення

Розробка проекту архітектурного освітлення (залежно від складності обсягу і його розмірів) здійснюється відповідно до

технічного завдання в одну або дві стадії. Одностадійний проект можливий на розробку освітлення окремого будинку, споруди, монумента.

На допроектній стадії роботи збирається інформаційний матеріал по об'єкту, у тому числі – історичний для пам'ятників архітектури. Аналізується розташування об'єктів, креслення, фотографії фасадів, плани поверхів, покрівлі, генеральний план у масштабах міської забудови і геопідоснова [5, 10].

Оцінюються характеристики навколишнього середовища в денний і нічний час. Експертиза існуючого зовнішнього функціонального освітлення, світлової реклами, яскравих вітрин допоможе при визначенні рівнів освітленості і яскравості об'єкта.

Для складних і відповідальних об'єктів рекомендується проводити натурне моделювання, що дозволить вибрати світлокомпозиційні прийоми освітлення, типи СП, потужності й спектральний склад ДС, оцінити розподіл освітленості та яскравості на поверхнях об'єкта.

Вибір схеми освітлення здійснюється з урахуванням візуального сприйняття об'єкта з різних точок спостереження, при цьому визначається світлова ієрархічна супідрядність об'єктів в ансамблі з урахуванням їх архітектурної, історичної і містобудівної значимості.

На першому етапі проектування досліджуються пішохідні зони і під'їзди для можливого використання при монтажі та експлуатації пересувних автовишок та іншого збірно-підйомного устаткування, визначається необхідність консультацій і погоджень з різного роду міськими службами та: управліннями, основні з яких: Управління охорони пам'ятників історії й архітектури, ДАІ, Геотрест, Міськтранс, Міськсквітло. Оформляються технічні умови на приєднання електричних потужностей установок [10].

На підставі отриманого інформаційного матеріалу архітектором спільно зі світлодизайнером і світлотехніком розробляється концепція архітектурного освітлення. Дана концепція передбачає [6]:

- вибір фасадів об'єкта, які доцільно підсвічувати;
- визначення, що саме необхідно експонувати і яким чином, а що слід приховувати;
- вибір кольору світла;
- вибір методу освітлення;
- визначення фокусних точок;
- визначення точок притягання погляду;
- визначення способу і напрямку скерування світла на окремі площини фасаду;
- визначення бажаних рівнів яскравості;
- вибір способу під'єднання освітлювальної системи (залежно від кількості режимів освітлення).

Ці дані відображаються в образотворчій частині проекту на кольоровій ілюстрації загального виду об'єкта при штучному освітленні,

виконаної на комп'ютері із застосуванням спеціальних програм, і пояснювальній записці.

Таким чином, до складу концептуальної частини проекту світлового ансамблю включаються:

- основна світлопанорама забудови;
- перспективне зображення фрагмента світлового ансамблю або освітлюваного об'єкта при святковому й повсякденному режимах освітлення із вказівкою рівнів яскравості й кольоровості в основних точках і зонах світлопанорами, ансамблю, об'єкта;
- плани й фасади об'єктів з місцями розташування ОП і точками націлювання їхніх осьових променів;
- світловий генплан з відображенням світлокольорового зонування території й об'єктів ансамблю з вказівкою типів ОП і ДС;
- ескізи й фотографії розроблювальних або існуючих малих архітектурних форм;
- пояснювальна записка, у яку крім історичного й архітектурного розділів, включаються світлові й електротехнічні характеристики освітлювальної установки з коротким економічним обґрунтуванням за укрупненими показниками.

На другій стадії розробляються детальні робочі креслення для кожного освітлюваного об'єкту.

Кольорове мальовниче зображення освітлюваного об'єкта необхідно розглядати як яскравісну композицію — основу світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки [10, 11].

Підготовчими роботами для виконання розрахунків є [10]:

- ознайомлення з освітлюваним об'єктом, аналіз його архітектоніки, планів поверхів і характерних розрізів;
- аналіз розміщення робочих поверхонь, виявлення можливих об'єктів, що затемнюють;
- визначення цільового завдання ОУ (наприклад, створення світлового ритму, заданого розподілу яскравості, контрасту, рівномірного освітлення і т.д.);
- встановлення інтегральних (спектральних) коефіцієнтів відбивання оздоблювальних матеріалів архітектурних об'єктів;
- оцінка впливу скління на вибрані коефіцієнти відбивання поверхонь;
- встановлення колірних характеристик архітектурних об'єктів (координат, кольору, кольоровості);
- вибір типу ДС (з урахуванням спектру випромінювання та кольоропередачі джерел світла);
- вибір рівня освітленості у відповідності з діючими нормами, при цьому уточнюють вибрані ДС на відповідність освітленості та кольоропередачі;
- вибір системи освітлення й прийому архітектурного освітлення;
- вибір СП і способу їхнього розміщення;

- визначення відповідно до діючих норм граничних значень циліндричної освітленості, показника дискомфорту, коефіцієнта пульсації для ОУ, що розраховують.

Загальний опис освітлювального об'єкта

В даному описі наводять історію даного об'єкта, його розташування, габаритні розміри, матеріали покриття об'єкта.

Аналіз та вибір програмного забезпечення для тривимірного моделювання та розрахунку об'єкта освітлення.

На основі критичного аналізу вибираються програми для створення тривимірних моделей освітлювальних об'єктів, світлотехнічного розрахунку та візуалізації освітлення. Вибір програмного забезпечення повинен аргументуватись простотою у використанні, доступністю, якомога найменшими вимогами до ЕОМ.

