

УДК 721.011 + 624.1 + 628.953

Д. О. Радомцев,
*студент 6-го курсу,**кафедри Інформаційних технологій в архітектурі*
*Архітектурного факультету**Київський національний університет будівництва і архітектури*

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМИ ІНТЕГРАЛЬНОГО ОСВІТЛЕННЯ В БУДІВЛЯХ ІЗ ГЛИБИННИМ РОЗТАШУВАННЯМ ПРИМІЩЕНЬ

Анотація: в сучасних умовах значного ущільнення забудови територій міст, широкого використання набувають глибинні архітектурно-просторові композиції будівель. Природне освітлення таких приміщень можливо засобами сучасних систем суміщеного освітлення. В статті наводяться переваги від їх впровадження з точки зору комплексного впливу на характеристики будівель.

Ключові слова: глибинне розташування приміщень, природне освітлення, системи інтегрального освітлення, світловод, енергозбереження у будівництві.

Актуальність та постановка проблеми. Загальний процес урбанізації зумовлює розширення меж існуючого міського середовища історично сформованих міст за рахунок використання резервних територій, поглинання або створення агломерацій із іншими містобудівними утвореннями. Перенесення багатьох адміністративних, соціально-економічних та розважальних функцій із периферії до центру міста призводить до інтенсивного ущільнення міських територій. На сучасному етапі не достатньо використання традиційних архітектурних засобів для вирішення існуючих проблем, тому актуальним стають архітектурно-просторові композиції із глибинним розташуванням приміщень у багатоповерхових будівлях та поступове використання підземного простору як одного із видів резервного. Його ефективне застосування можливо за умов впровадження комплексного інженерного забезпечення, в тому числі і природнім світлом, що можливо за умов використання сучасних систем інтегрального освітлення (СІО). З огляду на відносну новизну, конструкції потребують детального вивчення різноманітних впливів, що продукуються при їх застосуванні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематикою освоєння підземного простору міста займалось багато радянських, українських теоретиків та практиків архітектури. Вітчизняний досвід поділяється на два етапи: становлення (40-і рр. ХХст. – кінець ХХ ст.) та розвиток (кінець ХХ ст. – теперішній час) [1, стр.6]. Праці архітекторів В.М.Матвієнкова та Ю.Каммерера

стали одними із перших, у яких комплексно вивчалися можливості підземного простору та його поєднання із загальною містобудівною структурою міста [2]. Статті В.С.Ковалю присвячені висвітленню схеми комплексного використання підземного простору міста Києва. Розроблена у 1972р. у КиївЗНДІЕП, вона стала першим практичним впровадженням існуючої теоретичної бази та зробила великий крок у процесі розуміння підземної урбаністики. На сучасному етапі низка українських вчених – М. Губіна [3], Т. О. Ніщик, Т. В. Жидкова, О. А. Шелковін [4], та російських – Г. Є. Голубєв, В. А. Іллічев [5], Д. С. Конюхов [6], В.В.Коротасєв розробили теоретичні засади організації підземного простору в умовах сучасної містобудівної ситуації великих міст України та Росії. Виокремлюючи основні проблеми сучасного підземного проектування та аналізуючи вже споруджені об'єкти, багатолітні теоретичні напрацювання набувають форми книг та керівництв щодо освоєння підземного простору. Сучасні тенденції використання світловодів у підземних приміщеннях на території України сформовані у роботі В.Я.Акіменко, А.В.Яригіна та О.В.Сергейчука [7].

Проблематиці ефективного використання приміщень із глибинним розташуванням в структурі будівлі із засобами сучасних систем інтегрального освітлення приділяють увагу закордонні вчені – М.Майхоуб [8], В.Г.Хансен [9], І.Кунджаранайадхя [10]. Окресливши основні недоліки у використанні штучного освітлення та проаналізувавши просторову організацію офісних та торгівельно-розважальних комплексів, у їх працях сформовані головні рекомендації щодо застосування суміщеного освітлення в складних архітектурно-планувальних умовах.

Формулювання цілей статті. Вирішення деяких зорових задач можливо і за допомогою світлотехнічних приладів, але загальна ефективність освітлення додатково характеризується і впливом світлового потоку на психоемоційний стан людини. Інтегральні системи, комбінуючи в собі можливість освітлення як природнім світлом, так і штучним, мають ряд суттєвих переваг над іншими приладами. Метою статті є дослідження позитивних сторін застосування світловодів для освітлення будівель із наведеними архітектурно-планувальними структурами.

