

Енергосервісна
компанія



Екологічні
Системи

МУНІЦИПАЛЬНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПЛАН ЗАПОРІЖЖЯ

ЕС3.031.125.01.04.01

Техніко-економічне обґрунтування інвестиційного проекту

**«Модернізація вуличного освітлення Запоріжжя
на основі світлодіодних світильників та сонячної електростанції»**

м. Запоріжжя

2014 р.

					ЕС3. 031.125.01.04.01 Муніципальний енергетичний план Запоріжжя Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»	Лист
		20.03.2014				

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ТОВ ЕСКО "Екологічні Системи"

_____ Степаненко В. А.

МУНІЦИПАЛЬНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПЛАН ЗАПОРІЖЖЯ

ЕС3.031.125.01.04.01

Техніко-економічне обґрунтування інвестиційного проекту

**«Модернізація вуличного освітлення Запоріжжя
на основі світлодіодних світильників та сонячної електростанції»**

від виконавця

Посада виконавця	ПІБ	Підпис	Дата
Технічний директор	Афанасьєв О. С.		
Заступник директора	Гофман Є.		
Начальник бюро інвестицій- ного аналізу і планування	Матковський В.		
Начальник бюро енергетич- ного аудиту і аналізу	Гуч В.		
Енергоменеджер	Калініна Ю.		
Енергоменеджер	Огурок А.		
Енергоменеджер	Горлакова А.		
Молодший спеціаліст	Гридасов М.		
Молодший спеціаліст	Кошова К.		
Молодший спеціаліст	Лісова Т.		

					ЕС3. 031.125.01.04.01 Муніципальний енергетичний план Запоріжжя Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»	Лист _____
		20.03.2014				

Зміст

Резюме.....	6
1. Базове дослідження існуючого стану	9
1.1. Основні відомості	9
1.2. Технічна оцінка	11
1.3. Оцінка споживання електроенергії.....	18
1.4. Тарифний аналіз і прогноз цін на енергоносії	21
1.5. Фінансова оцінка вартості енергетичних ресурсів	24
1.6. Нормативно-правові рамки.....	25
2. Опис проекту.....	27
2.1. Визначення рішень щодо підвищення енергоефективності.....	27
2.2. Склад проекту.....	28
2.3. Опис варіанту реалізації проекту	28
2.4. Технологічний процес	33
2.5. План споживання і виробництва електроенергії.....	39
3. Показники інвестиційного проекту ІП-1	40
3.1. Економічний аналіз проекту ІП-1	40
3.2. Фінансовий аналіз проекту ІП-1.....	45
4. Показники інвестиційного проекту ІП-1.1	55
4.1. Економічний аналіз проекту ІП-1.1	55
5. Показники інвестиційного проекту ІП-1.2.....	60
5.1. Економічний аналіз проекту ІП-1.2.....	60
6. Аналіз ризиків проекту.....	65
6.1. Структура і управління ризиками	65
6.2. Аналіз чутливості проекту.....	67
7. Екологічні вигоди.....	72
7.1. Оцінка зниження викидів парникових газів	72
7.2. Оцінка обсягів додаткового безповоротного фінансування за рахунок вуглецевого інвестора.....	72
8. Оцінка соціального та екологічного впливу	74
9. Впровадження проекту	75
9.1. Організація впровадження.....	75
9.2. Моніторинг виконання	76

- Додаток А.** Відомості про джерела вуличного освітлення міста Запоріжжя
- Додаток А.1.** Загальні відомості про світильники
- Додаток А.2.** Відомості про світильники по вул. Возз'єднання України та по пр. Леніна
- Додатку В.** Графік включення та виключення зовнішнього вуличного освітлення м. Запоріжжя
- Додаток С.** Системи диспетчеризації
- Додаток С.1.** Системи диспетчеризації вуличного освітлення
- Додаток С.2.** Системи диспетчеризації сонячних електричних станцій
- Додаток D.** Пропозиції постачальників обладнання
- Додаток D.1.** Пропозиції по сонячним електростанціям
- Додаток D.1.1.** Пропозиції компанії «ИНФОКОМ ЛТД»
- Додаток D.1.2.** Пропозиції компанії «КВАЗАР»
- Додаток D.2.** Пропозиції по сонячним модулям компанії «Альтек»
- Додаток D.3.** Пропозиції по світлодіодним вуличним світильникам
- Додаток D.3.1.** Пропозиції компанії «Phillips»
- Додаток D.3.2.** Пропозиції компанії «Ліга Лед»
- Додаток D.3.3.** Пропозиції компанії «Maxus Led»

Перелік скорочень

DPP – Дисконтований строк окупності
IRR – Внутрішня норма рентабельності
NPV – Чистий дисконтований дохід
PDD – проектна – технічна документація
PIN – проектна ідея або концепція проекту
АДС – аварійно – диспетчерська служба
ДБН – державні будівельні норми
ДНаТ – дугова натрієва трубчаста лампа
ДП – диспетчерський пункт
ДРЛ – дугова ртутна люмінесцентна лампа
ДСТУ – державний стандарт України
ЕЕ – електроенергія
ЕТР – експлуатаційно-технічна ділянка
ЄБРР – Європейський банк реконструкції та розвитку
ЄІБ – Європейський інвестиційний банк
ЗЕА – Запорізьке енергетичне агентство
ИК – інфрачервоне випромінювання
КЛ – кабельна лінія
КЛЛ – компактна люмінесцентна лампа
КМУ – кабінет міністрів України
КП – комунальне підприємство
КУ – комунальна установа
ЛЛ – лампа люмінесцентна;
ЛН – лампа розжарювання;
ЛОН – лампа загального призначення
МЛ – ртутно-вольфрамова лампа
ОСВ – Одиниця скорочення викидів
ПДВ – Податок на додану вартість
ПЛ – повітряна лінія
СВО – системи вуличного освітлення
СД – світлодіод
СДС – світлодіодний світильник
СЕС – сонячна електрична станція
ТЕО – Техніко-економічне обґрунтування
УФ – ультрафіолетове випромінювання;

Резюме

Техніко-економічне обґрунтування інвестиційного проекту «Модернізація вуличного освітлення Запоріжжя на основі світлодіодних світильників та сонячної електростанції» виконано компанією ЕСКО «Екологічні Системи» в рамках розробки Муніципального енергетичного плану м. Запоріжжя за завданням комунального підприємства «Запорізьке міське інвестиційне агентство» згідно договору № 150 від 19 квітня 2013 р. з метою залучення фінансування для реалізації інвестиційного проекту.

Метою проекту є модернізація системи вуличного освітлення (далі – СВО) міста для зниження видатків міського бюджету на її експлуатацію.

Поставлена мета досягається завдяки виконанню наступних завдань:

- скорочення видатків з міського бюджету на функціонування системи вуличного освітлення міста на 40% за рахунок заміни існуючих світильників на енергоефективні світлодіодні світильники;
- отримання надходжень до міського бюджету за рахунок реалізації електричної енергії, що виробляється сонячною електричною станцією, по «зеленому» тарифу у денні години.

Крім того, реалізація проекту забезпечить вирішення важливих завдань МЕР та загальноєвропейського Плану 20-20-20:

- зниження споживання енергоносіїв в системі вуличного освітлення міста на 1 863,3 т.у.п. або 40%^{*1};
- зниження викидів парникових газів в атмосферу на 12 303,3 т/рік або на 100%^{*1};
- заміщення традиційних джерел енергії відновлювальними джерелами у системі вуличного освітлення міста Запоріжжя на 100%^{*1};
- забезпечення належного рівня та якості освітленості вулиць міста.

^{*1} – від загального обсягу в системі вуличного освітлення м. Запоріжжя.

Інвестиційний проект (ІП-1) складається з двох підпроектів, що можуть впроваджуватися окремо, але являються невід'ємними частинами загального проекту. До складу загального проекту входять наступні підпроекти:

- **Підпроект 1.** Модернізація системи вуличного освітлення на основі впровадження 40 170 світлодіодних світильників (далі – СДС);
- **Підпроект 2.** Встановлення сонячної електричної станції (далі – СЕС) загальною потужністю 6,05 МВт.

Особливістю проекту ІП-1 є використання принципу компенсації витрат коштів на споживання електричної енергії світильниками в нічний період за рахунок виробництва і продажу на енергоринок електричної енергії по «зеленому» тарифу від власних джерел, що побудовані на основі сонячних електричних станцій.

Підпроект 1 передбачає модернізацію системи вуличного освітлення шляхом заміни 40 170 діючих світильників на сучасні енергоефективні світлодіодні. Передбачається встановлення світильників, що забезпечують більш якісне освітлення при

зменшенні споживання електроенергії та значно довшому терміні служби. Світильники споживають електричну енергію у темний період доби за тарифами, диференційованими за періодами часу.

Економічний ефект від впровадження проекту очікується за рахунок зниження витрат на оплату за електроенергію, а також витрат на обслуговування системи вуличного освітлення.

Підпроект 2 передбачає будівництво сонячної електростанції. Сонячна електрична станція виробляє електричну енергію у денні години доби і відпускає її до електричних мереж Об'єднаної енергетичної системи України за «зеленим» тарифом. Потужність сонячної електростанції розрахована таким чином, щоб забезпечити виробництво електроенергії у обсязі, який покриває річне споживання світлодіодними світильниками (**підпроект 1**).

Здійснення функцій моніторингу, обліку та управління системою вуличного освітлення та сонячною електростанцією передбачається через диспетчерські служби.

Економічний ефект від впровадження проекту очікується шляхом отримання доходів комунальним підприємством «Запоріжмиськсьвітло» за рахунок різниці вартості реалізованої електроенергії за «зеленим» тарифом та придбаної електроенергії за діючими «денними» і «нічними» тарифами. Після закінчення дії «зеленого» тарифу постійний дохід підприємства забезпечуватиметься за рахунок позитивної різниці між «денними» і «нічними» тарифами енергоринку України.

Фінансовою особливістю загального проекту є забезпечення прийняттого строку окупності за рахунок отримання сумарного економічного ефекту (прибутку) від впровадження обох підпроектів одночасно.

Фінансування проекту **ІП-1** передбачається реалізувати за рахунок залучення позикових коштів. Крім того, є можливість залучення додаткового безповоротного фінансування у обсязі 2 832,5 тис. грн за рахунок механізмів Кіотського протоколу.

В якості керуючої компанії по виконанню проекту передбачається визначити комунальне підприємство «Запоріжмиськсьвітло». Як один із варіантів реалізації проекту можливо залучення приватної компанії.

Із загального інвестиційного проекту (**ІП-1**) виділено два окремих інвестиційних проекти, що мають за мету попереднє відпрацювання фінансової схеми та технічних рішень експлуатації світлодіодних світильників та сонячної електростанції. Перелік проектів наведено в **таблиці 1**.

Таблиця 1. Склад та строки впровадження інвестиційного проекту

№	Позн.	Найменування	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	ІП-1	Загальний інвестиційний проект						
2	ІП-1.1	Пілотний ІП, вул. Возз'єднання України						
3	ІП-1.2	Типовий ІП, просп. Леніна						

Пілотний проект (ІП-1.1) передбачає модернізацію 43 світильників, розташованих по вул. Возз'єднання України, та будівництво СЕС потужністю 6,7 кВт. Строк реалізації проекту – 2015 р.

Типовий проект (ІП-1.2) передбачає модернізацію 1 576 світильників, розташованих по просп. Леніна, та будівництво СЕС потужністю 244,5 кВт. Строк реалізації проекту – 2016 р.

Загалом реалізація інвестиційного проекту охоплює 40 170 світильників та будівництво СЕС загальною потужністю 6,05 МВт. Загальний строк реалізації проекту – 2015-2020 р.

Дані розрахунків техніко-економічних показників проекту наведені у зведеній таблиці 2.

Таблиця 2. Основні техніко-економічні показники проекту

№	Найменування	Одиниці виміру	ІП-1.1	ІП-1.2	ІП-1
1	Економічні характеристики проекту				
1.1	Строк життя проекту	років	15	15	15
1.2	Строк реалізації проекту	рр.	2015	2016	2015-2020
1.3	Капітальні витрати	тис. грн	351	10 178	233 269
2	Технічні характеристики проекту				
2.1	Кількість світильників	шт.	43	1 576	40 170
2.2	Загальна потужність існуючих світильників	кВт	4,1	167,6	4 477
2.3	Строк служби існуючих електричних ламп	тис. год	12...16	6...20	1...20
2.4	Загальна потужність СДС	кВт	3,1	111,0	2 746
2.5	Строк служби СДС	тис. год	50	50	50
2.6	Кількість СЕС	шт.	1	1	1
2.7	Потужність СЕС	кВт	6,7	244,5	6 046
2.8	Загальна площа фотоелектричних модулів	м²	61,5	3 076,9	46 508
3	Експлуатаційні характеристики				
3.1	Річне споживання електроенергії існуючими світильниками	тис. кВт·год	12,2	514,1	13 731
3.2	Річне споживання електроенергії СДС	тис. кВт·год	9,3	340,6	8 423
3.3	Річний обсяг економії електричної енергії	тис. кВт·год	2,9	173,6	5 309
3.4	Річне виробництво електроенергії СЕС	тис. кВт·год	9,3	340,6	8 423
3.5	"Зелений" тариф на електроенергію для СЕС, (станом на 01.01.2015), без ПДВ	грн/кВт·год	3,31	3,31	3,31
3.6	Обсяг зниження викидів CO ₂	т/рік	10,9	460,6	12 303,3
4	Показники ефективності				
4.1	Термін простої окупності	років	11,1	8,5	7,8
4.2	Коефіцієнт дисконтування	%			7%
4.3	Чистий дисконтований дохід (NPV)	тис. грн			36 642
4.4	Дисконтований термін окупності (DPP)	років			13,0
4.5	Внутрішня норма рентабельності (IRR)	%			9,4%

1. Базове дослідження існуючого стану

1.1. Основні відомості

Географічне положення та кліматичні умови м. Запоріжжя

Місто Запоріжжя розташоване в південно-східній частині України на обох берегах Дніпра. Площа м. Запоріжжя в існуючих адміністративних межах становить 27 801 га. Територія міста поділяється на 7 адміністративних районів: Жовтневий, Заводський, Комунарський, Ленінський, Орджонікідзевський, Хортицький, Шевченківський. Станом на 01.08.2013 чисельність наявного населення в м. Запоріжжі складала 766 тис. осіб.

У цілому клімат міста є помірно континентальним, з вираженими в літній період посушливими сухувійними явищами, що проявляються в окремі роки з особливою інтенсивністю. Літо тепле, звичайно починається в перших числах травня і продовжується до початку жовтня, охоплюючи період біля п'яти місяців. Зима помірно м'яка, часто спостерігається відсутність стійкого сніжного покриву. У середньому, висота сніжного покриву складає 14 см, найбільша - 35 см.

Середньорічна температура повітря становить 9,6°C, найбільш низька вона у січні (мінус 3,5°C), найбільш висока - у липні (22,4°C). Середня глибина промерзання ґрунту - 0,8 м, максимальна - близько 1,0 м.

За умовами забезпеченості вологою територія міста відноситься до посушливої зони. Середньорічна кількість опадів складає 528 мм, а випаровування з поверхні суходолу - 480 мм, з водної поверхні - 850 мм. При цьому влітку часто спостерігаються зливи, що сильно розмивають поверхню ґрунту. В середньому за рік в Запоріжжі випадає 510 мм атмосферних опадів, найменше їх у жовтні, найбільше - у червні. Відносна вологість повітря о 13 годині складає 60%, найменша - 40% - спостерігається в липні-серпні.

Середньомісячні кліматичні параметри м. Запоріжжя представлені в **таблиці 1.1.1.**

Таблиця 1.1.1. Середньомісячні кліматичні параметри м. Запоріжжя

Середньомісячні кліматичні параметри (характеристики)	Од. вим.	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Температура зовнішнього повітря	°C	-3,5	-2,6	2,0	10,1	16,4	20,2	22,4	21,4	16,2	9,6	3,5	-1,1
Кількість опадів	мм	44	41	39	42	43	66	53	40	36	31	44	49
Доза прямої сонячної радіації ^{1*}	МДж/м ²	132	212	370	493	630	655	625	530	408	285	160	105

^{1*} - що надходить на горизонтальну поверхню за ясного неба

Переважними напрямками вітру в теплий період є північний і північно-східний, у холодний період - північно-східний і східний. Середня швидкість вітру складає 3,8 м/с, посилюючись до 4,2 м/с на окраїнах міста. Максимальна швидкість вітру, до 28 м/с, спостерігається один раз на 15-20 років. Щорічно, у середньому, місто вкрито туманом 45 днів на рік. Найбільше число туманів - 60 на рік.

Поставка електричної енергії

Поставку електричної енергії для м. Запоріжжя забезпечує ВАТ «Запоріжжяобленерго». Електропостачання здійснюється від зовнішніх джерел енергії, зв'язок із якими здійснюється по лініях електропередачі напругою 330 кВ. До основних зовнішніх зв'язків належать:

- ЛЕП-330 кВ «Запорізька ТЕС»- ПС «Запорізька-330»;
- ЛЕП-330 кВ «ПС» «ДД» – «Запоріжжя-750»;
- ЛЕП-330 кВ «ПС» «ДД»–ПС «Молочанська»;
- ЛЕП-330 кВ «ПС» «ПБ»–«КРЕС-2» через ПС «Нікопольська».

Підстанція «Запоріжжя-750» по лініях 750 кВ зв'язана із Запорізькою АЕС, підстанціями «Донбаська-750» та «Дніпровська-750», а по лінії 330 кВ – із Курахівською ТЕС. Існуюча система зовнішнього електропостачання забезпечує необхідну надійність.

На території міста розташовані три підстанції напругою 330 кВ – «Запорізька-330/150 кВ (4х250 МВА), «ДД»-330/150/35 кВ (4х250 МВА) та «ПБ»-330/150 кВ (2х400 МВА). Розподіл електроенергії між споживачами міста виконується через підстанції з напругою 150 кВ та 35 кВ. На підстанціях встановлено по 2, а на деяких по 3 трансформатори, потужність яких відповідає навантаженням споживачів.

Роботи з експлуатації, утримання, капітального та поточного ремонтів електромереж зовнішнього освітлення міста, архітектурно-декоративного освітлення, підземних переходів та інших об'єктів, що спеціалізуються по передачі електричної енергії, здійснюється комунальним підприємством електромереж зовнішнього освітлення «Запоріжмиськвітло» (далі – КП «Запоріжмиськвітло»).

КП «Запоріжмиськвітло» утворене в 1963 році і діє на підставі Статуту, затвердженого розпорядженням міського голови від 02.12.2002 № 3017р, зареєстрованого у відділі реєстрації і єдиного реєстру Запорізької міської ради.

Для оперативного виконання робіт в структурі підприємства створені експлуатаційно-технічні дільниці (райони) (ЕТР-1, ЕТР-2, ЕТР-3, ЕТР-4), які обслуговують мережі зовнішнього освітлення по районах міста. Крім цього, на КП «Запоріжмиськвітло» функціонують спеціалізовані підрозділи: аварійно-диспетчерська служба та електротехнічна лабораторія, які у цілодобовому режимі виконують роботи з ліквідації аварій та усуненню пошкоджень в мереж зовнішнього освітлення міста.

1.2. Технічна оцінка

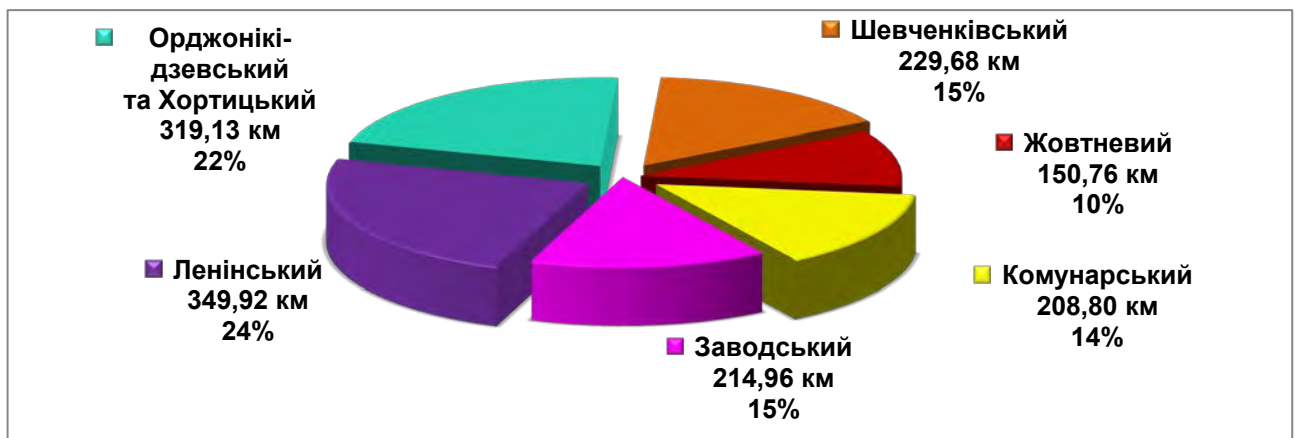
1.2.1. Оцінка стану існуючих джерел вуличного освітлення

Станом на 01.01.2013 р. КП «Запоріжмиськвітло» експлуатує кабельно-повітряні мережі зовнішнього освітлення загальною довжиною 1 473,309 км, в тому числі: «робоча» частина мереж становить 1 422,82 км (у т.ч.: повітряні лінії (далі – ПЛ) – 906,2 км.; кабельні лінії (далі – КЛ) – 516,62 км.), а «не робоча» частина лінії – 50,49 км (в т.ч. ПЛ – 15,95 км; КЛ – 34,54 км). Для оперативного виконання робіт в структурі підприємства створені експлуатаційно-технічні дільниці, які обслуговують мережі зовнішнього освітлення по районах міста. Протяжність лінії електропередач з розподілом за районами, приведена в **таблиці 1.2.1.1** та проілюстрована на **рисунку 1.2.1.1**.

Таблиця 1.2.1.1. Протяжність лінії електропередач по районах

Район	Повітряна лінія	Кабельна лінія	Всього
	км		
Жовтневий	61,87	88,89	150,76
Комунарський	132,64	76,16	208,80
Заводський	130,53	84,43	214,96
Ленінський	240,34	109,58	349,92
Орджонікідзевський та Хортицький	157,18	161,95	319,13
Шевченківський	199,57	30,11	229,68
Всього	922,13	551,12	1 473,25

Рисунок 1.2.1.1. Розподіл лінії електропередач по районах



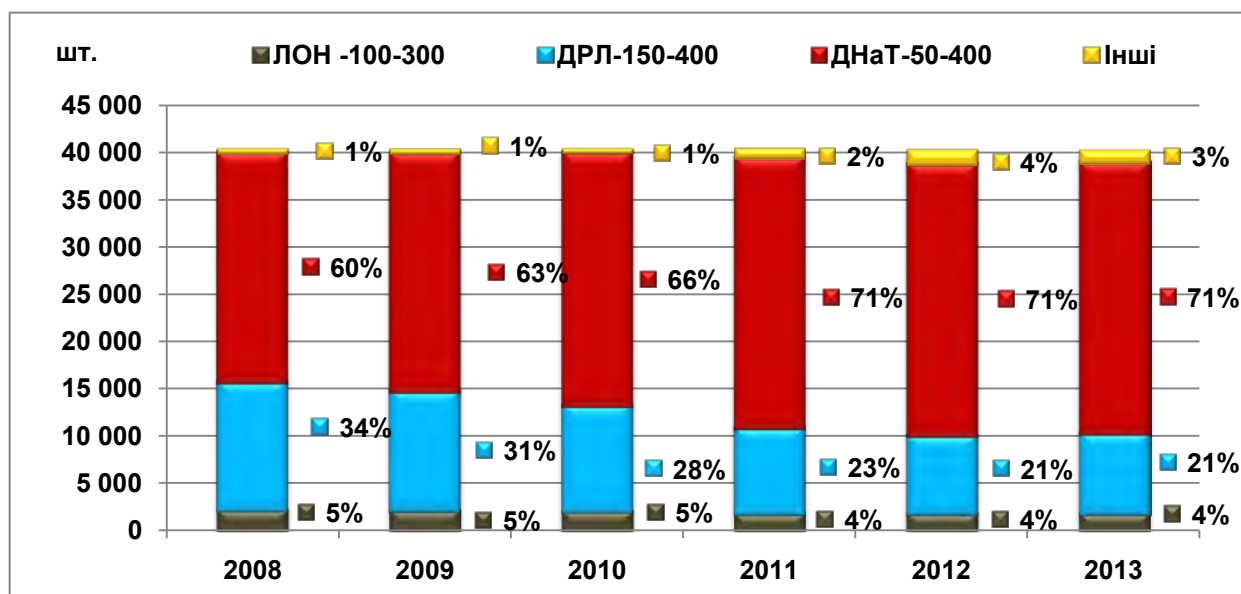
У Ленінському районі знаходиться найбільша частина ліній електропередач, що становить 24% від загальної протяжності електромереж міста.

Для забезпечення зовнішнього освітлення вулиць м. Запоріжжя використовуються освітлювальні прилади з різними типами ламп відповідної потужності. У господарському віданні підприємства обліковується 40 170 шт. робочих світильників та 1 917 шт., що не працюють. Кількість, тип і потужність джерел освітлення, що використовувались у період 2008 – 2013 рр. наведені в **таблиці 1.2.1.2** та на **рисунку 1.2.1.2**.

Таблиця 1.2.1.2. Кількість, тип і потужність джерел освітлення, що використовувались у період 2008 – 2013 рр.

Тип джерел освітлення з лампами	Кількість ламп, шт.					
	2008 рік	2009 рік	2010 рік	2011 рік	2012 рік	2013 рік
ЛОН-100	1 778	1 736	1 637	1 482	1 476	1 476
ЛОН-150	146	78	78	78	78	78
ЛОН-200	44	49	64	32	26	26
ЛОН-300	139	213	212	163	163	163
ДРЛ-125	1 069	996	933	617	615	615
ДРЛ-250	11 873	11 162	9 904	8 318	7 540	7 759
ДРЛ-400	678	522	404	221	210	210
ДНаТ-50	543	552	547	550	550	550
ДНаТ-70	10 698	11 235	12 373	14 083	14 216	14 216
ДНаТ-100	2 715	2 877	3 098	3 192	3 192	3 192
ДНаТ-150	8 867	9 108	9 378	9 469	9 479	9 448
ДНаТ-250	861	868	866	859	843	843
ДНаТ-400	580	535	508	424	398	398
Інші	338	338	332	856	1 418	1 196
Всього	40 329	40 269	40 334	40 344	40 204	40 170

Рисунок 1.2.1.2. Джерела освітлення міста за типами ламп



Для вуличного освітлення використовують в основному лампи типів ЛОН, ДРЛ, ДНаТ, які в сумі складають більше 97% від загального складу ламп. В період з 2008 по 2013 роки кількість ламп ДРЛ помітно зменшилась, їх заміняли в основному лампами ДНаТ.

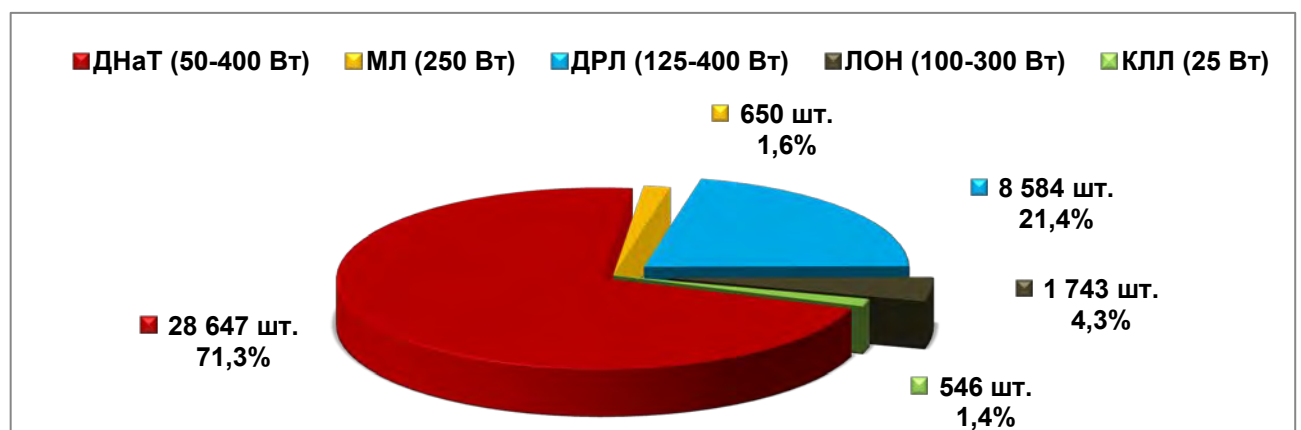
Кількість, тип і потужність існуючих джерел освітлення, що використовувались у 2013 році наведені в **таблиці 1.2.1.3** з диференціюванням по районам.