Створення тривимірної моделі об'єкта

Для створення тривимірної графіки використовуються спеціальні програми, які називаються редактори тривимірної графіки, або 3D-редактори. Результатом роботи в будь-якому редакторі тривимірної графіки, є анімаційний ролик або статичне зображення, прораховане програмою. Щоб одержати зображення тривимірного об'єкту, необхідно створити в програмі його об'ємну модель.

Модель об'єкту в 3ds max відображається в чотирьох вікнах проекцій. Таке відображення тривимірної моделі використовується в багатьох редакторах тривимірної графіки і дає якнайповніше уявлення про геометрію об'єкту.

Будь-які тривимірні об'єкти в програмі створюються на основі наявних найпростіших примітивів – куба, сфери, тора та ін.

Основними прийомами, що використовуються для створення тривимірної моделі є:

- створення найпростіших примітивів,
- виділення об'єктів,
- вирівнювання їх щодо один одного,
- зміна їх розміщення і положення відображення у вікні проекцій,
- масштабування,
- переміщення,
- обертання.

спосіб, оскільки він є більш зручним.

Для створення об'єкта потрібно зробити наступні кроки:

1. Перейти на вкладку Create (Створення) командної панелі.
2. Вибрати категорію, в якій знаходиться потрібний об'єкт, для примітивів це категорія Geometry (Геометрія).
3. Із списку, що розкривається, вибрати групу, в якій знаходиться потрібний об'єкт. Для простих примітивів – це група

Standard Primitives (Прості примітиви).

4. Натиснути піктограму з назвою об'єкту.

5. Задати розміри об'єкта.

Об'єкти можна створювати і шляхом введення параметрів об'єкту в світі Keyboard Entry (Введення з клавіатури) (рис. 1). Для цього після натиснення кнопки з назвою примітиву потрібно перейти в сувій, що з'явився нижче, ввести параметри об'єкту, координати точки, в якій має знаходитися об'єкт, і натиснути кнопку Create (Створити).



Рис. 1. Сувій Keyboard Entry (Введення з клавіатури)

Об'єкт у вікні проекції може бути представлений по-різному: згладжено – режим перегляду Smooth + Highlights (Згладжування), у вигляді сітчастої оболонки – Wireframe (Каркас), у вигляді рамки редагування – Bounding Box (Обмежуючий прямокутник).

Спрощене відображення об'єктів у вікнах проекцій потрібне для того, щоб користувачу було легше керувати складними сценами з великою кількістю об'єктів і полігонів.

Щоб змінити варіант відображення об'єкту у вікнах проекцій, потрібно натиснути праву кнопку миші на назві вікна проекції і в контекстному меню вибрати потрібний режим (рис. 2).



Рис. 2. Вибір режиму відображення об'єктів

Основні дії з об'єктами – це переміщення, масштабування, обертання, вирівнювання і клонування.

В центрі виділеного об'єкту з'являються три координатні осі – X, Y і Z, які визначають систему координат, прив'язану до об'єкту. Ці координатні осі складають так звану локальну систему координат

об'єкту. Крапка з якої виходять осі локальної системи координат, називається опорною (Pivot Point).

Щоб виконати будь-яку найпростішу дію з об'єктом, при якому його положення в тривимірному просторі зміниться, необхідно викликати контекстне меню, клацнувши правою кнопкою миші на об'єкті. В меню слід вибрати одну з операцій – Move (Переміщення), Scale (Масштабування) або Rotate (Обертання).

Координати переміщення можна вказати в ручну у вікні Move Transform Type-In (Введення значень переміщення) (рис. 3), яке відкривається при натисненні клавіші F12 або клацанні на значку прямокутника біля рядка Move (Переміщення) контекстного меню.



Рис. 3. Вікно Move Transform Type-In (Введення значень переміщення)

В процесі роботи часто доводиться пересувати об'єкти, вирівнюючи їх положення щодо один одного. Наприклад, при створенні складної моделі, деталі якої моделюються окремо, на заключному етапі необхідно сумістити елементи разом.

Щоб вирівняти один об'єкт щодо іншого, потрібно виділити перший об'єкт, виконати команду Tools > Align (Інструменти > Вирівнювання) і клацнути на другому об'єкті. На екрані з'явиться вікно (рис. 4), в якому необхідно вказати принцип вирівнювання, наприклад, можна задати координатну вісь або крапки на об'єктах, уздовж яких відбуватиметься вирівнювання.



Рис. 4. Вікно Align Selection (Вирівнювання виділених об'єктів)

Щоб створити копію виділеного об'єкту у вікні проєкції, потрібно виконати команду Edit > Clone (Правка > Клонування). На екрані з'явиться вікно Clone Objects (Клонування об'єктів). В цьому вікні можна вибрати один з трьох варіантів клонування:

Сору (Незалежна копія об'єкту) – створена копія не буде пов'язана з оригіналом;

Instance (Прив'язка) – копія буде пов'язана з початковим об'єктом. При зміні параметрів одного з об'єктів автоматично будуть змінені параметри іншого.

Reference (Підкорення) – копія буде пов'язана з початковим об'єктом. При зміні параметрів початкового об'єкту автоматично будуть змінені параметри клонованого об'єкту проте при зміні клонованого об'єкту початковий об'єкт змінений не буде.

Тривимірні об'єкти, що мають складну геометрію, можуть включати велику кількість дрібних елементів. Щоб працювати з таким набором елементів було зручніше, в програмі 3ds max передбачена можливість угруповання об'єктів. При необхідності працювати з тривимірними об'єктами як з єдиним цілим їх можна об'єднати в групу, яка матиме свою назву. Таким чином, замість великої кількості об'єктів ми одержимо один. Працювати з об'єктом після угруповання можна точно так, як і з будь-яким звичайним тривимірним об'єктом – обертати його, пересувати, масштабувати і т.д.

