

О.М. Діденко, К.І. Суворова, О.М. Ляшенко, М.К. Сухонос, М.А. Любченко

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ПОТОЧНИЙ СТАН І ПОТЕНЦІАЛ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ МІСТА ХАРКОВА

В статті наведений стислий аналіз стану енергетичного комплексу країни та структура споживання електроенергії. Проведено аналіз балансу мережі зовнішнього освітлення м. Харкова. Розглянуто можливість впровадження енергоефективних технологій у систему міського освітлення з метою скорочення витрат на електричну енергію.

Ключові слова: енергозбереження, енергоресурси, зовнішнє освітлення, джерела світла, пускорегулююча апаратура, системи керування.

Постановка проблеми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Традиційна модель українського енергетичного сектору до сих пір базувалася на великих виробниках, викопне паливо, розгалужену й незбалансовану систему мереж, що призвело до майже повної відсутності конкуренції на ринках природного газу, електроенергії, вугілля. Але з прийняттям загальноєвропейських норм, імплементацією директив та проведенням відповідних реформ сьогодні спостерігається перехід до нової моделі, яка підтримує та стимулює створення конкурентного середовища, що дозволить вирівняти можливості для розвитку й мінімізувати домінування одного з видів виробництва енергії або джерел та шляхів постачання палива. А також, віддається перевага підвищенню енергоефективності й використанню енергії відновлюваних та альтернативних джерел енергії. В новій моделі одним з пріоритетних питань є зниження негативних впливів на довкілля.

Директива 2012/27/EU Європейського парламенту та ради від 25 жовтня 2012 р про енергоефективність [1] та «Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [2] (схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р) ставлять перед Україною нові економічні та технологічні задачі, але, водночас, відкривають нові можливості для пошуку та впровадження інноваційних розробок у галузі видобутку, переробки викопних видів палива, виробництва, трансформації, постачання і споживання енергії, що зумовлює потребу у формуванні нової енергетичної політики держави.

Структура загального первинного постачання енергоресурсів

За даними Державної служби статистики України, структура загального первинного постачання енергії характеризується високою часткою природного газу 28,9%, (26,1 млн т н.е.) [3]. Частка атомної енергетики становить 25,5% (23,0 млн т н.е.); вугілля – 30,4% (27,3 млн т н.е.); сирої нафти та нафтопродуктів – 11,6% (10,5 млн т н.е.); біомаси (біомаса, паливо та відходи) – 2,3% (2,1 млн т н.е.); ГЕС – 0,5% (0,5 млн т н.е.); термальної енергії (термальна енергія доквілля та скидні ресурси техногенного походження) – 0,5% (0,5 млн т н.е.) та ВЕС і СЕС разом – 0,1% (0,1 млн т н.е.). Сумарна частка всіх ВДЕ становить 3,6 млн т н.е., або лише 4%.

Показник імпортозалежності у енергетичному секторі України становить, з урахуванням постачання ядерного палива, 51,6%. Таким чином, питання енергетичної безпеки України є вкрай актуальним і є одним із ключових пріоритетів ЕСУ [1-3]. Згідно стратегічним прогнозам частка імпортованих компонентів у ЗППЕ має знизитися до <50% вже до 2020 року та до <33% у 2025-2035 рр., зокрема, завдяки розвитку ВДЕ; збільшенню власного видобутку природного газу; енергозбереженню та підвищенню енергоефективності з дотриманням високих екологічних стандартів.

Як свідчать статистичні дані, Міністерства енергетики і вугільної промисловості споживання електричної енергії в Україні в 2018 році з урахуванням технологічних втрат в мережах збільшилося на 2,3% порівняно з 2017 роком [4].