Виклад основного матеріалу досліджень. В межах даної статті термін «будівля із глибинним розташуванням приміщень» є зіставним та таким, що комбінує в собі терміни «будівлі із приміщеннями, розташованими в глибині» та «будівлі із підземними приміщеннями».

Інтегральні системи освітлення – це інноваційний метод вводу, транспортування та розповсюдження світлового потоку у приміщення. Базуючись на фізичному процесі повного внутрішнього відбиття від

внутрішньої поверхні світловоду, системи дозволяються переносити як природну, сонячну світлову енергію в денний час, так і штучний світловий потік від світлотехнічних приладів в нічний час. Завдяки цьому системи інтегрального освітлення мають специфічні переваги як над традиційними світлопрозорими конструкціями, так і над електроприладами штучного освітлення. З огляду на обраний тип будівель із глибинним розташуванням приміщень виділяються наступні основні переваги:

1. Позитивний вплив на психоемоційний стан людини. Як відомо, психофізіологічний вплив на людину має досить широка частина спектру сонячного світлового потоку. Ультрафіолетове випромінювання, видиме світло та інфрачервоне випромінювання беруть участь у біологічних процесах та зумовлюють загальний позитивний ефект на здоров'я людини.

В умовах природного світлового середовища, у людини сформований біологічний фотоперіодичний цикл у рівні активності мозку, обміні речовин та багатьох інших функцій організму. Природне світло та його ритм протягом доби та річного циклу грає домінуючу роль при контролюванні біологічного годинника, а також добових та сезонних фізіологічних та психологічних ритмів людини [9, стр.1-4]. Зміна сонячного та дифузного світлового потоку в залежності від умов небосхилу, зміна спектрального складу знижує рівень гормону сну – мелатоніна, при підвищенні освітленості та збільшує рівень кортизолу, що сприяє активності та бадьорості. Не дивлячись на відносне співставлення освітленості від природного світлового потоку та штучного, в цілому рівень життєдіяльності та роботоспроможності при штучному освітленні нижчий [11, стр.889]. Експериментальна оцінка виснаження людини, в умовах динамічної та складної праці засвідчує пряму залежність від ступеня денатурації світла. При зниженні частини природного світла у загальному спектрі, збільшується втома від роботи, що проявляється у зниженні активності мозкових центрів, центральної та вегетативної нервової системи, зниженні зорової діяльності.

Негативний вплив зменшення відносної частки природного світлового потоку у загальному добре вивчений на прикладі великозальних приміщень промислових та громадських будівель [11, стр.890]. У людей, що вимушені працювати вглибині приміщення, в умовах суміщеного або тільки штучного освітлення збільшується виснаження, що сезонно проявляється від 20 до 33% від нормального рівня роботоспроможності. У працівників підземних будівель, які знаходяться в умовах постійного дефіциту природного світла, негативний вплив на фізіологічний та психоемоційний стан проявляється у збільшенні жалоб на головні болі, розвиток захворювань, зниження стійкості до стресу.

Подолання наведених негативних впливів часткової денатурації або відсутності природного освітлення можливе за рахунок використання систем інтегрального освітлення [7, стр.9]. Завдяки матеріалу внутрішньої поверхні світловоду, що є багатошаровою оптичною плівкою, стає можливе перенесення усього спектру світлового спектру, що має вплив на фізіологічний стан людини. При цьому інші частини спектру проходять крізь смуговий світлофільтр та поглинаються матеріалом конструкції світловоду, в наслідок чого до приміщення потрапляє тільки необхідний спектр сонячного випромінювання.

2. **Підвищення безпеки людей у будівлях.** Системи інтегрального освітлення отримали поштовх у розвитку наприкінці 80-х рр.. ХХ-го ст. Зі всього різноманіття переваг над штучним освітленням, в цей час особливу увагу приділили ефекту транспортування світлового потоку на значні відстані. Можливість розташування світлотехнічного приладу, який продукує штучний світловий потік, та його ефективне транспортування до 20м призвели до широкого застосування на виробництві із вибухонебезпечними технологічними процесами (рис. 1).