Процедура угруповання об'єктів робиться за наступною послідовністю:

1. Виділення в сцені об'єктів, які потрібно згрупувати.
2. Виконання команди Group > Group (Групувати > Угруповання).
3. В діалоговому вікні Group (Угруповання) надання групі назви.

Після навколо створеної групи з'являється єдиний габаритний контейнер замість декількох.

Результатом тривимірного моделювання є модель споруди, яка показана на рис. 5.

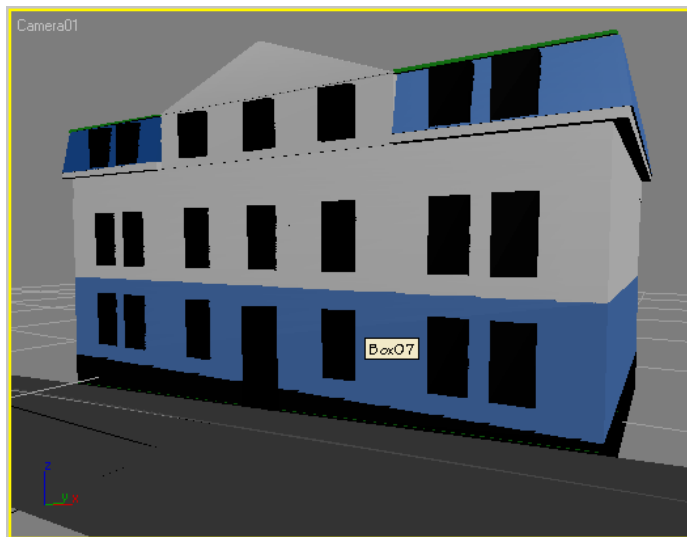


Рис. 5. Тривимірна модель об'єкта, створена в пакеті 3ds max

Вибір видових напрямків та характерних видових точок

Під час огляду освітлюваного об'єкта спотерігач звертає увагу на окремі його фрагменти в певній послідовності. Тому в ході проектування необов'язково розглядати будинок цілком зі всіма його деталями, а

достань зосередитися на світловій експозиції. Йдеться про фокусні точки і точки притягання погляду.

Точка притягання погляду – це елемент світлового образу споруди, який концентрує увагу під час огляду як найвиразніший елемент об'єкта. Фокусні точки – це інші експоновані елементи фасаду, які привертають увагу спостерігача після точки притягання погляду. Розкладений в часі процес спостереження виглядає таким чином. Спочатку погляд зупиняється на точці притягання погляду, а потім спостерігач розглядає деталі, акцентовані фокусними точками.

На підставі отриманого інформаційного матеріалу архітектором спільно зі світлодизайнером і світлотехніком розробляється концепція архітектурного освітлення. Дана концепція передбачає [6]:

- вибір фасадів об'єкта, які доцільно підсвічувати;
- визначення, що саме необхідно експонувати і яким чином, а що слід приховувати;
- вибір кольору світла;
- вибір методу освітлення;
- визначення фокусних точок;
- визначення точок притягання погляду;
- визначення способу і напрямку скерування світла на окремі площини фасаду;
- визначення бажаних рівнів яскравості;
- вибір способу під'єднання освітлювальної системи (залежно від кількості режимів освітлення).

Ці дані відображаються в образотворчій частині проекту на кольоровій ілюстрації загального виду об'єкта при штучному освітленні, виконаній на комп'ютері із застосуванням спеціальних програм, і пояснювальній записці.

Таким чином, до складу концептуальної частини проекту світлового ансамблю включаються:

- основна світлопанорама забудови;
- перспективне зображення фрагмента світлового ансамблю або освітлюваного об'єкта при святковому й повсякденному режимах освітлення із вказівкою рівнів яскравості й кольоровості в основних точках і зонах світлопанорами, ансамблю, об'єкта;
- плани й фасади об'єктів з місцями розташування ОП і точками націлювання їхніх осьових променів;
- світловий генплан з відображенням світлокольорового зонування території й об'єктів ансамблю з вказівкою типів ОП і ДС;
- ескізи й фотографії розроблювальних або існуючих малих архітектурних форм;
- пояснювальна записка, у яку крім історичного й архітектурного розділів, включаються світлові й електротехнічні характеристики освітлювальної установки з коротким економічним обґрунтуванням за укрупненими показниками.

Кольорове мальовниче зображення освітлюваного об'єкта необхіднорозглядати як яскравісну композицію— основу світлотехнічного розрахунку освітлювальної установки [10, 11].

Підготовчими роботами для виконання розрахунків є [10]:

- ознайомлення з освітлюваним об'єктом, аналіз його архітектоніки, планівповерхів і характерних розрізів;
- аналіз розміщення робочих поверхонь, виявлення можливих об'єктів, щозатемнюють;
- визначення цільового завдання ОУ (наприклад, створення світлого ритму, заданого розподілу яскравості, контрасту, рівномірного освітленняі т.д.);
- встановлення інтегральних (спектральних) коефіцієнтів відбивання оздоблювальних матеріалів архітектурних об'єктів;
- оцінка впливу скління на вибрані коефіцієнти відбивання поверхонь;
- встановлення колірних характеристик архітектурних об'єктів(координат, кольору, кольоровості);
- вибір типу ДС (з урахуванням спектру випромінювання та кольоропередачіджерел світла);
- вибір рівня освітленості у відповідності з діючими нормами, при цьому уточнюють вибрані ДС на відповідність освітленості та кольоропередачі;
- вибір системи освітлення й прийому архітектурного освітлення;
- вибір СП і способу їхнього розміщення;
- визначення відповідно до діючих норм граничних значень циліндричноїосвітленості, показника дискомфорту, коефіцієнта пульсації для ОУ, що розраховують.