Таблиця 1.2.1.3. Кількість, тип і потужність існуючих джерел освітлення по районах, що використовувались у 2013 році

Тип джерела освітлення	Кількість, шт.	Підвищувальний коефіцієнт на ПРА світильників	Потужність джерел освітлення, кВт						Всього по районам
			Жовтневий	Комунарський	Заводський	Ленінський	Орджонікідзевський та Хортицький	Шевченківський	
КЛЛ-25	546	1,00				6,5	7,2		13,7
ЛОН-100	1 476	1,00	9,5	28,3		43,2	1,9	64,7	147,6
ЛОН-150	78	1,00	0,9	6,5	1,2			3,2	11,7
ЛОН-200	26	1,00	0,4					4,8	5,2
ЛОН-300	163	1,00	9,9					39,0	48,9
ДРЛ-125	615	1,08	26,5	9,5	8,4		26,6	12,2	83,0
ДРЛ-250	7 759	1,06	132,0	220,5	413,9	599,7	133,0	557,0	2 056,1
ДРЛ-400	650	1,06				45,1	126,1	1,1	172,3
МЛ-250	210	1,06	9,4	63,3	4,3		12,3		89,3
ДНаТ-50	550	1,20	2,6	2,8	3,7	8,6	8,6	6,7	33,0
ДНаТ-70	14 216	1,20	109,5	145,1	153,2	296,4	331,2	158,8	1 194,1
ДНаТ-100	3 192	1,20	41,4	56,3	56,5	82,3	58,1	88,4	383,0
ДНаТ-150	9 448	1,20	172,6	267,1	203,0	374,2	517,3	166,3	1 700,6
ДНаТ-250	843	1,06	63,1	19,3	0,5	35,5	104,9	0,0	223,4
ДНаТ-400	398	1,06	37,4	12,3	2,6		41,2	75,7	169,2
Всього	40 170		615,0	831,0	847,3	1 491,5	1 368,5	1 177,9	6 331,2

На **рисунку 1.2.1.3** зображена структура джерел освітлення міста за типами та кількістю ламп.

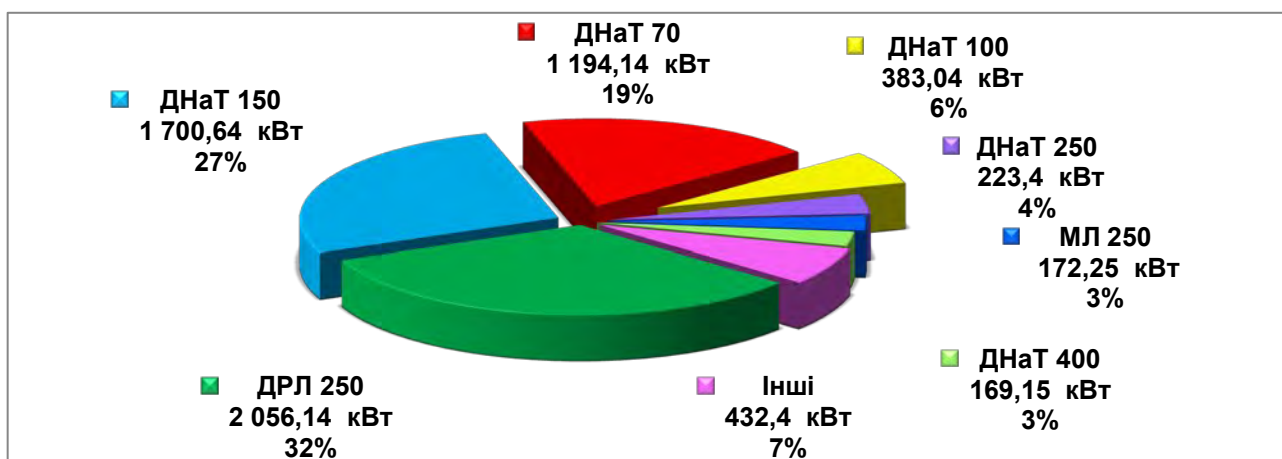
Рисунок 1.2.1.3. Структура джерел освітлення міста за типами та кількістю ламп



На даний час в м. Запоріжжя лампи, що встановлені для зовнішнього освітлення, в найбільшій частці використовуються типу ДНаТ різних потужностей, близько 71% від загальної кількості встановлених ламп.

Тип і потужність існуючих джерел освітлення проілюстровані на **рисунку 1.2.1.4.**

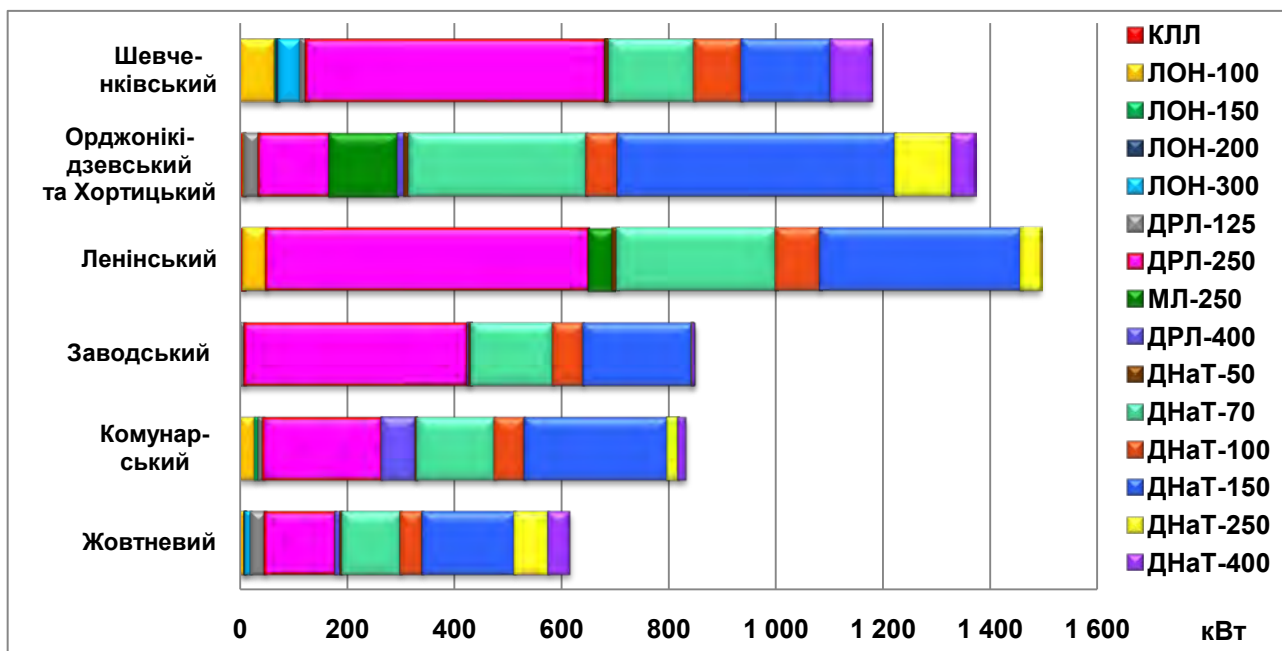
Рисунок 1.2.1.4. Структура потужності джерел освітлення по місту



З точки зору споживання електроенергії, найбільшу частку споживання серед використовуваних джерел освітлення займають лампи ДРЛ-250, споживання яких становить близько 32% від загальної потужності джерел освітлення. В категорію «Інші» увійшли джерела освітлення кількість яких менше ніж 7%, а саме: КЛЛ-25 (0,22%); ЛОН-100 (2,33%); ЛОН-150 (0,18%); ЛОН-200 (0,08%); ЛОН-300 (0,77%); ДРЛ-125 (1,31%); ДРЛ-400 (1,41%); ДНаТ-50 (0,52%).

Структура потужності освітлювальних приладів по районах міста приведена на **рисунку 1.2.1.5.**

Рисунок 1.2.1.5. Структура потужності джерел освітлення по районах міста



Основна частка загальної встановленої потужності джерел освітлення (24%) припадає на Ленінський район. Аналізуючи тип встановлених ламп в цьому районі, слід відзначити, що 50% встановлених ламп займають ДРЛ, КЛЛ, ЛОН, які характеризуються низькою світловіддачею, в порівнянні з лампами – ДНаТ.

Експлуатація та утримання вуличного освітлення здійснюється відповідно до Додатку 3,5 наказу державного комітету України з питань житлово-комунального господарства № 154 від 23.09.2003 року. Розподільні шафи для електроживлення вуличного освітлення наявні в кількості 610 шаф 0,4 кВ.

Розподіл існуючого освітлення по електропідстанціям здійснюється по чотирьох провідній трьохфазній електричній мережі, згідно однолінійних електричних схем, залежно від виділеної потужності постачальником електричної енергії.

Для забезпечення безпечної та безперебійної роботи, а також управління мережами зовнішнього освітлення вулиць міста, до складу КП «Запоріжмиськвітло» входить аварійно - диспетчерська служба (надалі АДС), в обов'язки якої входить: аварійна диспетчеризація мереж зовнішнього освітлення міста, включення та виключення зовнішнього освітлення вулиць міста, щоденна перевірка наявності непрацюючих світлоточок, оперативне реагування на аварійні відключення, під час непередбачуваних ситуацій на вулицях міста.

Кількість автоматизованих систем дистанційного управління зовнішнім освітленням 97 одиниць, з них: 49 одиниць блоків GSM, та 48 одиниць виконавчих пунктів, управління яких здійснюється по телефонній мережі. Ці системи дозволяють дистанційно виконувати зняття показів приладів обліку та контролювати роботу мереж зовнішнього освітлення.

1.2.2. Характеристики існуючих джерел вуличного освітлення

Характеристики джерел світла, що використовуються для освітлення міста приведені в таблиці 1.2.2.1.

Таблиця 1.2.2.1. Характеристики джерел світла вуличного освітлення

Тип та номінальна потужність джерела світла	Тип світильника	Споживана активна потужність світильників, Вт	Світловий потік ламп, Лм	Світловий потік світильників*, Лм	Світлова віддача світильників*, Лм/Вт	ККД світильника, %	Індекс передачі кольору	Номінальний строк служби, годин
ЛОН-100	НКУ	100	1 500	1 050	10,50	~70	>90 (добрий)	1 000
ЛОН-150	НКУ	150	2 160	1 512	10,08			1 000
ЛОН-200	НКУ	200	3 000	2 100	10,50			1 000
ЛОН-300	НКУ	300	4 850	3 395	11,32			1 000
ДРЛ-125	СКЗПР	140	5 900	4 130	29,50	~60	40-59 (достатній)	6 000
ДРЛ-250	РКУ	280	13 500	9 450	33,75	~70-75		10 000
МЛ-250	СЗПР	265	5 600	3 920	14,79	~ 60		10 000
ДРЛ-400	СЗПР	450	24 000	16 800	37,33			15 000
ДНаТ-50	ЖКУ	58	3 700	2 590	44,66	~50-75	20-39 (низький)	12 000
ДНаТ-70	ЖКУ	78	6 000	4 200	53,85			12 000
ДНаТ-100	ЖКУ	115	9 500	6 650	57,83			16 000
ДНаТ-150	ЖКУ	170	15 000	10 500	61,76			16 000
ДНаТ-250	ЖКУ	290	28 000	19 600	67,59			20 000
ДНаТ-400	ЖКУ	460	48 000	33 600	73,04			20 000

* - з врахуванням ККД світильника

Критерієм енергоефективності джерел світла є **світловіддача** – відношення світлового потоку, що випромінюється до спожитої потужності.

Світловий потік – кількісна характеристика випромінювання, що випромінюється джерелом світла. Світловий потік лампи втрачається при роботі в складі світильника. Частина світлового потоку, випромінюваного лампами, поглинається усередині світильника і випромінюється поза кута випромінювання. Це пов'язано з ККД світильника відношення світлового потоку, випромінюваного світильником, до номінального світлового потоку, що випромінюється лампою, використовуваного в світильнику.

Світловий потік світильника дорівнює сумі світлових потоків ламп, помноженої на ККД світильника. Втрати світлового потоку в різних світильниках коливаються від 50 до 80% (в середньому становлять 70%) та залежать від ефективності відбивача (рефлектора) у світильнику.

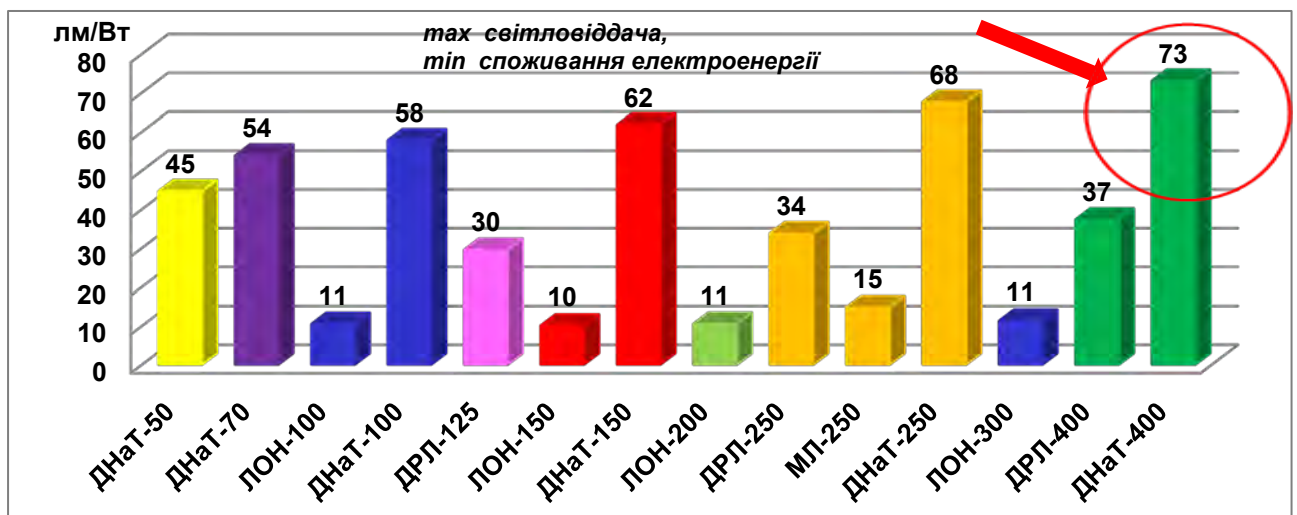
Для мереж зовнішнього освітлення вулиць міста застосовуються світильники призначені для певного виду ламп. Для ламп типу ДРЛ різної потужності використовуються світильники серії СКЗПР, РКУ, СЗПР; для ламп серії ДНаТ – ЖКУ, для ламп розжарювання застосовуються світильники серії НКУ.

У структурі умовного позначення світильники розшифровуються:

- РКУ – Р - ртутна лампа, К - консольний, У - для зовнішнього освітлення;
- ЖКУ – Ж –натрієва, К - консольний, У - для зовнішнього освітлення;
- СЗПР – підвісний світильник з дзеркальним рефлектором і з призматичним заломлювачем (рус. – «с зеркальными рефлекторами и с призматическими преломлятелями»);
- СКЗПР – світильник консольний дзеркальний з призматичним заломлювачами (рус. – «светильник консольный зеркальный с призматическим преломлятелем»);
- НКУ – Н – лампа розжарювання (рус. – «накаливания»), К - консольний, У - для зовнішнього освітлення.

На **рисунок 1.2.2.1** проілюстровані показники світловіддачі ламп з врахуванням ККД світильників.

Рисунок 1.2.2.1. Світловіддача ламп з врахуванням ККД світильників



Лампи ДНаТ мають найвищу світловіддачу серед газорозрядних ламп. Лампи ДРЛ мають меншу світловіддачу порівняно з лампами ДНаТ, але на відміну від них не вимагають для запалювання додаткових високовольтних пристроїв запускання. ЛОН мають найнищу світловіддачу.

Ще однією важливою характеристикою являється **передача кольору** (оцінюється індексом передачі кольору Ra), що характеризує здатність джерела світла відтворювати колір об'єкта. Практичний діапазон зміни кольору за шкалою Ra складає від 20 до 100, чим вище значення Ra, тим точніше відтворення кольору об'єкта. За еталон, 100 одиниць, приймається сонячне світло та лампи розжарювання (Ra складає більше 90). Комфортна для людини передача кольору – 80-100 Ra. Незважаючи на те, що лампи ДНаТ мають досить високу світловіддачу, індекс передачі кольору в них досить низький.

ДНаТ, у зв'язку з дуже високим коефіцієнтом пульсацій і великим відхиленням спектру випромінювання лампи до області червоного кольору, порушується передача кольорів об'єктів, тому освітлення доріг лампами ДНаТ, особливо швидкісних, не рекомендується.

Одним із основних характеристик роботи ламп являється **термін служби**. Лампи розжарювання мають невеликий термін служби, в середньому близько 1 000 годин, ДРЛ – в середньому від 6 000 до 15 000 годин, ДНаТ – 12 000 до 20 000 годин. Але на термін служби ламп ДНаТ також впливає якість використовуваних імпульсних пристроїв запускання.

Лампи ДНаТ та ДРЛ чутливі до **температури навколишнього середовища**, більш комфортними умовами являються температура від мінус 20°C до плюс 30°C. Відхилення негативно впливають на світловіддачу, «розігрів» і призводить до різкого зниження терміну служби.

При від'ємних температурах ДРЛ та ДНаТ «розігрівається» до 10 хвилин. В момент «розпалювання» споживання потужності світильником з лампою ДНаТ-250 зростає до 450 Вт, а поточне споживання складає 280-300 Вт. При роботі ДНаТ лампи мають видиме мерехтіння, що негативно впливає на якість освітлення. Крім того, у разі «перегріву» та виключення ламп, їх повторне включення можливе не раніше ніж через 10-15 хв., після охолодження лампи.

Важливо позначити ще один момент: у ламп ДРЛ і ДНаТ присутній ефект **старіння**. Достовірно відомо, що після 400 годин роботи зниження світлового потоку у ламп ДРЛ складає більше 20%, а до кінця терміну життя – більше 50%. ДРЛ втрачає за 800 годин (близько 2-х місяців) до 20% світлового потоку, за півроку - до 40% світлового потоку; ДНаТ - за 6 місяців втрачає близько 25%.

Більшу частину терміну служби лампа випромінює всього 50-60% від номінального світлового потоку. В даний час існує широко поширена помилка, що заміна ламп ДРЛ на більш ефективні лампи ДНаТ призводить до поліпшення якості освітлення і економії електроенергії.

При цьому не враховується, що лампа ДНаТ аналогічної потужності при більшому світловому потоці має і більший споживаний струм. Крім цього, перевага чер-

воного спектра від ламп ДНаТ погіршує загальну картину видимості освітлюваних об'єктів, що особливо небезпечно для освітлення швидкісних автомобільних магістралей. ДРЛ найбільш проста і доступна за ціною технологія. Низькі початкові витрати за умови відсутності жорстких вимог до висвітлення виправдовують її використання.

ДНаТ має кращу світловіддачу серед газорозрядних ламп - єдина серйозна перевага перед ДРЛ. Але дуже слабкий показник передачі кольору і велика чутливість до температури ставить під сумнів доцільність заміни. Також ртутні лампи вимагають регулярного обслуговування, заміни ламп з подальшою утилізацією, так як містять в собі шкідливі речовини, що становлять загрозу для здоров'я людей. Утилізація таких ламп вимагає особливих витрат.

Тому заміна ДРЛ на ДНаТ виправдовується лише зменшенням споживання електроенергії, при чому якість вуличного освітлення значно знижується.

1.3. Оцінка споживання електроенергії

В даному підрозділі розглядається значення обсягів фактичного та розрахункового базового енергоспоживання. Для визначення показників ефективності інвестиційного проекту розраховано базове споживання енергоресурсів для оцінки результатів та наслідків реалізації проекту. Фактичне споживання є підтвердженням правильності розрахунків базового споживання і подальших техніко-економічних розрахунків.

1.3.1. Фактичне споживання енергоресурсів

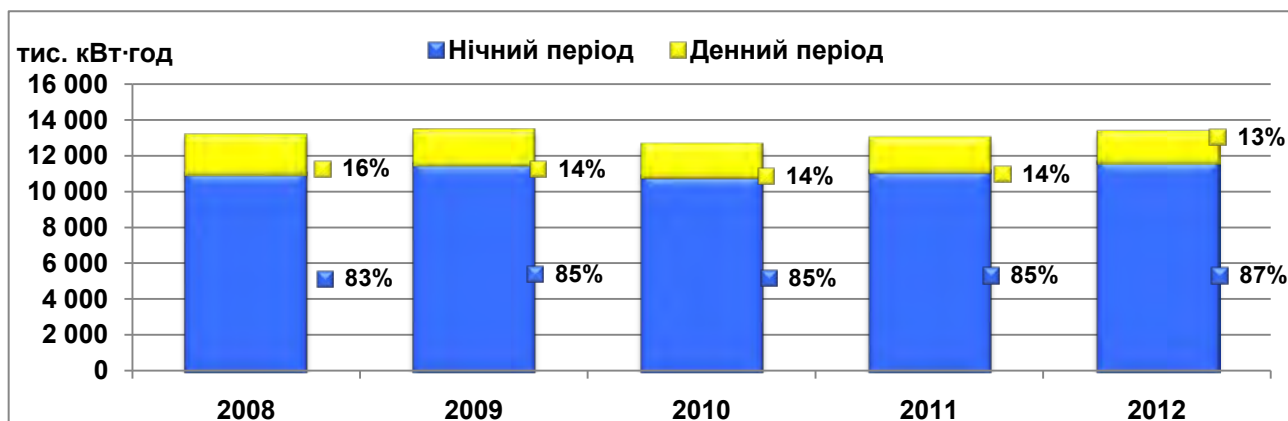
Для визначення обсягів електричної енергії, спожитої на потреби зовнішнього освітлення населених пунктів, використовуються окремі прилади диференційованого обліку електричної енергії за періодами часу (нічний та денний періоди). В нічний час з 1 години ночі до 5 ранку вмикається черговий режим, при якому працює лише третина світильників.

На потреби вуличного освітлення в 2012 році було спожито 13,34 млн кВт·год електроенергії, з них 11,6 млн кВт·год в нічний період та 1,7 млн кВт·год – в денний. В **таблиці 1.3.1.1** приведенні обсяги споживання електроенергії на потреби освітлення міста з диференціюванням за періодами часу за період 2008 – 2012 рр. Динаміка споживання електричної енергії приведена на **рисунку 1.3.1.1**.

Таблиця 1.3.1.1. Споживання електричної енергії на потреби освітлення

Рік	Нічний період	Денний період	Всього
	тис. кВт·год		
2008	11 001,92	2 161,37	13 163,29
2009	11 494,79	1 947,13	13 441,91
2010	10 838,60	1 847,81	12 686,41
2011	11 130,88	1 870,15	13 001,03
2012	11 597,30	1 739,24	13 336,55

Рисунок 1.3.1.1. Споживання електроенергії на потреби освітлення міста з диференціюванням за періодами часу



Найбільший обсяг електроенергії використовується в період дії нічного тарифу, що складає в середньому 86% від загального споживання електроенергії.

Загальний обсяг споживання електричної енергії на потреби освітлення протягом 2008 –2012 рр. має рівномірну динаміку споживання. За даними підприємства, на протязі 5 років лампи ДРЛ та ЛОН поступово замінювались на більш енергоощадливі ДНаТ, в цілому кількість ламп ДНаТ збільшилася на 11% (**рисунок 1.2.1.2**), але загальне споживання електроенергії не перетерпіло значних змін.

1.3.2. Базове споживання енергоресурсів

Базове енергоспоживання – це розрахунковий річний обсяг витрат електроенергії на потреби зовнішнього освітлення міста. Базове енергоспоживання служить вихідною точкою для оцінки результатів та наслідків реалізації проектів, що дорівнює різниці між початковим (вихідним) станом і станом після реалізації проектів.

Базове споживання електроенергії на потреби СВО розраховано згідно з формулою з врахуванням графіку включення і виключення зовнішнього освітлення вулиць м. Запоріжжя:

$$EE_{\text{СВО}} = P_{\text{сум}} (n_{\text{рік д.п}} + n_{\text{рік н.п}}) + 1/3 P_{\text{сум}} \cdot n_{\text{рік ч. р.}}, \text{ кВт·год/рік}$$

де, $P_{\text{сум}}$ – сумарна потужність ламп, кВт;

$n_{\text{рік д.п}}$, $n_{\text{рік н.п}}$, $n_{\text{рік ч. р.}}$ – тривалість роботи світильників за рік відповідно денного, нічного періоду та чергового режиму, годин;

Графік включення і виключення зовнішнього освітлення вулиць м. Запоріжжя наданий КП «Запоріжміськвітло» та приведений в **додатку В**.

Загальна потужність ламп ДРЛ-250, ДРЛ-400, ДНаТ-250 та ДНаТ-400, що числяться на балансі КП «Запоріжміськвітло», становить 2 538 кВт. Значна частина цих ламп вийшли з експлуатації та замінені на лампи різних типів: ЛОН-100, МЛ-160, ДНаТ-70 та ін.

За оцінкою спеціалістів КП «Запоріжміськвітло», враховуючи заміну ламп ДРЛ-250, ДРЛ-400, ДНаТ-250 та ДНаТ-400, потужність замінених ламп менша на 73% та складає 683 кВт.

Загальна потужність встановлених джерел світла вуличного освітлення становить 4 477 кВт.

Результати розрахунку базового споживання електроенергії, що споживається на потреби системи вуличного освітлення міста приведені в **таблиці 1.3.2.1** та проілюстровані на **рисунку 1.3.2.1**.