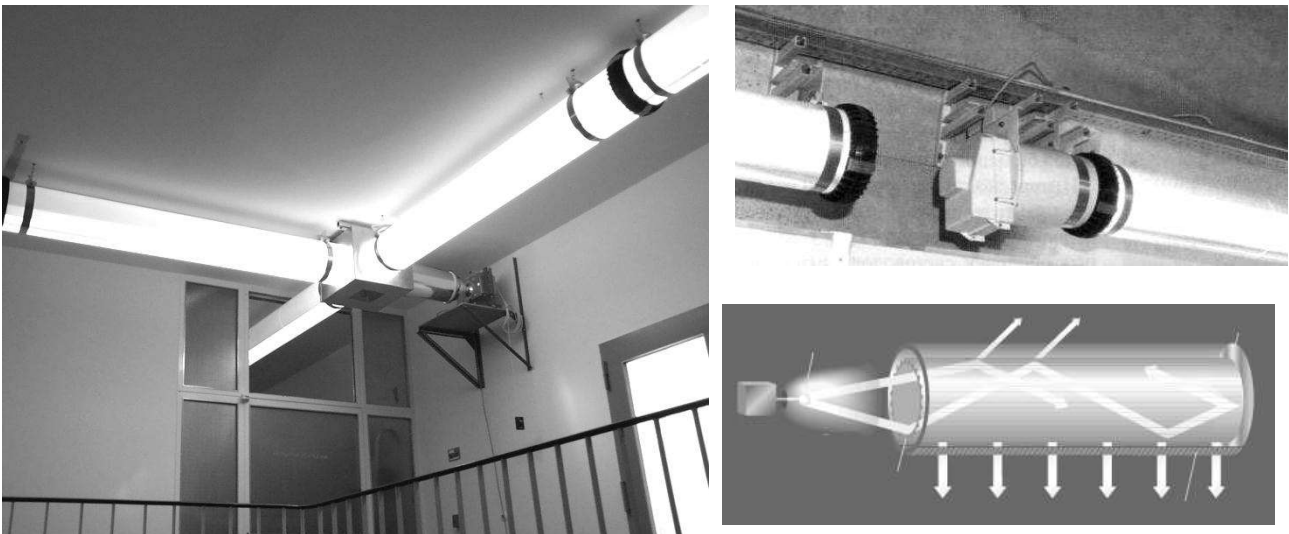


Рис. 1. Полі трубчасті світловоди у промислових приміщеннях

Іншим шляхом до підвищення безпеки перебування людей є використання систем інтегрального освітлення на шляху евакуаційних шляхів. Одним із критеріїв територіального положення є приналежність об'єкту до певного часового поясу, час в яких узгоджений із астрономічним часом. Завдяки цьому робочий день та час перебування людей у більшості промислових, адміністративних, громадських та інших будівель із великою потужністю та людино потоками припадає як раз на денний час із достатнім рівнем природної освітленості. З огляду на це доцільне застосування світловодів для основного, допоміжного та аварійного освітлення шляхів евакуації та інших горизонтальних або вертикальних комунікаційних вузлів

(рис.2, а,б). Автономність системи від існуючих електричних мереж загального освітлення досягається комбінуванням системи інтегрального освітлення із геліоакумулюючими системами. Протягом дня вони накопичують сонячну радіацію та за рахунок фотоефекту перетворюють на постійний електричний струм для подальшого живлення світлотехнічних приладів світловоду.

