


УДК 620.9:697.31  
№ держреєстрації 0116 U002042

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
(ОДЕКУ)  
м. Одеса, вул. Львівська, 15  
тел. (0482) 32-67-35

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з НР  
д-р. геогр. наук.. проф.

 Гучковенко Ю.С.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020р.

**ЗВІТ**  
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ  
**«Розробка концепції «Енергоефективний університет» для  
Одеського державного екологічного університету»**  
(фінальний)  
Частина 1

Керівник НДР, відповідальний виконавець  
Зав. лаб ІСМ кафедри публічного управління  
та менеджменту природоохоронної діяльності  
ст. викладач.




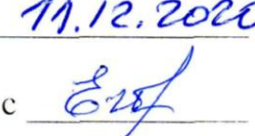
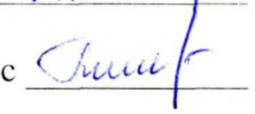

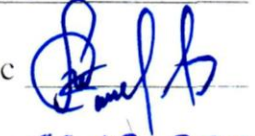

 О.С.Чернишов

2020

Рукопис закінчено 11 грудня 2020

Результати цієї роботи розглянуто на засіданні Науково-технічної ради ОДЕКУ,  
Протокол № 7 від 22.12.2020 р.

## СПИСОК АВТОРІВ

Завідуючий кафедрою, д.е.н., професор Ст. викладач	Підпис _____ Дата _____ Дата <u>11.12.2020</u> Підпис 	<u>Ковальов В.Г.</u> науковий керівник (вступ, розділ 1-2) Чернишов О.С. відп. виконавач (вступ, розділ 1-9, висновки) Павленко О.П. (розділ, 8.1)
Доцент, к.е.н.	Дата <u>11.12.2020</u> Підпис 	Волкова А.О. (розділ 1.1)
Доцент, к.е.н.	Дата <u>11.12.2020</u> Підпис 	Тонконога І.В. (розділ 1.2)
Доцент, к.е.н.	Дата <u>11.12.2020</u> Підпис <u>11.12.2020</u>	Єгоращенко І.В. (розділ 1.1)
Ст. викладач	Дата <u>11.12.2020</u> Підпис 	Головіна О.І. (розділ 7.2)
Ст. викладач	Дата <u>11.12.2020</u> Підпис 	Чумак В.А. (розділ 2.5)
Ст. викладач	Дата <u>11.12.2020</u> Підпис 	Селюгін О. Н. (розділ 3.1)
Гол. Енергетик ОДЕКУ	Дата <u>11.12.2020</u> Підпис 	Русева К. М. (розділ 2.2)
Аспірант І року навчання	Дата <u>11.12.2020</u> Підпис 	

Студент  
магістратури

Дата 11.12.2020

Підпис 

Кривошапка Т. О.  
(розділ 4.2)

Студент  
магістратури

Дата 11.12.2020

Підпис 

Маланчук В. В.  
(розділ 4.6)

Студент  
магістратури

Дата 11.12.2020

Підпис 

Піщанський В. Р.  
(розділ 4.7)

Студент  
магістратури

Дата 11.12.2020

Підпис 

Гейдерлі Юсіф  
(розділ 4.4)

Студент  
бакалаврату

Дата 11.12.2020

Підпис 

Чабанюк А. М.  
(розділ 4.5)

Студент  
бакалаврату

Дата 11.12.2020

Підпис 

Тупалов А. С.  
(розділ 4.5)

Студент  
бакалаврату

Дата 11.12.2020

Підпис 

Гумбатов Н. .Ш.  
(розділ 4.4)

Нормоконтролер



Юзва І.М.

## РЕФЕРАТ

Фінальний звіт про НДР: 549 с., 3 ч, 9 дод., 85 табл., 127 мал., 11 формул, 62 джерела.  
Термін початку НДР – 01/2016, термін закінчення – 12/2020. Звіт за п'ять років.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЯ, ЗЕЛЕНА ЕНЕРГЕТИКА, АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, СТАЛИЙ РОЗВИТОК.

Об'єкт дослідження – енергоефективність та енергомодернізація діючих систем енергоспоживання. Принципи розробки технічного завдання на створення оптимальної системи енергоспоживання. Впровадження систем, які використовують альтернативні та поновлювані джерела енергії. Впровадження принципів сталого розвитку в енергоспоживанні. Еколого-економічний аналіз ефективності роботи систем енергоспоживання. Розробка схем інвестування у енергоефективність. Методика підготовки заявок на отримання грантів у сфері енергоспоживання та підвищення енергоефективності. Застосування Європейських стандартів та методик енергоефективності в умовах України. Сучасний ринок технологій енергоспоживання у Світі та в Україні. Методи моніторингу енергоспоживання. Перспективи утилізації вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) та впровадження замкнених циклів енергоспоживання.

Мета роботи – розробка концепції оптимального енергоспоживання на конкретному об'єкті – університетському містечку ОДЕКУ. Виявлення перспективних світових тенденцій розвитку технологій енергоспоживання, структуризація масиву знань з цієї галузі. Розробка універсальних методик планування заходів з енергомодернізації. Розробка практичних методик. Забезпечення реалізації енергомодернізації ОДЕКУ. Пошук джерел інвестування проекту енергомодернізації будівель університету. Створення Консультаційного Центру інноваційних технологій енергоспоживання та Лабораторії дослідження інноваційних технологій енергоспоживання. Отримання практичних даних щодо ефективності технологій в умовах їх

практичного застосування. Публічна діяльність. Поширення знань з оптимального енергоспоживання. Виховання нової культури енергоспоживання у суспільстві та колективі ОДЕКУ. Впровадження набутого досвіду у навчальну діяльність університету. Створення курсів та нових спеціальностей з оптимального енергоспоживання.

Метод дослідження – системний аналіз, економіко-екологічний аналіз, імітаційне та математичне моделювання. Методи бізнес-планування. Моніторинг наукових видань, участь у конференціях з питань енергоефективності. Участь у роботі комісій місцевих органів влади та самоврядування з питань енергоефективності. Практичні дослідження реалізованих систем ефективного енергоспоживання та оцінка отриманих показників методами еколого-економічного аналізу. Участь у Світових та регіональних програмах в галузі оптимального енергоспоживання.

Значення поняття енергоефективності для України в останні роки набуло не тільки економічного та екологічного, а також і політичного значення, бо зросло значення енергонезалежності та потреба у переході на власні енергоносії. З іншого боку неможна закладати у концепцію розвитку енергоспоживання принципи, які дають тимчасові переваги, але можуть привести до втрат у майбутньому. Вже декілька років необхідність підвищення ефективності енергоспоживання стала аксіомою та не зустрічає жодних заперечень, але швидкого поступу на цьому шляху ми не бачимо.

Необхідно вивести загально прийняті постулати енергоефективності на шлях швидких та конкретних дій і це завдання саме для менеджерів. Технічні питання вже давно зрозумілі, а якщо на сьогодні рішення ще не знайдено – є чіткі тенденції, які дозволяють прогнозувати технологічні зміни у найближчому майбутньому.

Актуальність розробки проекту «Енергоефективний університет», систематизації досвіду з оптимізації енергоспоживання, розробки методик, поширення набутої практичної інформації та перетворення цих знань у навчальні програми та матеріали обумовлюється пріоритетністю національних

інтересів у сфері енергоефективності та природоохоронної діяльності, необхідністю своєчасного проведення відповідних заходів по забезпеченню техногенної та екологічної безпеки, а також наявністю потреб у вирішенні фінансово-економічних проблем розвитку програм енергоефективності в Україні.