3. Проектна частина

Вибір нормованої освітленості та коефіцієнтів запасу

Правильне виконання проекту архітектурного освітлення освітлення забезпечується виконанням спеціально розроблених вимог, норм та рекомендацій. Основним нормованим параметром, який є регламентований стандартами є освітленість. Нормованою освітленістю є найменш допустима освітленість у «найгірших» точках освітлювальної поверхні перед черговим чищенням світильників. Значення цієї освітленості встановлюють в залежності від характеру зорової роботи, розмірів об'єкта, різниці фону і контрасту об'єкта з ним, виду і системи освітлення, типу джерела світла. Нормування зовнішнього освітлення здійснюють, виходячи з вітчизняного стандарту ДБН В.2.5-28-2006 „Природне і штучне освітлення” [2] та міжнародного стандарту CIE Technical Report 94. Guide for Floodlighting [12].

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 „Природне і штучне освітлення” зовнішнє архітектурне освітлення повинно забезпечувати у вечірній час добру видимість і виразність найбільш важливих об'єктів і підвищувати комфортність світлового середовища міста. Установки архітектурного освітлення не повинні осліплювати водіїв транспорту і пішоходів.

Яскравість фасадів будинків, споруд, монументів і елементів ландшафтної архітектури залежно від їх значущості, місця розташування та переважаючих умов їх зорового сприйняття в місті слід приймати за таблицею 1.

Таблиця 1 – Норми освітлення архітектурних фасадів

Категорія міського простору	Місце розташування об'єкта освітлення	Освітлюваний об'єкт	Заливаюче освітлення, середня яскравість фасаду L_{ϕ} , кд/м ²	Заливаюче і акцентоване освітлення, середня яскравість акцентованого світлом елемента L_{ϵ}	Локальне освітлення, середня яскравість L , кд/м ²
А	Площі столичного центру, зони загальноміських доміант	Пам'ятки архітектури національного значення, великі громадські будинки, монументи і споруди	10	30	10
	Магістральні вулиці і площі загальноміського значення	Пам'ятки архітектури, історії і культури, будинки, споруди і монументи міського значення	8	25	8
	Парки, сади, бульвари, сквери і пішохідні вулиці загальноміського значення	Визначні будинки, споруди, пам'ятки і монументи, унікальні елементи ландшафту	5	15	5
Б	Площі окружних і районних громадських центрів	Пам'ятки і монументи, будинки і споруди окружного і районного значення	7	20	8
	Магістральні вулиці і площі окружного і районного значення	Те саме	5	15	5
	Парки, сади, сквери, бульвари і пішохідні вулиці окружного і районного значення	Те саме і характерні елементи ландшафту	3	10	3
В	Вулиці і площі, пішохідні дороги місцевого значення	Пам'ятки і монументи, визначні будинки і споруди	5	10	3
	Сади, сквери, бульвари місцевого значення	Те саме і характерні елементи ландшафту	3	8	3

Примітка 1. Яскравість домінантних об'єктів, які оглядаються з відстані більше 300 м, допускається збільшувати до 50 %.

Примітка 2. При розташуванні об'єкта освітлення в оточенні простору, який не освітлюється, норму яскравості, наведену в таблиці 15, допускається зменшувати до 50 %.

При проектуванні установок архітектурного освітлення значення коефіцієнтів відбивання поверхні фасадів освітлюваних об'єктів приймаються за даними вимірювань або за таблицею 2.

При рівномірному заливаючому освітленні фасаду відношення максимальної освітленості до мінімальної повинно бути не більше 3:1, а на рельєфних та багатокольорових фасадах – до 5:1. При цьому максимальна освітленість повинна створюватись на основних композиційно-пластичних елементах.

Таблиця 5.2 – Коефіцієнти відбивання поверхні фасадів

Матеріали поверхні або колір фасаду	Середньозважений коефіцієнт відбивання матеріалу поверхні
Білий: атмосферостійкі фасадні фарби, гіпс, керамічна плитка, матовий алюміній, нержавіюча сталь тощо	0,7
Світлий: фарби, мармур, білий камінь (вапняк, доломіт, піщаник), бетон і декоративні штукатурки на білому цементі та світлих наповнювачах, керамічні плитки, силікатна цегла, латунь матова, травертин, черепашник тощо	0,6
Середньо-світлий: фарби, мармур, камінь (туф, піщаник, вапняк), бетон, кольорові штукатурки, керамічна цегла, <u>блоки, плитка, дерево (дошки)</u> тощо	0,5
Темний: фарби, мармур, граніт, глиняна цегла, декоративні штукатурки і керамічні плитки, потемніле дерево, мідь, листя дерев тощо	0,3
Чорний: фарби, камінь (габро, лабрадорит, діорит, базальт, граніт), чавун, платинована бронза, декоративні штукатурки, листя дерев тощо	0,15

При нерівномірному заливаючому освітленні фасаду відношення максимальної і мінімальної освітленості у межах освітлюваної зони приймається не більше 10:1 і не менше 3:1, при цьому максимальна освітленість створюється на акцентованому світлом елементі.

При проектуванні світлових архітектурних ансамблів за таблицею 5.1 вибирається яскравість головного фасаду домінуючого об'єкта. Середня яскравість освітлюваних фасадів співпорядкованих об'єктів єдиного ансамблю повинна бути, як правило, знижена не менше як на два ступеня.

Об'ємні монументи, пам'ятники, малі архітектурні форми, що мають всебічний огляд, слід освітлювати з двох-трьох сторін з чітко вираженим основним спрямуванням світлового потоку, який визначає розрахункову площину, яка композиційно повинна бути зв'язана з головним спрямуванням сприйняття об'єкта.