Таблиця 1.3.2.1. Базове розрахункове споживання електроенергії для потреб зовнішнього освітлення міста

Найменування режиму освітлення	Тривалість роботи світильників, годин/рік	Розрахункове споживання електроенергії, тис. кВт·год/рік	Фактичне споживання електроенергії за 2012 р. тис. кВт·год/рік
Денний період	427	1 913	1 739
Нічний період	2 182	9 767	11 597
Нічний період (черговий режим)	1 375	2 052	
Всього	3 984	13 731	13 337

Рисунок 1.3.2.1. Базове розрахункове споживання електроенергії для потреб зовнішнього освітлення міста

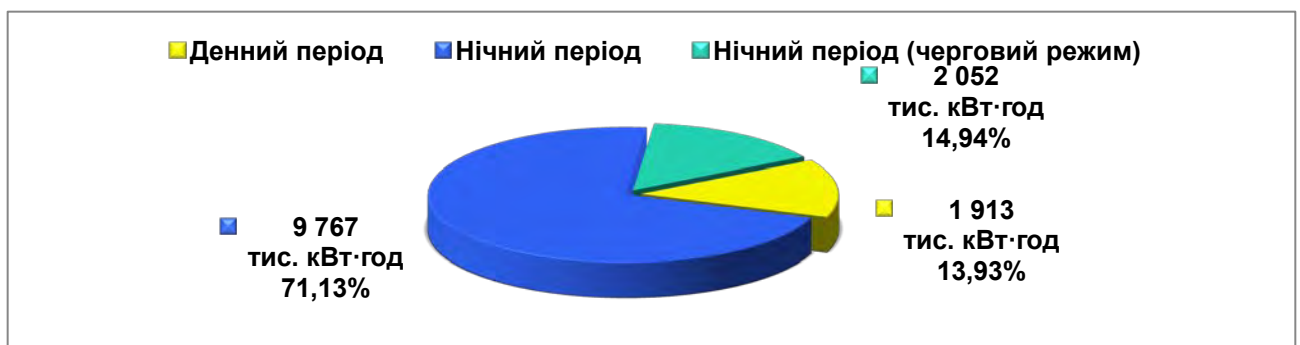
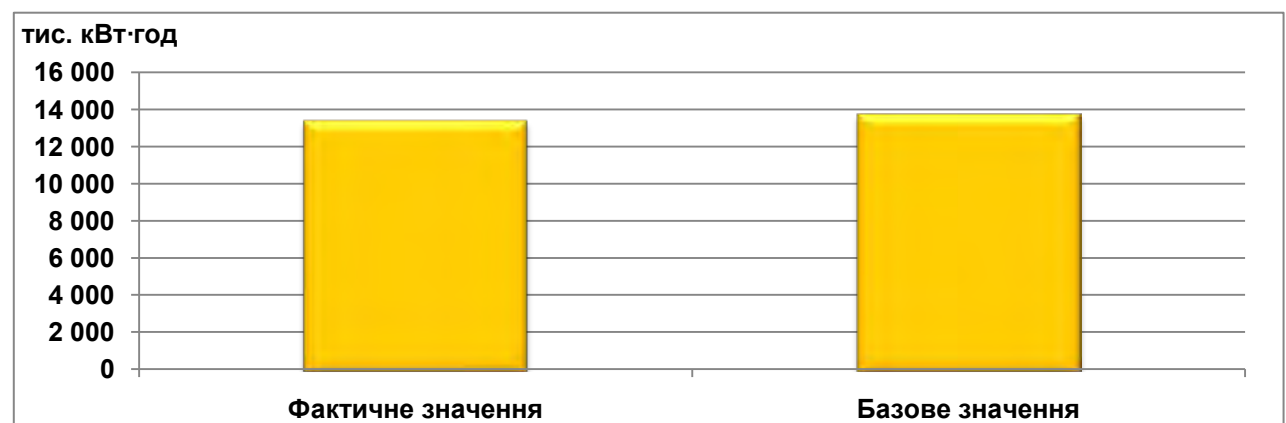


Рисунок 1.3.2.2. Порівняння фактичного та базового споживання електроенергії, що споживається на потреби системи вуличного освітлення міста



Розрахунки базового споживання виконуються на умові, що всі світильники працюють в штатних режимах, включаючи особливості підключення у денний та нічний періоди, згідно затвердженого графіку включення і виключення зовнішнього освітлення вулиць. Базове споживання електроенергії перевищує фактичне споживання загалом на 3%.

1.4. Тарифний аналіз і прогноз цін на енергоносії

1.4.1. Тарифи на електроенергію для потреб зовнішнього освітлення міста

Відповідно до Постанови НКРЕ № 1241 від 20.12.2001 «Про тарифи, диференційовані за періодами часу» (із змінами, внесеними згідно з Постановами Національної комісії регулювання електроенергетики N 1358 від 06.12.2002 N 529 від 19.07.2005 N 1262 від 04.11.2009 N 1609 від 02.12.2010) та Постанови НКРЕ від 22.10.2004 р. № 1030 «Про порядок диференціювання за годинами доби тарифів на електроенергію, яка використовується для зовнішнього освітлення населених пунктів» (зі змінами, внесеними Постановою НКРЕ від 21.02.2008 року № 199) розрахунки за електричну енергію, яка відпускається на потреби зовнішнього освітлення, здійснюються за єдиним роздрібним тарифом відповідного класу напруги із застосуванням коефіцієнта 0,25 у межах зон доби, наведених у **таблиці 1.4.1.1**.

Таблиця 1.4.1.1. Межі зон доби для диференціювання тарифів на електроенергію для зовнішнього освітлення населених пунктів за годинами доби

Місяць	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
Межі зон доби, години	з 17.00 до 7.00	з 18.00 до 6.00	з 19.00 до 5.00	з 21.00 до 5.00	з 22.00 до 4.00	з 22.00 до 4.00	з 22.00 до 4.00	з 21.00 до 5.00	з 20.00 до 5.00	з 18.00 до 6.00	з 17.00 до 6.00	з 17.00 до 7.00

В інші години доби застосовується єдиний роздрібний тариф відповідного класу напруги. Для визначення обсягів електричної енергії, спожитої на потреби зовнішнього освітлення населених пунктів, мають використовуватися окремі прилади диференційованого обліку електроенергії, внесені до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки, допущені до застосування в Україні.

В **таблиці 1.4.1.2** приведені діючі тарифи на електроенергію, що використовується для освітлення міста станом на 01.10.2013 рік, без врахування ПДВ.

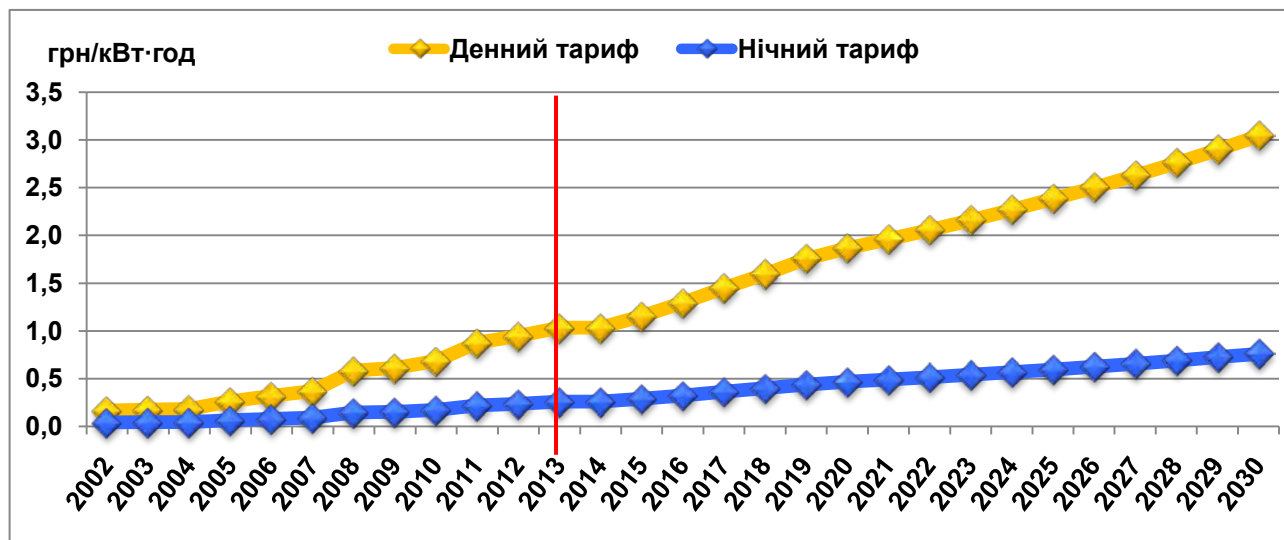
Таблиця 1.4.1.2. Тарифи на електричну енергію, що використовується для освітлення міста

Станом	Денний тариф	Нічний тариф
	грн/кВт·год	грн/кВт·год
На 01.10.2013 р.	1,03	0,26

Енергосервісною компанією «Екологічні Системи» був розроблений прогноз зміни цін на електроенергію з врахуванням тенденції постійного росту тарифу. Цей прогноз був взятий за основу при розробці Муніципальних енергетичних планів Луцька, Краматорська, Миргорода, Львова, Херсона, Куп'янська, Павлограда і Києва.

Прогноз росту тарифів для електричної енергії приведено на **рисунку 1.4.1.1**.

Рисунок 1.4.1.1. Прогноз зростання тарифів на електроенергію для споживачів з 2 класу напруги



Тарифи на електроенергію для споживачів 2 класу напруги за останні десять років зросли майже у 6 разів. Прогнозовано, тариф в період з 2013 по 2030 рр. зросте у 3 рази.

1.4.2. «Зелений» тариф для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання

«Зелений» тариф – спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, у тому числі на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії - вироблена лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями)».

Правила співвідношень стосовно «зеленого» тарифу регулюються згідно до законодавства України про «зелений» тариф (**Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії» №5485-17 від 20.11.2012**).

Розрахунок «зеленого» тарифу виконується відповідно **Постанови НКРЕ № 1421 від 02.11.2012 «Про затвердження Порядку встановлення, перегляду та припинення дії «зеленого» тарифу для суб'єктів господарської діяльності»**

Згідно з частиною сьомою статті 17¹ Закону України «Про електроенергетику» «зелений» тариф для суб'єктів господарювання, які виробляють електричну енергію з енергії сонячного випромінювання, встановлюється на рівні роздрібного тарифу для споживачів другого класу напруги на січень 2009 року, визначеного із застосуванням тарифного коефіцієнта, що застосовується для пікового періоду часу (для тризонної тарифної класифікації), помноженого на коефіцієнт «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання.

Рішення щодо встановлення «зелених» тарифів та фіксованих мінімальних розмірів «зеленого» тарифу для кожного виду альтернативної енергії приймаються

НКРЕ на засіданні у формі відкритого слухання. Такі рішення розміщуються на офіційному веб-сайті НКРЕ та публікуються в інформаційному бюлетені НКРЕ.

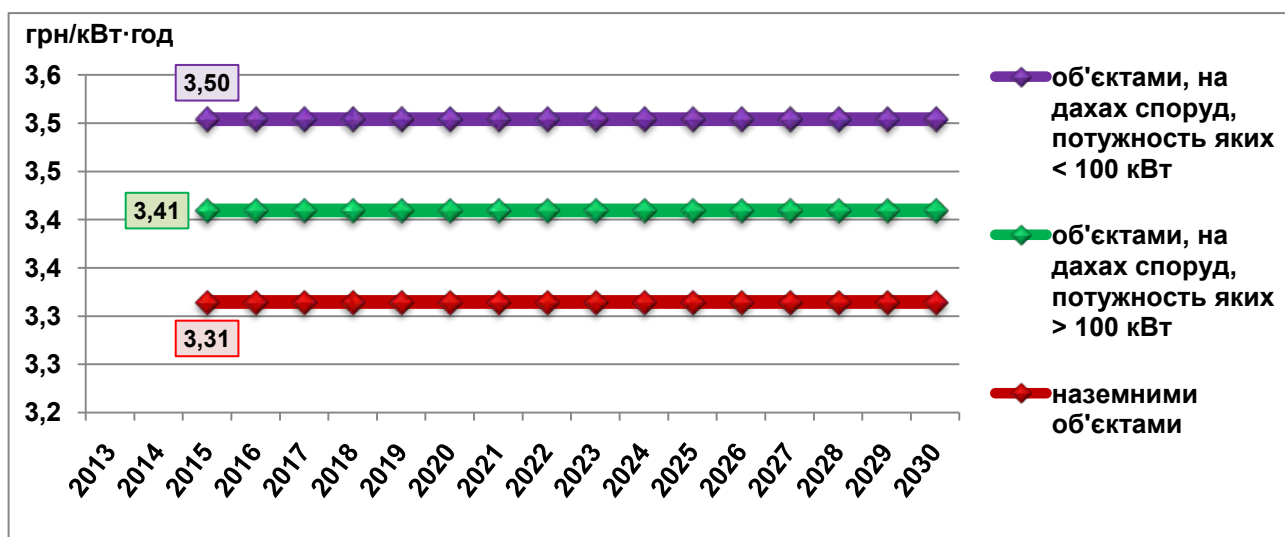
Коефіцієнти та значення «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, введеними в експлуатацію з 01.01.2015 по 31.12.2019, без врахування ПДВ, приведені в **таблиці 1.4.2.1.**

Таблиця 1.4.2.1. «Зелений» тариф для електроенергії, виробленої об'єктами електроенергетики з енергії сонячного випромінювання

№ з/п	Категорії об'єктів електроенергетики, для яких застосовується "зелений" тариф для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання:	введених в експлуатацію з 01.01.2015 по 31.12.2019	
		Коефіцієнт розрахунку	«зелений» тариф грн/кВт·год
1	наземними об'єктами	3,15	3,31
2	об'єктами, які вмонтовані (встановлені) на дахах та/або фасадах будинків, будівель та споруд, величина встановленої потужності яких перевищує 100 кВт	3,24	3,41
3	об'єктами, які вмонтовані (встановлені) на дахах та/або фасадах будинків, будівель та споруд, величина встановленої потужності яких не перевищує 100 кВт	3,33	3,50

На **рисунку 1.4.2.1** проілюстрований очікуваний прогноз «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання.

Рисунок 1.4.2.1. Прогноз «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання



Згідно з чинним законодавством, вартість електроенергії виробленої об'єктами електроенергетики з енергії сонячного випромінювання та введеними в експлуатацію в з 01.01.2015 по 31.12.2019 рр. буде залишатися означеному рівні, при умові що офіційний курс гривні щодо євро, офіційно встановленого НБУ станом на 01 січня 2009 року, не перевищуватиме курсу, що діятиме на час прийняття «зеленого» тарифу.

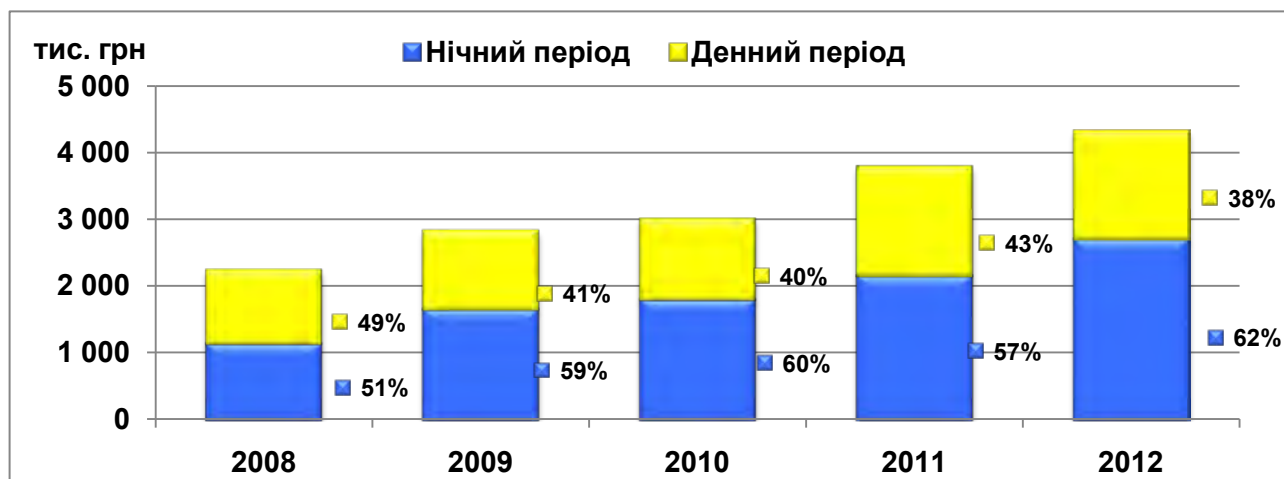
1.5. Фінансова оцінка вартості енергетичних ресурсів

Згідно з розрахунками базового значення споживання електроенергії, що використовується для освітлення міста та прогнозом зростання тарифів, розрахована вартість електричної енергії в період 2013-2030 рр., без врахування провадження заходів проекту. Розрахунки та фактична вартість електроенергії за період 2008 – 2030 рр. приведені в **таблиці 1.5.1** та проілюстровані на **рисунках 1.5.1 - 1.5.2**, без урахування ПДВ.

Таблиця 1.5.1. Прогноз зростання вартості електроенергії для потреб освітлення міста до 2030 року

Рік	Денний період	Нічний період	Всього
	тис. грн	тис. грн	тис. грн
2008	1 099	1 136	2 235
2009	1 173	1 653	2 826
2010	1 202	1 803	3 005
2011	1 635	2 150	3 785
2012	1 623	2 699	4 323
2013	1 975	3 050	5 025
2014	1 975	3 050	5 025
2015	2 212	3 416	5 628
2016	2 477	3 826	6 304
2017	2 775	4 285	7 060
2018	3 052	4 714	7 766
2019	3 357	5 185	8 543
2020	3 567	5 509	9 076
2021	3 746	5 786	9 532
2022	3 933	6 074	10 006
2023	4 130	6 379	10 509
2024	4 337	6 699	11 036
2025	4 555	7 035	11 591
2026	4 784	7 389	12 173
2027	5 024	7 760	12 784
2028	5 276	8 149	13 426
2029	5 541	8 558	14 100
2030	5 820	8 988	14 807

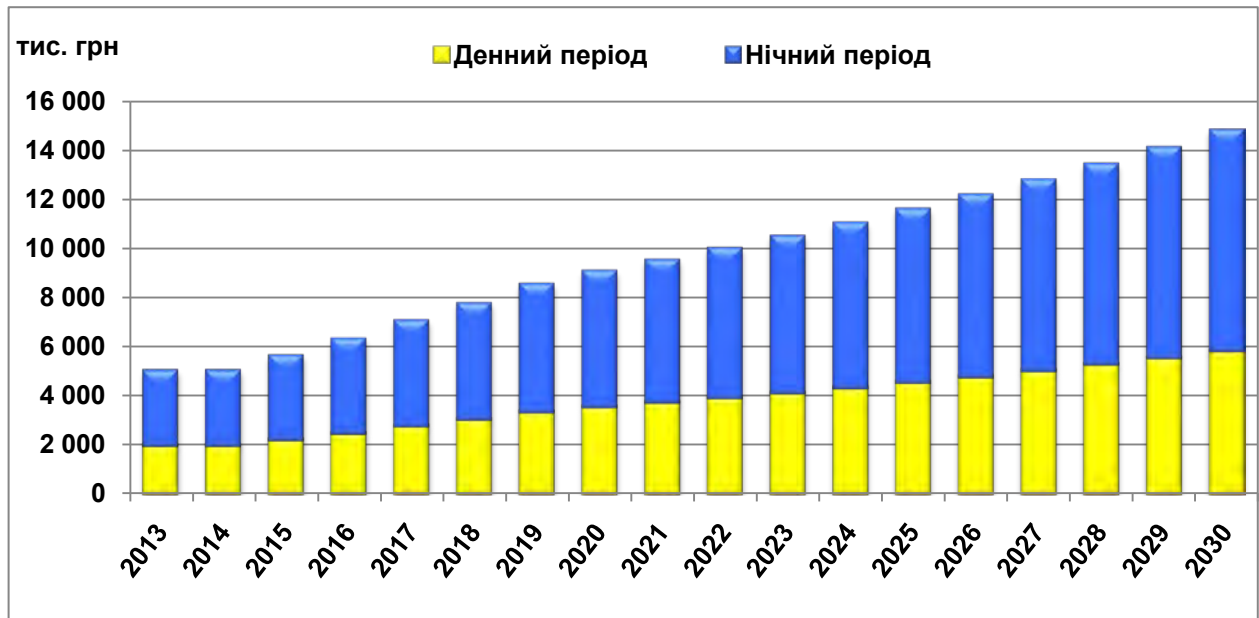
Рисунку 1.5.1. Фактичні витрати на оплату електричної енергії



Найбільшу часту витрат на оплату електричної енергії займають витрати на оплату по нічному тарифу, що складає 62% у 2012 році.

Витрати на оплату електричної енергії за період з 2008 по 2012 рр., збільшилися в 1,9 раз, що є наслідком росту тарифів.

Рисунку 1.5.2. Прогноз зростання вартості електроенергії для потреб освітлення міста до 2030 року



Враховуючи прогноз зростання тарифів, витрати на оплату електроенергії на потреби вуличного освітлення вулиць м. Запоріжжя у 2030 році можуть скласти 14,807 млн грн, що в 3 рази більше порівняно з витратами в 2013 році. Тому доцільно впроваджувати енергоефективні заходи, щодо зниження споживання електричної енергії.

1.6. Нормативно-правові рамки

Нормативно-правове забезпечення проекту ґрунтується на таких законодавчих актах:

- Закон України «Про енергозбереження» (3260-15 від 22.12.2005);
- Закон України «Про електроенергетику» (575/97-ВР від 01.07.2013);
- Закон України «Про благоустрій населених пунктів» (від 06.09.2005 № 2807-IV, остання редакція від 08.12.2009);
- Закон України «Про альтернативні джерела енергії» (№ 555-15 від 21.10.2008);
- Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» (N 2818-VI від 21 грудня 2010 року);

- Указ Президента України «Про стан реалізації державної політики щодо забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів» (№ 679 від 30 травня 2008 року);
- Розпорядження КМУ «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» (від 15.03 2006 р. № 145-р);
- Розпорядження КМУ «Про затвердження Національного плану заходів з реалізації положень Кіотського протоколу до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату» (від 18 серпня 2005р. №346-р);
- Постанова КМУ «Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності на 2010-2015 роки» (№243-2010п від 01.10.2013);
- Постанова КМУ «Про особливості приєднання до електричних мереж об'єктів електроенергетики, що виробляють електроенергію з використанням альтернативних джерел» (N 126 від 19.02.2009 р.);
- Постанова НКРЕ «Про затвердження Порядку встановлення, перегляду та припинення дії «зеленого» тарифу для суб'єктів господарської діяльності» (№ 1421 від 02.11.2012, із змінами, внесеними згідно з Постановами НКРЕ № 1358 від 06.12.2002, № 529 від 19.07.2005, № 1262 від 04.11.2009, № 1609 від 02.12.2010);
- НКРЕ «Про порядок диференціювання за годинами доби тарифів на електроенергію, яка використовується для зовнішнього освітлення населених пунктів» (№ 1030 від 22.10.2004 р. зі змінами, внесеними Постановою НКРЕ від 21.02.2008 року № 199);
- Рішення Запорізької міської ради «Про затвердження Програми реформування і розвитку житлово-комунального господарства м. Запоріжжя на 2010-2014 роки» (№ 18 -2010-12-29).

При розрахунках техніко-економічних показників були враховані наступні стандарти і правила:

- ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення»;
- ДСТУ-Н В.1.1-27 2010 «Будівельна кліматологія»;
- ДСТУ 3587-97 «Автомобільні дороги. Вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану»;
- ДСТУ 2155-93 «Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню».
- Посібник з підготовки проектних пропозицій. Інститут місцевого розвитку, в рамках виконання проекту USAID "Реформа міського тепло забезпечення в Україні", червень 2010 р.

2. Опис проекту

2.1. Визначення рішень щодо підвищення енергоефективності

З метою підвищення енергетичної ефективності існуючої системи вуличного освітлення м. Запоріжжя та зниження видатків з міського бюджету на її експлуатацію, пропонується вирішити наступні завдання:

- зниження споживання електричної енергії на потреби вуличного освітлення на 40%;
- заміщення традиційних джерел енергії відновлювальними джерелами у системі вуличного освітлення на 100%.

Вирішенню поставлених завдань відповідає реалізація інвестиційного проекту (ІП-1) «Модернізація вуличного освітлення Запоріжжя на основі світлодіодних світильників та сонячної електростанції».

Інвестиційний проект (ІП-1) складається з двох підпроектів, що можуть впроваджуватися окремо, але являються невід'ємними частинами загального проекту. До складу загального проекту входять наступні підпроекти:

- Підпроект 1. Модернізація системи вуличного освітлення на основі впровадження 40 170 світлодіодних світильників (СДС);
- Підпроект 2. Встановлення сонячної електричної станції (СЕС) загальною потужністю 6,05 МВт.

Підпроект 1 передбачає модернізацію системи вуличного освітлення шляхом заміни 40 170 діючих світильників на сучасні енергоефективні світлодіодні. Передбачається встановлення світильників, що забезпечують більш якісне освітлення при зменшенні споживання електроенергії та значно довшому терміні служби. Світильники споживають електричну енергію у нічні години за тарифами, диференційованими за періодами часу.

Економічний ефект від впровадження проекту очікується за рахунок зниження витрат на оплату за електроенергію, а також витрат на обслуговування системи вуличного освітлення.

Підпроект 2 передбачає будівництво сонячної електростанції загальною потужністю 6,05 МВт. Сонячна електрична станція виробляє електричну енергію у денні години доби і відпускає її до електричних мереж Об'єднаної енергетичної системи України за «зеленим» тарифом. Потужність сонячної електростанції розрахована таким чином, щоб забезпечити виробництво електроенергії у обсязі, який покриває річне споживання світлодіодними світильниками (підпроект 1).

Економічний ефект від впровадження проекту очікується шляхом отримання доходів комунальним підприємством «Запоріжміськвітло» за рахунок різниці вартості реалізованої електроенергії за «зеленим» тарифом та придбаної електроенергії за діючими «денними» і «нічними» тарифами. Після закінчення дії «зеленого» тарифу постійний дохід підприємства забезпечуватиметься за рахунок позитивної різниці між «денними» і «нічними» тарифами енергоринку України.

Для здійснення оперативного контролю, обліку та управління системою вуличного освітлення та сонячною електростанцією передбачається створення окремих систем диспетчеризації, а саме:

- система управління, обліку та диспетчеризації вуличного освітлення міста;
- системи диспетчеризації сонячної електричної станції

Важливим позитивним ефектом від впровадження проекту є підвищення якості та надійності вуличного освітлення міста, а також зниження екологічного навантаження на зовнішнє середовище за рахунок скорочення викидів парникових газів у атмосферу.

2.2. Склад проекту

До складу об'єктів, що модернізуються в рамках реалізації інвестиційного проекту (ІП-1), включено систему вуличного освітлення м. Запоріжжя, яка охоплює 40 170 діючих світильників. В **Додатку А.1** приведені відомості про джерела вуличного освітлення, які ввійшли до складу проекту.

Проектом передбачається будівництво СЕС загальною потужністю 6,05 МВт. Потужність сонячної електростанції розрахована таким чином, щоб забезпечити виробництво електроенергії у обсязі, який покриває річне споживання вуличними світильниками після модернізації. Розрахунок необхідної потужності СЕС виконаний у **розділі 2.3**.

Загальний строк реалізації проекту – 2015-2020 р.

Із загального інвестиційного проекту **ІП-1** виділено два окремих інвестиційних проекти, що мають за мету попереднє відпрацювання фінансової схеми та технічних рішень експлуатації світлодіодних світильників та сонячної електростанції.

Пілотний проект (ІП-1.1) передбачає модернізацію 43 світильників, розташованих по вул. Возз'єднання України, та будівництво СЕС потужністю 6,7 кВт. Строк реалізації проекту – 2015 р.

Типовий проект (ІП-1.2) передбачає модернізацію 1 576 світильників, розташованих по просп. Леніна, та будівництво СЕС потужністю 244 кВт. Строк реалізації проекту – 2016 р.

В **Додатку А.2** приведені відомості про світильники, що розташовані по вул. Возз'єднання України та по просп. Леніна.