На протязі п'яти років дослідження наукової теми було проведено дослідження за наступними напрямками:

- Опрацювання масиву пропозицій на ринку технологічних рішень оптимізації енергоспоживання;
- Аналіз принципів, які закладаються у основу технологічних рішень, їх систематизація та класифікація;
- Огляд принципово інноваційних технологічних рішень у галузі енергомодернізації та аналіз перспектив їх розвитку;
- Розрахунки проектів часткової чи комплексної енергомодернізації будівель на базі діючих стандартів та розробленої методики класифікації технологічних рішень;
- Міжнародна співпраця у напрямку підвищення енергоефективності;
- Збір інформації щодо шляхів фінансування енергомодернізації для будівель різної форми власності. Аналіз діючих програм на міжнародному, державному та регіональному рівнях;
- Формування рекомендацій щодо напрямків залучення коштів для проведення енергомодернізації університетського містечка ОДЕКУ;
- Оцінка обсягу інвестування, економічного ефекту та строків окупності заходів з енергомодернізації, які доцільно впроваджувати в університетському містечку ОДЕКУ;
- Розробка пропозицій щодо технічного завдання на проведення енергомодернізації;
- Розробка пропозицій щодо інвестиційної моделі проведення енергомодернізації.

## ЗМІСТ

### ЧАСТИНА 1

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	12
ВСТУП	14
РОЗДІЛ 1. СТАН ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В УКРАЇНІ У 2015 РОЦІ ТА НАСТУПНІ РОКИ. РИНОК ТЕХНОЛОГІЙ. ВПЛИВ СУЧАСНИХ ПОЛІТИЧНИХ ПОДІЙ НА ГАЛУЗЬ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ	18
1.1 Огляд основних проблем енергетики в Україні на сучасному етапі, пов'язаних з питаннями економіки й екології	18
1.1.1 Положення кліматичної угоди 2015 року	22
1.1.2 Енергоефективність споруд	27
1.2 Форми енергоспоживання об'єктами міської забудови	30
1.3 Системи обліку споживання енергоносіїв	31
1.4 Обстеження об'єктів міської забудови	35
1.5 Економічна, екологічна та соціальна складова діяльності з оптимізації енергоспоживання	37
1.6 Політичні, соціальні й економічні аспекти підвищення енергоефективності будівель	50
1.7 Методологія проведення еколого-економічної оцінки та приклад розрахунку	54
РОЗДІЛ 2. ОПРАЦЮВАННЯ КОНЦЕПЦІЙ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	60
2.1 Застосування еколого-економічного аналізу й визначення базових понять природоперетворюючої діяльності	60
2.2. Огляд світового досвіду існуючих підходів до економіко-екологічного аналізу взаємодії економіки й навколишнього середовища	64
2.3 Аналіз енергоспоживання об'єкта міської забудови та створення концепції оптимального менеджменту енергоспоживання	74
2.3.1 Аналіз еколого-економічного потенціалу методів підвищення ефективності енергоспоживання	74
2.3.2 Зниження втрат енергії	76
2.3.3 Утилізація вторинних енергетичних ресурсів	93
2.3.4 Застосування інноваційних технологій, що мають ККД вище, ніж у традиційних	97
2.3.5 Заміщення видів застосовуваних енергоносіїв	103
2.3.6 Системи накопичення енергії	110
2.4. Перспективи впровадження альтернативної енергетики	119
2.4.1. Сонячна енергетика	129
2.4.2. Використання вітрових електростанцій (ВЕС)	140

2.4.3. Потенціал використання різних нетрадиційних джерел енергії в Приморському регіоні України	150
2.4.4 Обсяги та джерела фінансування альтернативної енергетики	152
2.5. Зелений тариф та державна підтримка розвитку відновлюваної енергетики	154
2.6. Основні нормативно-правові акти, які регулюють сферу відновлюваної енергетики, порядок організації виробництва та реалізації електроенергії за «зеленим» тарифом	160
2.7 Аналіз прояву циклічності при виробництві та споживанні енергоресурсів	179
2.8 Тенденції вибору підходів до енергомодернізації	180
2.9. Розробка методології дослідження	181
<b>ЧАСТИНА 2</b>	
<b>ЗМІСТ ЧАСТИНИ 2</b>	186
<b>РОЗДІЛ 3. ОГЛЯД ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ТА ПІДХОДІВ У ГАЛУЗІ ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЇ</b>	188
3.1. Інфрачервоне опалення	189
3.2. Іонні (ТОРСІОННІ) котли «BERIL» потужністю 5-33 кВт	194
3.3. Тригенерація із використанням АБХМ	200
3.4. Двигун Стірлінга	202
3.5. Теплові насоси	212
3.6. Виробництво та використання біогазу	229
3.7. Хвильові електростанції	231
3.8. Приклади систем з вітрогенераторами в умовах міста	233
3.8.1. Проекти домів з вітрогенераторами	233
3.8.2. Спеціальні конструкції вітрогенераторів для міста	236
3.9. Системи накопичення енергії	241
3.9.1. Системи опалення й гарячого водопостачання «ТЕПЛОН»	242
3.9.2. Локальні системи опалення з накопичувачем	246
<b>РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНКИ ПРОЕКТІВ НА БАЗІ РОЗРОБЛЕНОЇ МЕТОДИКИ</b>	250
4.1. Попередній аналіз системи енергоспоживання комплексу будинків університетського містечка ОДЕКУ	250
4.1.1. Загальна характеристика комплексу об'єктів	250
4.1.2 Споживання електроенергії	253
4.1.3 Споживання тепла	268
4.1.4 Споживання газу	276
4.1.5 Оцінка показників енергоспоживання	277
4.2. Огляд європейських стандартів EN 15603 та EN 15217	278
4.3 Метод циклів та метод потоків	283



	9
4.4. Проект енергомодернізації будинку ліцею	284
4.4.1. Окреслення вхідних даних для проекту енергомодернізації будинку ліцею	285
4.4.2. Застосування інструментів моделювання та розрахунок надходження сонячної енергії	292
4.4.3. Аналіз альтернатив	301
4.5. Розрахунок проекту енергомодернізації фрагменту комплексу об'єктів ОДЕКУ – системи ГВП гуртожитку	302
4.5.1. Розрахунок показників проекту реконструкції системи ГВП гуртожитку із використанням сонячних колекторів	303
4.5.2. Технологічна концепція оптимального енергоспоживання у межах обраного напрямку енергомодернізації	306
4.5.3. Базова конфігурація системи та встановлення експлуатаційних показників	308
4.5.4 Розрахунок інвестиційних показників системи та висновки з проведеного розрахунку проекту	314
4.6. Розрахунок показників проектів розміщення на будівлях ОДЕКУ сонячних електростанцій	316
4.6.1. Досвід впровадження сонячних електростанцій на будівлях у місті Одеса	320
4.6.2. Розробка проекту розміщення СЕС на Гуртожитку-2. Базова конфігурація системи 1	327
4.6.3. Розробка пропозиції по конфігурації СЕС	331
4.6.4 Фасадний модуль СЕС	333
4.6.5. Розрахунок економічних показників та пропозиції щодо плану впровадження сучасних технологій енергоспоживання	337
4.6.6. Висновки з проведених розрахунків проекту	339
4.7. Розробка проекту розміщення СЕС на НЛК-2	341
4.7.1. Обсяги споживання енергоносіїв НЛК-2	341
4.7.2. Технологічна концепція енергомодернізації НЛК-2	343
4.7.3. Встановлення напрямку проведення розрахунків та вихідних даних	345
4.7.4. Розробка пропозиції по конфігурації СЕС	347
4.7.5. Фасадні модулі СЕС НЛК	350
4.7.6. Розрахунок економічних показників та пропозиції щодо плану впровадження сучасних технологій енергоспоживання	354
4.7.7. Висновки з проведених розрахунків проекту	359
ЧАСТИНА 3	
ЗМІСТ ЧАСТИНИ 3	362