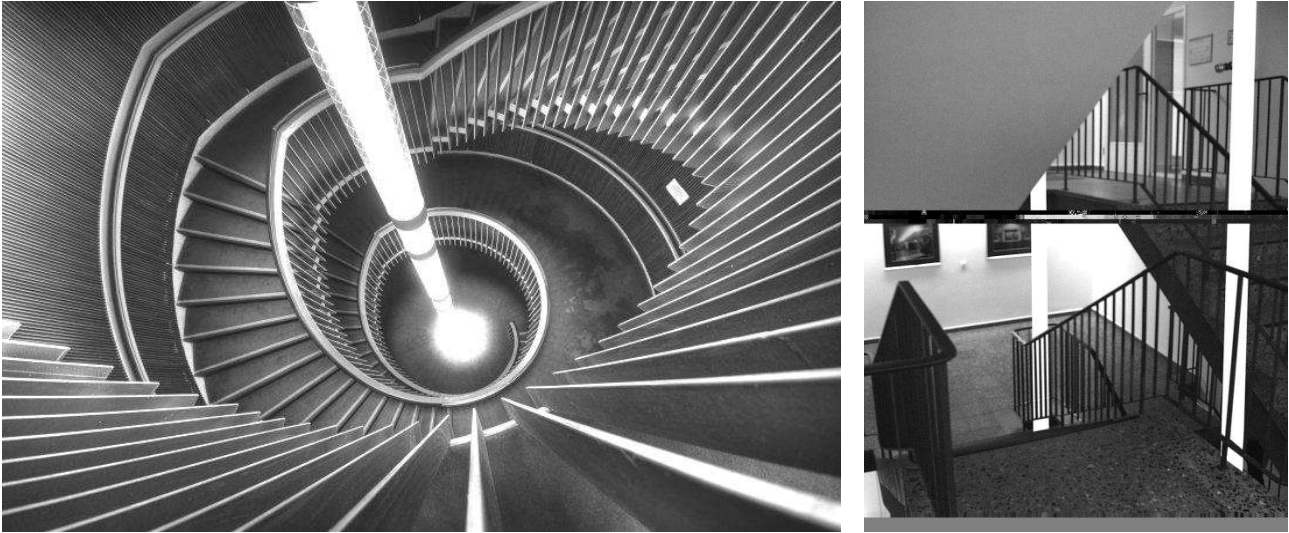


Рис.2. Використання світловодів для освітлення комунікаційних шляхів

3. **Забезпечення специфічних вимог щодо природної освітленості інтер'єрів громадських будівель.** Як зазначалось, процес транспортування світлового потоку відбувається за рахунок повного внутрішнього відбиття від поверхні світловоду. В свою чергу, природне світло містить в собі три головні складові – пряма сонячна радіація, дифузний світловий потік від небосхилу та відбите світло від поверхонь землі. За різних обставин, до світловоду можуть потрапляти всі три складові, але частіше лише перші дві. Як показують дослідження [9, стр.1-14, 10, стр.13] при різному географічному положенні об'єкту та наявності специфічного світлового клімату, найбільш потужною складовою є пряма сонячна радіація. Але в процесі проходження та багаторазового дзеркального відбиття від внутрішньої поверхні світловоду світловий потік утворює каустики, що мають понаднормову блискучість та яскравість. Вирішенням цієї проблеми стало встановлення на вихідному отворі дифузору із опалового скла або із складною призматичною структурою, які створюють дифузне розподілення світлового випромінювання за законом Ламберта.

Виступаючи природним джерелом дифузного рівномірного освітлення, світловоди вирішують декілька задач організації світлового простору приміщень [12, стр.68]. По-перше, головним орієнтиром при оцінці розподілу є саме природне освітлення, що створюються під відкритим небосхилом. Людина

має звичку до яскравості неба та природним контрастам, спектральним характеристикам світла тощо. Тому реалізація світлових характеристик при проектуванні освітлення є природним шляхом задоволення людської потреби у відчутті зв'язку із зовнішнім світом. Усі звичайні для людини характеристики природного випромінювання, перенесенні до інтер'єру, створюють відчуття натуральності та спокою, що дуже важливо для будівель із складними робочими процесами.

По-друге, усунення понаднормової блискучості поверхонь. Дискомфорт у приміщенні створюється високою яскравістю джерел світла, а також бликами та відблисками, що виникають при відбитті дзеркальними поверхнями та потраплянні у поле зору людини. Цей ефект особливо недоцільний у приміщеннях музеїв, картинних галерей, читальних залах та деяких видовищних будівлях. Створення високого рівня загальної освітленості призводить до зниження необхідних рівнів штучного освітлення та їх точкового розташування. Знаходження точкових джерел безпосередньо біля експонатів та дифузне освітлення зменшує ефект світлової димки на поверхнях розгляду.

По-третє, зменшення ефекту викривлення передачі кольору. Негативний ефект від зміни спектрального складу світлового потоку особливо важливий для музейних та виставкових будівель. Колір поверхні залежить не тільки від хімічного та пігментного складу верхніх шарів об'єктів, їх мікроструктури, але й від спектрального складу випромінювання. Картини та інші об'єкти мистецтва і культури створені при одному джерелі освітлення приймають інші кольорові відтінки при зміні свого місцезнаходження. Природне світло, в протилежність штучному, має суцільний хвильовий спектр та в повній мірі задовольняє вимоги щодо освітлення багатьох об'єктів мистецтва.