2.3. Опис варіанту реалізації проекту

Підпроект 1. Модернізація системи вуличного освітлення

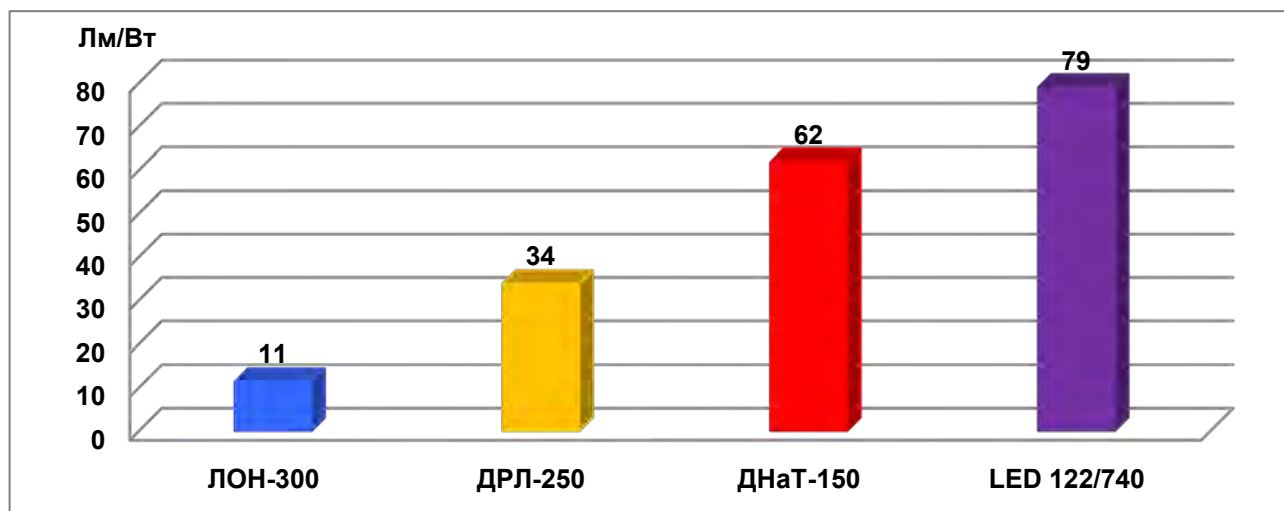
Для порівняння джерел вуличного освітлення в **таблиці 2.3.1** наведені їх технічні характеристики. Порівняння виконано на прикладі світильників, основною умовою вибору яких є забезпечення однакового рівня світлового потоку (прибл. 10 000 лм). Оскільки наявні лампи розжарювання з технічної точки зору не спроможні забезпечити такий рівень світлового потоку, для порівняння вибраний умовний світильник з лампами розжарювання у кількості 3 шт.

Детальний опис і характеристики світильників з лампами розжарювання та газорозрядними лампами приведені в **розділі 1.2.2**.

Таблиця 2.3.1. Порівняльні характеристики вуличних джерел світла

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Світильники з лампами			
			ЛОН-300	ДРЛ-250	ДНаТ-150	модуль LED 122/740
1	Кількість ламп	шт.	3	1	1	1
2	Світловий потік ламп	лм	14 550	13 500	15 000	12 200
3	Номинальна потужність ламп	Вт	900	250	150	105
4	ККД світильника		0,70	0,70	0,70	0,85
5	Світловий потік світильника (з урахуванням ККД)	лм	10 185	9 450	10 500	10 332
6	Потужність світильника	Вт	900	280	170	131
7	Питома світлова віддача світильника	лм/Вт	11	34	62	79
8	Індекс передачі кольорів		90	50	30	70
9	Строк служби	годин	1 000	10 000	16 000	50 000

Рисунок 2.3.1. Світловіддача ламп з врахуванням ККД світильників



Значущим критерієм, який визначає енергетичну ефективність та економічність джерел освітлення, є значення питомої світловіддачі. У середньому питома світловіддача СД світильників (**рисунок 2.3.1**) перевищує показники існуючих світильників таким чином:

- з лампами розжарювання (ЛОН) – у 7 разів;
- з ртутними газорозрядними лампами (ДРЛ) – у 2,3 рази;
- з натрієвими газорозрядними лампами (ДНаТ) – у 1,3 рази.

За рівнем світлової віддачі світильники з лампами ДНаТ незначно (у середньому на 20-30%) відрізняються від світлодіодних світильників, проте лампи ДНаТ характеризуються дуже низьким індексом передачі кольорів та в 3 рази меншим строком служби.

Світлодіодні світильники не потребують часу на «розігрів», моментально споживають заявлену потужність і видають заявлений світловий потік. Крім того, світлодіодні світильники мають високу механічну і температурну стійкість. Одними з основних переваг є екологічність (відсутність шкідливих речовин і випромінювання), відсутність додаткових витрат на експлуатацію, обслуговування та утилізацію протягом всього строку служби, відсутність мерехтіння.

Враховуючи викладені факти в рамках реалізації інвестиційного проекту ІП-1 пропонується здійснити модернізацію системи вуличного освітлення м. Запоріжжя шляхом заміни діючих світильників на сучасні енергоефективні світлодіодні світильники.

На етапі техніко-економічного обґрунтування виконаний попередній вибір обладнання, виходячи з відповідності світлодіодних світильників значенню світлового потоку діючих вуличних світильників. Вибір заміни діючих світильників виконаний на прикладі пропозиції компанії «Філіпс Україна».

В таблиці 2.3.2 приведені дані про вибір світлодіодних світильників для заміни діючих світильників на основі пропозиції компанії «Філіпс Україна».

Таблиця 2.3.2. Пропозиція компанії «Філіпс Україна» щодо вибору світлодіодних світильників (скорочено)

№	Тип лампи, що встановлено у світильнику	Світловий потік лампи, лм	Світловий потік з урах. ККД 70%	Кількість, шт.	Запропонована заміна Philips	Світловий потік світильника
1	ДНаТ-50	3700	2590	550	BGP303 LED49/740	4900
2	ДНаТ-70	6000	4200	14264	BGP303 LED49/740	4900
3	ДНаТ-100	9500	6650	3197	BGP303 LED73/740	7300
4	ДНаТ-150	15000	10500	9496	BGP303 LED98/740	9800
5	ДНаТ-250	28000	19600	831	BGP303 LED122/740	12200
6	ДНаТ-400	48000	33600	398	BGP353 ECO211-2S/657	17718
7	ЛОН100	1500	1050	1462	BGP303 LED49/740	4900
8	ЛОН150	2160	1512	66	BGP303 LED49/740	4900
9	ЛОН200	3000	2100	21	BGP303 LED49/740	4900
10	ЛОН300	4850	3395	198	BGP303 LED49/740	4900
11	ДРЛ125	5900	4130	615	BGP303 LED49/740	4900
12	ДРЛ250	13500	9450	7437	BGP303 LED98/740	9800
13	ДРЛ400	24000	16800	210	BGP353 ECO211-2S/657	17718
14	МЛ250	5600	3920	873	BGP303 LED49/740	4900
15	КЛЛ21-40Вт			583	BGP303 LED49/740	4900

Для найбільш коректного вибору обладнання спеціалісти компанії «Філіпс Україна» рекомендують виконати розрахунки та підібрати світильники і значення світлового потоку, які виконують вимоги нормативних документів України до яскравості і освітленості дорожнього покриття в залежності від категорії вулиці та інтенсивності руху транспорту. Необхідні розрахунки виконуються на стадії робочого проектування.

Підпроект 2. Встановлення сонячної електричної станції

Встановлення сонячної електричної станції можливо виконати за двома варіантами:

- будівництво наземної СЕС у районі області з мінімальними забрудненнями повітря та близько розташованої ЛЕП 35 кВ;
- будівництво групи територіально розподілених СЕС на дахах будівель.

Обидва варіанти будівництва СЕС мають свої переваги і недоліки. В **таблиці 2.3.3** приведені основні переваги та недоліки наведених варіантів будівництва СЕС.

Таблиця 2.3.3. Основні переваги і недоліки варіантів будівництва СЕС

Найменування	Переваги	Недоліки
Наземна СЕС	Простий монтаж обладнання	Необхідність виділення великої відкритої ділянки землі
		Отримання дозвільних документів про зміну цільового призначення земельної ділянки
	Просте технічне обслуговування	Підвищені витрати коштів на встановлення потужних трансформаторів для відпуску електроенергії до мереж
		Погіршення стану ґрунту через постійне затінення
Дахові СЕС	Не потребують виділення земельних ділянок	Ускладнений монтаж обладнання
	Можливість використання існуючих точок приєднання до електричних мереж	Ускладнене технічне обслуговування
	Підвищення комфортності перебування в приміщеннях останнього поверху будівлі влітку за рахунок додаткового затінення	Ускладнення проведення ремонтів дахових конструкцій

Вибір варіанту та місця будівництва СЕС визначатиметься на етапі робочого проектування.

Вибір потужності сонячної електричної станції

Розрахунок основних параметрів СЕС виконаний для загального проекту **ІП-1**.

Метою розрахунку є попередній вибір необхідної потужності СЕС та площі фотоелектричних модулів.

Основною умовою для вибору потужності СЕС являється забезпечення виробництва електроенергії у обсязі, який покриває річне споживання системою вуличного освітлення на основі світлодіодних світильників.

Розрахункова потужність СЕС визначається за формулою:

$$P_{\text{СЕС}} = P_{\text{інс}} \cdot E_{\text{СЕС}} / (E_{\text{інс}} \cdot \eta_{\text{п}}), \text{ кВт},$$

де: $P_{\text{інс}}$ – максимальна потужність сонячної інсоляції на земну поверхню, кВт/м²;

$E_{\text{СЕС}}$ – необхідне річне виробництво електроенергії СЕС, кВт·год;

$E_{\text{інс}}$ – фактична річна сума сонячної інсоляції на поглинаючу поверхню, кВт·год/м²;

$\eta_{\text{п}}$ – ККД передачі електроенергії в мережі.

Розрахункова площа сонячних фотоелектричних модулів визначається за формулою:

$$F_{\text{ФЕМ}} = P_{\text{СЕС}} / (P_{\text{інс}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}}), \text{ м}^2,$$

де: $P_{\text{СЕС}}$ – потужність СЕС, кВт;

$P_{\text{інс}}$ – максимальна потужність сонячної інсоляції на земну поверхню, кВт/м²;

$\eta_{\text{ФЕМ}}$ – ККД фотоелектричних модулів.

В таблиці 2.3.4 приведені вихідні дані для розрахунку необхідної потужності СЕС та площі фотоелектричних модулів

Таблиця 2.3.4. Вихідні дані для розрахунку

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Розрахунковий річний обсяг споживання електроенергії модернізованою СВО	тис. кВт·год	8 422,7
2	Максимальна потужність інсоляції на земну поверхню	кВт/м ²	1,0
3	Розрахункова річна сума інсоляції на поглинаючу поверхню (кут до горизонталі 20°, орієнтація на південь)* ¹	кВт·год/м ²	1547,9
4	ККД передачі електроенергії в мережі		90%
5	ККД фотоелектричних модулів		13%

*¹ – для спрощення отримання даних про надходження прямої сонячної радіації на різно орієнтовані поверхні використовувались коефіцієнти для перерахунку з горизонтальної поверхні середніх місячних сум прямої радіації згідно з довідковим посібником до СНиП 2.01.01-82.

В таблиці 2.3.5 приведені результати виконаного розрахунку необхідної потужності СЕС та площі фотоелектричних модулів за умови встановлення фотоелектричних модулів з орієнтацією на південь та під кутом 20° до горизонталі. Вибір кута нахилу та азимуту встановлення фотоелектричних панелей виконується на стадії робочого проектування на основі теоретичних розрахунків або за даними вимірювань інсоляції на актинометричних станціях. Остаточний вибір потужності СЕС здійснюватиметься на основі розрахунків, що виконуються на стадії робочого проектування.

Таблиця 2.3.5. Результати розрахунку необхідної потужності СЕС та площі фотоелектричних модулів

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Розрахункова потужність СЕС	кВт	6 046,0
2	Розрахункова площа сонячних фотоелектричних модулів	м ²	46 507,7

2.4. Технологічний процес

Система вуличного освітлення

Функціонування модернізованої системи вуличного освітлення здійснюється у відповідності до діючого графіка включення та виключення зовнішнього освітлення вулиць міста Запоріжжя. В **Додатку В** представлено графік включення та виключення зовнішнього вуличного освітлення міста Запоріжжя.

Світильники споживають електричну енергію у темний період доби за тарифами, диференційованими за періодами часу.

Враховуючи значне зниження транспортних потоків у темний час доби, з метою скорочення витрат на електричну енергію, що споживається на потреби зовнішнього освітлення вулиць міста передбачається регулювання світлового потоку:

- зниження на 30% світлового потоку вуличних світильників при зменшенні інтенсивності руху до 1/3 максимальної величини;
- зниження на 50% світлового потоку вуличних світильників при зменшенні інтенсивності до 1/5 максимальної величини.

Приклади автоматичного регулювання рівня світлового потоку світильників представлені на **рисунках 2.4.1–2.4.2**.

Рисунок 2.4.1. Приклад автоматичного регулювання світильників вуличного освітлення для січня місяця

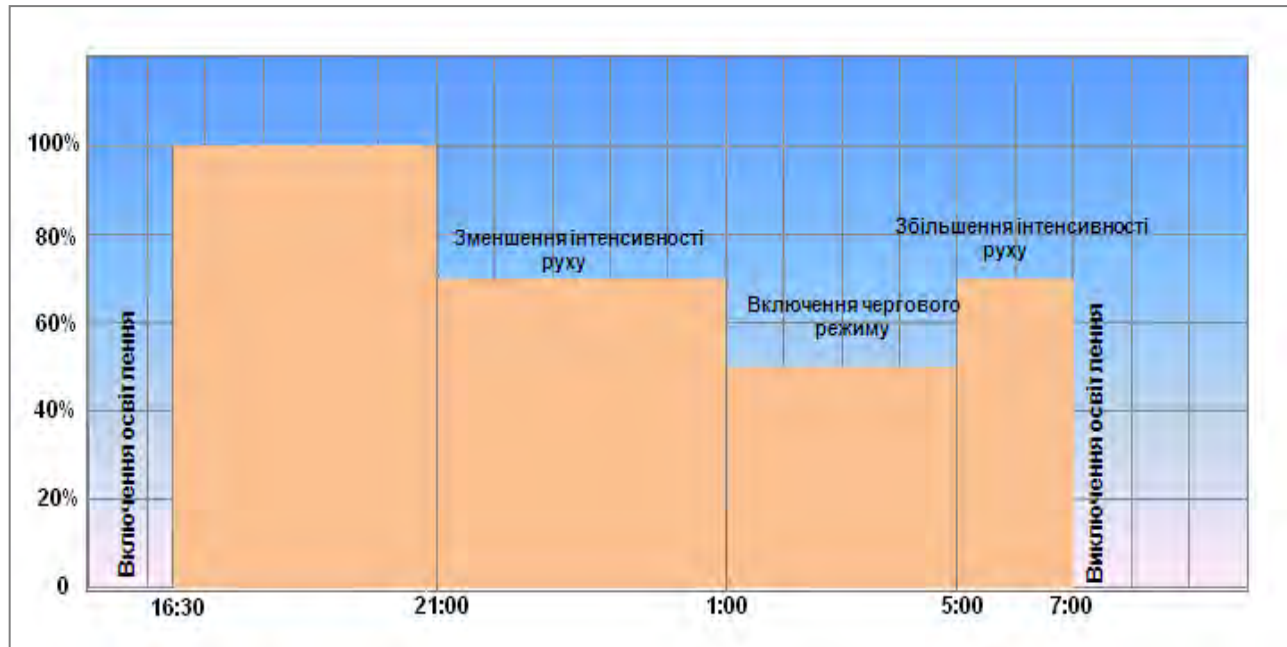
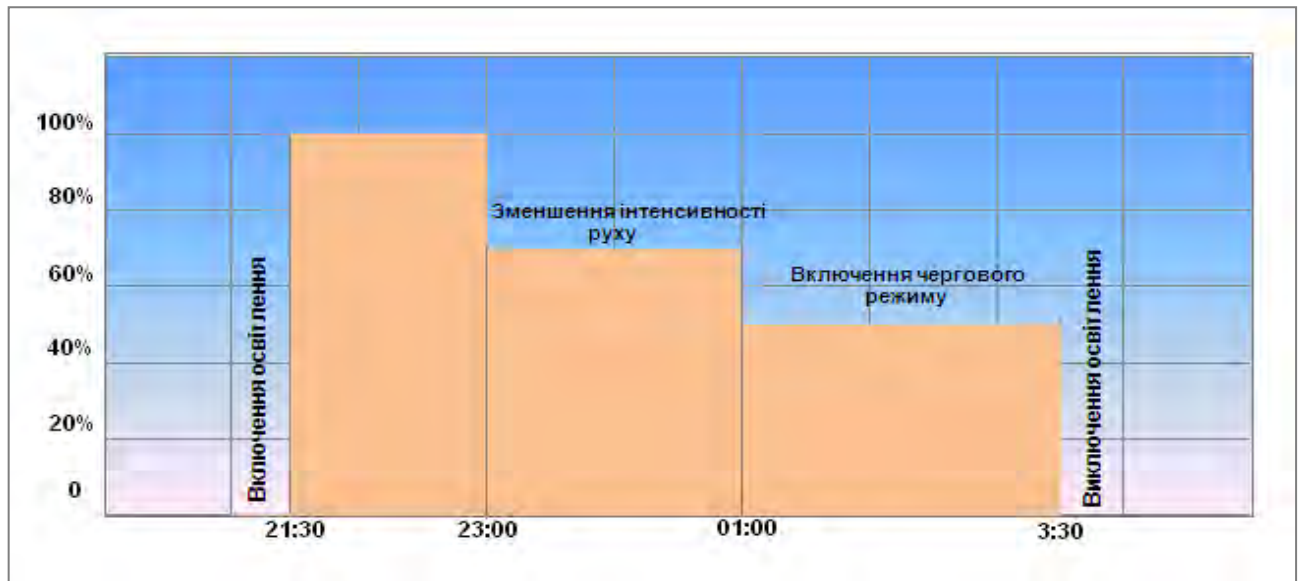


Рисунок 2.4.2. Приклад автоматичного регулювання світильників вуличного освітлення для липня місяця

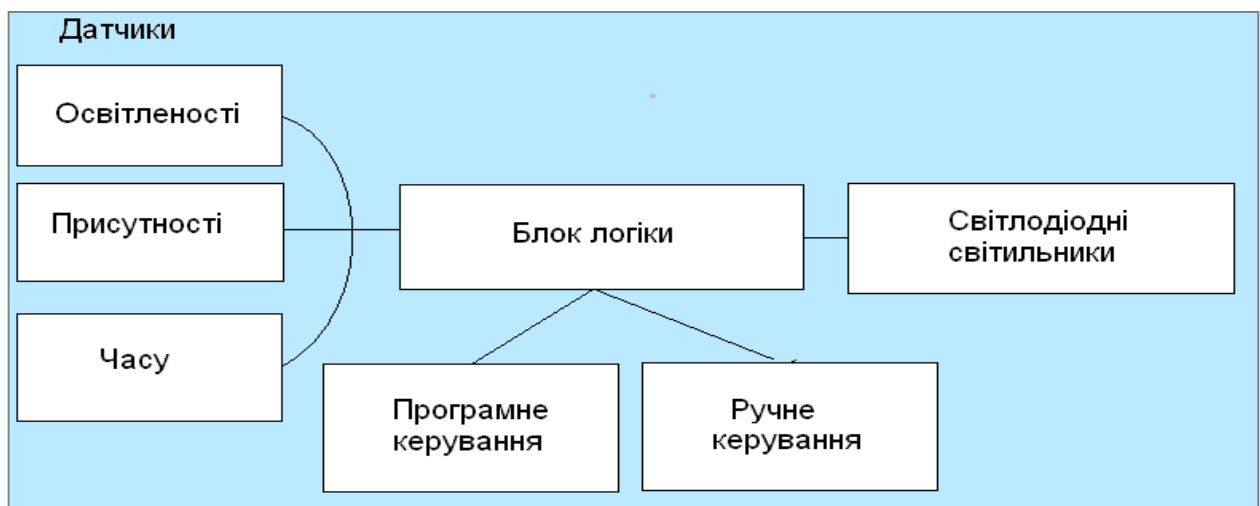


Модернізована система вуличного освітлення виконує наступні функції:

- забезпечує освітлення вулиць в темний час доби;
- забезпечує сталість освітленості в умовах несприятливої погоди, хмарності і смогу за рахунок регулювання яскравості джерела світла;
- забезпечує високу якість освітлення вулиць;
- забезпечує можливість автоматичного регулювання найбільш прийняттого рівня освітленості в різних точках однієї освітлюваної вулиці;
- враховує присутність людей і інтенсивність потоку автотранспорту, відключає в певні нічні години частину світильників, розташувannya яких принципово не впливає на загальний рівень освітленості і рівень безпеки;
- враховує час доби, дні тижня, період року шляхом індивідуального регулювання світлового потоку кожного джерела світла.

Структурна схема системи вуличного освітлення представлена на **рисунку 2.4.3.**

Рисунок 2.4.3. Структурна схема системи вуличного освітлення

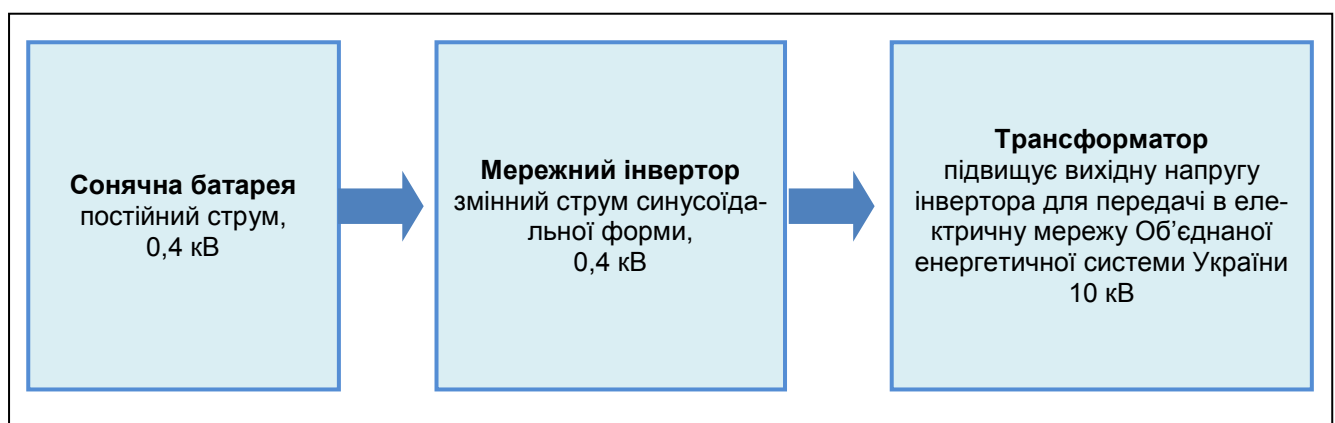


Для забезпечення виробництва електричної енергії у обсязі, який покриває річне споживання модернізованою системою вуличного освітлення, проектом пропонується встановлення сонячної електричної станції з підключенням до електричної мережі Об'єднаної енергетичної системи України.

Виробництво електроенергії відбувається за наступною схемою:

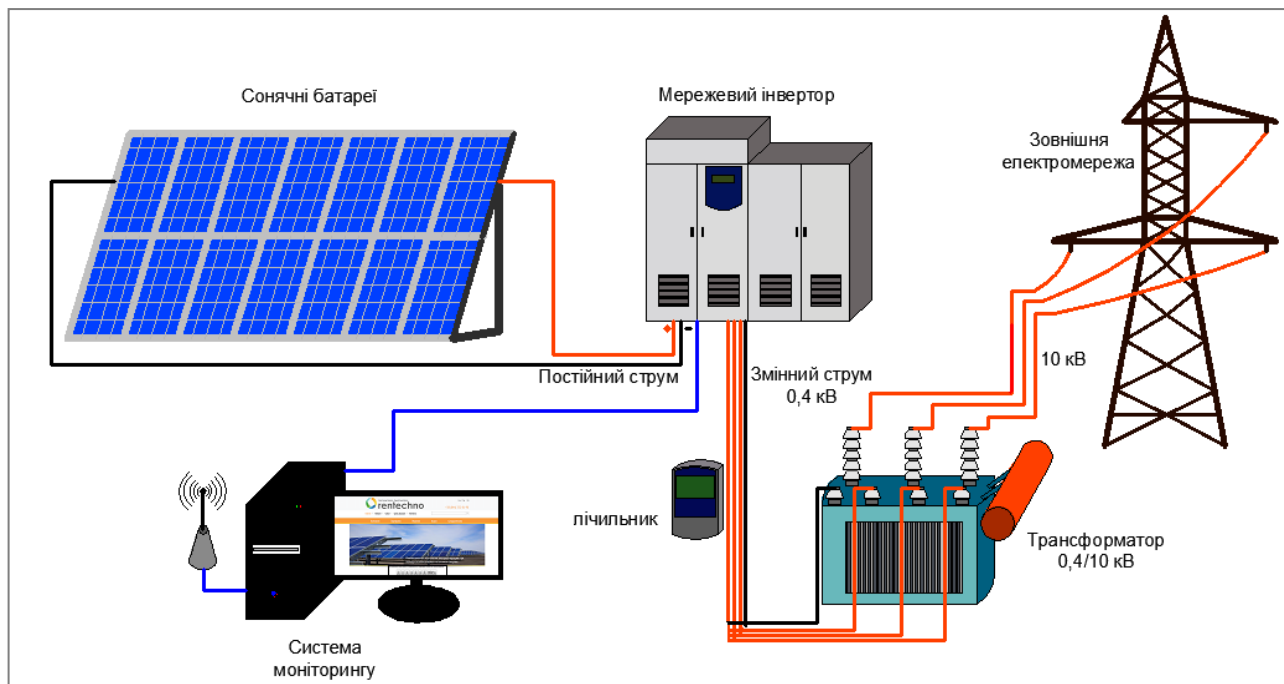
- фотоелектричні модулі перетворюють енергію сонячної радіації в електричну енергію постійного струму;
- мережний інвертор перетворює постійний електричний струм в змінний синусоїдальної форми, напруга 0,4 кВ;
- лічильник електричної енергії здійснює облік виробленої електроенергії, що відпускається до електричної мережі Об'єднаної енергетичної системи України;
- трансформатор підвищує вихідну напругу інвертора до 10 кВ для передачі в електричну мережу Об'єднаної енергетичної системи України;
- вироблена електроенергія передається в мережу високої напруги.

Рисунок 2.4.4. Схема перетворення сонячної енергії в електричну для передачі в електричну мережу Об'єднаної енергетичної системи України



На **рисунку 2.4.5** приведена типова схема підключення сонячної електростанції до електричної мережі Об'єднаної енергетичної системи України.

Рисунок 2.4.5. Типова схема підключення сонячної електростанції до електричної мережі Об'єднаної енергетичної системи України



Сонячна електрична станція виробляє електричну енергію у денні години доби. В запропонованій схемі вироблена СЕС електроенергія відпускається до електричних мереж Об'єднаної енергетичної системи України за пільговим тарифом, що встановленні у відповідності до законодавства України про «зелений» тариф (**Закон України «Про внесення змін до Закону України "Про електроенергетику" щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії» №5485-17 від 20.11.2012**).

Система диспетчеризації

З метою мінімізації витрат і створення сучасних умов оперативного контролю роботи системи вуличного освітлення та сонячної електростанції в рамках інвестиційного проекту передбачається створення окремої системи управління, обліку та диспетчеризації вуличного освітлення міста й окремої системи диспетчеризації сонячної електричної станції.

Диспетчерські системи моніторингу, обліку і контролю виконують наступні завдання:

- отримання достовірної інформації про стан об'єктів в режимі реального часу;
- оперативне виявлення аварійних і передаварійних ситуацій;
- контроль стану обладнання;
- облік споживання і виробництва електроенергії;
- контроль параметрів виробництва електричної енергії;
- збір, зберігання та аналіз поточної інформації;
- зручність експлуатації;
- доступ з будь-якої точки за допомогою Інтернету.

Диспетчеризація здійснюється оператором з головного пульта управління через диспетчерський пункт. Стан обладнання і виникнення позаштатних ситуацій відображається на графічному дисплеї за допомогою програми візуалізації технологічних процесів.

Детальна інформація щодо диспетчерських систем моніторингу, обліку і контролю наведена в **Додатку С**.

Обслуговування

Для коректної та ефективної експлуатації обладнання необхідно забезпечити належне періодичне обслуговування.

Система вуличного освітлення. Обслуговування системи вуличного освітлення здійснюється силами та засобами комунального підприємства «Запоріжміськвітло».