	10
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ОДЕКУ ТА ФОРМУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЇ	364
5.1 Динаміка енергоспоживання в межах річного циклу	364
5.1.1 Холодний період	364
5.1.2 Жаркий період	367
5.1.3 Перехідні періоди	370
5.2 Формування концепції енергомодернізації	372
5.3 Розробка технологічної концепції оптимального енергоспоживання	375
5.3.1 Технологічна концепція енергомодернізації НЛК-1	375
5.3.2 Технологічна концепція енергомодернізації НЛК-2	377
5.3.3 Технологічна концепція енергомодернізації ЇДАЛЬНЯ	378
5.3.4 Технологічна концепція енергомодернізації ПРОФІЛАКТОРІЙ	380
5.3.5 Технологічна концепція енергомодернізації СОК	382
5.3.6 Технологічна концепція енергомодернізації ГУРТОЖИТОК 1 та 2	383
5.3.7 Технологічні аспекти концепції енергомодернізації ОДЕКУ	385
РОЗДІЛ 6. ПРОЕКТ «ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»	388
6.1 Завдання проекту	388
6.2 Стратегічні напрямки	392
6.3 Етапи реалізації та джерела фінансування проекту	394
6.4 Пропозиції щодо системи моніторингу споживання енергоносіїв	397
6.5 План дій по створенню системи моніторингу та впровадженню проекту «Енергоефективний університет»	400
РОЗДІЛ 7. МІЖНАРОДНА СПІВПРАЦЯ У НАПРЯМКУ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ У ГАЛУЗІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	402
7.1. Проект із партнером «Баварський дім Одеса»	402
7.2. Проект ГІЗ	405
РОЗДІЛ 8. ШЛЯХИ ФІНАНСУВАННЯ ПРОЕКТІВ ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЇ В УКРАЇНІ ТА АНАЛІЗ СТАНУ ЗАКОНОДАВЧОЇ БАЗИ УКРАЇНИ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЕКТІВ У СФЕРІ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ	408
8.1. Перспективи та алгоритм застосування механізму ЕСКО-контрактів для фінансування енергомодернізації будівель ОДЕКУ	411
8.1.1. Огляд стану енергоспоживання в Україні в сфері ЖКГ та бюджетних установ	412
8.1.2. ЕСКО. Основні визначення та поняття	415
8.1.3. Сфера діяльності енергосервісних компаній та наявні ризики	419
8.1.4. Ризики що несе енергосервісна компанія	420
8.1.5. Ризики, що несе замовник	423
8.1.6. Важливі аспекти укладання енергосервісних договорів	424

	11
8.1.7. Бізнес-моделі енергосервісних контрактів	425
8.1.8. Моделі енергосервісних перформанс контрактів	431
8.1.9. Правові основи діяльності ЕСКО	442
8.1.10. Проблеми укладання Енергосервісних договорів в бюджетних установах	445
8.1.11. Досвід діяльності ЕСКО в Україні	453
8.1.12 Програма Держенергоефективності для бюджетних установ	458
8.1.13 Виконання енергосервісних договорів та реалізація заходів енергозбереження	465
8.2. Розробка пропозицій щодо підготовки ЕСКО-контракту для енергомодернізації ОДЕКУ	471
8.3. Оцінка можливості заключення ЕСКО-контракту для енергомодернізації будівель ОДЕКУ	482
РОЗДІЛ 9. ЗАКОНОДАВЧА БАЗА УКРАЇНИ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЕКТІВ У СФЕРІ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ	486
ВИСНОВКИ	493
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	496
ДОДАТКИ	502
Додаток А. Договір про співпрацю із громадською організацією «Баварський дім Одеса»	503
Додаток Б. Пропозиція БД щодо структури енергетичного Атласу Одеської області	508
Додаток В. Пропозиція від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг	513
Додаток Г. Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг	519
Додаток Д. План БД реалізації спільного проекту ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг	531
Додаток Ж. Університети України – ключові суб'єкти підготовки висококваліфікованих енергоаудиторів для Фонду енергоефективності	532
Додаток К. ПРОГРАМА ТРЕНІНГУ	533
Додаток Л. Наказ про створення атестаційної комісії ОДЕКУ	538
Додаток М. РОБОЧА ПРОГРАМА Курсів підготовки Фахівців із сертифікації енергетичної ефективності будівель та споруд	539

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АЕС – атомна електростанція;  
б.т.о. – британські теплові одиниці;  
ВВП – валовий внутрішній продукт ;  
ВЕУ – вітрові енергоустановки ;  
ВЕР – вторинні енергетичні ресурси ;  
ВЕС – вітроелектростанція ;  
ВАТ – Відкрите акціонерне товариство  
ВДЕ – Відновлювані джерела енергії  
ГАЕС – гідроакумуюча електростанція;  
ГВ – гаряча вода;  
ГВП – гаряче водопостачання  
ГЕС – гідро електростанція;  
ДК – дистанційне керування;  
ДФС – Державна фіскальна служба України;  
ЕЕ – Електрична енергія;  
ЕЕУ – Енергоефективний університет;  
ЕПК – Енергосервісний перформанс контракт;  
ЕСК – Енергосервісний контракт;  
ЕСКО – Енергосервісна компанія;  
ЄБРР – Європейський банк реконструкції та розвитку;  
ЄДАРП – Єдиний державний автоматизований реєстр осіб, які мають право на пільги;  
ЄІБ – Європейський інвестиційний банк;  
ЖКГ – Житлово-комунальне господарство;  
КДПЕ – Комплексна державна програма енергозбереження України;  
ККВ – коефіцієнт корисного використання (енергії);  
ККД – коефіцієнт корисної дії;  
КМУ – Кабінет Міністрів України;  
МБРР – Міжнародний банк реконструкції та розвитку;  
МПД – Менеджмент природоохоронної діяльності;  
МСП – Малі та середні підприємства;  
МФІ – Міжнародні фінансові інституції;  
НАН України – Національна академія наук України;  
НГВП – насос гарячого водопостачання;  
НЕП – Національна енергетична програма;  
НЕФКО – Північна екологічна фінансова корпорація;  
НПДВЕ – Національний план дій з відновлюваної енергетики;  
НПДЕЕ – Національний план дій з енергоефективності;

НПДЕ – нетрадиційні й поновлювані джерела енергії;  
ОВНС - Оцінка впливу на навколишнє середовище;  
ОДЕКУ - Одеський державний екологічний університет;  
ОСББ - Об'єднання співвласників багатоквартирного будинку;  
ПДЕ - поновлювані джерела енергії;  
ПЕК - паливно-енергетичний комплекс;  
ПЕР - Паливно-енергетичні ресурси;  
СБ - Світовий банк;  
СЕС - сонячні електростанції;  
СРСР - Союз Радянських Соціалістичних Республік;  
ТЕС - тепло електростанція;  
т н.е. - Тонна нафтового еквіваленту;  
т.у.п. - тон умовного палива;  
ТФМ - теплофізичні властивості матеріалів;  
ХВ - холодна вода;  
ХЕС - хвильова електростанція;  
ЦТП - Централізоване теплопостачання.

## ВСТУП

Тематика розробки концепції «Енергоефективний університет» є багатоаспектною та потребує вивчення з різних напрямків. Зараз відбувається швидкий розвиток технологій та методів у сфері енергоефективності, тому наукова робота має не тільки аналізувати досвід минулих років, але й відстежувати найсучасніші нові тенденції. Вважаючи на це можна передбачати, що у ході виконання наукової роботи буде коректуватися сам погляд на проблему. Спочатку необхідно створити попередню концепцію, яка в подальшому буде поглиблюватися та уточнюватися.