Без урахування технологічних втрат споживання електричної енергії зросло на 3% (на 1 млрд 792,4 млн кВт-год). Розподіл споживання електричної енергії серед різних споживачів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Структура споживання електроенергії в Україні в 2017 та 2018 роках

Категорія споживачів	2017, млн кВт-год	2018, млн кВт-год	зміни, млн кВт-год	зміни, %	2017, доля, %	2018, доля, %
Споживання е/е (брутто)	149725,9	153214,5	3488,6	2,3		
Споживання е/е (нетто)	118927,1	122143,6	3216,6	2,7	100,0	100,0
в тому числі						
1. Промисловість:	50952,0	52023,1	1071,1	2,1	42,8	42,6
- металургійна	3616,5	3543,2	-73,3	-2,0	3,0	2,9
- паливна	29054,1	29558,8	504,7	1,7	24,4	24,2
- машинобудівельна	2886,8	3115,4	228,6	7,9	2,4	2,6
- хімічна і нафтохімічна	3979,3	4084,5	105,1	2,6	3,3	3,3
- харчова і переробна	2266,3	2231,2	-35,2	-1,6	1,9	1,8
- будівельних матеріалів	4407,1	4536,3	129,2	2,9	3,7	3,7
- інша	4741,8	4953,9	212,0	4,5	4,0	4,1
2. Сільгоспспоживачі	3642,1	3867,8	225,7	6,2	3,1	3,2
3. Транспорт	7044,0	6955,0	-89,0	-1,3	5,9	5,7
4. Будівництво	891,8	964,4	72,6	8,1	0,7	0,8
5. Комунально-побутові споживачі	15016,2	15506,4	490,2	3,3	12,6	12,7
6. Інші непромислові споживачі	6361,1	6880,1	518,9	8,2	5,3	5,6
7. Населення	35019,9	35946,8	926,9	2,6	29,4	29,4

Україна використовує для власних потреб різноманітні джерела енергії, такі як нафта, природний газ, вугілля, атомна і гідроенергія тощо. Традиційно найбільш затребуваними в Україні наразі є викопні ресурси: природний газ і вугілля, які сумарно становлять понад 60 % вітчизняного енергетичного балансу [4].

Метою Національного плану «Скорочення викидів від великих спалювальних установок» (схвалено розпорядженням Кабінету міністрів України від 8 листопада 2017 року № 796-р) є поступове скорочення викидів діоксиду сірки (SO₂), оксидів азоту (NO_x) та речовин у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом, (пил) від існуючих великих спалювальних устано-

вок, номінальна теплова потужність яких становить 50 МВт і більше. На цей час в Україні працює 223 великі спалювальні установки (після групування на одне джерело викидів – димову трубу) загальною номінальною тепловою потужністю 115.894 ГВт. [4-7]

Харківська ТЕЦ-5 здатна нести електричне навантаження до 540 МВт і покривати теплове навантаження до 1420 Гкал/год [4, 7]. На сьогодні виробничий внесок ПрАТ «Харківська ТЕЦ-5» у промисловий розвиток і економічний добробут України та Харківського регіону складає більш ніж 50 млрд. кВт·год електроенергії та понад 48 млн. Гкал теплової енергії (табл. 2).

Таблиця 2

Інформація про обсяги виробництва та реалізації електричної енергії

Основний вид продукції	Обсяг виробництва		
	2017р. факт	2018р. факт	Відхилення
Електроенергія	1114,252 млн. кВтг	1176,204 млн. кВтг	61,952 млн. кВтг
Теплова енергія	1610,992 тис. Гкал	1719,300 тис. Гкал	108,31 тис. Гкал

Теплові електростанції є одним з найбільших джерел забруднення атмосфери, бо, крім головних продуктів згоряння, вуглецю й водню, що не є токсичними, в атмосферу викидаються оксиди сірки: сірчистий SO₂ і сірчаний SO₃ ангідрид,

оксиди азоту: оксид NO та діоксид NO₂, деякі фтористі сполуки, чадний газ CO та його супутник бензопірен C₂₀H₁₂, вуглеводні: метан CH₄ та етилен C₂H₄, п'ятиокис ванадію V₂O₅, солі натрію та інші. Більшість цих продуктів токсичні і навіть у незна-

чних концентраціях шкідливо впливають на людину, тваринний і рослинний світ. Поряд з цим шкідливий вплив ТЕЦ виявляється у шлейфах пилу й диму, які скорочують ультрафіолетову радіацію і видимість, засоленості і замазученості води.