В установках архітектурного освітлення слід використовувати розрядні джерела світла. При локальному підсвічуванні допустимо використання ламп розжарювання, переважно галогенних, а також джерел хроматичного випромінювання або кольорових світлофільтрів.

Для освітлення об'єктів, які мають "холодні" кольорові відтінки поверхонь, і зелених насаджень слід приймати розрядні джерела світла з кольоровою температурою більше 4000 К. Для освітлення об'єктів, які пофарбовані в "теплі" кольори, приймаються джерела світла з кольоровою температурою до 3500 К. При освітленні поліхромних об'єктів, особливо декоративно-образотворчих елементів на фасадах (мозаїчні і мальовничі панно та фризи, кахлі, кольорові рельєфи і скульптури, тощо), слід приймати джерела білого світла із загальним індексом кольоропередачі R_a не менше 80. При художньо-декоративному освітленні об'єктів ландшафтної архітектури допускається використання джерел кольорового світла. Прилади архітектурного

освітлення повинні розташовуватися так, щоб їх вихідні отвори не потрапляли в поле центрального зору водіїв і пішоходів на головних напрямках руху або екранувалися світлозахисними пристроями.

Коефіцієнт запасу при проектуванні установок архітектурного освітлення повинен прийматися залежно від орієнтування світлового отвору освітлювального приладу, в якому використовується джерело світла: при розрядних лампах $K_z = 1,5$, якщо скло приладу орієнтовано вертикально або в нижню півсферу (в межах кута $90^\circ - 270^\circ$) і $K_z = 1,7$ при орієнтуванні скла у верхню півсферу, при лампах розжарювання відповідно $K_z = 1,3$ і $1,5$.

Для рекламного освітлення рекомендована і найбільш допустима середня яскравість, а також максимально допустима яскравість окремих ділянок рекламних панелей і щитів залежно від їх площі і розташування відносно очей спостерігачів наведені в таблиці 3. Максимальна яскравість визначається як габаритна для найбільш яскравих ділянок площею $(0,2 \times 0,2)$ м як в рекламних панелях, в яких джерела світла розташовані всередині в огорожі із світлорозсіюючих матеріалів, так і в рекламних щитах, які освітлюються зовні світловими приладами.

Таблиця 3. – Нормовані значення рекламного освітлення

Розташування рекламної панелі	Площа об'єкта	Висота розташу-	Яскравість рекламної панелі або щита, кд/м ² , при категорії вулиці								
			А			Б			В		
			середня			середня			середня		
			рекомендована	найбільша допустима	максимальна ²⁾	рекомендована	найбільша допустима	максимальна ²⁾	рекомендована	найбільша допустима	максимальна ²⁾
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Поперек осі вулиці: - поза проїзною	$S \leq 2$	$< 2^3)$	75	150	1000	50	125	750	30	100	500
		$\geq 3,5$	100	250	1500	75	200	1000			
	$2 < S < 6$	$\leq 3,5$	75	200	1000	50	125	750			
	$6 < S \leq 1$		75	150	1000	50	85	750			
	$S > 12$		75	125	750	50	75	500			
	будь-яка	> 5	75	125	500	50	100	400			
Вздовж осі вулиці, а також на фасаді або покрівлі будинку при будь- якій орієнтації	будь-яка	> 3	200	500	2500	150	400	2000	100	300	750
¹⁾ Висота відраховується від рівня проїзної частини до нижньої кромки рекламного об'єкта. ²⁾ Максимальна яскравість у найбільш яскравому місці об'єкта визначається як габаритна для ділянки площею $(0,2 \times 0,2)$ м ² . ³⁾ При розташуванні рекламних об'єктів на висоті менше 2 м відстань від бордюра до найближчої бокової кромки об'єкта повинна бути більше 2 м.											

Згідно стандарту CIE Technical Report 94. Guide for Floodlighting при освітленні об'єкта рекомендується використовувати три альтернативні рівня освітлення, виражені в показниках середньої яскравості [6]:

$$L_1 \geq 4 \text{ кд/м}^2;$$

$$L_2 \geq 6 \text{ кд/м}^2;$$

$$L_3 \geq 12 \text{ кд/м}^2.$$

Вибір цих величин зумовлений тим, щоб підсвічуваний об'єкт своєю яскравістю виділявся на фоні оточуючих. Вибір однієї із трьох зазначених величин середньої яскравості диктується рівнем освітленості середовища навколо об'єкта ілюмінації.

Застосовують три визначення рівнів освітленості оточення:

низький;

середній;

високий.

Якщо в темряві видним є лише об'єкт, який освітлюється, то рівень освітленості оточення вважається низьким. При розташуванні неподалік освітлюваного об'єкта, наприклад, будинків, то світло із вікон та частково відбите світло від зовнішнього освітлення створюють оточення середнього рівня освітленості. Якщо поряд і перед освітлювальним об'єктом багато світла (освітлена вулиця, центр міста), то говорять про високий рівень освітленості оточення.

Рекомендовані показники яскравості застосовуються в тих випадках, коли об'єкт розглядається з невеликої відстані, коли втрати, зумовлені проходженням світла через атмосферу є незначними.

При освітленні об'єктів, які знаходяться на великій відстані від спостерігача яскравість рекомендують збільшувати до 20 кд/м^2 (вежі, щогли, будівельні комплекси на пагорбах, мости.

При розрахунку освітлювальної установки для архітектурного освітлення, як і в інших нормативних документах [2, 5], необхідно враховувати коефіцієнт відбивання ρ . В класичних випадках архітектурного освітлення має місце дифузне відбивання світла від поверхні фасаду (рис. 3) [5, 6].