Значення поняття енергоефективності для України в останні часи набуло не тільки економічного та екологічного, а також і політичного значення, бо зросло значення енергонезалежності від енергоресурсів інших держав та потреба у переході на власні енергоносії. З іншого боку неможна закладати у концепцію принципи, які дають тимчасові переваги, але можуть привести до втрат у майбутньому. Беззаперечно, критеріями вибору тих чи інших рішень мають бути оцінки за методикою еколого-економічного аналізу та принципи, закладені у сучасних програмних документах. Це такі міжнародні документи як:

- ▶ Паризька кліматична угода, підписана 22 квітня 2016 року.
- ▶ Принцип «Торонто» –Бойкот інвестицій в вичопне паливо.

Сьогодні до нього офіційно приєдналися 617 юридичних осіб та 46 тис. Фізичних осіб із загальним капіталом 3 400 млн. ол.. США.

- ▶ Керівні принципи ВОЗ щодо якості повітря у приміщеннях. Спалення палива (2014г).

А також українські документи та ініціативи:

- ▶ На 01.10.2016 року діє 31 документ регламентуючий порядок дій в сфері енергоефективності.

- ▶ Затверджено урядом 06.07.16 р. Законопроект «Об енергетичній ефективності будівель»

- ▶ Створено фонд енергоефективності де буде акумульовано в 2017 році 20 млрд. ол. на впровадження нових технологій енергоспоживання.

Важливим аспектом є також те, що паралельно з виконанням наукової теми розвивається проект «Енергоефективний університет». Наукове дослідження кафедри МПД має завдання не тільки забезпечити оптимізацію енергоспоживання ОДЕКУ, але й узагальнити методи та виробити підхід, який забезпечить ефективну енергомодернізацію різноманітних об'єктів міської забудови та нестандартних відомчих, виробничих та освітніх будівель. Це має створити підґрунтя для організації Консультаційного Центру, накопичення та впровадження набутого досвіду.

П'ять років виконання кафедральної теми Енергоефективний університет (ЕЕУ) показали, що ситуація в Україні досить динамічно змінюється. Відбуваються постійні зміни в першу чергу у напрямку корекції законодавства та нормативів у частині впровадження та фінансування проектів підвищення енергоефективності, також оновлюються технології та змінюються ціни на обладнання. Постійно коректуються тарифи на енергоносії, при чому для різних категорій споживачів це встановлюється окремо.

Набутий досвід вказує, що кожного року необхідно оцінювати зміни у нормативно-правових документах, забезпечуючи впровадження та фінансування проектів енергомодернізації, інноваційні технології, що розробляються у Світі та зміну пропозицій (технології та ціни) на ринку енергоефективних технологій та енергоносіїв України. В останні роки значний прогрес спостерігається у напрямку систем споживання сонячної енергії. Все частіше з'являються малі СЕС на міських будівлях, отже, цей напрямок також було проаналізовано у розрізі програми «Енергоефективний університет».

За перші три роки досліджень було проаналізовано світовий досвід, надбання вітчизняних виробників, матеріали місцевих конференцій. В ході

роботи було сформовано системний погляд на технології, шляхи енергомодернізації, перелік контрольних показників, вплив на екологію та ще ряд важливих обставин. Зібрано та систематизовано усі наявні в університеті дані про енергоспоживання у минулі роки. З'ясовано можливі джерела інвестування, та перелік перших конкретних кроків, які необхідно зробити. Сплановано завдання на наступні етапи досліджень.

На протязі четвертого року виконання наукової теми, велика робота проводилася у напрямку створення умов для проведення енергомодернізації, підготовки фахівців з енергоаудиту. Співвиконавці наукової теми прийняли участь у програмі Держенергоефективності з підготовки на базі ВНЗ України висококваліфікованих фахівців з обстеження ол. новлю систем будівель на предмет відповідності принципам оптимального енергоспоживання та проведення енергоаудиту.

На другий рік розробки наукової теми встановлено структуру інтегрального змісту річних звітів. Стало зрозумілим, які напрямки дослідження необхідно відпрацьовувати із року у рік для поступового виконання комплексного дослідження та поглиблення опрацювання тематики. Взагалі було сформовано наступні напрямки проведення досліджень у межах обраної тематики:

- У розділі «1. Стан енергоспоживання в Україні у 2015 році та наступні роки. Ринок технологій. Вплив сучасних політичних подій на галузь енергоспоживання» накопичується та систематизується базова фактична інформація щодо енергоспоживання в Україні.

- У розділі «2. Опрацювання концепцій оптимізації енергоспоживання» розглядаються системні питання та їх еволюція на основі аналізу процесів, що відбуваються в Україні і у Світі.

- У розділі «3. Огляд інноваційних технологічних рішень у галузі енергомодернізації» ведеться моніторинг новин у галузі технологій, а також аналіз показників згідно розробленої методики та класифікації методів підвищення енергоефективності.



- У розділі «4. Розрахунки проектів на базі розробленої методики» приводяться дані виконаних обчислень на основі обстеження реальних об'єктів та моделей згідно напрацьованої методики. Проводиться оцінка результатів і порівняння отриманих значень параметрів із альтернативними дослідженнями інших організацій.

- У розділі «5. Міжнародна співпраця у напрямку підвищення енергоефективності» приводяться дані щодо участі ОДЕКУ у міжнародних проектах та програмах у галузі підвищення енергоефективності з метою здобуття доступу до закордонних ресурсів фінансування або поставок обладнання, отримання досвіду, підвищення кваліфікації наших фахівців.

На третьому році досліджень цей перелік доповнено напрямками:

- «6. Шляхи фінансування проектів енергомодернізації в Україні та аналіз стану законодавчої бази України щодо впровадження проектів у сфері оптимізації енергоспоживання»;

- До розділу 5 долучено тематику «Підготовка фахівців у галузі енергоефективності».

Документи, методики, розрахунки та розроблені навчальні програми наведені у Додатках до цього Звіту.

## РОЗДІЛ 1

# СТАН ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В УКРАЇНІ У 2015 РОЦІ ТА НАСТУПНІ РОКИ. РИНОК ТЕХНОЛОГІЙ. ВПЛИВ СУЧАСНИХ ПОЛІТИЧНИХ ПОДІЙ НА ГАЛУЗЬ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

### 1.1 Огляд основних проблем енергетики в Україні на сучасному етапі, пов'язаних з питаннями економіки й екології

Розглядаючи ситуацію з енергетикою в Україні з позицій сталого розвитку, можна виділити кілька основних факторів:

**1. Економічний** – оплата закупівель енергоносіїв – головна причина негативного зовнішньоторговельного балансу України, і одна з основних видаткових статей бюджету країни. Для будь-яких груп споживачів – від приватних осіб до величезних підприємств – витрати на енергоносії становлять істотну, а в деяких випадках основну, статтю витрат.

**2. Політичний** – на протязі десятиліття газ та нафта були інструментами політичного тиску на нашу країну. Реальна незалежність неможлива без забезпечення незалежності енергетичної. З іншого боку Україна має підтвердити партнерам в Європі дійсність свого курсу реформ, продемонструвавши успіхи в модернізації країни. Одним з найважливіших напрямків такої модернізації є сфера споживання енергоносіїв. Доки питомі показники витрат енергії на одиницю ВВП в декілька разів перевищують середньоєвропейські Україна не може претендувати на статус повноцінного члена Європейського союзу.