Кількість і характеристика шкідливих викидів ТЕЦ в атмосферу залежить від використовуваного палива.

Так, при спалюванні природного газу викидаються:

- оксиди азоту NO_x : NO , NO_2 ;
- продукти неповного згоряння: CO , $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$.

Теплотворна здатність природного газу 55 МДж/кг, а викиди CO_2 становить 51 г/МДж

При спалюванні мазуту викидаються:

- оксиди сірки SO_x : SO_2 , SO_3 (до 5 %);
- оксиди азоту NO_x : NO , NO_2 (2-5 % від загального вмісту NO_x);
- продукти неповного згоряння: CO , $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$, CH_4 , C_2H_4 , сажа;
- оксиди ванадію: V_2O_5 ;
- речовини, що видаляються із зовнішніх поверхонь нагрівання при очищеннях.

Кількість SO_2 , що утворюється при спалюванні мазуту, вдвічі більша, ніж при спалюванні твердого палива.

Основним видом палива Харківської ТЕЦ-5 є природний газ, резервним – мазут. При спалюванні різних видів палива видобувається електрична енергія, отже при спалюванні 1 м³ природного газу видобуток електричної енергії становить 11,42 кВт год.

Спіраючись на директиву 2012/27EU в Харкові передбачено зниження викидів CO_2 на 20%.

Формулювання мети статті

Мета публікації полягає в тому, щоб привернути увагу до питань зовнішнього освітлення та окреслити шляхи підвищення енергоефективності систем освітлення в м. Харкові.

Виклад основного матеріалу. Основні вимоги до систем зовнішнього освітлення

В світовій практиці приблизно 19% здобутої електричної енергії витрачається на освітлення.

Зовнішнє освітлення міста є важливою та невід'ємною складовою інженерно-транспортної інфраструктури територій. Правильно спроектоване освітлення площ і вулиць – це комфорт і безпека людей в темний час доби. Про важливість зовнішнього освітлення говорить факт наявності в Державних будівельних нормах України окремого розділу, присвяченого питанням нормування зовнішнього освітлення [1]. В діючих законодавчих та норматив-

но-правових актах України проблеми зовнішнього освітлення висвітлено як в контексті розробки невідкладних заходів по зменшенню дорожньо-транспортних пригод (ДТП), так і в складі розв'язання питань благоустрою територій [2]. Головною функцією зовнішнього освітлення є забезпечення життєдіяльності міста в темний період доби, або в умовах недостатньої видимості, а також створення комфортних і безпечних умов для мешканців міста [3].

Зовнішнє штучне освітлення міста одночасно виконує естетичну, екологічну й економічну функції, тому що є одним з найважливіших елементів його благоустрою та архітектурно-художнього оформлення. Забезпечення світлового комфорту у вечірній і нічний час досягається за рахунок раціонально обраних кількісних й якісних характеристик штучного освітлення, що регламентуються нормами [4].

В питаннях освітлення міста найбільшу увагу приділено освітленню дорожніх покриттів.

Норми регламентують значення яскравості (освітленості) дорожніх покриттів залежно від інтенсивності руху транспорту, визначають припустимі величини нерівномірності розподілу яскравості по поверхні дорожнього покриття в поздовжньому й поперечному напрямках, а також припустиме значення характеристики сліпучої дії вуличних світильників [4]. Ці обмеження є граничними значеннями характеристик якості освітлення.

В установках зовнішнього освітлення варто використовувати прилади з енергоекономічними джерелами світла. В установках з ускладненим доступом для обслуговування світильників доцільно застосовувати безелектродні розрядні (індукційні) лампи (БІЛ), які мають термін служби не менше ніж 50 тис. год.

Під час проектування установок зовнішнього освітлення особливу увагу варто приділяти *оптимізації вибору й розміщенню* освітлювальних приладів із найповнішим врахуванням їхнього світлорозподілу. Критерієм оптимізації проектного рішення є *енергоекономічність* – мінімум потужності освітлювальної установки під час забезпечення нормованих кількісних та якісних показників. Під час розміщення світильників необхідно зважати на можливість зручного під'їзду для монтажу й експлуатації.