4. Розвиток архітектурно-планувальних прийомів організації простору. В наслідок приведених вище переваг використання світловодів над штучними джерелами освітлення постає декілька нових сфер впровадження систем. По-перше, зведений список об'єктів та приміщень, що можуть знаходитись у зонах із недостатнім сонячним опроміненням, визначається санітарно-гігієнічними вимогами. В деяких культурно-видовищних об'єктах відвідувачі можуть знаходитись не більше 2-3 год, в інших закладах обслуговування – не більше за 1-1,5 год. Використання систем інтегрального освітлення у комплексі із спеціальними інженерно-технічними приладами дозволяє збільшити нормативний час перебування людини та, з огляду на санітарно-гігієнічні вимоги, робить можливим проектування деяких типів приміщень під землею та у глибині будівель.

По-друге, освітлення світловодів із фасадним розташуванням активних або пасивних концентраторів збільшує коефіцієнт природного освітлення в

глибині будівлі від 0,5 до 1,5% [8, стр.267]. Досягнення нормативних показників освітленості можливо і засобами штучних джерел освітлення, але з огляду на розрахунок витрат електроенергії відносно ефективної площі споруди постає питання доцільності застосування світлотехнічних приладів. Завдяки суттєвому зменшенню енерговитрат та загального підвищення енергоефективності світловоди збільшують межі глибинного розвитку приміщень. В залежності від місцезнаходження, світлового клімату, типу світловоду та концентратору, КПО в зазначених вище межах може досягатись на відстані до 15м.

По-третє, з огляду на транспортування всієї важливою для організмів частини сонячного спектру, стає можливим процес вирощування рослин в умовах із недостатнім рівнем УФ-випромінювання та освітленості в цілому. Разом із позитивним впливом на фізіологічний, біологічний та психоемоційний стан людини розвиток прийому озеленення внутрішнього простору будівель стає перспективним для дослідження. Враховуючи переваги природного мікроклімату, зміну хімічного складу повітря, вологісного співвідношення, системи інтегрального освітлення можуть стати поштовхом для створення якісно нового підземного рекреаційного середовища в межах урбанізованого міста сьогодення.

5. Створення елементів ефективного поєднання внутрішнього простору із зовнішнім об'ємом будівлі. Попри велику кількість суто утилітарних та функціональних переваг використання систем у внутрішньому просторі підземних споруд, наявні і позитивні сторони використання в екстер'єрі будівель. Системи австралійської компанії Selux отримали широке використання у інноваційних архітектурних об'єктах. Відоме застосування архітектурною майстернею Cox Architects групи світловодів задля освітлення центрального входу Виставкового центру Перт. Використовуючи різні комбінації із систем інтегрального освітлення встановлених під кутами від 10 до 15°, стало можливим підкреслити сучасні стильові характеристики об'єкту (рис 3, а). Системи знайшли застосування і для автостоянки у місті Страсбург, де майстерня Zaha Hadid Architects впровадила 15 градусні світловоди задля освітлення наземної частини (рис 3, б). Одним із найвідоміших прикладів є використання СІО на площі Потсдамер Пляц у Берліні для освітлення як підземного залу станції метрополітену, так і самої площі у нічний час (рис 3, в,г,д). Похилі системи суміщеного освітлення із подвійною системою світловодів із поліметилметакрилату та покриттям внутрішньої поверхні багат шаровою оптичною призматичною плівкою дають змогу для перенесення світлового потоку як вглибину приміщення, так і створювати освітлення випромінюванням, що проходить крізь плівку. В нічний час світловий потік

створюється сульфурними лампами, що направляють світло як до станції метро, так і на зовні, у міське середовище площі.