**3. Екологічний** – Викиди від роботи ТЕС в Україні становлять близько 30% всіх твердих часток, що надходять у нашу атмосферу внаслідок господарської діяльності людини. По цьому показнику електростанції зрівнялися з підприємствами металургії, і випереджають всі інші галузі промисловості. Крім того, енергетика створює до 63% сірчаного ангідриду і

більше 53% окису азоту, викидів у повітря від стаціонарних джерел забруднення. Вони є основним джерелом кислотних дощів на Україні. Крім того, застосування парових турбін на ТЕС вимагає відводу більших площ під ставки, у яких охолоджується відпрацьована пара. Щорічно у світі спалюється 5 млрд. тонн вугілля й 3,2 млрд. тонн нафти, це супроводжується викидом в атмосферу 210 ГДж теплоти. ТЕС, хоча й має сучасні системи очищення продуктів спалювання вугілля, викидає за один рік в атмосферу за різними оцінками від 10 до 120 тис. тонн оксидів сірки, 2 – 20 тис. тонн оксидів азоту, 700-1500 тонн попелу (без очищення – в 2-3 рази більше) і виділяє 3 – 7 млн. тонн оксиду вуглецю. Крім того, виходить понад 300 тис. тонни золи, що містить близько 400 токсичних сполучень металів (миш'як, кадмій, свинець, ртуть)[5-8]. Весь цикл робіт, пов'язаних з видобутком, перевезенням і спалюванням органічного палива (головним чином вугілля), а також утворенням відходів, супроводжується виділенням великої кількості хімічних забруднювачів. Видобуток вугілля пов'язаний із засоленням водних резервуарів куди скидаються води із шахт. Крім цього, у воді, що відкачується з шахт, знаходяться ізотопи радію й радон.

**4. Питання радіаційної безпеки й охорони здоров'я** – можна відзначити, що ТЕС, яка працює на вугіллі, викидає в атмосферу більше радіоактивних речовин, ніж АЕС такої ж потужності. Це пов'язане з викидом різних радіоактивних елементів, які втримуються в вугіллі у вигляді вкраплень (радій, торій, полоній й ол.). Для кількісної оцінки дії радіації вводиться поняття «колективна доза», тобто добуток значення дози на кількість населення, що зазнало впливу від радіації (він виражається в людино-зівертах). Це – «тихий Чорнобиль», наслідки якого безпосередньо невидимі, але постійно впливають на екологію.

Концентрація токсичних домішок у хімічних відходах стабільна, і в підсумку всі вони перейдуть в екосферу, на відміну від радіоактивних відходів АЕС, які розпадаються. Виявилось, що на початку 90-х років минулого сторіччя щорічна колективна доза опромінення населення України за рахунок теплової

енергетики становила 767 люд/зв, а за рахунок атомної – 188 люд/зв. Катастрофа на Чорнобильській АЕС перетворила більшу частину країни в зону екологічного лиха. Найбільш забрудненими виявилися Київська, Житомирська, Вінницька, Рівненська, Чернігівська і Черкаська області. Крім ґрунтових ресурсів були забруднені також лісові й водні ресурси, немаловажні для життєдіяльності громадян України. Але, без урахування наслідків катастроф, у цілому реальний радіаційний вплив АЕС на природне середовище набагато (в 10 і більше раз) нижче гранично припустимого.

Якщо врахувати екологічний вплив різноманітних джерел енергії на здоров'я людей, то серед ол. новлюваних джерел енергії ризик від нормально працюючих АЕС мінімальний як для працівників, діяльність яких пов'язана з різними етапами ядерного паливного циклу, так і для населення. Глобальний радіаційний внесок атомної енергетики, на всіх етапах ядерного паливного циклу, становить близько 0,1% природного фону, і не перевищує 1% навіть при інтенсивному її розвитку в майбутньому. Однак всі позитивні оцінки АЕС втрачають зміст коли трапляються аварії класу Чорнобиля або Фукусіми, тому сьогодні розвинені країни, і серед них Німеччина і Японія, впроваджують ідею відмови від АЕС.

**5. Забезпечення стійкого розвитку** – запаси органічного палива на Землі розподілені вкрай нерівномірно, при сучасних темпах споживання вугілля вистачить на 150-200 років, нафти – на 40-50 років, а газу – приблизно на 60 років. У наш час в атмосферу щорічно викидається 20-30 млрд. тонн оксиду вуглецю. Рослини й океан уже не встигають поглинути всю кількість вуглекислоти, що виходить внаслідок спалювання органічного палива. Якщо тенденція зростання споживання енергії й викидів двоокису вуглецю збережеться, то вже до 2025 року на землі потеплішає на 2 град.С, що приведе до глобальних катастрофічних наслідків: зсуву кліматичних зон, знищенню багатьох видів рослин, скороченню лісових площ, збільшенню пустель, таненню льодовиків і т.п.. Все це створить небезпеку голоду, хвороб, масових міграцій населення із зон екологічного нещастя. Деякі небезпечні тенденції

мають субглобальний масштаб: забруднення Світового океану нафтовою плівкою, скорочення озонового шару, що захищає життя на землі від жорсткого ультрафіолетового випромінювання Сонця, деградація лісів – головної «фабрики» кисню [8].

**6. Вплив на суміжні види діяльності** – будівництво ГЕС приводить до затоплення значних територій. Значна частина площі отриманих водойм – мілководдя. За рахунок сонячної радіації в них активно розвивається водна рослинність, відбувається так називані «цвітіння» води. Для більшості ГЕС на Дніпру характерна саме така ситуація. Тільки Дніпрогес із усього каскаду, має найменше водоймище, що затопило пороги, зробивши ріку судноплавною. Водосховища підняли рівень ґрунтових вод, що стало причиною інтенсивного руйнування крутих берегів. Зміна рівня води, що подекуди приводить до повного висушування, до загибелі рослинності. Греблі перешкоджають міграції риб. Багатокаскадні ГЕС вже зараз перетворили річки в ряд озер, де виникають болота. У цих річках гине риба, а навколо них змінюється мікроклімат, ще більше руйнуючи природні екосистеми. Гідроенергетика займає сьогодні відносно незначне місце в електроенергетиці України – до 9% потужностей й 4% виробництва енергії. При правильному проектуванні ГЕС дають найбільш дешеву енергію. Однак, втрати від затоплення родючих земель і поселень можуть значно перевищувати вартість виробленої енергії.

Найбільш дійовим і простим шляхом зниження негативного впливу енергетики по всім шести зазначеним напрямкам є підвищення енергоефективності. На рисунку 1.1 наведена діаграма, що показує рівень енергоемності ВВП у різних країнах. Якщо Україна вийде хоча б на середні параметри ефективності енергоспоживання, - кількість необхідних їй енергоресурсів скоротиться більш ніж у два рази.

Крім питань закупівлі або видобутку енергоносіїв і вироблення необхідної кількості енергії в різних формах необхідно вирішувати питання її транспортування, зберігання, коли вона в надлишку й т.д. Для того, щоб скоротити негативні тенденції в енергетику необхідно зменшувати викиди в

атмосферу завдяки новим технологіям очищення відпрацьованих газів, міняти структуру паливно-енергетичного балансу шляхом розвитку альтернативної енергетики, але головне – підвищити ефективність використання енергії.