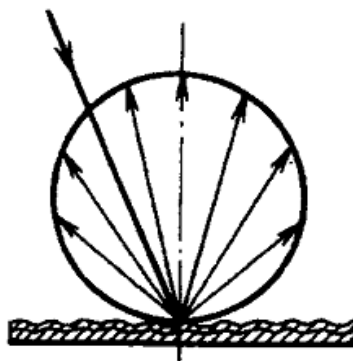


Рис. 3. Дифузне відбивання

Освітленість E дифузно-відбиваючої поверхні визначається за формулою

$$E = \pi \frac{L}{\rho}.$$

При проектуванні враховують, що джерела світла із різними спектральними характеристиками будуть по різному передавати колір фасаду. Наприклад, світло від натрієвої лампи високого тиску, направлене на цеглясто-жовтий мур, більш вдало передаватиме колір, ніж світло від іншого джерела з ідентичним світловим потоком.

Формула для розрахунку початкової освітленості (на момент здачу об'єкта в експлуатацію) має вигляд [6]:

$$E = \pi k_1 k_2 \frac{L}{\rho}$$

де k_1 – коефіцієнт, який враховує вид джерела світла;

k_2 – коефіцієнт, який враховує забруднення фасаду.

Таблиця 4 – Рекомендовані значення рівнів освітленості, а також значення корекційних коефіцієнтів

Матеріал фасаду	Рекомендований рівень інтенсивності освітлення			Корекційні коефіцієнти				
	Освітленість точки			k_1		k_2		
				Джерело світла		Рівень чистоти фасаду		
	низька	середня	висока	ртутне	натрієве	чистий	брудний	дуже брудний
Світлий камінь, білий мармур	20	30	60	1,0	0,9	3,0	5,0	10,0
Світло-сірий камінь, цемент, світлий мармур	40	60	120	1,1	1,0	2,5	5,0	8,0
Темний камінь, сірий граніт, темний мармур	100	150	300	1,0	1,1	2,0	3,0	5,0
Світло-жовта цегла	35	50	11	1,2	0,9	2,5	5,0	8,0
Світло-коричнева цегла	40	60	120	1,2	0,9	2,0	4,0	7,0
Темно-коричнева цегла, рожевий граніт	55	80	160	1,3	1,0	2,0	4,0	6,0
Червона цегла	100	150	300	1,3	1,0	2,0	3,0	5,0
Темна цегла	120	180	360	1,3	1,2	1,5	2,0	3,0
Архітектурний бетон	60	100	200	1,3	1,2	1,5	2,0	3,0
Алюміній	200	300	600	1,2	1,0	1,5	2,0	2,5
Дуже насичені кольори: червоний – коричневий – жовтий синій - зелений	120	180	360	1,3 1,0	1,0 1,3	1,5	2,0	2,5
Середньо насичені кольори: червоний – коричневий – жовтий синій - зелений	40	60	120	1,2 1,0	1,0 1,2	2,0	4,0	7,0
Слабо насичені кольори (пастельні): червоний – коричневий – жовтий синій - зелений	20	30	60	1,1 1,0	1,0 1,1	3,0	5,0	10,0

Рекомендовані значення рівнів освітленості, а також значення корекційних коефіцієнтів наведено в таблиці 4 [6].

Під рівномірністю освітлення розуміють відношення мінімальної освітленості (яскравості) до максимальної. В [2, 6] наводяться вимоги до рівномірності освітлення у трьох значеннях: 1:10, 1:4, 1:2, які відповідно є відношенням яскравості в точці притягання погляду до середньої яскравості цілого об'єкта, видимого з певного напрямку (1:10), яскравості у фокусних точках до яскравості оточення (1:4) та рівномірності яскравості загалом на фасаді за винятком точок притягання погляду і фокусних точок [6].

Вибір світлових приладів

Світильники є однією з основних частин освітлювальних установок і пристроїв освітлення міст, а їх вартість є однією із складових вартості установок. Світлотехнічні властивості світильників: характер світлорозподілу, значення ККД і коефіцієнтів використання визначають витрати електроенергії. Конструкція світильників визначає їхню надійність, довговічність і зручність експлуатації [2, 5].

Основними функціями, які повинен виконувати світильник є:

1. Здійснення необхідного перерозподілу світлового потоку джерела світла.
2. Охорона джерела світла від впливу навколишнього середовища.
3. Забезпечення можливості живлення джерела світла електроенергією.

Світильники установок зовнішнього освітлення виконують свої функції, працюючи у важких умовах, вони зазнають впливу атмосферних опадів, вітру, сухих димів, вібрації та підвищеної температури. Тому до їх конструкції, технології виготовлення та матеріалів висуваються особливі вимоги. Виконання вимог до точності світлорозподілу і його стійкості призводить до необхідності відомого ускладнення конструкції, висуває складні й строгі вимоги до технології виготовлення (точність оптичних поверхонь, точність і незмінність взаємного розташування частин світильника, взаємозамінність частин).

Оптична система світильників для зовнішніх освітлювальних установок, яка внаслідок необхідності повинна задовольняти специфічним вимогам світлорозподілу, є дуже складною. Вона істотно визначає його конструкцію. Для керування розподілом світла використовують окремо або в поєднанні наступні явища:

- переломлення;
- відбиття;
- розсіювання світла.

Конструкція світильників повинна забезпечувати простоту догляду за ними й ремонту, зокрема найбільш характерні операції догляду – заміна джерела світла й чищення приладу [2].