Для забезпечення зорової орієнтації водіїв і пішоходів світильники необхідно розташовувати так, щоб утворена ними лінія чітко й однозначно вказувала напрям дороги. Не дозволено в нічний час часткове відключення світильників у разі їхнього однорядного розташування й установці по одному світильнику на опорі.

На території автозаправних станцій і автостоянок, що прилягають до вулиць і доріг із транспорт-

ним рухом, світильники розсіяного світла повинні встановлюватися на висоті не менше ніж 3 м за світловим потоком ламп до 6000 лм. Для освітлення зазначених об'єктів не дозволено застосування прожекторів, розташованих на дахах і навісах та спрямованих у бік вулиці або дороги.

У разі використання для освітлення великих майданів і транспортних розв'язок, зокрема в декількох рівнях, опор висотою 20 м і більше, встановлювані на них світлові прилади мають забезпечувати максимум сили світла під кутом не більше 65° від вертикалі, до того ж сила світла під кутами 80°, 85°, 90° у робочому положенні не повинна перевищувати відповідно 50, 30 й 10 кд на 1000 лм світлового потоку ламп. Висота розташування світильників над дорожнім покриттям проїзної частини верхнього рівня транспортного перетинання має бути не менше ніж 10 м.

Аналіз стану елементів та вузлів системи зовнішнього освітлення м. Харкова

За даними КП Електромереж зовнішнього освітлення "Міськсветло" у 2017р. порівняно з 2016р. загальна довжина електромереж зовнішнього освітлення в місті збільшилось на 55,25 км, у тому числі кабельних мереж на 20,45 км, а повітряних лінії на 34,8 км (табл. 3).

Загальна кількість працюючих світлоточок зовнішнього освітлення збільшилася на 3,507 тис. од.. Використання компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ) зменшилося на 0,405 тис. од, ртутних на 0,77 тис. од., натрієвих на 347,128 тис. од., а от використання металогалогенних збільшилося на 18 тис. од. та світлодіодних джерела світла на 20,81 тис. од.

Для освітлення міста використовують джерела світла з наступною потужністю КЛЛ - 20, 35 Вт, ДНаТ - 70, 100, 150, 250 Вт, LED - 18-180 Вт, таких виробників, як Schreder, Philips, Osram, General electric, Ledlife, CY-24 та ін. Строк служби світильників до 15 років. Технічне обслуговування проводять 2 рази на рік.

Кількість автоматизованих систем дистанційного керування зовнішнім освітленням (телемеханіки та GSM-модулів) порівняно з 2016р. збільшилось на 83 од.

Загальна кількість приладів обліку електричної енергії зменшилась, але прилади диференційного обліку електричної енергії почали використовуватися більш ширше (табл. 3).

Кількість спожитої електричної енергії та витрат на неї теж збільшилася.

Енергоефективність зовнішнього освітлення

Нинішній стан зовнішнього освітлення потребує більшої уваги з боку проектувальників та влади. Низька ефективність старих джерел світла, які не відповідають новим нормам, призводить до того, що споживання електричної енергії в 1,7 разів вище ніж в інших країнах світу.

Таблиця 3
Баланс мережі зовнішнього освітлення м Харкова у 2016 р та 2017 р.