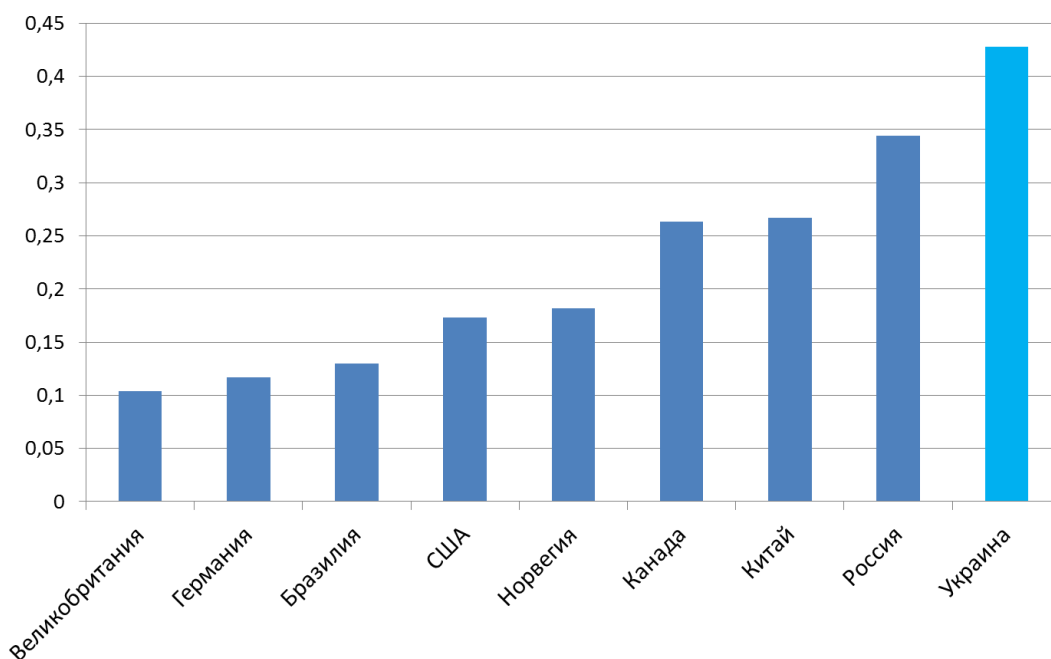


Рисунок 1.1 – Діаграма показників питомої енергоємності. Енергоємність ВВП у різних країнах у 2010 р. у т.н.е./тис. чол..

### 1.1.1 Положення кліматичної угоди 2015 року

Кліматична угода, що розглядалося в грудні 2015 року на Паризькому саміті, була підписана 22 квітня повноважними представниками 175 країн, у тому числі й України, і набула чинності вже у 2016 році.

Ця угода набагато радикальніше попереднього міжнародного документа на цю же тему - Кіотського протоколу, термін дії якого минає в 2020 р. Скорочення викидів парникових газів (ПГ) передбачається досягти переорієнтуванням на низьковуглецеві або безвуглецеві технології насамперед в енергетиці, а також у деяких інших областях (транспорт). Альтернативні варіанти змін клімату наведені на рисунку 1.2.

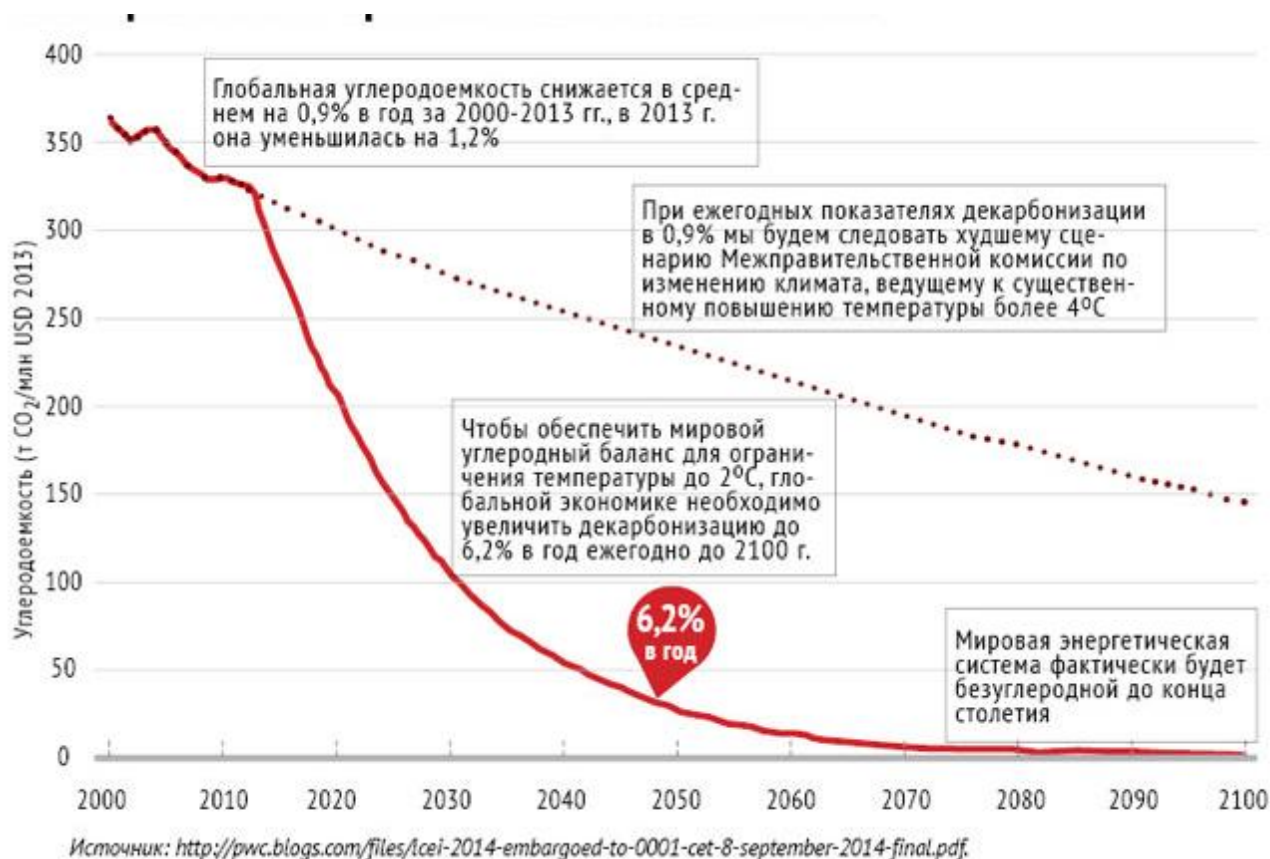


Рисунок 1.2 - Альтернативні варіанти змін клімату

Як робочий механізм, у трохи перетвореному виді, збережеться ідея купівлі-продажу квот на шкідливі для клімату викиди ПГ. Також, країни що розвиваються, одержать фінансову підтримку від промислово розвинених держав для компенсації їхніх втрат, обумовлених обмеженням використання вуглецевих технологій (що потенційно може знизити рівень життя населення в цих країнах).

Угода передбачає випереджальне впровадження енергозберігаючих технологій і ряд адаптаційних заходів щодо зниження негативних наслідків що відбулися або вже, на жаль, неминучих змін клімату.

Для України підписання й ратифікація Угоди означає досить істотні зрушення в парадигмі бізнес-пріоритетів і напрямків інвестиційної діяльності. Спробуємо визначити головні з можливих впливів. На поверхні лежить неминуче скорочення (у перспективі - до нуля) інвестицій в вугільну промисловість й, відповідно, у сектор теплової генерації електроенергії (ГК

ТЕС), які зараз забезпечують менше половини електрогенерації країни. Як слідство, пошук замісних шляхів розвитку електроенергетичної інфраструктури приведе до неминучого вибору: атомна генерація чи відновлювані джерела енергії (ВДЕ).

При всій кількісній перевазі (50% проти 2% ціни вироблення) АЕС їхній розвиток у чинність ряду причин не може розглядатися як однозначно пріоритетне, насамперед з погляду енергетичної безпеки країни.