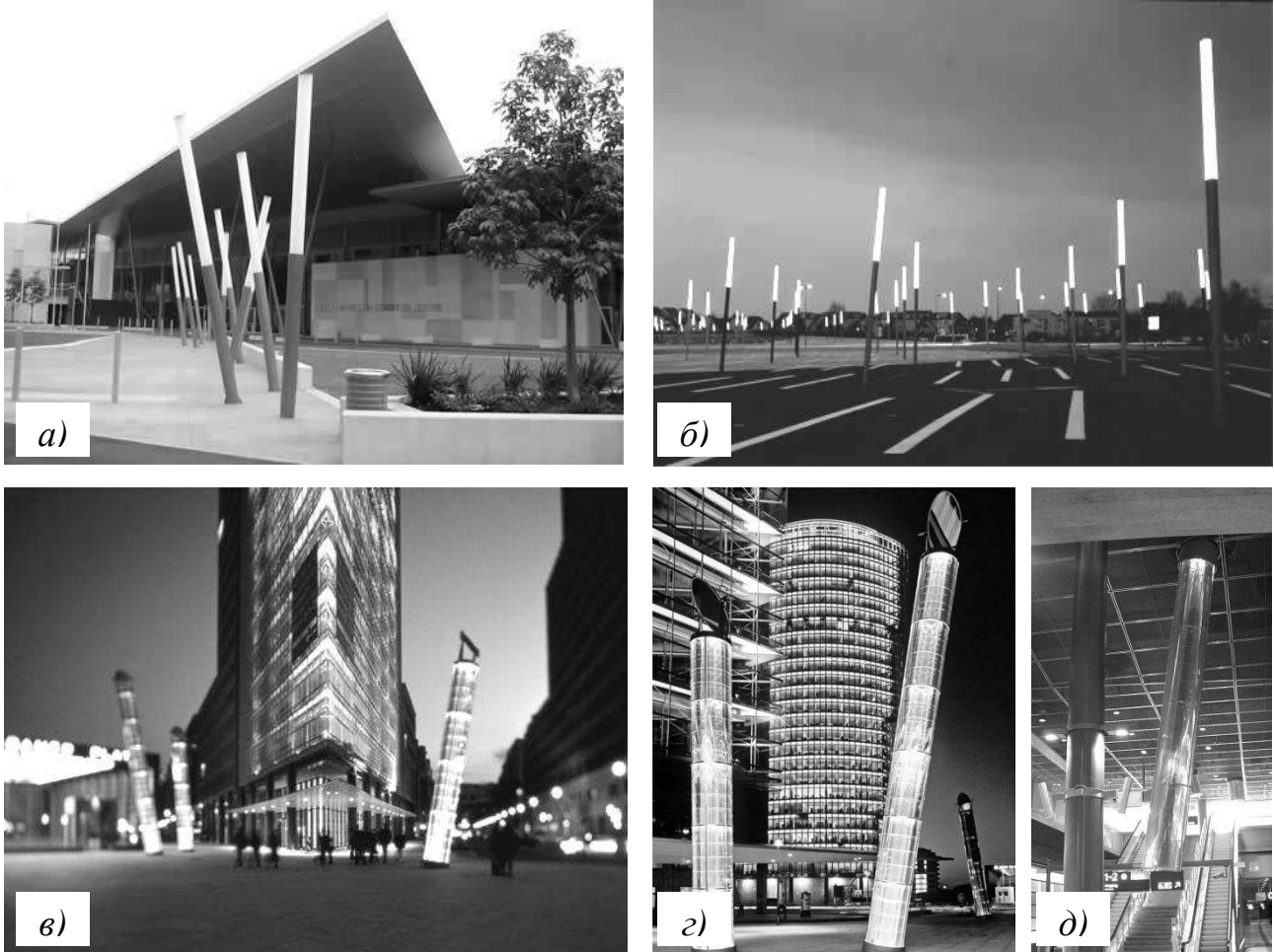


Рис.3. Приклади використання СІО для освітлення прилеглої території

6. **Підвищення енергоефективності будівель і споруд.** Застосування у систем інтегрального освітлення веде до суттєвого зменшення загальних витрат по декільком критеріях. По-перше, світловоди можуть забезпечити необхідний рівень освітленості у приміщеннях, що не мають вікон, або в зонах віддалених від світлопроектів. Експериментальні та розрахункові дані отримані в результаті досліджень М.Майхоуба [8, стр. 132] показують, що в залежності від територіального місцезнаходження, світлового клімату, типу світловоду та необхідного рівня освітленості збереження становлять від 15 до 65%. По-друге, значне підвищення енергозбереження можливе за рахунок поєднання системи інтегрального освітлення із світлорегуляторами, які дозволяють виконувати поступову денатурацію природного світла та збільшення потужності штучного джерела у сутінковий та нічний час. По-третє, впровадження приладів суміщеного освітлення призводить до зменшення отворів у зовнішніх огорожувальних конструкціях. Оптиковолоконні системи