До обслуговування об'єктів вуличного освітлення відносяться наступні заходи:

- періодичний огляд обладнання за встановленим графіком;
- виправлення поточних несправностей;
- контроль захисної, контрольної та вимірної автоматики;
- оперативне вирішення питань обслуговування у випадку виникнення несправностей.

Обсяг технічного обслуговування і ремонту визначається необхідністю підтримки працездатного стану. Технічне обслуговування передбачає проведення операцій контрольованого характеру (огляд, контроль за дотриманням експлуатаційних ситуацій, випробування та оцінки технічного стану) і деякі технологічні операції відновлювального характеру (регулювання і налагодження, очищення, усунення дрібних дефектів).

В **таблиці 2.4.1** приведена періодичність виконання контролю стану обладнання.

Таблиця 2.4.1. Періодичність виконання контролю стану обладнання

Найменування	Періодичність
огляд пунктів електропостачання з виконанням чистки розподільчих пристроїв, перевіркою установок	одного разу на 3 місяць
огляд пристроїв телемеханічного управління з виконанням огляду стану апаратури і комунікацій, випробування дією, очищення	один раз на місяць
огляд установок зовнішнього освітлення з виконанням перевірки стану проводів, ізоляторів, тросових підвісок і відтяжок, кронштейнів цоколів опор	один раз на місяць
очищення світильників, виправлення кріпильних деталей і контактних з'єднань	не рідше двох разів на рік
фарбування металевих опор, кронштейнів і траверс залізобетонних опор	не рідше одного разу в 3 роки

Роботи з обслуговування проводяться відповідно до правил технічної експлуатації об'єктів вуличного освітлення.

Сонячна електростанція. Роботи з обслуговування СЕС покладаються на комунальне підприємство «Запоріжмиськвітло» або виконуються бригадою спеціалістів сервісної служби.

До обслуговування сонячної електростанції відносяться наступні заходи:

- механічна частина профілактичного технічного обслуговування (візуальний огляд фотоелектричних модулів на предмет дефектів; очищення модулів від пилу, забруднень, снігу; очищення системи охолодження інверторів від забруднення; перевірка кріпильних систем);
- електрична частина профілактичного технічного обслуговування (випробування модулів постійного струму; перевірка стану елементів інвертора; перевірка стану контактів і ізоляції провідників; перевірка цілісності заземлення).

Періодичність виконання контролю стану обладнання СЕС наведено в **таблиці 2.4.2.**

Таблиця 2.4.2. Періодичність виконання контролю стану обладнання СЕС

Найменування	Періодичність
огляд стану кріпильних систем на предмет послаблень та корозії, технічне обслуговування кріпильних систем	не рідше одного разу на 3 місяці
огляд стану фотоелектричних модулів, технічне обслуговування фотоелектричних модулів	раз у квартал
очищення фотоелектричних модулів від забруднення	в залежності від погодних умов, але не рідше одного разу у квартал
огляд стану інверторів, очищення фільтрів та перевірка на перегрів, і технічне обслуговування інверторів	раз у квартал

Реальна частота проведення планових робіт з обслуговування обладнання і елементів сонячної електричної станції залежить від умов розташування та експлуатації.

Всі значущі роботи з обслуговування електротехнічної частини СЕС проводяться у відповідності до діючих нормативних документів України:

- Правила улаштування електроустановок;
- Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів;
- Правила технічної експлуатації електричних станцій і мереж.

2.5. План споживання і виробництва електроенергії

Річний план споживання електроенергії системою вуличного освітлення (СВО) залежить від встановленої потужності світильників та часу роботи, який визначається у відповідності до діючого графіка включення та виключення зовнішнього освітлення вулиць міста Запоріжжя.

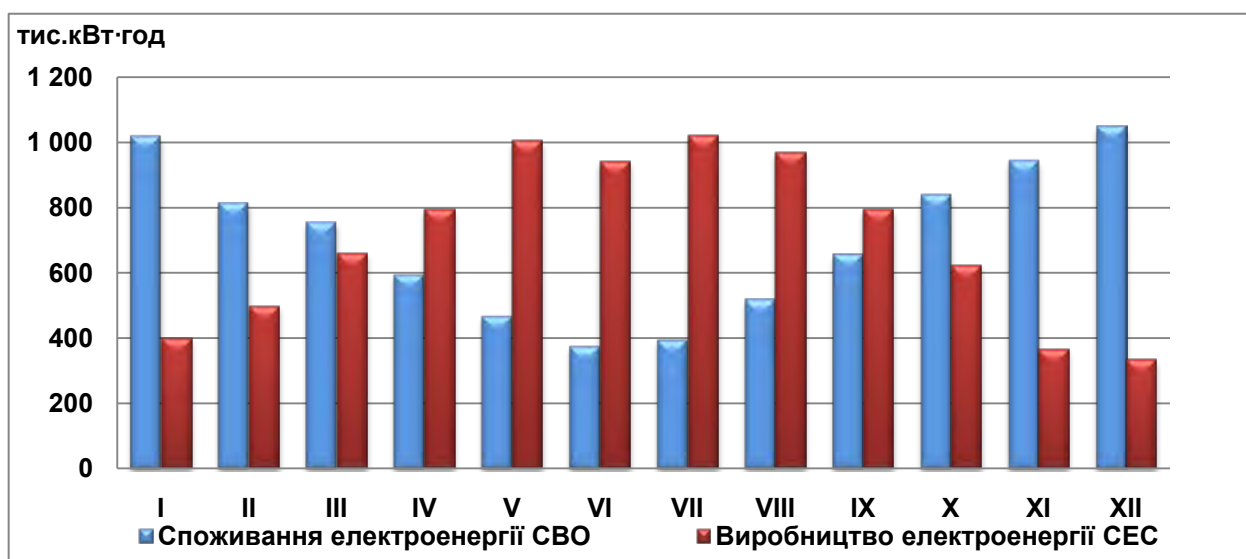
Річний план виробництва електричної енергії сонячною електростанцією (СЕС) залежить від щомісячної суми інсоляції, що надходить на поглинальну поверхню станції. Річний план виробництва електричної енергії розраховується виходячи з умови покриття річного обсягу споживання електроенергії системою вуличного освітлення.

В таблиці 2.5.1 і на рисунку 2.5.1 приведений очікуваний розподіл споживання і виробництва електричної енергії на річному інтервалі часу з помісячним кроком для ІП-1.

Таблиця 2.5.1. Очікуваний розподіл споживання і виробництва електричної енергії на річному інтервалі часу

Місяці року		Споживання електроенергії СВО	Виробництво електроенергії СЕС
Назва	Познач.	тис. кВт·год	тис. кВт·год
Січень	I	1 017,4	400,0
Лютий	II	813,3	499,7
Березень	III	754,7	662,7
Квітень	IV	592,7	795,3
Травень	V	468,2	1 004,9
Червень	VI	375,3	943,1
Липень	VII	395,4	1 021,6
Серпень	VIII	519,0	969,9
Вересень	IX	656,7	796,0
Жовтень	X	839,3	625,6
Листопад	XI	942,8	367,3
Грудень	XII	1 048,0	336,5
Всього за рік		8 422,7	8 422,7

Рисунок 2.5.1. Очікуваний розподіл споживання і виробництва електричної енергії на річному інтервалі часу



3. Показники інвестиційного проекту ІП-1

Інвестиційний проект **ІП-1** передбачає модернізацію системи вуличного освітлення шляхом заміни діючих світильників на сучасні енергоефективні світлодіодні (**Підпроект 1**) та будівництво сонячної електростанції (**Підпроект 2**).

До обсягу охоплення проекту підпадають 40 170 діючих світильників системи вуличного освітлення всіх районів м. Запоріжжя та будівництво СЕС загальною потужністю 6,05 МВт. В **Додатку А** приведені відомості про джерела вуличного освітлення, які ввійшли до складу проекту.

3.1. Економічний аналіз проекту ІП-1

3.1.1. Оцінка капітальних витрат

Інвестиції для даного проекту умовно складаються із наступних груп:

- прямі інвестиції;
- інвестування в підготовку проекту.

Прямі інвестиції спрямовані на придбання нового обладнання, комплектуючих частин, матеріалів, а також додаткові витрати доставки, встановлення та налагоджування обладнання. Інвестування в підготовку проекту спрямовані на забезпечення та супровід проекту, на розробку проектної документації.

Загальна сума інвестицій визначається як сумарна складова витрат по кожному із підпроектів. Оцінка капітальних витрат зроблена на підставі комерційних пропозицій від виробників і постачальників обладнання (**Додаток D**). Детально вартість реалізації проекту визначається на стадії робочого проектування, зокрема за програмним комплексом АВК.

Результати розрахунків загальної вартості обладнання та робіт наведено в **таблиці 3.1.1.1**.

Орієнтовна вартість інвестицій для **Підпроекту 1** і **Підпроекту 2** приведені в **таблиці 3.1.1.2** і **таблиці 3.1.1.3** відповідно.

Таблиця 3.1.1.1. Загальна вартість інвестицій для ІП-1, без ПДВ

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Підпроект 1	Підпроект 2	Всього
1	Обладнання, матеріали, комплектуючі	тис. грн	146 609,8	48 989,1	195 598,9
2	Дозвільна документація	тис. грн	-	74,0	74,0
3	Проектні роботи	тис. грн	12 017,2	2 039,0	14 056,2
4	Монтажні і пусконаладжувальні роботи	тис. грн	18 532,0	5 007,8	23 539,8
	Всього	тис. грн	177 159,0	56 109,9	233 268,9

Таблиця 3.1.1.2. Орієнтовна вартість інвестицій для Підпроекту 1, без ПДВ

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
	Кількість світильників	шт.	40 170
1	Обладнання, матеріали, комплектуючі, всього, у т.ч.:	тис. грн	146 609,8
1.1	Основне обладнання	тис. грн	120 172,0
1.2	Додаткове обладнання	тис. грн	24 034,4
1.3	Додаткові матеріали і комплектуючі	тис. грн	2 403,4
2	Проектні роботи	тис. грн	12 017,2
3	Монтажні і пусконаладжувальні роботи, всього, у т.ч.:	тис. грн	18 532,0
3.1	Демонтажні роботи	тис. грн	6 949,4
3.2	Монтажні і пусконаладжувальні роботи	тис. грн	11 582,6
	Всього	тис. грн	177 159,0

Таблиця 3.1.1.3. Орієнтовна вартість інвестицій для Підпроекту 2, без ПДВ

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
	Потужність СЕС	кВт	6 046
1	Обладнання, матеріали, комплектуючі, всього, у т.ч.:	тис. грн	48 989,1
1.1	Основне обладнання	тис. грн	40 780,3
1.2	Додаткове обладнання	тис. грн	3 062,8
1.3	Додаткові матеріали і комплектуючі	тис. грн	5 146,0
2	Дозвільна документація	тис. грн	74,0
3	Проектні роботи	тис. грн	2 039,0
4	Монтажні і пусконаладжувальні роботи, всього, у т.ч.:	тис. грн	5 007,8
4.1	Монтажні роботи	тис. грн	4 078,0
4.2	Пусконаладжувальні роботи	тис. грн	929,8
	Всього	тис. грн	56 109,9

Склад основного та додаткового обладнання для Підпроекту 1 і Підпроекту 2 приведені в таблиці 3.1.1.4 і таблиці 3.1.1.5 відповідно.

Таблиця 3.1.1.4. Склад основного та додаткового обладнання для Підпроекту 1

№	Найменування світильника	Од. вим.	Значення
1	Основне обладнання		
	Світлодіодні світильники, всього, у т.ч:	шт.	40 170
	Philips ClearWay BGP303 LED23-/740	шт.	2 126
	Philips ClearWay BGP303 LED35-/740	шт.	550
	Philips ClearWay BGP303 LED49/740	шт.	24 854
	Philips ClearWay BGP303 LED73/740	шт.	3 192
	Philips ClearWay BGP303 LED98/740	шт.	9 448
2	Додаткове обладнання		
	Система диспетчеризації, у т.ч:		
	Обладнання диспетчерського пункту	компл.	1
	Обладнання системи керування і збору інформації	компл.	40 170

Таблиця 3.1.1.5. Склад основного та додаткового обладнання для Підпроекту 2

№	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Основне обладнання		
	Фотоелектричні модулі Квazar (1 комплект складається з 512 модулів)	компл.	50
	Мережні інвертори SolarLake	шт.	200
2	Додаткове обладнання		
	Лічильник електроенергії	шт.	1
	Система моніторингу «ИНФОКОМ ЛТД»	шт.	1
	Обладнання диспетчерського пункту «ИНФОКОМ ЛТД»	компл.	1
3	Додаткові матеріали		
	Опорні конструкції	компл.	50

В таблиці 3.1.1.6 приведений перелік та орієнтовна вартість дозвільної документації для експлуатації СЕС.

Таблиця 3.1.1.6. Перелік та орієнтовна вартість дозвільної документації для експлуатації СЕС, без ПДВ

№	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Технічні умови і договір на приєднання до мережі	тис. грн	15,4
2	Ліцензія на виробництво електроенергії	тис. грн	19,2
3	Статус учасника оптового ринку електроенергії	тис. грн	16,4
4	Отримання «зеленого» тарифу	тис. грн	22,9
	Всього	тис. грн	74,0

3.1.2. Оцінка експлуатаційних витрат

До складу експлуатаційних витрат входять витрати на технічне обслуговування і ремонт обладнання.

Для Підпроекту 1 умовно приймається, що річний обсяг експлуатаційних витрат для модернізованої СВО нижче або дорівнюють поточним витратам на технічне обслуговування і ремонт обладнання для існуючої системи вуличного освітлення міста. Виходячи з цього, експлуатаційні витрати для модернізованої СВО вважаються скомпенсованими і в подальших розрахунках не приймають участі. Остаточний річний обсяг витрат визначається на етапі впровадження проекту за уточненими даними від виробників або постачальників обладнання.

Перелік і періодичність робіт з технічного обслуговування системи вуличного освітлення приведений у **таблиці 2.4.1**.

Для **Підпроекту 2** річні витрати на утримання на технічне обслуговування і ремонт обладнання СЕС приведені в **таблиці 3.1.2.1**. Витрати на обслуговування і ремонт обладнання на поточному етапі визначаються розрахунковим методом, як фіксована частка від вартості основного та допоміжного обладнання. Остаточний річний обсяг витрат визначається на етапі впровадження проекту за уточненими даними від виробників або постачальників обладнання.

Перелік і періодичність робіт з технічного обслуговування сонячної електричної станції приведений у **таблиці 2.4.2**.

Таблиця 3.1.2.1. Витрати на технічне обслуговування обладнання СЕС, без ПДВ

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Вартість обладнання	тис. грн	43 843,1
2	Розрахунковий коефіцієнт	рік ⁻¹	0,05
3	Річні витрати на обслуговування	тис. грн/рік	2 192,2

В підсумку для **ІП-1** загальний річний обсяг експлуатаційних витрат становить **2 192,2 тис. грн/рік**.

3.1.3. Оцінка економічного ефекту

Загальний очікуваний економічний ефект від впровадження проекту **ІП-1** визначається як сума економічних ефектів від реалізації підпроектів:

- **Підпроект 1.** Економічний ефект від впровадження проекту очікується за рахунок зниження витрат на оплату за електроенергію, а також витрат на обслуговування системи вуличного освітлення міста.
- **Підпроект 2.** Економічний ефект від впровадження проекту очікується шляхом отримання доходів комунальним підприємством «Запоріжмиськвітло» за рахунок різниці вартості реалізованої електроенергії за «зеленим» тарифом та придбаної електроенергії за діючими «денними» і «нічними» тарифами. Після закінчення дії «зеленого» тарифу постійний дохід підприємства забезпечуватиметься за рахунок позитивної різниці між «денними» і «нічними» тарифами енергоринку України.

В **таблиці 3.1.3.1** наведені дані розрахунку економічного ефекту, що очікується від впровадження **Підпроекту 1**. В **таблиці 3.1.3.2** наведені дані розрахунку економічного ефекту, що очікується від впровадження **Підпроекту 2**.

Таблиця 3.1.3.1. Розрахунок економічного ефекту, що очікується від впровадження Підпроєкту 1

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
<i>До модернізації</i>			
	Кількість світильників	шт.	40 170
1	Річне споживання електричної енергії, всього, у т.ч.:	тис. кВт·год	13 731,3
	денні години доби	тис. кВт·год	1 913,0
	нічні години доби	тис. кВт·год	11 818,3
2	Тарифи на електроенергію, без ПДВ (згідно прогнозу на 2015 р.)		
	денні години доби	грн/кВт·год	1,5
	нічні години доби	грн/кВт·год	0,4
3	Загальні витрати, без ПДВ, всього, у т.ч.:	тис. грн	8 679,9
	Витрати на електроенергію, без ПДВ	тис. грн	7 114,1
	Витрати на заміну ламп, без ПДВ	тис. грн	1 565,8
<i>Після модернізації</i>			
	Кількість світильників	шт.	40 170
4	Річне споживання електричної енергії, всього, у т.ч.:	тис. кВт·год	8 422,7
	денні години доби	тис. кВт·год	1 173,4
	нічні години доби	тис. кВт·год	7 249,3
5	Тарифи на електроенергію, без ПДВ (згідно прогнозу на 2015 р.)		
	денні години доби	грн/кВт·год	1,5
	нічні години доби	грн/кВт·год	0,4
6	Загальні витрати, без ПДВ, всього, у т.ч.:	тис. грн	4 363,7
	Витрати на електроенергію, без ПДВ	тис. грн	4 363,7
	Витрати на заміну світильників (за період життя проєкту), без ПДВ	тис. грн	0,0
<i>Економічний ефект</i>			
7	Економічний ефект, без ПДВ, всього, у т.ч.:	тис. грн	4 316,1
	Економічний ефект від зниження витрат на електроенергію, без ПДВ	тис. грн	2 750,4
	Економічний ефект від зниження витрат на заміну ламп, без ПДВ	тис. грн	1 565,8

Таблиця 3.1.3.2. Розрахунок економічного ефекту, що очікується від впровадження Підпроєкту 2

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Річне виробництво електроенергії СЕС	тис. кВт·год	8 422,7
2	"Зелений" тариф для наземної СЕС, без ПДВ	грн/кВт·год	3,31
3	Вартість реалізації електроенергії СЕС, без ПДВ	тис. грн	27 918,5
4	Експлуатаційні витрати, без ПДВ	тис. грн	2 192,2
5	Економічний ефект, без ПДВ	тис. грн	25 726,4

Для попередньої оцінки ефективності проекту визначається період простої окупності енергоефективного проекту. Це найбільш простий метод оцінки проекту, при котрому розраховується період часу, протягом якого вигоди від проекту будуть рівними витратам на проект.

Період повернення грошей (T_o) розраховується наступним чином:

$$T_o = C_{\text{кв}} / (C_d - C_{\text{ев}}), \text{ рік,}$$

де: $C_{\text{кв}}$ – капітальні витрати, тис. грн;

C_d – дохід від впровадження проекту, тис. грн/рік;

$C_{\text{ев}}$ – вартість експлуатаційних витрат, тис. грн/рік.

Дані розрахунків економічної ефективності проекту та визначення періоду простої окупності наведені у **таблиці 3.1.3.3.**

Таблиця 3.1.3.3. Розрахунок економічного ефекту, що очікується від впровадження проекту

№	Найменування	Од. вим.	Підпроект 1	Підпроект 2	Всього
	<i>Дохідна частина</i>				
1	Економія від модернізації СВО	тис. грн	4 316,1	-	4 316,1
2	Дохід від продажу електроенергії, що вироблена СЕС	тис. грн	-	27 918,5	27 918,5
	<i>Видаткова частина</i>				
3	Капітальні витрати	тис. грн	177 159,0	56 109,9	233 268,9
	Експлуатаційні витрати	тис. грн	-	2 192,2	2 192,2
	<i>Ефективність</i>				
4	Економічний ефект (річний)	тис. грн	4 316,1	25 726,4	30 042,5
	<i>Попередній (спрощений) розрахунок</i>				
5	Період простої окупності	рік	41,0	2,2	7,8

3.2. Фінансовий аналіз проекту ІП-1

Фінансовий аналіз та модель реалізації проекту мають ціль продемонструвати фінансовий вплив запропонованого інвестиційного проекту на стан міського бюджету, виявити всі пов'язані з проектом експлуатаційні зміни, виявити всі відмінності порівняно з ситуацією до реалізації проекту.

При проведенні фінансового аналізу виконавець приймає припущення виходячи із базової ситуації по основним макроекономічним показникам (рівень інфляції, обмінні курси, ставка амортизації, зростання заробітної плати, та ін.).

Фінансова модель розрахована на період життя проекту 15 років.

Зріст цін на паливо приймається згідно з прогнозом, що викладено в **підрозділі 1.4.1.**

Фінансування проекту **ІП-1** передбачається реалізувати за рахунок залучення позикових коштів. В якості керуючої компанії по виконанню проекту передбачається визначити комунальне підприємство «Запоріжміськвітло». Як один із варіантів реалізації проекту можливо залучення приватної компанії.

3.2.1. Аналіз фінансових показників проекту ІП-1

Методика розрахунку фінансових показників проекту базується на концепції часової вартості грошей і заснована на наступних принципах:

- Оцінка ефективності використання капіталу, що інвестується виробляється шляхом порівняння грошового потоку, який формується в процесі реалізації інвестиційного проекту і початкової інвестиції;
- Грошовий потік та капітал, що інвестується, приводяться до року початку реалізації проекту;
- Процес дисконтування грошових потоків розробляється по ставках дисконту, які визначаються особливостями інвестиційних проектів;
- У розрахунках враховується ріст тарифу на електричну енергію на основі прогностичного сценарію, розробленого енергосервісною компанією «Екологічні Системи».

Ефективність інвестицій визначається на розрахунковому періоді щорічно за наступними показниками:

- Чистий інтегральний дисконтований дохід (NPV);
- Дисконтований строк окупності (DPP);
- Внутрішня норма рентабельності (IRR).

Інвестиції вважаються ефективними, якщо грошовий потік проекту достатній для повернення початкової суми капітальних вкладень і забезпечення необхідної віддачі на вкладений капітал. Для розрахунку показників приймається бар'єрна ставка (коефіцієнт дисконтування), що враховує ризик проекту. Коефіцієнт дисконтування для даного проекту приймається в розмірі 7% (середня ставка ЄБРР для муніципальних проектів). У **таблиці 3.2.1.1** наведені вихідні дані для розрахунків.

Таблиця 3.2.1.1. Вихідні дані для розрахунків

№	Показник	Одиниці вимірювання	Значення
1	Дата початку проекту		2015
2	Період життя проекту	рік	15
3	Капітальні витрати	тис. грн	233 269
4	Обсяг економії електроенергії	тис. кВт·год	5 309
5	Обсяг виробництва електроенергії СЕС	тис. кВт·год	8 423
6	Коефіцієнт дисконтування		7%
7	Сума кредиту	тис. грн	233 269
8	Період повернення кредиту	рік	12
9	Відсотки по кредиту	%	5
10	Відстрочка платежів по кредиту	рік	2

Результати розрахунків наведені у таблицях:

У **таблиці 3.2.1.3** наведено звіт про рух грошових коштів.

У **таблиці 3.2.1.4** наведені витрати на розрахунки по кредиту.

У **таблиці 3.2.1.5** наведено розрахунок показників ефективності.

У **таблиці 3.2.1.6** зведені дані розрахунків фінансових показників.

На **рисунку 3.2.1.1** приведено графік NPV.

На **рисунку 3.2.1.2** приведено динаміку розрахунків за кредитом.

В **таблиці 3.2.1.2** наведені підсумкові дані розрахунків фінансових показників проекту.

Таблиця 3.2.1.2. Основні фінансові показники проекту ІП-1

№	Найменування	Позначення	Од. вим.	Значення
1	Капітальні вкладення	Ск	тис. грн	233 269
2	Строк життя проекту	Тр	років	15
3	Коефіцієнт дисконтування	Кд	%	7%
4	Позикові кошти	Сп	тис. грн	233 269
5	Чистий дисконтований дохід	NPV	тис. грн	36 642
6	Дисконтований строк окупності	DPP	років	13,0
7	Внутрішня норма рентабельності	IRR		9,4%

Висновки за даними розрахунків показників проекту наступні:

- Чистий дисконтований дохід має позитивне значення ($NPV > 0$);
- Внутрішня норма рентабельності більше ставки дисконтування ($IRR > Кд$);
- Проект вважається привабливим для інвестування.

Таблиця 3.2.1.3. Звіт про рух грошових коштів

Найменування	Роки		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Сума
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Вихідні дані																		
Система вул. освітлення																		
Споживання електроенергії до модернізації	тис. кВт·год	13 731	13 731	13 731	13 731	13 731	13 731	13 731	13 731	13 731	13 731	13 731	13 731	13 731	13 731	13 731	13 731	219 701
Споживання електроенергії після модернізації	тис. кВт·год	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	134 763
Економія електроенергії	тис. кВт·год	5 309	5 309	5 309	5 309	5 309	5 309	5 309	5 309	5 309	5 309	5 309	5 309	5 309	5 309	5 309	5 309	84 938
Сонячна електростанція																		
Виробництво електроенергії	тис. кВт·год	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	8 423	134 763
Дохід																		
Дохід від економії електроенергії світильниками	тис. грн	0	2 887	3 031	3 183	3 343	3 509	3 685	3 869	4 063	4 267	4 481	4 706	4 942	5 190	5 451	5 725	62 332
Дохід від виробництва електроенергії СЕС	тис. грн	0	27 919	27 919	27 919	27 919	27 919	27 919	27 919	27 919	27 919	27 919	27 919	27 919	27 919	27 919	27 919	418 778
Всього дохід	тис. грн	0	30 806	30 950	31 101	31 262	31 427	31 604	31 787	31 981	32 185	32 400	32 625	32 861	33 109	33 370	33 643	481 110
Витрати																		
Експлуатаційні витрати	тис. грн	0	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-32 882
Повернення кредиту	тис. грн	-11 663	-11 663	-34 990	-33 824	-32 658	-31 491	-30 325	-29 159	-27 992	-26 826	-25 660	-24 493	0	0	0	0	-320 745
Всього витрати		-11 663	-13 856	-37 182	-36 016	-34 850	-33 683	-32 517	-31 351	-30 184	-29 018	-27 852	-26 685	-2 192	-2 192	-2 192	-2 192	-353 627
Залишок після витрат	тис. грн	-11 663	16 950	-6 233	-4 915	-3 588	-2 256	-913	436	1 797	3 167	4 548	5 939	30 669	30 917	31 177	31 451	127 483

ЕСЗ. 031.125.01.04.04

Муниципальный энергетичний план Запоріжжя
Енергосервісна компанія «Екологічні Системи»

Таблиця 3.2.1.4. Витрати на розрахунки по кредиту

Найменування	Роки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Сума
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
Сума кредиту	тис. грн	233 269												233 269
Погашення основної суми заборгованості	тис. грн	0	0	23 327	23 327	23 327	23 327	23 327	23 327	23 327	23 327	23 327	23 327	233 269
Заборгованість по кредиту	тис. грн	233 269	233 269	233 269	209 942	186 615	163 288	139 961	116 634	93 308	69 981	46 654	23 327	0
Відсотки по кредиту	тис. грн	11 663	11 663	11 663	10 497	9 331	8 164	6 998	5 832	4 665	3 499	2 333	1 166	87 476
Всього платежі	тис. грн	11 663	11 663	34 990	33 824	32 658	31 491	30 325	29 159	27 992	26 826	25 660	24 493	320 745

Таблиця 3.2.1.5. Розрахунок показників ефективності проекту ІП-1

Найменування	Роки		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Сума
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Доходи від впровадження проекту	тис. грн		28 614	28 758	28 909	29 069	29 235	29 412	29 595	29 789	29 993	30 207	30 432	30 669	30 917	31 177	31 451	448 228
Капітальні витрати	тис. грн	-233 269																-233 269
Грошові потоки проекту	тис. грн	-233 269	28 614	28 758	28 909	29 069	29 235	29 412	29 595	29 789	29 993	30 207	30 432	30 669	30 917	31 177	31 451	214 959
Загальний дохід проекту (PV)	тис. грн	-233 269	-204 655	-175 898	-146 988	-117 919	-88 684	-59 272	-29 677	112	30 105	60 313	90 745	121 414	152 330	183 508	214 959	214 959
Коефіцієнт дисконтування	тис. грн	1,00	0,93	0,87	0,82	0,76	0,71	0,67	0,62	0,58	0,54	0,51	0,48	0,44	0,41	0,39	0,36	
Дисконтований грошовий потік	тис. грн	-233 269	26 742	25 118	23 599	22 177	20 844	19 598	18 430	17 338	16 314	15 356	14 458	13 617	12 829	12 091	11 399	36 642
Чистий диско- нтований дохід (NPV)	тис. грн	-233 269	-206 527	-181 409	-157 811	-135 634	-114 789	-95 191	-76 761	-59 423	-43 109	-27 753	-13 295	322	13 152	25 243	36 642	36 642
Дисконтований термін окупно- сті (DPP)	рік													13,0				13,0

На **рисунку 3.2.1.1** приведено графік NPV.