Два факти: 90% устаткування вичерпало або в найближчому майбутньому вичерпає проектний термін служби; майже все паливо поставляється й вивозиться на обробку після використання в Росію (з наступним поверненням починаючи з 2018 р. уже необроблюваних відходів в Україну).

Нібито “дешева” атомна енергія обійдеться суспільству втридорога, якщо врахувати витрати на неминучий вивід блоків з експлуатації або ремонтно-відбудовчі роботи, бюджетні й позабюджетні витрати на екологічно небезпечні наслідки роботи АЕС, поховання відпрацьованих ядерні палива й урансодержащих порід. Постачання первинної енергії в Україні наведено на рисунку 1.3.

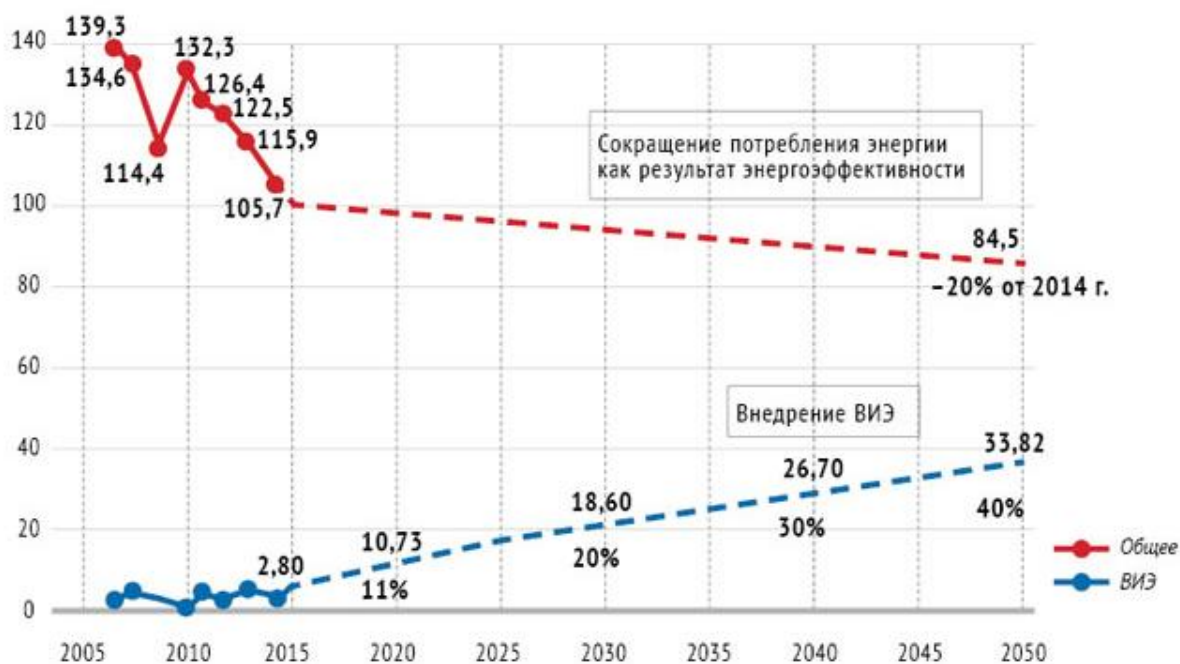


Рисунок 1.3 - Постачання первинної енергії в Україні  
(у млн. т нафтового еквіваленту)



Зрештою необхідно приймати до уваги критичну залежність ядерного паливного циклу України від поставок свіжого й вивозу відпрацьованого палива країною-агресором, якою Російська Федерація визнана відповідним рішенням Верховної Ради України.

Таким чином, інвестиційні напрямки розвитку атомної генерації - технології поховань ядерних відходів, ремонти й модернізація окремих атомних блоків, а, скоріше, підготовка й вивід їх з експлуатації; альтернативні російським поставки свіжого ядерного палива й обробка відпрацьованого; нарешті, при наявності політичної волі, окремі елементи повного ядерно-паливного циклу (цілком неприпустимого в Україні через її участь в Угоді про нерозповсюдження атомної зброї), як: збагачення відпрацьованого палива й т.п. ставлять питання: А чи необхідно Україні розвиток таких технологій?

Відповідно до Концепції низьковуглецевого розвитку України шляхом впровадження енергоефективності та ВДЕ, не заперечуючим і відповідаючим світовим тенденціям напрямком стане розвиток ВДЕ.

Отут виникають досить привабливі, паралельні основному тренду - будівництву електростанцій на поновлюваних джерелах - додаткові напрямки інвестування у технологічні розробки генеруючого встаткування, так і супутнього встаткування: властиво генераторів з високим ККД, акумуляційного встаткування, розумних мереж (smart grids), енергозберігаючих технологій.

Це наукомісткі й досить високотехнологічні сфери, що мають значний потенціал доданої вартості; до того ж у цих напрямках Україна має й напрацювання із часів Радянського Союзу, і науково-інженерні й дослідницькі потужності, а також, що саме головне, неоціненний кадровий потенціал.

Окремо варто згадати про те, що прийнятий Радою ООН Очікуваний національно-окреслений внесок (ОНОВ) України (по суті, план заходів щодо зниження викидів ПГ) дозволить нам протягом декількох найближчого років не починати активних дій у цьому напрямку, але включитися в міжнародні програми, аналогічні існуючій практиці торгівлі квотами на викиди.

Якщо ми переборемо сумний перший досвід невикористання й повернення грошей, отриманих від продажу квот за Кіотським протоколом, то даний сценарій припускає чітко обумовлені донорами (“покупцями” квот) напрямку їхнього використання, а це крім згаданого розвитку ВДЕ й енергозберігаючих технологій ще й заходи щодо пристосування до кліматичних змін, що в Україні може означати інвестиції в сільхозтехнології, що дозволяють отримати результати у вигляді підвищення врожайності і якості традиційної продукції або вирощування нових видів в умовах помірного середньорічного потепління (яке ми, властиво, можемо спостерігати вже зараз).

На відкуп національним урядам відданий механізм внутрішнього квотування: за умови його реалізації Україною кожне підприємство, причетне до викиду ПГ, одержить певну квоту на припустимий обсяг викидів і буде поставлено перед вибором - витратити (інвестувати) гроші на покупку квот або на заходи щодо зниження викидів з наступною можливістю продати квоти, що стали зайвими.

Підсумувати можна коротким переліком основних положень Угоди, що відкриваються у зв'язку з підписанням, напрямків інвестиційної діяльності:

- 1) будівництво й експлуатація ВДЕ-електростанцій;
- 2) науково-технологічний й інженерний супровід процесів удосконалення й підвищення ККД згаданих об'єктів ВДЕ;
- 3) енергозберігаючі й енергоефективні заходи на рівні промислових процесів і технологій;
- 4) нові технології в агросекторі в рамках використання грошей, отриманих від продажу міжнародних квотних обсягів припустимих викидів.

### 1.1.2 Енергоефективність споруд

Енергоефективність - це область знань, що перебуває на стику інженерії, економіки, юриспруденції й соціології. Означає раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання існуючих енергетичних ресурсів при поточному рівні розвитку техніки й технології й дотриманні вимог до навколишнього середовища.

Енергоефективність іноді називають «п'ятим видом палива». Це, у першу чергу, дбайливе відношення до енергії в будь-якій сфері і її нешкідливе виробництво. Поняття «енергоефективність» означає досягнення певного результату, наприклад, опалення будинку, з використанням меншої кількості енергії, чим потрібно звичайно. Хто ефективно використає енергію, той запобігає зловживанню ресурсами й охороняє навколишнє середовище.