освітлення мають дуже високе співвідношення площі активного концентратора до оптичного діаметру, в наслідок чого необхідний рівень освітленості отримується при вводі лише 20мм кабелю світловоду. По-четверте, стає можливою мінімізація або повна відсутність інфрачервоної частини сонячного спектру, яка виконує зайвий влітку тепловий ефект на внутрішні конструкції споруди. По-п'яте, застосування вище згаданих геліоакумулюючих приладів підвищує загальну автономність системи та зменшує витрати на живлення приладів штучного освітлення, що встановлюються у світловоді.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Системи інтегрального освітлення мають декілька сфер ефективного застосування та поліпшення технічних, гігієнічних і естетичних характеристик будівель. Хоча основний вплив світловоди мають на поліпшення психофізіологічного стану людини та значне підвищення енергоефективності, суттєвий вклад існує і в процес проектування архітектурних об'єктів та інтер'єрів приміщень. Глибинне дослідження впливу сучасних систем освітлення на організацію простору будівель із глибинним розташуванням приміщень з точки зору архітектурного проектування є перспективним напрямом дослідження у подальшому.

Список використаних джерел

1. Праслова В.О. Архітектурно-планувальна організація підземних торговельно-розважальних комплексів :автореф.. дис. ... кандидата архітектури: 18.00.02 / Праслова Валентина Олександрівна. – Київ, 2010. – 18с.
2. Каммерер Ю. Возможности подземного пространства. – Строительство и архитектура Москвы, №5 – М.: Стройиздат,. 1986. – с.8-9.
3. Губіна М. Містобудівний потенціал підземних просторів та передумови їх формування у крупніших містах. – Архітектура громадських споруд та містобудування, №1-2 – Х.: Юнона,. 2009. – с.143-145.
4. Жидкова Т.В. Вертикальне зонування території як метод збереження історичного середовища міста / Т.В.Жидкова, О.А.Шелковін – Комунальне господарство міст, №90 – Х.: Юнона,. 2009. – с.148-151.
5. Конюхов Д.С. Использование подземного пространства. – М.: Архитектура, 2004, – 293 с.
6. Голубев Г.Є.Подземная урбаністика и город. – М.: ИПЦ МИКХиС, 2005, – 124 с.
7. Акіменко В.Я., Яригін А.В., Сергійчук О.В., Ходаківська В.О. Сучасні тенденції розвитку геліосистем та систем штучного освітлення підземних об'єктів. / Збірник тез доповідей наук.-практ. конференції ДУ «ІГМЕ ім.О.М.Марзєєва НАМНУ, 2012. – Вип. 12. – с. 8-9.

8. Mayhoub M.S. Hybrid lighting systems: A feasibility study for Europe / M.S. Mayhoub, D.J. Carter // *Lighting research and Technology* — Vol.44, no.3, 2011. — pp. 261-276.
9. Hansen V.G. Innovative daylighting systems for deep-plan commercial buildings. A thesis submitted in accordance with the requirements of the Queensland University of technology for the degree of Doctor in philosophy. — Queensland University of technology, Australia, 2006.
10. Kunjaranaayudhya I. The design of daylight-transporting systems for deep space illumination. A thesis submitted in accordance with the requirements of the Virginia polytechnic institute and State University for the degree Master of Science in architecture. — Virginia polytechnic institute and State University, USA, 2005.
11. Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Знак, 2006. — 972с: ил.
12. Гусев Н.М. Световая архитектура. / Н.М.Гусев, В.Г.Макаревич. — М.: Стройиздат, 1973. — 248с: ил.

Аннотация

В современных условиях значительного уплотнения застройки территорий городов, широкое применение обрели глубинные архитектурно-пространственные композиции зданий. Естественное освещение таких помещений возможно способами современных систем совмещённого освещения. В статье приводятся преимущества от их внедрения в структуру сооружений с точки зрения комплексного влияния на характеристики зданий.

Ключевые слова: Глубинное расположение помещений, естественное освещение, системы интегрального освещения, световод, энергосбережение в строительстве.

Abstract

Under existing conditions of site development consolidation, wide application assume deep-plan architecture-spacing compositions. Daylighting of such spaces is feasible due to the integrated lighting systems. Advantages of installation systems into the facility structure from the view of complex impact on building's behaviours are outlined in article.

Keywords: Deep-plan spaces, daylighting, integrated lighting systems, guidance system, energy-saving in construction.