Баланс мережі	2016	2017
Загальна протяжність мереж зовнішнього освітлення населених пунктів:		
- всього, км	2442,75	2498
у тому числі:		
- кабельні мережі, км;	1259,02	1279,47
- повітряні мережі, км	1183,73	1218,53
Кількість світлоточок, тис. шт (на балансі)	-	80,822
Кількість світлоточок за типами ДС:		
- всього, тис. шт. (працюючих)	76,487	79,994
у тому числі:		
- ККЛ;	1,723	1,318
- ртутні;	2,664	1,894
- натрієві;	70,703	36,575
- металогалогенні;	0,386	18,386
- світлодіодні джерела світла	1,011	21,821
Кількість автоматизованих систем дистанційного управління зовнішнім освітленням (телемеханіки та GSM-модулів), шт	525	608
Кількість приладів обліку електричної енергії, яка споживається системами зовнішнього освітлення населених пунктів,		
- всього, тис. шт.	0,764	0,752
у тому числі прилади диференційного обліку електричної енергії (постанова №2210 від 15.12.2016р.)	0,736	0,750
Кількість спожитої електричної енергії:		
- всього, тис кВт/год	30701,9	31288,1
- на роботу 1 світлоточки, кВт/год.	-	402
Витрати на електроенергію, спожиту на зовнішнє освітлення, тис грн.	38796,0	39536,74

Варто звернути увагу на наступні заходи щодо енергозбереження для освітлювальних установок:

Заміна наявних світильників більш ефективним.

Якщо провести заміну існуючих джерел світла можливо досягти економії електричної енергії від 20 – 50 % в залежності від типу джерела світла. Для досягнення кращого ефекту при проведенні заміни необхідно застосувати комп'ютерне моделювання об'єкта з різними варіантами, а потім обрати оптимальний.

Заміна пускорегулюючої апаратури.

Використання в комплекті люмінесцентних джерел світла замість стандартної пускорегулюючої апаратури (ПРА), електромагнітної ПРА зі зниженими втратами, підвищує світловіддачу комплексу на 6÷26%, а електронної ПРА (ЕПРА) – на 14÷55%, знову ж таки, у залежності від джерела світла.

Використання систем автоматичного керування освітленням.

Економія електроенергії при впровадженні автоматичного керування освітленням може бути оцінена від 10 % до 40%.

Істотну економію витрат електроенергії на освітлення можна одержати за допомогою раціональної системи керування освітленням. Такі системи здійснюють включення або відключення освітлювальних приладів при наступних умовах:

- залежно від рівня природної освітленості (наприклад, по сигналах фотореле);
- при досягненні певного часу доби (наприклад, по сигналах таймерів);
- при натисканні людиною кнопок керування;
- при вступі сигналів від датчиків присутності.

Системи керування освітленням дуже поширені за кордоном. При їхньому впровадженні слід врахувати, що вони ускладнюють освітлювальні мережі й у багатьох випадках знижують термін служби деяких типів ламп. Наприклад, кожне включення люмінесцентної лампи знижує строк її служби приблизно на дві години.

Впровадження таких систем дає змогу створити «розумне освітлення», а в цілому «розумне місто».

За допомогою таких систем можливо виконувати безпечно освітлення пішохідних зон, тротуарів та доріг.

Висновки

Зменшення кількості корисних копалин на землі, технологія їх переробки та, як наслідок, шкідливий вплив на екологію, ставить перед людством нові задачі по модернізації, удосконаленню та впровадженню енергозберігаючих технологій у всіх сферах життєдіяльності людини.

Отримання електричної енергії на потреби м. Харкова здійснює тепловими електроцентралями, які є одним з найбільших джерел забруднення атмосфери, бо, крім головних продуктів згоряння, вуглецю й водню, що не є токсичними, в атмосферу викидаються оксиди сірки: сірчистий SO₂ і сірчаний SO₃ ангідрид, оксиди азоту: оксид NO та діоксид NO₂, деякі фтористі сполуки, чадний газ CO та його супутник бензопірен C₂₀H₁₂, вуглеводні: метан CH₄ та етилен C₂H₄, п'ятиокис ванадію V₂O₅, солі натрію та інші. Теплотворна здатність природного газу 55 МДж/кг, а викиди CO₂ становить 51 г/МДж.

Окремої уваги потребує система зовнішнього освітлення.

Завдяки проведеному аналізу встановлено, що у 2017 р. в м. Харкові на зовнішнє освітлення було використано 31288,1 тис кВт/год, порівняно з 2016 збільшилось на 586,2 тис кВт/год.

Впровадження енергозберігаючих джерел світла, нових пускорегулюючих апаратів та автоматичних систем керування допоможуть зменшити споживання електричної енергії на 20 – 60 %).