На **рисунку 3.2.1.2** приведено динаміку розрахунків за кредитом.

Таблиця 3.2.1.6. Зведені дані розрахунків фінансових показників

№	Найменування	Позначення	Од. вим.	Значення
1	Чистий дисконтований дохід	NPV	тис. грн	36 642
2	Дисконтований строк окупності	DPP	років	13,0
3	Внутрішня норма рентабельності	IRR		9,4%

Рисунок 3.2.1.1. Графік NPV



Рисунок 3.2.1.2. Динаміка розрахунків за кредитом



3.2.2. Схема фінансування проекту ІП-1

Інвестиційний проект відноситься до розряду довгострокових, характеризується підвищеною організаційною складністю із-за поєднання в одному проекті двох незалежних енергоефективних заходів, потребує значних коштів для реалізації. Забезпечення коштів на реалізацію такого роду проекту можливо лише за рахунок запозичень у великих міжнародних фінансових інститутах та іноземних державних установах, таких як Світовий банк, МФК, ЄБРР, ЄІБ, КФВ, за умови наявності муніципальної гарантії.

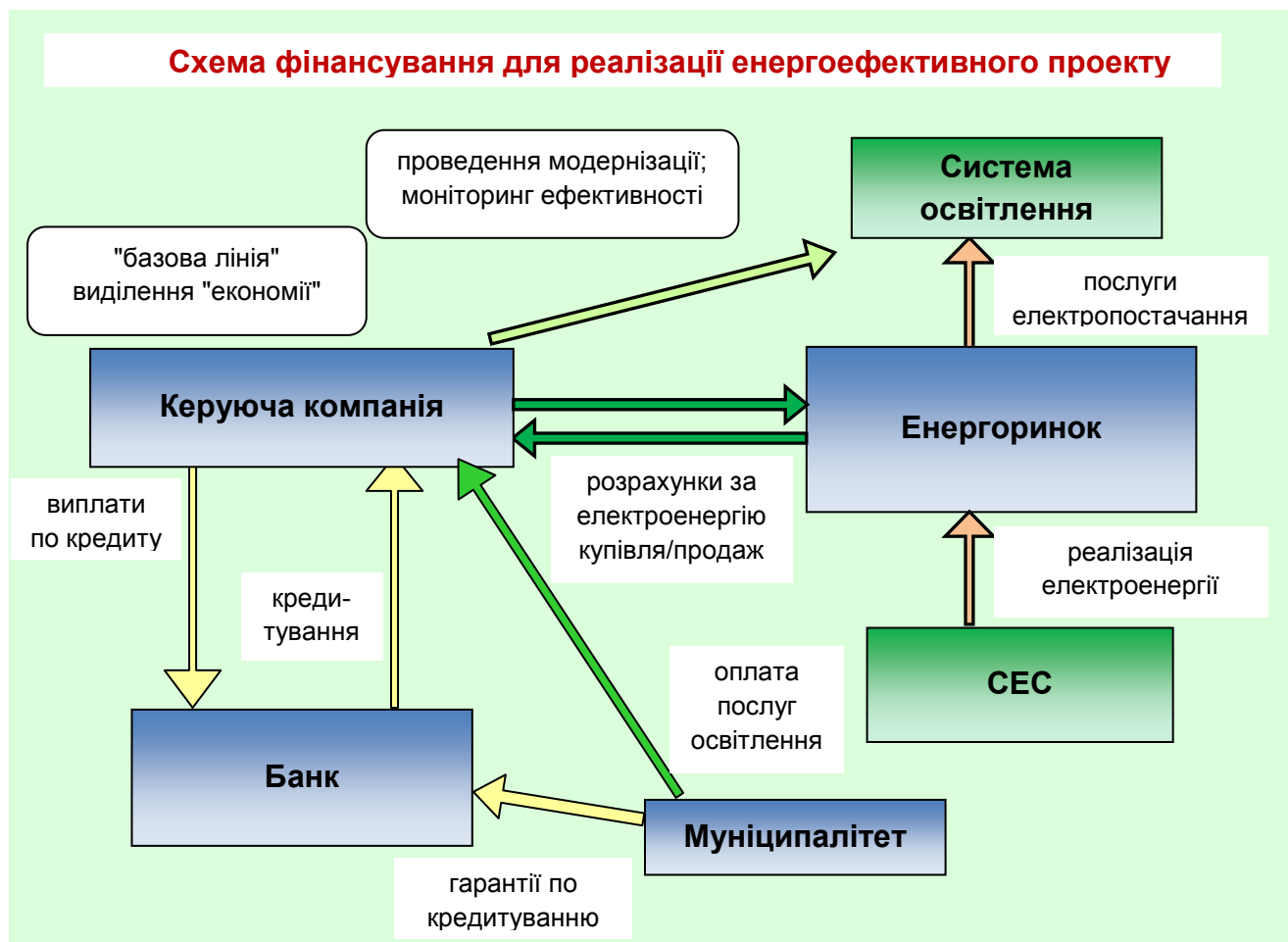
Реалізацію проекту пропонується виконати згідно фінансової схеми, що передбачає наступні умови:

- Керуючою компанією визначається комунальне підприємство «Запоріжмиськ-вітло»;
- Керуюча компанія отримує кредит, розраховується з виконавцями окремих видів робіт, забезпечує повернення коштів;
- Муніципалітет забезпечує гарантію повернення кредиту;
- Для отримання коштів обирається банк, що забезпечує надання кредиту на 12 років з річною процентною ставкою не вище 7% і з відстроченням виплат на перших 2 роки. Відстрочення займу необхідне для акумулювання коштів на регулярну оплату основного тіла кредиту;
- Керуюча компанія залучає професійні організації для виконання робіт по проектуванню, побудові та впровадженню проекту;
- Керуюча компанія забезпечує експлуатацію обладнання, моніторинг (або управління моніторингом) енергоспоживання і фактичного економічного ефекту;
- Новою вимогою проекту є необхідність затвердження для міського бюджету «базової лінії» споживання електроенергії на період життя проекту та окреме забезпечення бухгалтерського обліку коштів, отриманих від фактичної економії що направляються на розрахунки за позику та обслуговування боргу.

Як один із варіантів для реалізації проекту можливо залучення до фінансування та керування проектом приватної компанії.

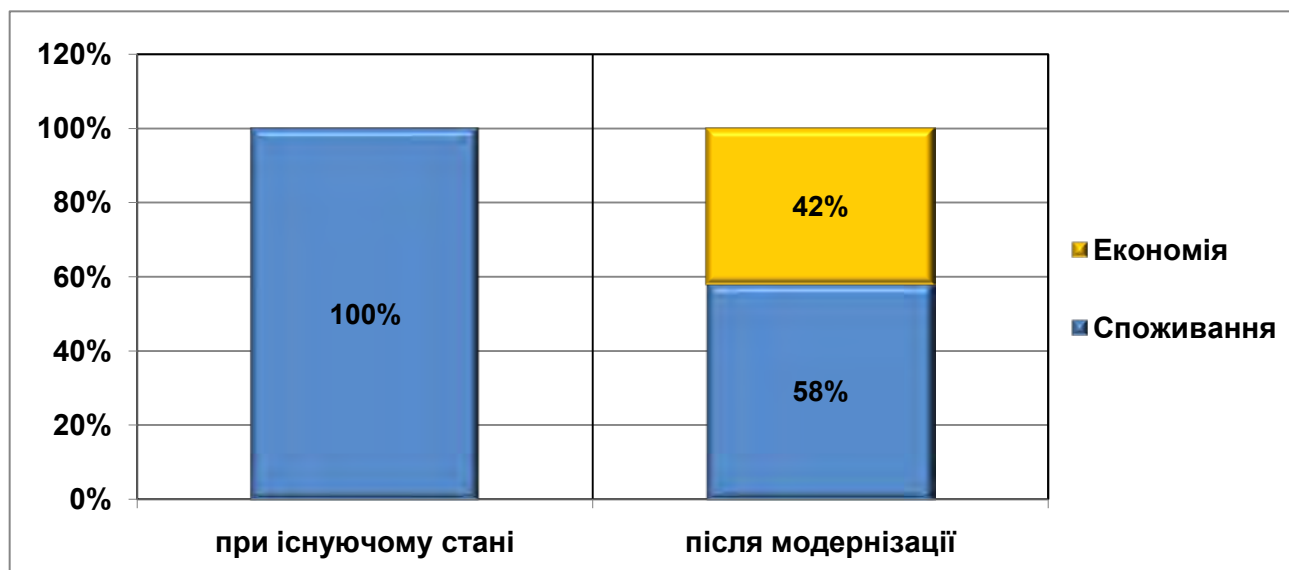
Фінансова схема наведена на **рисунку 3.2.2.1.**

Рисунок 3.2.2.1. Фінансова схема



Діаграма на **рисунку 3.2.2.2** ілюструє структуру споживання електроенергії на освітлення при існуючому стані та при стані після реалізації проекту, та відображає частку економії, що досягається за рахунок модернізації системи освітлення за **Підпроектом 1**.

Рисунок 3.2.2.2. Структура споживання електроенергії



Згідно з прийнятими до розрахунків показниками реалізації проекту, такими як, значення економії, умови залучення кредитів, у **таблиці 3.2.1.3 «Звіт про рух грошових коштів»** наведені дані про грошові потоки підсумовані за двома підпроектами, що будуть отримані від економії електроенергії, доходів від реалізації електроенергії, витрат, що направлені на погашення кредиту і залишені у виконавця, як дохід. В **таблиці 3.2.2.1** наведені результати розрахунків загальних значень обсягів коштів, що формуються за період життя проекту, окремо по кожному під проекту та по проекту в цілому. За даними таблиці діаграми на **рисунках 3.2.2.3 – 3.2.3.5** схематично ілюструють баланси фінансів по кожному із підпроектів та по проекту в цілому.

Таблиця 3.2.2.1. Дані розрахунків загальних значень обсягів коштів, що формуються за період життя проекту

Найменування	Од. вим.	Підпроект 1	Підпроект 2	Всього
Витрати	млн грн	-203,7	-120,6	-324,4
Дохід (від зниження споживання, від реалізації електроенергії)	млн грн	62,3	385,9	448,2
Чистий дохід	млн грн	-141,4	265,3	123,9

Рисунок 3.2.2.3. Баланс фінансів по Підпроекту 1

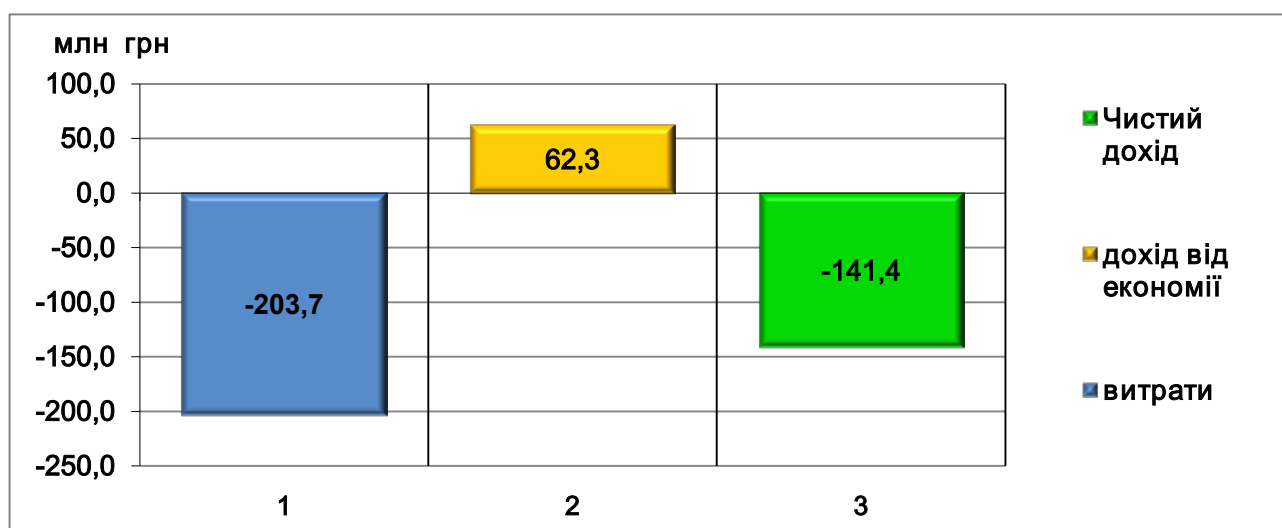


Рисунок 3.2.2.4. Баланс фінансів по Підпроекту 2

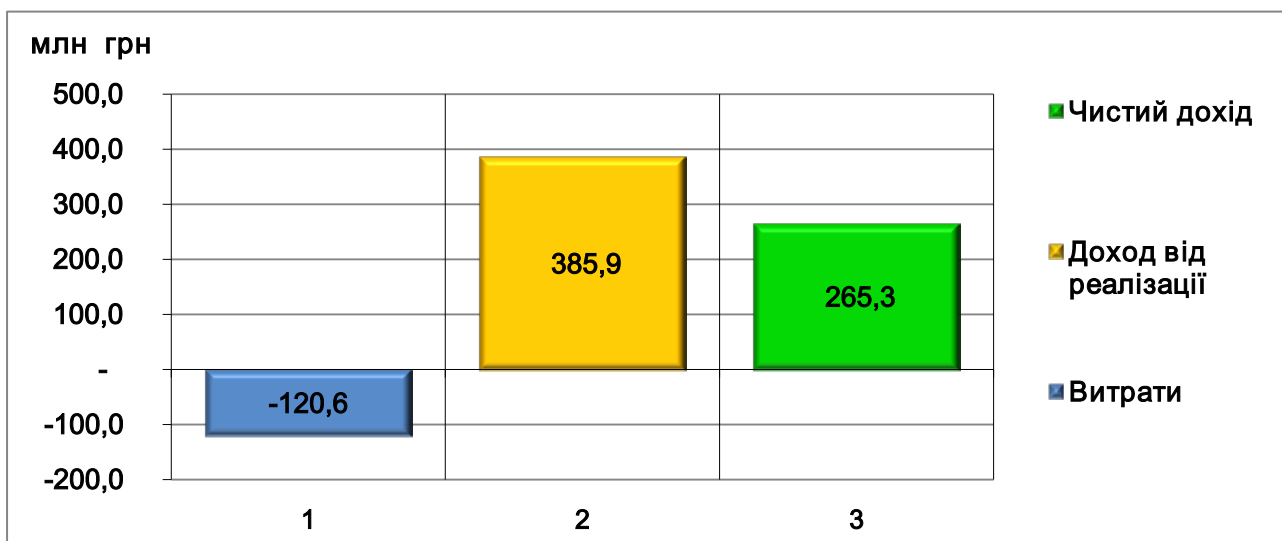
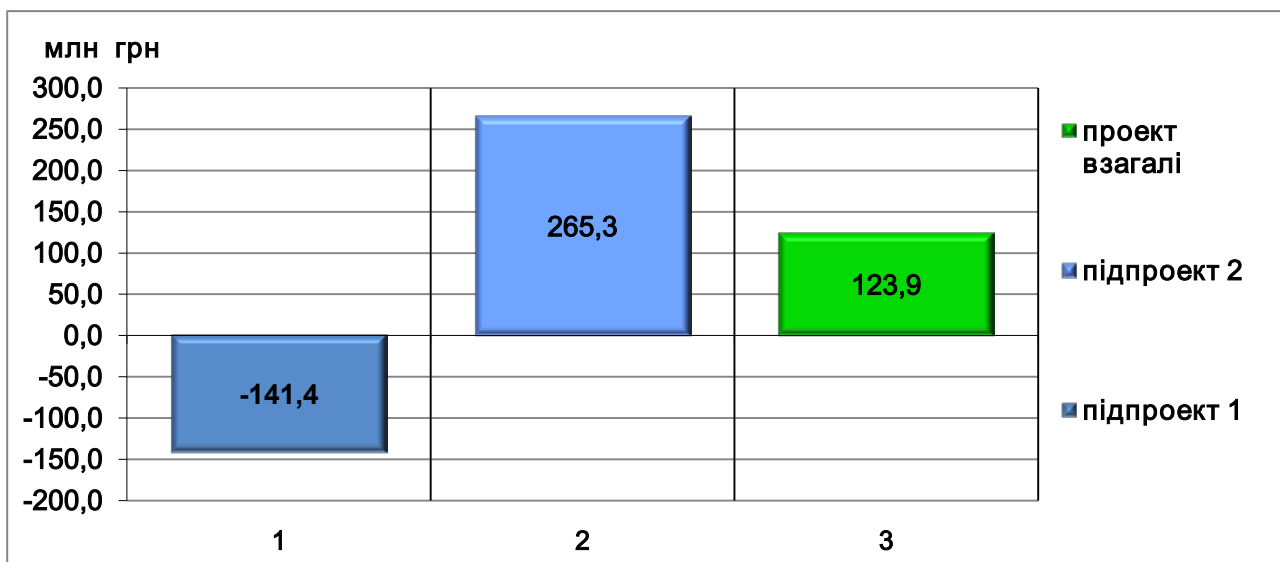
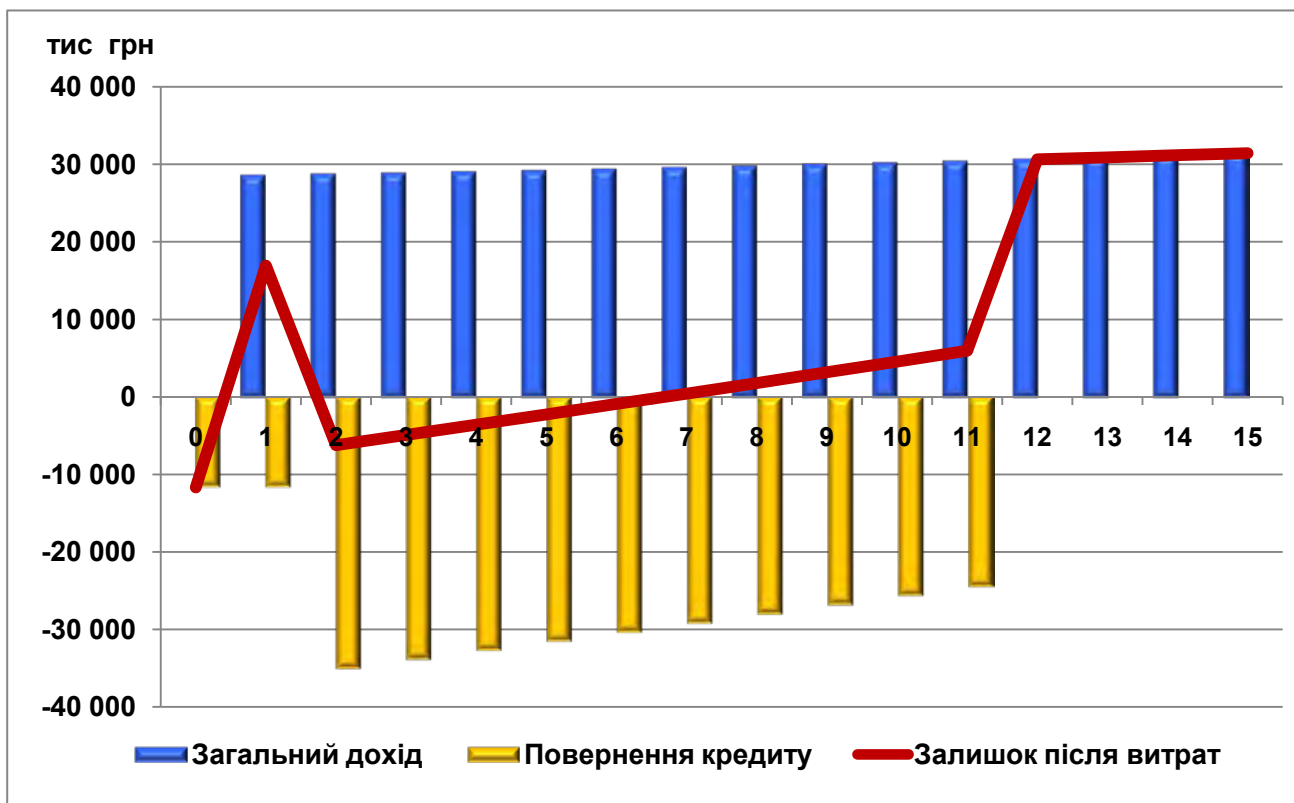


Рисунок 3.2.2.5. Баланс доходів по проекту в цілому



Графік, що ілюструє динаміку повернення кредиту у порівнянні з отриманням економії наведено на **рисунку 3.2.2.6**. Для аналізу на рисунку наведено графік чистого доходу, як різниці між економією і витратами. Застосування умов кредитування з відстрочкою платежів дозволяє накопити кошти на перших етапах проекту і забезпечити отримання прибутків від економії практично на весь період життя проекту, за виключенням перших років реалізації, де потребуються додаткові кошти на забезпечення повернення кредиту.

Рисунок 3.2.2.6. Графік балансу доходів та витрат



4. Показники інвестиційного проекту ІП-1.1

Пілотний інвестиційний проект **ІП-1.1** передбачає модернізацію системи вулично-го освітлення шляхом заміни діючих світильників на сучасні енергоефективні світлодіодні (**Підпроект 1.1**) та будівництво сонячної електростанції (**Підпроект 2.1**).

До обсягу охоплення проекту підпадають 43 діючих світильника, що розташовані по вулиці Возз'єднання України та будівництво СЕС загальною потужністю 6,7 кВт. В **Додатку А.1** приведені відомості про джерела вуличного освітлення, які ввійшли до складу проекту.

4.1. Економічний аналіз проекту ІП-1.1

4.1.1. Оцінка капітальних витрат

Інвестиції для даного проекту умовно складаються із наступних груп:

- прями інвестиції;
- інвестування в підготовку проекту.

Прямі інвестиції спрямовані на придбання нового обладнання, комплектуючих частин, матеріалів, а також додаткові витрати доставку, встановлення та налагоджування обладнання. Інвестування в підготовку проекту спрямовані на забезпечення та супровід проекту, на розробку проектної документації.

Загальна сума інвестицій визначається як сумарна складова витрат по кожному із підпроектів. Оцінка капітальних витрат зроблена на підставі комерційних пропозиції від виробників і постачальників обладнання (**Додаток D**). Детально вартість реалізації проекту визначається на стадії робочого проектування, зокрема за програмним комплексом АВК.

Результати розрахунків загальної вартості обладнання та робіт наведено в **таблиці 4.1.1.1**.

Орієнтовна вартість інвестицій для **Підпроекту 1.1** і **Підпроекту 2.1** приведені в **таблиці 4.1.1.2** і **таблиці 4.1.1.3** відповідно.

Таблиця 4.1.1.1. Загальна вартість інвестицій для ІП-1.1, без ПДВ

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Підпроект 1.1	Підпроект 2.1	Всього
1	Обладнання, матеріали, комплектуючі	тис. грн	180,3	54,1	234,4
2	Дозвільна документація	тис. грн	-	74,0	74,0
3	Проектні роботи	тис. грн	14,8	2,3	17,0
4	Монтажні і пусконаладжувальні роботи	тис. грн	19,8	5,5	25,4
	Всього	тис. грн	214,9	135,8	350,7

Таблиця 4.1.1.2. Орієнтовна вартість інвестицій для Підпроєкту 1.1, без ПДВ

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
	Кількість світильників	шт.	43
1	Обладнання, матеріали, комплектуючі, всього, у т.ч.:	тис. грн	180,3
1.1	Основне обладнання	тис. грн	147,8
1.2	Додаткове обладнання	тис. грн	29,6
1.3	Додаткові матеріали і комплектуючі	тис. грн	3,0
2	Проектні роботи	тис. грн	14,8
3	Монтажні і пусконаладжувальні роботи, всього, у т.ч.:	тис. грн	19,8
3.1	Демонтажні роботи	тис. грн	7,4
3.2	Монтажні і пусконаладжувальні роботи	тис. грн	12,4
	Всього	тис. грн	214,9

Таблиця 4.1.1.3. Орієнтовна вартість інвестицій для Підпроєкту 2.1, без ПДВ

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
	Потужність СЕС	кВт	7
1	Обладнання, матеріали, комплектуючі, всього, у т.ч.:	тис. грн	54,1
1.1	Основне обладнання	тис. грн	45,0
1.2	Додаткове обладнання	тис. грн	3,4
1.3	Додаткові матеріали і комплектуючі	тис. грн	5,7
2	Дозвільна документація	тис. грн	74,0
3	Проектні роботи	тис. грн	2,3
4	Монтажні і пусконаладжувальні роботи, всього, у т.ч.:	тис. грн	5,5
4.1	Монтажні роботи	тис. грн	4,5
4.2	Пусконаладжувальні роботи	тис. грн	1,0
	Всього	тис. грн	135,8

Склад основного та додаткового обладнання для Підпроєкту 1.1 і Підпроєкту 2.1 приведені в таблиці 4.1.1.4 і таблиці 4.1.1.5 відповідно.

Таблиця 4.1.1.4. Склад основного та додаткового обладнання для Підпроєкту 1.1

№	Найменування світильника	Од. вим.	Значення
1	Основне обладнання		
	Світлодіодні світильники, всього, у т.ч:	шт.	43
	Philips ClearWay BGP303 LED49/740		30
	Philips ClearWay BGP303 LED98/740		13
2	Додаткове обладнання		
	Система диспетчеризації, у т.ч:		
	Обладнання диспетчерського пункту	компл.	1
	Обладнання системи керування і збору інформації	компл.	43

Таблиця 4.1.1.5. Склад основного та додаткового обладнання для Підпроекту 2.1

№	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Основне обладнання		
	Фотоелектричні модулі (1 комплект складається з 30 модулів)	компл.	1
	Мережні інвертори	шт.	4
2	Додаткове обладнання		
	Лічильник електроенергії	шт.	1
	Система моніторингу	шт.	1
	Обладнання диспетчерського пункту	компл.	1
3	Додаткові матеріали		
	Опорні конструкції	компл.	1

4.1.2. Оцінка експлуатаційних витрат

До складу експлуатаційних витрат входять витрати на технічне обслуговування і ремонт обладнання.

Для **Підпроекту 1.1** умовно приймається, що річний обсяг експлуатаційних витрат для модернізованої СВО відповідає поточним витратам на технічне обслуговування і ремонт обладнання для існуючої системи. Виходячи з цього, експлуатаційні витрати для модернізованої СВО вважаються скомпенсованими і в подальших розрахунках не приймають участі. Остаточний річний обсяг витрат визначається на етапі впровадження проекту за уточненими даними від виробників або постачальників обладнання.

Перелік і періодичність робіт з технічного обслуговування системи вуличного освітлення приведений у **таблиці 2.4.1**.

Для **Підпроекту 2.1** річні витрати на утримання на технічне обслуговування і ремонт обладнання СЕС приведені в **таблиці 4.1.2.1**. Витрати на обслуговування і ремонт обладнання на поточному етапі визначаються розрахунковим методом, як фіксована частка від вартості основного та допоміжного обладнання. Остаточний річний обсяг витрат визначається на етапі впровадження проекту за уточненими даними від виробників або постачальників обладнання.