До освітлювальних приладів, які використовуються в архітектурному освітленні, крім загальноприйнятих вимог, пред'являються додаткові [5]:

- світлові прилади повинні мати сучасний дизайн при малих габаритних розмірах;
- прилади прожекторного типу повинні працювати в будь-якому положенні, в тому числі вихідним отвором вгору;
- виконання СП по захисту від впливу навколишнього середовища має бути на рівні IP65;
- конструкція прожектора повинна дозволяти кріплення захисних ґрат;
- забезпечення антивандального захисту СП.

Виконання вищенаведених вимог робить конструкції світильників для архітектурного освітлення більш складними, ніж для світильників іншого призначення, що призводить до більшої дороговизни світлових приладів для зовнішнього архітектурного освітлення.

Конструкція світильників повинна забезпечувати виконання їх функцій протягом тривалої експлуатації без зміни їх світлотехнічних властивостей при найбільшій простоті і, отже, найменшій вартості догляду.

Конструкція світильника повинна забезпечувати не тільки необхідний характер світлорозподілу, але і його стійкість у часі. Зміна розподілу світла може мати місце внаслідок забруднення, зміни відбиваючих властивостей поверхні або зміни прозорості елементів світильника. Однією з причин зміни світлових властивостей є зміна взаємного розташування джерела світла й оптичних деталей світильника, порушень при заміні джерела світла або частин світильника, а також при його чищенні.

Світлотехнічний розрахунок та візуалізація освітлювального об'єкта

Мета світлотехнічного розрахунку освітлювальних установок (ОУ) полягає у визначенні числа і потужності джерел світла, які забезпечать нормовану (з коефіцієнтом запасу) освітленість на розрахункових поверхнях або в розрахункових точках. Розрахунковими можна вважати поверхні або точки притягання погляду. Також, якщо передбачено, що в темний час доби в об'єкті можуть перебувати люди, то розрахунковими також потрібно вважати поверхні світлових проїомів для виявлення небажаної засвітки всередині приміщень.

Світлотехнічний розрахунок освітлювального об'єкту допускається виконувати в пакеті DIALux. Для цього необхідно здійснити імпорт файлу з тривимірною моделлю об'єкту, створеною в пакеті 3ds max.

Для експорту тривимірної моделі в пакет DiaLux потрібно створити файл формату 3DS. Створення файлу формату 3DS здійснюється наступним чином. В пакеті 3ds max виділяється створена тривимірна модель. Після чого вибираються наступні команди: File – „Export Selected” і у вікні, зображеному на рис. 5 вказується ім'я файла, директорію, куди потрібного його зберегти та його формат.

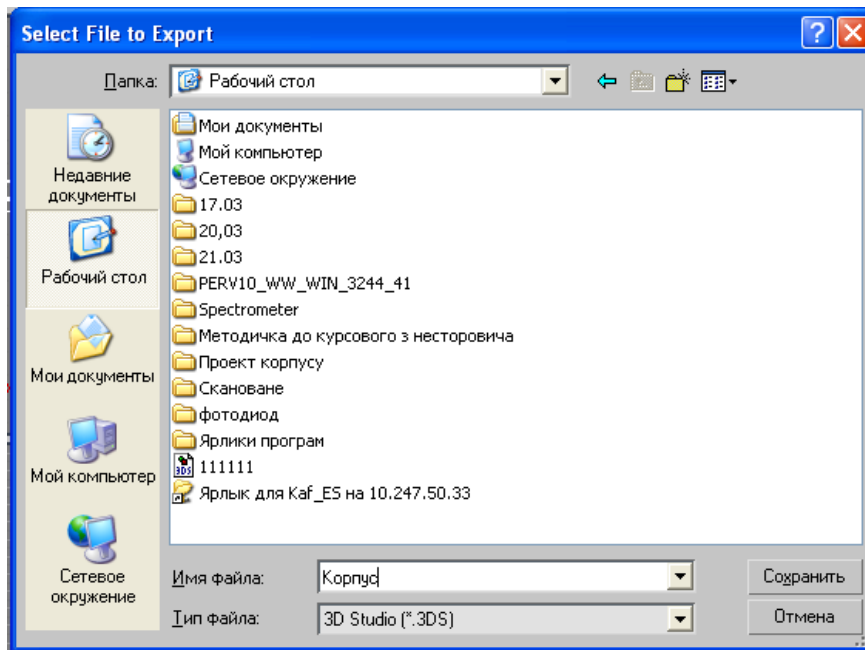


Рис. 5. Вигляд вікна для збереження файлу тривимірної моделі у форматі 3DS

Імпорт файлу у форматі 3DS в пакет DiaLux здійснюється наступним чином. В пакеті DiaLux потрібно вибрати ярлик „Новая наружная сцена”, після чого „Файл – Импортировать – Считать и обработать 3D модели”. Після цього з’явиться вікно, в якому потрібно вибрати файл (рис. 5).

Після цього з’являється тривимірна модель об’єкта у вікні пакету DiaLux (рис. 6).