Необхідними заходами є проведення заміни старих освітлювальних приладів, які вже вичерпали свої ресурси роботи, на нові з енергозберігаючими джерелами світла, встановлення нової пускорегулюючої апаратури та автоматичних систем керування, що допоможе скоротити витрати на електроенергію до 60 %.

Література

1. Directive 2012/27/eu of the European parliament and of the council of 25 october 2012 (2012). Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32012L0027>
2. *Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»* : Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р [Електронний ресурс] // Офіційний веб-сайт Урядовий портал. – Режим доступу <https://www.kmu.gov.ua/ua/npras/250250456>.
3. *Державна служба статистики України* [Електронний ресурс]. - Режим доступу <http://www.ukrstat.gov.ua/>
4. *Інформація про роботу електроенергетичного комплексу.* [Електронний ресурс] // Міністерство енергетики та вугільної промисловості – Режим доступу: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245183225
5. ДСТУ 4712:2007. *Енергозбереження. Паливно-енергетичні баланси промислових підприємств. Методика побудови та аналізу* [Текст]. Чин. від 01.07.20007. – К.: Держстандарт України. – 2007. – 25 с.
6. EN 15193, 2006. European Standard EN 15193: 2006, Energy performance of buildings - Energy requirements for lighting.

7. Приватне акціонерне товариство «Харківська ТЕЦ-5» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tec5.kharkov.ua/Ukr/index.php>
8. ДБН В.2.5–28:2018 Природне і штучне освітлення [Текст]. – Чинний від 2019–03–01. – Київ.: Мінрегіон України, 2018. – 137 с.
9. DIN EN 12464-1 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places (n.d.).
10. EN13201 – 2015 the New Standard for Road Lighting-Rv01 210316 (n.d.)
11. *Street Light that Glows on Detecting Vehicle Movement Circuit and Working* (n.d.). Retrieved from: <https://www.elprocus.com/street-light-glows-on-detecting-vehicle-movement-circuit/>
12. Місюк, Ю. П. Зовнішнє освітлення міст та безпека дорожнього руху [Текст] / Ю. П. Місюк // Міжнародний науково-технічний журнал Світлотехніка та Електроенергетика. – Харків : ХНАМГ, 2010. – № 3-4. – С. 33 – 39.
13. Назаренко, Л. А. Штучне зовнішнє освітлення: навч. посібник [Текст] / Л. А. Назаренко, К. І. Іоффе ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 88 с.
14. Чернець, В. С. Підвищення енергетичної ефективності системи зовнішнього освітлення м. Люботин (за висновками поточного стану системи) [Текст] / В. С. Чернець // Міжнародний науково-технічний журнал Світлотехніка та Електроенергетика. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2012. – № 3. – С. 39 – 51.

References

1. Directive 2012/27/eu of the European parliament and of the council of 25 october 2012 (2012). Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32012L0027>
2. Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2035 "Security, Energy Efficiency, Competitiveness" №. 605-p (2017). Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/250250456>.
3. *State Statistics Service of Ukraine* (n.d.) Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua/>
4. Information on the work of the electric power complex. (n.d.) *Ministry of Energy and Coal Industry*. Retrieved from: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245183225
5. DSTU 4712:2007. (2007) Yenergozberezhennya. Palivno-yenergetichni balansi promislovikh pidpriyemstv. Metodika pobudovi ta analizu. Chin. Vid 01.07.20007. Derzhstandart Ukraini, 25.
6. EN 15193, 2006. European Standard EN 15193: 2006, Energy performance of buildings - Energy requirements for lighting.
7. *Private Joint-Stock Company "Kharkiv Teplovaya Electric Power Station-5"* (n.d.) Retrieved from: <http://tec5.kharkov.ua/Ukr/index.php>
8. DBN V.2.5-28-2006 Natural and artificial lighting (2018) Kyiv .: Minregion of Ukraine, 137.