Перелік і періодичність робіт з технічного обслуговування сонячної електричної станції приведений у **таблиці 2.4.2**.

Таблиця 4.1.2.1. Витрати на технічне обслуговування обладнання СЕС, без ПДВ

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Вартість обладнання	тис. грн	48,4
2	Розрахунковий коефіцієнт	рік ⁻¹	0,05
3	Витрати на обслуговування	тис. грн/рік	2,4

В підсумку для **ІП-1.1** загальний річний обсяг експлуатаційних витрат становить **2,4 тис. грн/рік**.

4.1.3. Оцінка економічного ефекту

Загальний очікуваний економічний ефект від впровадження проекту **ІП-1.1** визначається як сума економічних ефектів від реалізації підпроектів:

- **Підпроект 1.1** Економічний ефект від впровадження проекту очікується за рахунок зниження витрат на оплату за електроенергію, а також витрат на обслуговування системи вуличного освітлення.
- **Підпроект 2.1** Економічний ефект від впровадження проекту очікується шляхом отримання доходів комунальним підприємством «Запоріжмиськсьвітло» за рахунок різниці вартості реалізованої електроенергії за «зеленим» тарифом та придбаної електроенергії за діючими «денними» і «нічними» тарифами. Після закінчення дії «зеленого» тарифу постійний дохід підприємства забезпечуватиметься за рахунок позитивної різниці між «денними» і «нічними» тарифами енергоринку України.

В таблиці 4.1.3.1 наведені дані розрахунку економічного ефекту, що очікується від впровадження Підпроекту 1.1 В таблиці 4.1.3.2 наведені дані розрахунку економічного ефекту, що очікується від впровадження Підпроекту 2.1.

Таблиця 4.1.3.1. Розрахунок економічного ефекту, що очікується від впровадження Підпроекту 1.1

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
<i>До модернізації</i>			
	Кількість світильників	шт.	43
1	Річне споживання електричної енергії, всього, у т.ч.:	тис. кВт·год	12,2
	денні години доби	тис. кВт·год	1,7
	нічні години доби	тис. кВт·год	10,5
2	Тарифи на електроенергію, без ПДВ (згідно прогнозу на 2015 р.)		
	денні години доби	грн/кВт·год	1,46
	нічні години доби	грн/кВт·год	0,37
3	Загальні витрати, без ПДВ, всього, у т.ч.:	тис. грн	8,0
	Витрати на електроенергію, без ПДВ	тис. грн	6,4
	Витрати на заміну ламп, без ПДВ	тис. грн	1,7
<i>Після модернізації</i>			
	Кількість світильників	шт.	43,0
4	Річне споживання електричної енергії, всього, у т.ч.:	тис. кВт·год	8,6
	денні години доби	тис. кВт·год	0,6
	нічні години доби	тис. кВт·год	8,0
5	Тарифи на електроенергію, без ПДВ (згідно прогнозу на 2015 р.)		
	денні години доби	грн/кВт·год	1,46
	нічні години доби	грн/кВт·год	0,37
6	Загальні витрати, без ПДВ, всього, у т.ч.:	тис. грн	4,8
	Витрати на електроенергію, без ПДВ	тис. грн	4,8
	Витрати на заміну світильників (за період життя проекту), без ПДВ	тис. грн	0
<i>Економічний ефект</i>			
7	Економічний ефект, без ПДВ, всього, у т.ч.:	тис. грн	3,2
	Економічний ефект від зниження витрат на електроенергію, без ПДВ	тис. грн	1,5
	Економічний ефект від зниження витрат на заміну ламп, без ПДВ	тис. грн	1,7

Таблиця 4.1.3.2. Розрахунок економічного ефекту, що очікується від впровадження Підпроекту 2.1

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Річне виробництво електроенергії СЕС	тис. кВт·год	9,3
2	«Зелений» тариф для наземної СЕС, без ПДВ	грн/кВт·год	3,31
3	Вартість реалізації електроенергії СЕС, без ПДВ	тис. грн	30,8
4	Експлуатаційні витрати, без ПДВ	тис. грн	2,4
5	Економічний ефект, без ПДВ	тис. грн	28,4

Для попередньої оцінки ефективності проекту визначається період простої окупності енергоефективного проекту. Це найбільш простий метод оцінки проекту, при котрому розраховується період часу, протягом якого вигоди від проекту будуть рівними витратам на проект.

Період повернення грошей (T_o) розраховується наступним чином:

$$T_o = C_{\text{кв}} / (C_d - C_{\text{ев}}), \text{ рік,}$$

де: $C_{\text{кв}}$ – капітальні витрати, тис. грн;

C_d – дохід від впровадження проекту, тис. грн/рік;

$C_{\text{ев}}$ – вартість експлуатаційних витрат, тис. грн/рік.

Дані розрахунків економічної ефективності проекту та визначення періоду простої окупності наведені у **таблиці 4.1.3.3.**

Таблиця 4.1.3.3. Розрахунок економічного ефекту, що очікується від впровадження проекту

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Підпроект 1.1	Підпроект 2.1	Всього
	<i>Дохідна частина</i>				
1	Економія від модернізації СВО	тис. грн	3,2	-	3,2
2	Дохід від продажу електроенергії, що вироблена СЕС	тис. грн	-	30,8	30,8
	<i>Видаткова частина</i>				
3	Капітальні витрати	тис. грн	214,9	135,8	350,7
	Експлуатаційні витрати	тис. грн	-	2,4	2,4
	<i>Ефективність</i>				
4	Економічний ефект (річний)	тис. грн	3,2	28,4	31,6
	<i>Попередній (спрощений) розрахунок</i>				
5	Період простої окупності	рік	67,8	4,8	11,1

5. Показники інвестиційного проекту ІП-1.2

Інвестиційний проект **ІП-1.2** передбачає модернізацію системи вуличного освітлення шляхом заміни діючих світильників на сучасні енергоефективні світлодіодні (**Підпроект 1.2**) та будівництво сонячної електростанції (**Підпроект 2.2**).

До обсягу охоплення проекту підпадають 1 576 діючих світильників, що розташовані по проспекту Леніна та будівництво СЕС загальною потужністю не менше ніж 244,5 кВт. В **Додатку А.1** приведені відомості про джерела вуличного освітлення, які увійшли до складу проекту.

5.1. Економічний аналіз проекту ІП-1.2

5.1.1. Оцінка капітальних витрат

Інвестиції для даного проекту умовно складаються із наступних груп:

- прямі інвестиції;
- інвестування в підготовку проекту.

Прямі інвестиції спрямовані на придбання нового обладнання, комплектуючих частин, матеріалів, а також додаткові витрати доставку, встановлення та налагодження обладнання. Інвестування в підготовку проекту спрямовані на забезпечення та супровід проекту, на розробку проектної документації.

Загальна сума інвестицій визначається як сумарна складова витрат по кожному із підпроектів. Оцінка капітальних витрат зроблена на підставі комерційних пропозицій від виробників і постачальників обладнання (**Додаток D**). Детально вартість реалізації проекту визначається на стадії робочого проектування, зокрема за програмним комплексом АВК.

Результати розрахунків загальної вартості обладнання та робіт наведено в **таблиці 5.1.1.1**.

Орієнтовна вартість інвестицій для **Підпроекту 1.2** і **Підпроекту 2.2** приведені в **таблиці 5.1.1.2** і **таблиці 5.1.1.3** відповідно.

Таблиця 5.1.1.1. Загальна вартість інвестицій для ІП-1.2, без ПДВ

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Підпроект 1.2	Підпроект 2.2	Всього
1	Обладнання, матеріали, комплектуючі	тис. грн	6 569,7	1 980,8	8 550,5
2	Дозвільна документація	тис. грн	-	74,0	74,0
3	Проектні роботи	тис. грн	551,7	82,4	634,1
4	Монтажні і пусконаладжувальні роботи	тис. грн	717,0	202,5	919,5
	Всього	тис. грн	7 838,3	2 339,6	10 178,0

Таблиця 5.1.1.2. Орієнтовна вартість інвестицій для Підпроекту 1.2, без ПДВ

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
	Кількість світильників	шт.	1 576
1	Обладнання, матеріали, комплектуючі, всього, у т.ч.:	тис. грн	6 569,7
1.1	Основне обладнання	тис. грн	5 403,5
1.2	Додаткове обладнання	тис. грн	1 060,3
1.3	Додаткові матеріали і комплектуючі	тис. грн	105,8
2	Проектні роботи	тис. грн	551,7
3	Монтажні і пусконаладжувальні роботи, всього, у т.ч.:	тис. грн	717,0
3.1	Демонтажні роботи	тис. грн	266,6
3.2	Монтажні і пусконаладжувальні роботи	тис. грн	450,4
	Всього	тис. грн	7 838,3

Таблиця 5.1.1.3. Орієнтовна вартість інвестицій для Підпроекту 2.2, без ПДВ

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
	Потужність СЕС	кВт	244,5
1	Обладнання, матеріали, комплектуючі, всього, у т.ч.:	тис. грн	1 980,8
1.1	Основне обладнання	тис. грн	1 648,9
1.2	Додаткове обладнання	тис. грн	123,8
1.3	Додаткові матеріали і комплектуючі	тис. грн	208,1
2	Дозвільна документація	тис. грн	74,0
3	Проектні роботи	тис. грн	82,4
4	Монтажні і пусконаладжувальні роботи, всього, у т.ч.:	тис. грн	202,5
4.1	Монтажні роботи	тис. грн	164,9
4.2	Пусконаладжувальні роботи	тис. грн	37,6
	Всього	тис. грн	2 339,6

Склад основного та додаткового обладнання для Підпроекту 1.2 і Підпроекту 2.2 приведені в таблиці 5.1.1.4 і таблиці 5.1.1.5 відповідно.

Таблиця 5.1.1.4. Склад основного та додаткового обладнання для Підпроекту 1.2

№	Найменування світильника	Од. вим.	Значення
1	Основне обладнання		
	Світлодіодні світильники, всього, у т.ч:	шт.	1 576
	Philips ClearWay BGP303 LED49/740		1 070
	Philips ClearWay BGP303 LED73/740		150
	Philips ClearWay BGP303 LED98/740		356
2	Додаткове обладнання		
	Система диспетчеризації, у т.ч:		
	Обладнання диспетчерського пункту	компл.	1
	Обладнання системи керування і збору інформації	компл.	1 576

Таблиця 5.1.1.5. Склад основного та додаткового обладнання для Підпроекту 2.2

№	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Основне обладнання		
	Фотоелектричні модулі (1 комплект складається з 512 модулів)	компл.	2
	Мережні інвертори	шт.	8
2	Додаткове обладнання		
	Лічильник електроенергії	шт.	2
	Система моніторингу	шт.	1
	Обладнання диспетчерського пункту	компл.	1
3	Додаткові матеріали		
	Опорні конструкції	компл.	2

5.1.2. Оцінка експлуатаційних витрат

До складу експлуатаційних витрат входять витрати на технічне обслуговування і ремонт обладнання.

Для **Підпроекту 1.2** умовно приймається, що річний обсяг експлуатаційних витрат для модернізованої СВО відповідає поточним витратам на технічне обслуговування і ремонт обладнання для існуючої системи. Виходячи з цього, експлуатаційні витрати для модернізованої СВО вважаються скомпенсованими і в подальших розрахунках не приймають участі. Остаточний річний обсяг витрат визначається на етапі впровадження проекту за уточненими даними від виробників або постачальників обладнання.

Перелік і періодичність робіт з технічного обслуговування системи вуличного освітлення приведений у **таблиці 2.4.1**.

Для **Підпроекту 2.2** річні витрати на утримання на технічне обслуговування і ремонт обладнання СЕС приведені в **таблиці 5.1.2.1**. Витрати на обслуговування і ремонт обладнання на поточному етапі визначаються розрахунковим методом, як фіксована частка від вартості основного та допоміжного обладнання. Остаточний річний обсяг витрат визначається на етапі впровадження проекту за уточненими даними від виробників або постачальників обладнання.

Перелік і періодичність робіт з технічного обслуговування сонячної електричної станції приведений у **таблиці 2.4.2**.

Таблиця 5.1.2.1. Витрати на технічне обслуговування обладнання СЕС, без ПДВ

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Вартість обладнання	тис. грн	1 772,7
2	Розрахунковий коефіцієнт	рік ⁻¹	0,05
3	Витрати на обслуговування	тис. грн	88,6

В підсумку для **ІП-1.2** загальний річний обсяг експлуатаційних витрат становить **88,6 тис. грн/рік**.

5.1.3. Оцінка економічного ефекту

Загальний очікуваний економічний ефект від впровадження проекту **ІП-1.2** визначається як сума економічних ефектів від реалізації підпроектів:

- **Підпроект 1.2.** Економічний ефект від впровадження проекту очікується за рахунок зниження витрат на оплату за електроенергію, а також витрат на обслуговування системи вуличного освітлення.
- **Підпроект 2.2.** Економічний ефект від впровадження проекту очікується шляхом отримання доходів комунальним підприємством «Запоріжмиськвітло» за рахунок різниці вартості реалізованої електроенергії за «зеленим» тарифом та придбаної електроенергії за діючими «денними» і «нічними» тарифами. Після закінчення дії «зеленого» тарифу постійний дохід підприємства забезпечуватиметься за рахунок позитивної різниці між «денними» і «нічними» тарифами енергоринку України.

В **таблиці 5.1.3.1** наведені дані розрахунку економічного ефекту, що очікується від впровадження **Підпроекту 1.2**. В **таблиці 5.1.3.2** наведені дані розрахунку економічного ефекту, що очікується від впровадження **Підпроекту 2.2**.

Таблиця 5.1.3.1. Розрахунок економічного ефекту, що очікується від впровадження **Підпроекту 1.2**

№	Найменування	Од. вим.	Значення
	<i>До модернізації</i>		
	Кількість світильників	шт.	1 576
1	Річне споживання електричної енергії, всього, у т.ч.:	тис. кВт·год	514,1
	денні години доби	тис. кВт·год	71,6
	нічні години доби	тис. кВт·год	442,5
2	Тарифи на електроенергію, без ПДВ (згідно прогнозу на 2015 р.)		
	денні години доби	грн/кВт·год	1,5
	нічні години доби	грн/кВт·год	0,4
3	Загальні витрати, без ПДВ, всього, у т.ч.:	тис. грн	327,0
	Витрати на електроенергію, без ПДВ	тис. грн	266,4
	Витрати на заміну ламп, без ПДВ	тис. грн	60,6
	<i>Після модернізації</i>		
	Кількість світильників	шт.	1 576,0
4	Річне споживання електричної енергії, всього, у т.ч.:	тис. кВт·год	340,6
	денні години доби	тис. кВт·год	47,4
	нічні години доби	тис. кВт·год	293,1
5	Тарифи на електроенергію, без ПДВ (згідно прогнозу на 2015 р.)		
	денні години доби	грн/кВт·год	1,5
	нічні години доби	грн/кВт·год	0,4
6	Загальні витрати, без ПДВ, всього, у т.ч.:	тис. грн	176,4
	Витрати на електроенергію, без ПДВ	тис. грн	176,4
	Витрати на заміну світильників (за період життя проекту), без ПДВ	тис. грн	0,0
	<i>Економічний ефект</i>		
7	Економічний ефект, без ПДВ, всього, у т.ч.:	тис. грн	150,5
	Економічний ефект від зниження витрат на електроенергію, без ПДВ	тис. грн	89,9
	Економічний ефект від зниження витрат на заміну ламп, без ПДВ	тис. грн	60,6

Таблиця 5.1.3.2. Розрахунок економічного ефекту, що очікується від впровадження Підпроекту 2.2

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Значення
1	Річне виробництво електроенергії СЕС	тис. кВт·год	340,6
2	"Зелений" тариф для наземної СЕС, без ПДВ	грн/кВт·год	3,3
3	Вартість реалізації електроенергії СЕС	тис. грн	1 128,8
4	Експлуатаційні витрати, без ПДВ	тис. грн	88,6
5	Економічний ефект, без ПДВ	тис. грн	1 040,2

Для попередньої оцінки ефективності проекту визначається період простої окупності енергоефективного проекту. Це найбільш простий метод оцінки проекту, при котрому розраховується період часу, протягом якого вигоди від проекту будуть рівними витратам на проект.

Період повернення грошей (T_o) розраховується наступним чином:

$$T_o = C_{\text{кв}} / (C_d - C_{\text{ев}}), \text{ рік,}$$

де: $C_{\text{кв}}$ – капітальні витрати, тис. грн;

C_d – дохід від впровадження проекту, тис. грн/рік;

$C_{\text{ев}}$ – вартість експлуатаційних витрат, тис. грн/рік.

Дані розрахунків економічної ефективності проекту та визначення періоду простої окупності наведені у **таблиці 5.1.3.3.**

Таблиця 5.1.3.3. Розрахунок економічного ефекту, що очікується від впровадження проекту

№ з/п	Найменування	Од. вим.	Підпроект 1.2	Підпроект 2.2	Всього
	<i>Дохідна частина</i>				
1	Економія від модернізації СВО	тис. грн	150,5	-	150,5
2	Дохід від продажу електроенергії, що вироблена СЕС	тис. грн	-	1 128,8	1 128,8
	<i>Видаткова частина</i>				
3	Капітальні витрати	тис. грн	7 838,3	2 339,6	10 178,0
	Експлуатаційні витрати	тис. грн	-	88,6	88,6
	<i>Ефективність</i>				
4	Економічний ефект (річний)	тис. грн	150,5	1 040,2	1 190,7
	<i>Попередній (спрощений) розрахунок</i>				
5	Період простої окупності	рік	52,1	2,2	8,5

6. Аналіз ризиків проекту

6.1. Структура і управління ризиками

Основні ризики стисло викладені нижче, однак не можуть бути перераховані або оцінені всі потенційні ризики, у тому числі економічні, політичні та інші, а також ті, що наразі невідомі, або ті, які наразі здаються несуттєвими.

Технічні ризики. До технічних ризиків відносяться порушення графіка будівельних робіт, перевищення встановленого рівня витрат на етапах розробки проекту і будівництва, недостатньо ефективного здійснення робіт і збільшення експлуатаційних витрат понад очікуваного рівня.

Найбільш серйозний ризик у зв'язку з проектами підвищення енергетичної ефективності на фазі експлуатації полягає в отриманні меншої економії в порівнянні з очікуваним рівнем. Це призводить до того, що у цього проекту буде більший термін окупності, ніж це передбачалося. В свою чергу це призведе до того, що коефіцієнт обслуговування боргу - показник, який відповідає за спроможність позичальника вчасно та повністю розрахуватись за кредитним зобов'язанням, знизиться. Залежно від умов кредитних угод, ув'язнених з позичальником, нижчий коефіцієнт обслуговування боргу може змусити кредиторів відкликати надані позики. При відкликанні позики позичальник повинен виплатити усю непогашену частину позики, замість оплати згідно раніше обумовленій схемі.

Законодавчі ризики. Система законодавства в Україні зазнає постійних змін. Розвиток законодавства йде швидкими темпами, але не завжди збігається з тенденціями розвитку ринку, що приводить до виникнення непослідовності і протиріч і, зрештою, створює ризики, відсутні при досконалішій та стабільнішій системі законодавства європейських країн. До числа ризиків, властивих українській системі законодавства, можна віднести наявність невідповідностей і протиріч між законами, Указами Президента України і нормативно-правовими актами Уряду і відомств; відсутність або суперечливість інструкцій судових або адміністративних органів при тлумаченні норм права тощо.

Законодавча база України дуже неефективна в сфері енергетичних проектів та енергозбереження. Багато інструментів, у т.ч. фінансових, в умовах України не працюють (схеми ЕСКО, револьверні фонди, тощо). Причиною є відсутність законодавчих умов, або недосконалість законодавчої бази.

Регуляторні ризики. *Ризик прогнозних рівнів цін на енергоносії.* На сьогоднішній момент затвердження тарифів на електричну енергію знаходиться під жорстким регуляторним наглядом з боку НКРЕ. Ризики, пов'язані з державним регулюванням, полягають у тому, що процес формування тарифів є непрозорий, не має чітких методик і, отже, непередбачуваний і загроза для потенційних інвесторів по втручанню держави та прийняття економічно недоцільних тарифів ще дуже велика.

Ризик, що відноситься до цін на енергоносії є найбільш значним ризиком для енергоефективних проектів. Нижчі в порівнянні з рівнем, що очікувався, ціни на енергоносії підірвуть прибуткову частину проекту підвищення енергетичної ефективності, оскільки вона заснована на грошовій вартості економії енергії. Уряд України субсидує ціни на енергоносії для певних груп споживачів (населення), що створює для банків або інвесторів невизначеність на період дії проектів.

Ризики, що відносяться до умов роботи над проектом. Економічні, регулюючі або правові і політичні чинники в сукупності складають умови, в яких здійснюється робота, будівництво і експлуатація проектів підвищення енергетичної ефективності. Такі ризики або підконтрольні уряду країни або в цілому не підконтрольні нікому.

Інфляційний ризик. Як високі, так низькі темпи інфляції можуть створювати фінансові ризики для енергетичних проектів з огляду на те, що витрати здійснюються, як правило, на початковому етапі, а дохід починають отримувати на наступних стадіях реалізації проекту. В період будівництва за проектом вищі темпи інфляції в порівнянні з тими, що очікувалися, можуть викликати збільшення витрат за проектом, що можливо зумовить необхідність додаткових капітальних зобов'язань з боку позичальників або кредиторів. На етапі експлуатації і функціонування нижчі темпи інфляції здатні привести до зменшення економії витрат за проектом, що призведе до збільшення терміну його окупності.

Валютні ризики. Проект фінансується за рахунок кредитів міжнародних фінансово-кредитних організацій. Позичальники повинні погашати такі капітальні зобов'язання коштами в іноземній валюті, але доходи від діяльності вони отримують в українській валюті. Існує ризик, що обмінний курс може змінюватися протягом періоду реалізації проекту не таким чином, яким був прогнозований. Зріст обмінного курсу може призвести до неможливості позичальника своєчасно та в повному обсязі розрахуватись за кредитом, наданим в іноземній валюті. У своєї історії українська валюта вже знала, як періоди різких обвалів, так і періоди нічим не спровокованого зміцнення.

Дозвільні ризики. Дозвільні ризики пов'язані з розробкою проекту. Такі ризики, відносяться до отримання санкцій, дозволів і інших узгоджень, необхідних для остаточного оформлення фінансування.

Кредитні ризики. Кредитні операції пов'язані з потенційними ризиками, які необхідно враховувати при прийнятті рішення про видачу кредиту. Підприємства комунальної власності характеризуються негнучкою тарифною політикою, низькою прозорістю фінансових потоків житлово-комунального господарства й міста в цілому, можливою відсутністю в потенційних позичальників кредитної історії, що заважає оцінці ризиків надання кредитів.

Також, можливі низькі показники платоспроможності і внутрішньої ліквідності, труднощі забезпечення ефективного використання коштів, у зв'язку із чим імовірні наступні види кредитних ризиків:

- **Ризик непогашення кредиту.** Існує ймовірність невиконання позичальником умов кредитного договору: повного й своєчасного повернення основної суми боргу, а також виплати відсотків і комісійних. Потрібні додаткові заходи з боку держави та міста по блокуванню цієї групи ризиків.
- **Ризик прострочення платежів.** Існує ймовірність затримки повернення кредиту й несвоечасної виплати відсотків. Ризик прострочення платежів може трансформуватися в ризик непогашення.
- **Ризик забезпечення кредиту.** Розглядається при настанні ризику непогашення кредиту й проявляється в недостатності гарантій або доходу, отриманого від реалізації наданого банку забезпечення кредиту, для повного задоволення боргових вимог банку до позичальника.

Кредитні ризики більші, якщо замовниками проектів є малі та погано капіталізовані компанії з короткою кредитною історією. Малі енергетичні компанії, які тільки починають бізнес, малі міста як замовники проектів енергоефективності мають досить високі кредитні ризики. Найбільші ризики енергетичних проектів є у зменшенні фактичних доходів ніж у порівнянні з проектними рівнями. Низький коефіцієнт обслуговування боргу може спонукати кредитора відізнати позику.

Кредитори також віддають перевагу перевіреним технічним рішенням, які на підставі комерційно перевірених прецедентів знижують ризики проектів та документально підтверджують обсяги економії або зниження втрат енергоресурсів.

Політичні ризики. Уряд країни, де здійснюється проект, може надати гарантії політичного ризику. Такі гарантії включають гарантований викуп проекту у разі його експропріації, припинення платежів у разі відмови від реалізації проекту, причиною якої були дії уряду. Але в Україні такі гарантії отримати нереально. Тому замовниками проекту може бути оформлене страхування політичних ризиків в таких багатосторонніх організаціях, як Багатостороннє агентство інвестиційних гарантій, таких двосторонніх установах, як Американська корпорація по приватних інвестиціях за кордоном, експортно-кредитних установах і приватних страхових компаніях.

Управління ризиками. Традиційні механізми управління ризиками включають створення гарантій повернення боргу, контракти «під ключ», страхування ризиків, створення страхових фондів та інше.

До нетрадиційних механізмів відносяться державні гарантії, спеціальні страхові і резервні фонди. Одним з варіантів управління валютними ризиками є валютне страхування з боку експортно-кредитних установ або багатосторонніх банків розвитку. Тому що гарантії держави в цьому випадку даремні.

Одним із способів зведення до мінімуму ризиків, що відноситься до цін на енергоносії, для кредиторів є вибір таких джерел позикового фінансування, які пристосовані до умов ризику цієї країни. Проектам, запропонованим для умов, що характеризуються більшою мірою ризику, можливо, доведеться отримувати позикове фінансування у таких кредиторів, як багатосторонні банки розвитку (МБР) та інші міжнародні фінансово-кредитні організації.

Для зведення до мінімуму законодавчих ризиків для проекту за участю іноземних партнерів потрібно дуже ретельно розписати механізм, за яким такі партнери могли б на законних підставах здійснювати і експлуатувати проект, спрямований на підвищення енергетичної ефективності, і отримувати дохід від його реалізації. В такому випадку можуть бути потрібні додаткові узгодження від центральних і місцевих органів державної влади.

6.2. Аналіз чутливості проекту

Для урахування факторів невизначеності і ризиків проекту проведено аналіз чутливості основних показників ефективності проекту **ІП-1** до варіацій тих параметрів, значення котрих по чинникам, що не контролюються на даному етапі проектування, можуть змінюватися або не можуть бути визначені достатньо надійно.

Оцінюється коливання значень основних економічних показників проекту **ІП-1**:

- дисконтований строк окупності (DPP);
- внутрішня норма рентабельності (IRR);
- коефіцієнт чистого дисконтованого доходу (NPVQ).