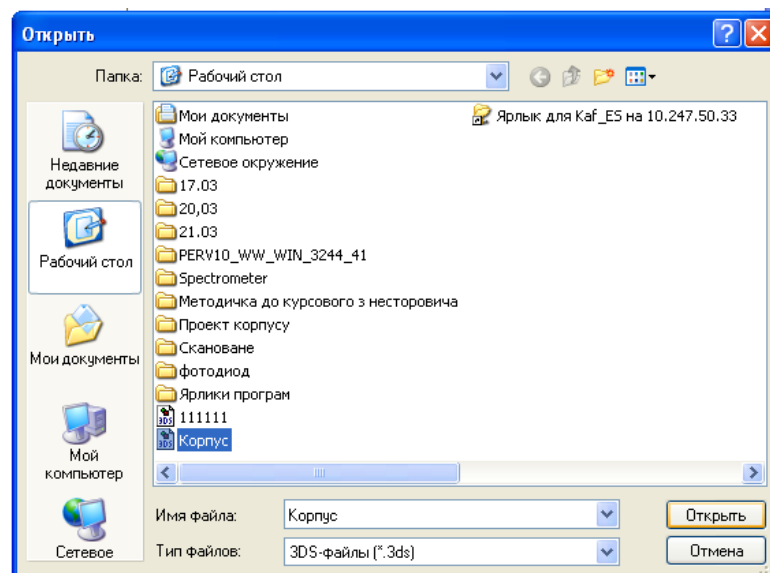


Рис. 5. Вікно вибору файлу для імпорту в пакет DiaLux

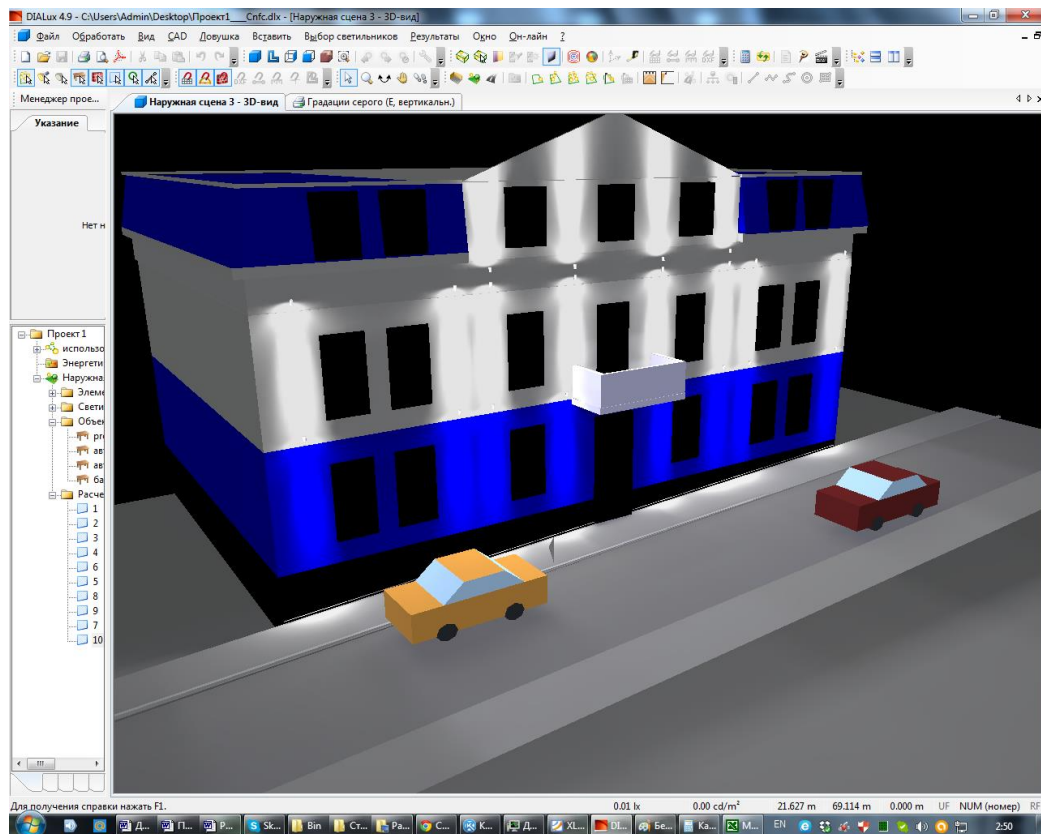


Рис. 6. Вікно пакету DiaLux із завантаженою тривимірною моделлю об'єкта

Для кожної окремої поверхні даної моделі необхідно в пакеті вказати коефіцієнти відбивання, а також колірні характеристики в системі кольорів RGB.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Мисюк Ю.П. Світловий дизайн міського середовища /Ю.П. Мисюк// Світлотехніка та електроенергетика – 2009. – №3. – С. 90-95.
2. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення. – К.: Мінбуд України, 2006.
3. Розпорядження КМУ від 30.10. 2008 р. N 1384-р "Про схвалення Концепції Державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху на 2009–2012 роки".
4. Рейцен Е.А. Влияние наружного освещения на безопасность дорожного движения / Е.А. Рейцен, О.Л. Гончар //Містобудування та територіальне планування. – 2001. – № 9. – С. 200–228.
5. Справочная книга по светотехнике: [3-е изд., перераб. и доп. / Под. ред. Ю.Б. Айзенберга]. - М.: Знак, 2006. - 972 с.

6. Жаган В. Люмінація об'єктів / пер. з пол. – Львів: ЕКОінформ, 2006. – 242 с.
7. Адамейко-Першенкова Г.П. Стилистая трансгрессия в изобразительном искусстве, архитектуре и музыке постмодернизма // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. 2009. № 52. С. 113-117.
8. Розробка проекту міського освітлення. [Електронний ресурс] // – [Цит. 2014, 02 червня]. – Режим доступу до журн.: http://knowledge.allbest.ru/culture/2c0a65625a3ad68a5c53b89421316d36_0.html
9. Лісна О.І. Декоративно-художнє освітлення архітектурного середовища: навч. посібник/ О. І. Лісна; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 275 с.
10. Фрелинг Т. Человек, цвет, пространство / Т. Фрелинг, А. Ксавер. – М.: Стройиздат, 1973. – 280 с.
11. Щепетков Н.Н. Световой дизайн города / Н.Н. Щепетков. – М.: Архитектура-С, 2007. – 320 с.
12. CIE Technical Report. – № 94. – Guide for Floodlighting.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