9. DIN EN 12464-1 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places (n.d.).
10. EN13201 – 2015 the New Standard for Road Lighting-Rv01 210316 (n.d.)
11. *Street Light that Glows on Detecting Vehicle Movement Circuit and Working* (n.d.). Retrieved from: <https://www.elprocus.com/street-light-glows-on-detecting-vehicle-movement-circuit/>
12. Mysiuk, Iu. P. (2010) Outward illumination of cities and safety of travelling motion. *Journal of Lighting engineering and Power engineering*, 3-4, 33-39.
13. Nazarenko, L. A., Ioffe, K. I. (2017) Artificial exterior lighting: teaching. Manual. *Journal of Lighting engineering and Power engineering*, 88.
14. Chernets, V. S. (2017) Increase of the external illumination system power efficiency for luboin city (at current conclusions of status of system). *Journal of Lighting Engineering and Power Engineering*, 3, 39-51.

Рецензент: доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри світлотехніки та джерел світла П. І. Неєжмаков, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна

Автор: ДІДЕНКО Олена Михайлівна
кандидат технічних наук, старший викладач кафедри Світлотехніки і джерел світла
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – olena.parhomenko@kname.edu.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8219-7692>

Автор: СУВОРОВА Кристина Ігорівна
кандидат технічних наук, доцент кафедри світлотехніки та джерел світла
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
E-mail – kisuvorova17@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8687-3547>

Автор: ЛЯШЕНКО Олена Миколаївна
старший викладач кафедри світлотехніки і джерел світла
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – happy.light9574@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8835-8677>

Автор: СУХОНОС Марія Костянтинівна
доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – khg@kname.edu.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7246-8740>

Автор: ЛЮБЧЕНКО Марія Анатоліївна
кандидат технічних наук, доцент кафедри основ
архітектурного проектування та рисунку
Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – mariialiu@gmail.com

CURRENT STATUS AND POTENTIAL OF ENERGY EFFICIENCY OF LIGHTING SYSTEMS OF KHARKOV CITY

O. Didenko, K. Suvorova, O. Lyshenko, M. Sukhonos, M. Lubchenko

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

According to the 2012/27EU directive, Ukraine needs to reduce CO₂ emissions by 20%, which is only possible with reduced consumption and combustion of coal, petroleum products and natural gas, as well as through the implementation of energy-efficient technologies.

According to the Energy Strategy of Ukraine, by 2035, the country plans a gradual reduction of the use of solid fuel and gas, while more attention will be paid to alternative energy.

Despite the chosen way of energy saving, the analysis of the energy sector in the country indicates the opposite. Electricity consumption in Ukraine in 2018, taking into account technological losses in the networks, increased by 2.3% compared to 2017.

Extraction of electric energy on thermal power plants is caused by harmful influence on the environment.

In world practice, about 19% of the electricity generated is spent on lighting.

According to the data of the Communal Services of the external lighting system of "Miksvitlo", the total length of the electric lighting system in the city of Kharkov is 2,498 km, including cable networks 1279,47 km, and the airline 1219,53 km.

The total number of working light-emitting diodes of external illumination is 79,994 thousand units. There is a gradual shift from energy-consuming light sources to more energy-efficient ones. The use of CFL decreased by 0.405 thousand units, mercury by 0.77 thousand units, sodium by 347,128 thousand units, and the use of metal halide increased by 18 thousand units. and an LED light source of 20.81 thousand units.

In order to illuminate the city, light sources are used with the following outputs: 20, 35 W, DNT-70 – 250 W, LED – 18 - 180 W, such as Schreder, Philips, Osram, General electric, Ledlife, SU- 24 and others.

There is an increase in the number of automated remote control systems for outdoor lighting. The total number of electrical energy meters has decreased, but the devices for differential accounting of electric energy have begun to be used more widely. The amount of electricity consumed also increased by 586.2 thousand kWh.

The current state of outdoor lighting needs more attention. The low efficiency of old light sources that do not meet the new standards leads to the fact that the consumption of electric energy is 1,7 times higher than in other countries of the world.

Keywords: *energy saving, energy resources, external lighting, light sources, start-up equipment, control systems.*