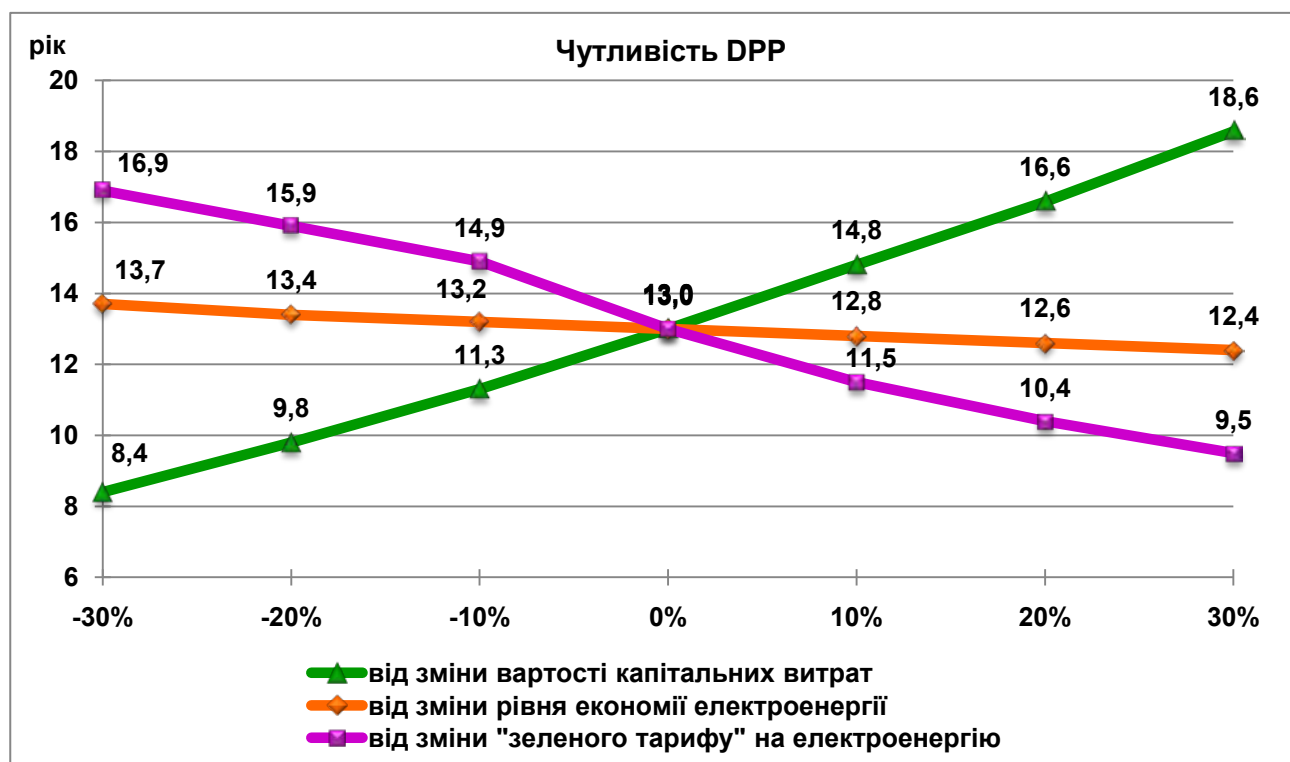
Аналізується чутливість економічних показників проекту **ІП-1** до в залежності до зміни наступних параметрів проекту:

- «зелений» тариф для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання – 3,31 грн/кВт·год;
- вартість капітальних вкладень - 233 269 тис. грн;
- економія електроенергії - 5 309 тис. кВт·год.

Аналіз чутливості проведений на основі розрахунку залежності економічних показників проекту (DPP, IRR, NPVQ) від зміни параметрів проекту в діапазоні $\pm 30\%$ з кроком 10%.

На **рисунках 6.2.1, 6.2.2 та 6.2.3** наведені графіки, на яких демонструється залежність DPP, IRR та NPVQ від змін розглянутих параметрів проекту.

Рисунок 6.2.1. Чутливість дисконтованого строку окупності (DPP) до зміни параметрів проекту **ІП-1**



Для базового сценарію (0%) дисконтований строк окупності (DPP) складає 13,0 років.

Як видно з **рисунку 6.2.1** значення дисконтованого строку окупності (DPP) прямо пропорційно залежить від зміни капітальних вкладень. У випадку збільшення вартості капітальних витрат, які необхідні для впровадження проекту **ІП-1** дисконтований строк окупності збільшиться, що негативно відобразатиметься на економічній привабливості проекту. В свою чергу, зниження вартості капітальних витрат, які необхідні для

впровадження проекту ІП-1, позитивно відобразатиметься на економічній привабливості проекту.

Збільшення вартості капітальних вкладень на 10% і більше зробить проект ІП-1 економічно непривабливим.

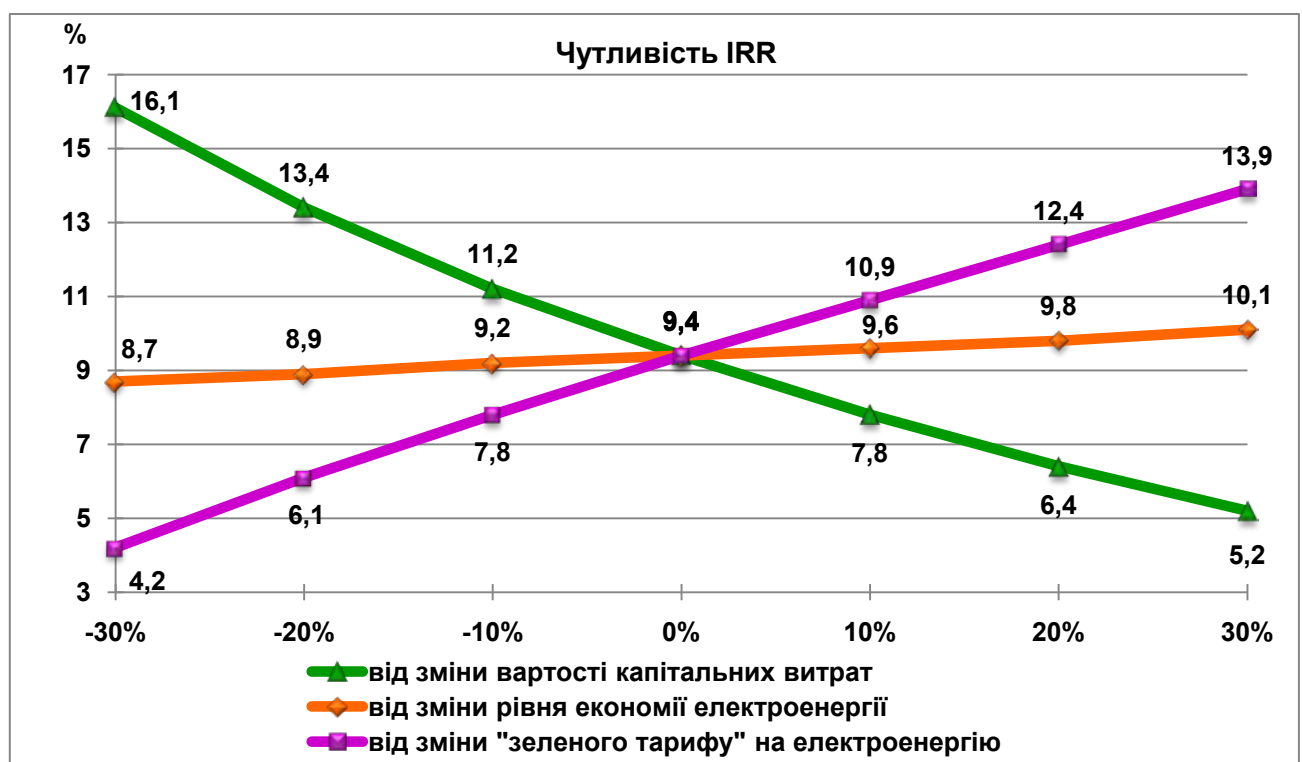
Значення дисконтованого строку окупності (DPP) обернено пропорційно залежить від зміни обсягу економії електроенергії. У випадку збільшення обсягу економії електроенергії від впровадження проекту ІП-1, дисконтований строк окупності зменшиться, що позитивно відобразатиметься на економічній привабливості проекту. В свою чергу, зниження обсягу економії електроенергії негативно відобразатиметься на економічній привабливості проекту.

Зміна обсягу економії електроенергії в діапазоні $\pm 30\%$ призведе до зміни дисконтованого строку окупності в межах від 12,4 до 13,7 років, що не є критичним для економічної привабливості проекту ІП-1.

Значення дисконтованого строку окупності (DPP) обернено пропорційно залежить від зміни «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання. У випадку збільшення «зеленого» тарифу для електроенергії, дисконтований строк окупності зменшиться, що позитивно відобразатиметься на економічній привабливості проекту. В свою чергу, зниження обсягу економії електроенергії негативно відобразатиметься на економічній привабливості проекту.

Зменшення «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання на 10% і більше зробить проект ІП-1 економічно непривабливим.

Рисунок 6.2.2. Чутливість внутрішньої норми рентабельності (IRR) до зміни параметрів проекту ІП-1



Для базового сценарію (0%) внутрішня норма рентабельності (IRR) складає 9,4 %.

Як видно з **рисунку 6.2.2** значення внутрішньої норми рентабельності (IRR) обернено пропорційно залежить від зміни капітальних вкладень. У випадку збільшення вартості капітальних витрат, які необхідні для впровадження проекту ІП-1 внутрішня норма рентабельності (IRR) зменшиться, що негативно відобразиться на економічній привабливості проекту. В свою чергу, зниження вартості капітальних витрат, які необхідні для впровадження проекту ІП-1, позитивно відобразиться на економічній привабливості проекту.

Збільшення вартості капітальних вкладень на 10% і більше призведе до відсутності економічної привабливості проекту ІП-1 для інвестування.

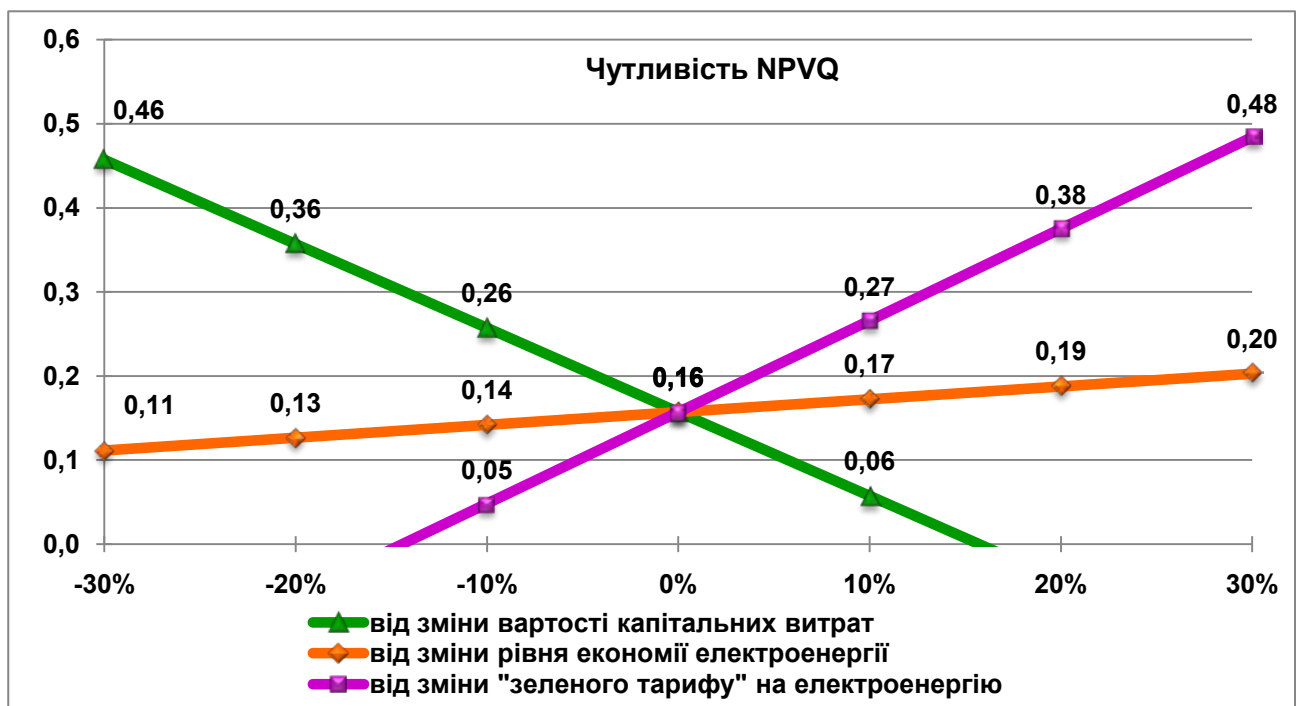
Значення внутрішньої норми рентабельності (IRR) прямо пропорційно залежить від зміни обсягу економії електроенергії. У випадку збільшення обсягу економії електроенергії від впровадження проекту ІП-1, внутрішня норма рентабельності (IRR) збільшиться, що позитивно відобразиться на економічній привабливості проекту. В свою чергу, зниження обсягу економії електроенергії негативно відобразиться на економічній привабливості проекту.

Зміна обсягу економії електроенергії в діапазоні $\pm 30\%$ призведе до зміни внутрішньої норми рентабельності (IRR) в межах від 8,7 до 10,1%. Така зміна не є критичною для проекту ІП-1.

Значення внутрішньої норми рентабельності (IRR) прямо пропорційно залежить від зміни «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання. У випадку збільшення «зеленого» тарифу для електроенергії, внутрішня норма рентабельності (IRR) збільшиться, що позитивно відобразиться на економічній привабливості проекту. В свою чергу, зниження «зеленого» тарифу для електроенергії негативно відобразиться на економічній привабливості проекту.

Зменшення «зеленого» тарифу для електроенергії на 10% і більше зробить проект ІП-1 економічно непривабливим для інвестування.

Рисунок 6.2.3. Чутливість коефіцієнта чистого дисконтованого доходу (NPVQ) до зміни параметрів проекту ІП-1.



Для базового сценарію (0%) значення коефіцієнту чистого дисконтованого доходу (NPVQ) складає 0,16 %.

Як видно з **рисунку 6.2.3** значення коефіцієнту чистого дисконтованого доходу (NPVQ) обернено пропорційно залежить від зміни капітальних вкладень. У випадку збільшення вартості капітальних витрат, які необхідні для впровадження проекту ІП-1 значення коефіцієнту чистого дисконтованого доходу (NPVQ) зменшиться, що негативно відобразатиметься на економічній привабливості проекту. В свою чергу, зниження вартості капітальних витрат, які необхідні для впровадження проекту ІП-1, позитивно відобразатиметься на економічній привабливості проекту.

Будь-яке збільшення вартості капітальних вкладень поставить проект ІП-1 у ряд інвестиційних проектів з низьким рівнем конкурентоздатності.

Значення коефіцієнту чистого дисконтованого доходу (NPVQ) прямо пропорційно залежить від зміни обсягу економії електроенергії. У випадку збільшення обсягу економії електроенергії від впровадження проекту ІП-1, значення коефіцієнту чистого дисконтованого доходу (NPVQ) збільшиться, що позитивно відобразатиметься на економічній привабливості проекту. В свою чергу, зниження обсягу економії електроенергії негативно відобразатиметься на економічній привабливості проекту.

Будь-яке зменшення обсягу економії електроенергії поставить проект ІП-1 у ряд інвестиційних проектів з низьким рівнем конкурентоздатності.

Значення коефіцієнту чистого дисконтованого доходу (NPVQ) прямо пропорційно залежить від зміни «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання. У випадку збільшення «зеленого» тарифу для електроенергії, значення коефіцієнту чистого дисконтованого доходу (NPVQ) збільшиться, що позитивно відобразатиметься на економічній привабливості проекту. В свою чергу, зниження «зеленого» тарифу для електроенергії негативно відобразатиметься на економічній привабливості проекту.

Будь-яке зменшення значення «зеленого» тарифу для електроенергії поставить проект ІП-1 у ряд інвестиційних проектів з низьким рівнем конкурентоздатності.

7. Екологічні вигоди

7.1. Оцінка зниження викидів парникових газів

Впровадження енергоефективних заходів призведе до зниження споживання електричної енергії. Зниження споживання енергоресурсів на потреби зовнішнього освітлення вулиць сприяє непрямому (опосередкованому) зменшенню викидів парникових газів в системі електропостачання.

Непряме зменшення викидів CO₂ шляхом економії електроенергії на потреби зовнішнього освітлення вулиць розраховується за наступною формулою:

$$\text{Зменшення викидів} = \text{Зменшена подача енергії палива} \cdot \text{коефіцієнт викидів}$$

Розрахункові показники економії енергії та пов'язаного з цим зменшення обсягу викидів CO₂ емісії від впровадження енергоефективних заходів наведені в **таблиці 7.1**.

Таблиця 7.1. Зменшення викидів CO₂ за рахунок впровадження проекту

№	Найменування	Одиниці вимірювання	ІП-1.1	ІП-1.2	ІП-1
1	Річне споживання електроенергії існуючими світильниками	МВт·год/рік	12,2	514,1	13 731,3
2	Річне виробництво електроенергії СЕС	МВт·год/рік	9,3	340,6	8 422,7
3	Річний обсяг економії електричної енергії	МВт·год/рік	2,9	173,6	5 308,7
4	Коефіцієнт викидів CO ₂ при виробництві електричної енергії на національному рівні*	тонн/МВт·год _е	0,896	0,896	0,896
5	Зменшення викидів CO₂ в т.ч.:	тонн/рік	10,9	460,6	12 303,3
	• від встановлення СЕС	тонн/рік	8,3	305,1	7 546,7
	• від економії електроенергії (заміна існуючих світильників на СД)	тонн/рік	2,6	155,5	4 756,6

* – коефіцієнт викидів CO₂ для ОЕС України наведений у звіті «Standardized emission factors for the Ukrainian electricity grid» (Version 5, 02 February 2007) developed by Global Carbon B.V.

Виробництво електроенергії СЕС являється екологічно чистим, тому при впровадженні проекту викиди CO₂ опосередковано зменшаться на 7 546,7 тонн щорічно. Заміна існуючих світильників на світлодіодні призведе до зниження викидів CO₂ на 4 756,6 тонн у рік.

7.2. Оцінка обсягів додаткового безповоротного фінансування за рахунок вуглецевого інвестора

При реалізації проекту виникає можливість співфінансування за рахунок вуглецевого інвестора. Реалізація проекту дозволить зменшити споживання газу й скоротити викиди двоокису вуглецю. За рахунок продажу квот на викиди парникових газів можна отримати грошові кошти для компенсації витрат на реалізацію проекту.

Вартість від продажу річних квот на викиди залежить від зменшення викидів CO₂ і ціни одиниці скорочення викидів (ОСВ) на європейському вуглецевому ринку. Очікуваний дохід від продажу квот розраховується як добуток вартості від продажу річних квот на викиди та періоду дії проекту, за винятком витрат на розробку PIN, PDD.

На **рисунку 7.2.1** приведено тенденція зниження цін ОСВ в період 2010 – 2012 рр. У розрахунках прийнято, що усереднена вартість ОСВ на європейському вуглецевому ринку в 2013 році буде становити 3,3 дол. США за тону.

Рисунок 7.2.1. Ціна ОСВ на європейському вуглецевому ринку в період 2010 – 2012 рр.



Джерело: www.ier.com.ua/files/Projects/2011/1_Biomass/26.10.2012_presentations/Kramar_Biomass_RU.pdf

Розрахунковим періодом для оцінки обсягів додаткового інвестування прийнятий період перших десяти років експлуатації об'єктів, до 2023 р. включно.

Також, у розрахунках прийнято, що проектні витрати на розробку PIN, PDD, менеджмент супроводу та інші витрати до початку фактичного фінансування складуть 50 000 дол.США. Дані про потенціал додаткового фінансування наведено в **таблиці 7.2.1**.

Таблиця 7.2.1. Оцінка додаткового фінансування проекту за рахунок «зелених інвестицій»

№	Найменування	Од. вим.	ІП-1.1	ІП-1.2	ІП-1
1	Зменшення викидів CO₂	тонн/рік	10,9	460,6	12 303,3
2	Ціна ОСВ на європейському вуглецевому ринку	дол. США/тону	3,3	3,3	3,3
3	Курс долара (станом на 15.03.2014 р.)	грн/дол. США	8,0	8,0	8,0
4	Вартість від продажу річних квот на викиди (п.4 = п.1 · п.2)	дол. США	35,9	1 512,8	40 405,9
5	Розрахунковий період	років	10,0	10,0	10,0
6	Витрати на розробку PIN, PDD	дол. США	50 000,0	50 000,0	50 000,0
7	Очікуваний дохід від продажу квот (п.7 = п.4 · п.5 - п.6)	дол. США	-49 641,2	-34 871,7	354 059,4
		тис.грн	-397,1	-279,0	2 832,5

При реалізації проекту в повному обсязі очікується зменшення споживання електроенергії на 5 309 МВт-год у рік, за рахунок заміни існуючих світильників на світлодіодні, та виробництво електроенергії сонячними електростанціями 8 423 МВт-год у рік, що може принести 2 832,5 тис. грн додаткового фінансування за рахунок «зелених інвестицій» за період дії проекту.

8. Оцінка соціального та екологічного впливу

Соціальний вплив. Успішна реалізація проекту буде мати позитивний вплив на соціальне становище міста та призведе до покращення естетичного вигляду вулиць, магістралей, площ, внутрішньо кварталних і внутрішньо дворових територій міста.

Широкий температурний діапазон роботи світлодіодних світильників, реальна передача кольору природного сонячного випромінювання та відсутність стробоскопічного ефекту – підвищить надійність і ефективність функціонування системи вуличного освітлення, поліпшить якість освітлення міських вулиць у темний час доби та зменшення криміногенної обстановки в місті. Термін служби світлодіодних світильників в декілька разів більший ніж у ДРЛ та ДНаТ, тому встановлення світлодіодних світильників призведе до скорочення витрат на обслуговування системи зовнішнього освітлення і пов'язані з ним процеси.

Заміна існуючих ламп на світлодіодні та врахування модернізованою системою вуличного освітлення часу доби, року та днів тижня, шляхом індивідуального регулювання світлового потоку кожного джерела світла, призведе до зниження споживання електричної енергії на потреби вуличного освітлення на 40% та скорочення витрат на енергоспоживання. Зекономлені кошти можуть піти на розвиток

Встановлення сонячних електростанцій підвищить зацікавленість населення в використанні альтернативних джерел енергії. Підсумовуючи, можна стверджувати, що успішне впровадження проекту принесе користь як його ініціаторам, так і жителів міста, підвищить авторитет КП «Запоріжмиськвітло» і місцевої влади та довіру мешканців до неї. Впровадження проекту матиме вплив на соціальну свідомість населення.

Екологічний вплив. Проект складається з двох етапів: заміна існуючих вуличних світильників на сучасні енергоефективні світлодіодні та виробництво електроенергії сонячними електростанціями. Впровадження проекту призведе до значного покращення екологічного стану. Заміна існуючих вуличних світильників на сучасні енергоефективні світлодіодні призведе до:

- повної екологічної безпеки, що дозволяє зберігати навколишнє середовище, не вимагаючи спеціальних умов утилізації СД ламп (не містять ртуть, її похідних і інших отруйних, шкідливих або небезпечних матеріалів і речовин);
- запобігання світловому забрудненню навколишнього середовища, повної відсутності шкідливого ефекту низькочастотних пульсацій в світлодіодних лампах (так званого стробоскопічного ефекту, як у газорозрядних лампах);
- зменшення споживання електричної енергії, результатом чого стане скорочення споживання палива на електростанціях, і як наслідок, зменшення викидів парникових газів.

Крім цього, світлодіодні лампи не порушують загальний клімат, оскільки практично не виділяють тепло. Встановлення сонячних електростанцій для виробництва екологічно чистої електроенергії, що буде передаватися до розподільної національної електромережі з використанням «зеленого» тарифу, також призведе до скорочення викидів парникових газів. За попередніми оцінками, впровадження проекту не призведе до чутливого погіршення екологічного стану міста, а в межах України обумовить зменшення викидів парникових газів на рівні 15 тис. тонн CO_{2-екв}./рік.

9. Впровадження проекту

9.1. Організація впровадження

Реалізація інвестиційного проекту починається з моменту відкриття кредитної лінії обраною фінансовою установою (банком). Зобов'язання щодо організації впровадження проекту бере на себе установа, яка залучає кредитні кошти, в даному випадку КП «Запоріжміськвітло». Проект реалізується у чотири етапи:

- розроблення робочого проекту;
- закупка обладнання та матеріалів згідно робочого проекту;
- монтаж обладнання;
- пусконаладжувальні роботи.

На **першому етапі** здійснюється виконання проектних робіт по встановленню світлодіодних світильників вуличного освітлення, сонячних електричних станцій та системи диспетчеризації, зазначених в ТЕО, починаючи з технічного завдання на проектування. Виконується вибір постачальників матеріалів, надходять комерційні пропозиції виробників, формуються замовлені специфікації, складається кошторисна документація.

На **другому етапі** здійснюється придбання вуличних світильників, сонячних електричних станцій, комплектуючих системи диспетчерського керування та допоміжного обладнання і матеріалів.

На **третьому етапі** здійснюється демонтаж існуючих світильників і встановлення нових світлодіодних світильників, монтаж сонячних електричних станцій і допоміжного обладнання.

На **четвертому етапі** виконуються налагоджувальні роботи системи вуличного освітлення, сонячних електричних станцій, налагодження системи диспетчерського керування, випробування, здача об'єктів в експлуатацію.

План-графік виконання робіт з реалізації інвестиційного проекту наведено в **таблиці 9.1.1**. Інвестиційний план, що включає склад і зміст основних етапів робіт, вартість капвкладень, наведено в **таблиці 9.1.2**. Мережевий графік виконання етапів робіт з реалізації інвестиційного проекту, наведено, на **рисунку 9.2.1**.

Таблиця 9.1.1. План-графік реалізації інвестиційного проекту

Проект	Обсяг впров.	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Інвестиційний проект «Модернізація системи вуличного освітлення Запоріжжя на базі світлодіодних світильників та сонячної електростанції»							
Пілотний проект, 43 світлоточки, сонячна електростанція (потужність 6,7 кВт)	43 об'єкти	43					
Серійний проект, 1576 світлоточок, сонячна електростанція (потужність 244,5 кВт)	1 576 об'єктів		1 576				
Масовий проект, 38 551 світлоточка, сонячна електростанція (потужність 6,05 МВт)	38 551 об'єкт			8 551	10 000	10 000	10 000

Таблиця 9.1.2. Фінансовий план реалізації інвестиційного проекту

Проект	Обсяг фінансування (тис. грн)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Інвестиційний проект «Модернізація системи вуличного освітлення Запоріжжя на базі світлодіодних світильників та сонячної електростанції»	233 269	351	10 178	49 406	57 778	57 778	57 778
Пілотний проект, 43 світлоточки, сонячна електростанція (потужність 6,7 КВт)	351	351					
Серійний проект, 1576 світлоточок, сонячна електростанція (потужність 244,5 КВт)	10 178		10 178				
Масовий проект, 38 551 світлоточка, сонячна електростанція (потужність 6,05 МВт)	222 740			49 406	57 778	57 778	57 778

9.2. Моніторинг виконання

Після завершення робіт із реалізації проектного напрямку або окремого проекту необхідно виконувати кількісну та якісну оцінку досягнутих результатів. Оцінка виконується шляхом порівняння даних по об'єктах до і після виконання проекту. Оцінка управління та виконання ведеться на основі таких показників ефективності:

- Досягнення попередньо заявлених якісних цілей та задач проекту;
- Досягнення попередньо заявлених кількісних цілей та задач проекту;
- Створення умов для повторного застосування;
- Вплив проекту на інші сектори, що пов'язані з вуличним освітленням та генерацією «зеленої енергії»;
- Ефективність управління проектами.

Перелік пропонованих процедур моніторингу наведено в **таблиці 9.2.1**. Періодичність моніторингу може становити місяць, квартал, рік.

Таблиця 9.2.1. Перелік пропонованих процедур моніторингу та виконавців

Найменування процедури моніторингу	Виконавець
Контроль даних енергоспоживання за звітний період, порівняння з лімітами, нормативами. Для системи вуличного освітлення.	Відповідальна особа у КП «Запоріжмиськвітло» Відповідальна особа у відділі енергоменеджменту
Контроль даних виробництва «зеленої» електроенергії за звітний період. Для фотоелектричних станцій.	Відповідальна особа у КП «Запоріжмиськвітло» Відповідальна особа у відділі енергоменеджменту
Контроль досягнення показників ефективності (зниження споживання електричної енергії, підвищення якості послуг з вуличного освітлення)	Відповідальна особа у КП «Запоріжмиськвітло» Відповідальна особа у відділі енергоменеджменту
Контроль досягнення фінансових показників ефективності (дотримання графіка повернення запозичених коштів)	Відповідальна особа у КП «Запоріжмиськвітло» Відповідальна особа у відділі енергоменеджменту

Рисунок 9.2.1 Мережевий графік виконання етапів робіт по реалізації інвестиційного проекту