У цей час однієї з найбільш актуальних проблем є пошук енергозберігаючих заходів й інженерних рішень по створенню зовнішніх конструкцій будинків і споруд із мінімальними тепловими втратами. Велику роль у цьому грають створення нових будівельних, теплоізоляційних, облицювальних матеріалів і виробів, а також розробка нових методів визначення теплофізичних властивостей (ТФМ) матеріалів. Нові методи розрахунку ТФМ матеріалів і виробів дозволять ефективно оцінити тепловий і повітряний режим будинків різного призначення.

Проблеми енергозбереження й зниження втрат теплоти в навколишнє середовище істотно впливають на екологічну ситуацію, техніко-економічні показники й капітальні витрати будівельних об'єктів. При виробництві матеріалів або в ході будівництва на об'єкті необхідно вміти визначати ТФМ будівельних, теплоізоляційних і облицювальних матеріалів, тому що фактичні характеристики виробів можуть не відповідати сертифікату або паспорту. Кардинальна відповідь на запити техніки - розвиток методів розрахунку й прогнозування теплофізичних характеристик на основі фундаментальних наукових узагальнень.

Теплотехнічні характеристики огорожуючих конструкцій, будинків і споруд істотно впливають на роботу систем опалення, вентиляції й кондиціонування повітря, що споживають у цей час значну кількість теплової енергії.

Оцінка енергоефективності будинків і споруд проводиться на підставі енергетичного паспорта будинку або споруди. Типовий енергетичний паспорт будинку або споруди повинен включати:

- кліматологічні характеристики міста (району) об'єкта, тривалість опалювального періоду, розрахункову температуру внутрішнього й зовнішнього повітря приміщень;

- геометричні розміри будинку або споруди і його орієнтацію по сторонах світла, площу його поверхні й будівельний обсяг, площу зовнішніх конструкцій, внутрішніх приміщень, а також підлоги першого поверху й стелі останнього поверху опалювальних приміщень;

- відомості про теплотехнічні властивості огорожуючих конструкцій будинку або споруди, термічному опорі теплопередачі окремих елементів багат шарової системи огорожень і будинку в цілому;

- відомості про системи водопостачання, опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, кондиціонування повітря - системах забезпечення мікроклімату приміщень і способах їхнього регулювання;

- дані про системи електропостачання й освітлення будинку;

- нормативні характеристики питомих витрат енергії.

При складанні енергетичного паспорта будинку або споруди заміряються: коефіцієнти теплопровідності, тепловіддачі, теплопередачі стін, перекриттів, підлоги, віконних прорізів. Заміряються: середня кратність повітрообміну за опалювальний період, фактична температура зовнішнього повітря й приміщень, витрати електроенергії, теплової енергії, газу, гарячої й холодної води за добу. Виконують виміри люксометром рівнів освітленості на робочих місцях, проходах і рівнів напруги протягом доби на вході щитів живлення освітлення.

При розробці заходів щодо енергозбереження або проведення енергоаудиту із проекту будинку визначають параметри всіх елементів систем опалення, вентиляції й кондиціонування і їхні розрахункові характеристики. Необхідно також уточнення річного режиму роботи систем керування й виміри параметрів повітря.

Розрахункове навантаження установок вентиляції й кондиціонування визначають із плану роботи підприємства або організації. При відсутності таких даних її можна визначити аналітичними методами, з урахуванням вимог зовнішнього й внутрішнього обсягу будинків, питомої вентиляційної характеристики й температури повітря усередині й поза будинком. Основними характеристиками, які повинні визначатися при обстеженні систем вентиляції, є: фактичні коефіцієнти завантаження, час роботи установок протягом доби, температура повітря усередині приміщення й середня температура зовнішнього повітря, кратність повітрообміну.

Наказом Національного органу стандартизації Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») № 125 у 2016 році прийнято національні стандарти України з енергетичного аудиту та енергетичного менеджменту, гармонізовані з міжнародними нормативними документами. Зокрема, мова йде про такі стандарти:

- ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT) Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення;

- ДСТУ ISO 50003:2016 (ISO 50003:2014, IDT) Системи енергетичного менеджменту. Вимоги до органів, які проводять аудит і сертифікацію систем енергетичного менеджменту;

- ДСТУ ISO 50004:2016 (ISO 50004:2014, IDT) Системи енергетичного менеджменту. Настанова щодо впровадження, супровід та поліпшення системи енергетичного менеджменту;

- ДСТУ ISO 50006:2016 (ISO 50006:2014, IDT) Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності з

використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. Загальні положення та настанова;

- ДСТУ ISO 50015:2016 (ISO 50015:2014, IDT) Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання та верифікація рівня досягнутої/досяжної енергоефективності організацій. Загальні принципи та настанова.

Ці стандарти набрали чинності з 01 вересня 2016 року.

## **1.2 Форми енергоспоживання об'єктами міської забудови**

Енергоспоживання об'єктів у зоні міської забудови, включає:

- 1) Споживання електроенергії (постачальник - РЭС).
- 2) Споживання природного газу (по магістралях і зріджений у балонах або резервуарах).
- 3) Споживання тепла (теплоносій - гаряча вода або перегріта пара, подача на велику відстань по магістралях, вироблення локально поблизу споживача або безпосередньо споживачем з інших видів енергії).
- 4) Споживання рідких вуглеводнів (бензин, дизельне паливо, мазут).

Значний обсяг споживання енергії у всіх її формах, в остаточному підсумку пов'язаний із забезпеченням температурного режиму в будинках і приміщеннях. Об'єкти міської забудови, споживаючи енергію в чотирьох зазначених формах, використовують її у формі тепла й електрики. Основними цілями споживання є опалення, освітлення, гаряче водопостачання, електроживлення побутових приладів і технологічних систем. У деяких випадках доцільно питання енергоспоживання розглядати в комплексі з питаннями вентиляції, подачі холодної води, утилізації відходів, водовідведення й каналізації.

Якщо виключити з переліку споживачів такі підприємства енергетичного комплексу як ТЭЦ й електростанції, то можна стверджувати, що основними формами споживання енергії є тепло й електрика. Для виміру обсягу

споживання енергоносіїв на різних рівнях системи на магістралях подачі енергоносіїв встановлюють прилади обліку споживання різної потужності та різного класу точності.

### **1.3 Системи обліку споживання енергоносіїв**

Необхідно чітко усвідомлювати, що будь-яка програма оцінки ефективності використання ресурсу повинна починатися з його обліку. Облік споживання встановлюється за певні періоди (година, доба, місяць, квартал, сезон, рік і т.д.).

Система обліку спожитої електроенергії на сьогодні найбільш розвинена та заснована на використанні лічильників, які встановлені на вводі електроживлення для кожного споживача. У цей час з'явилися такі нововведення як двотарифні й тритарифні режими споживання електроенергії, коли кількості енергії, спожиті в різні періоди доби, рахуються роздільно й оплачуються за різними тарифами.

Витрати рідких енергоносіїв вимірюються шляхом виміру обсягу витраченого продукту. Це може бути датчик-витратомір у магістралі, що подає бензин, або датчик рівня в ємності, де зберігається рідкий енергоносій.

Облік витрат газоподібних енергоносіїв здійснюється шляхом установки датчика витрати в магістраль, що подає газ, з паралельною фіксацією тиску газу. Іншим методом може бути вимір тиску газу в резервуарі, де він зберігається.

Принципи обліку електроенергії й вуглеводневих енергоносіїв давно встоялися й знайомі всім, тому зупинятися на їхніх особливостях у рамках даної роботи недоцільно.

Найгірше склалося з урахуванням споживання тепла. У першу чергу це пов'язане з тим, що постачання тепла до кінцевого споживача може виконуватися в декількох пунктах системи й установка на кожному вводі

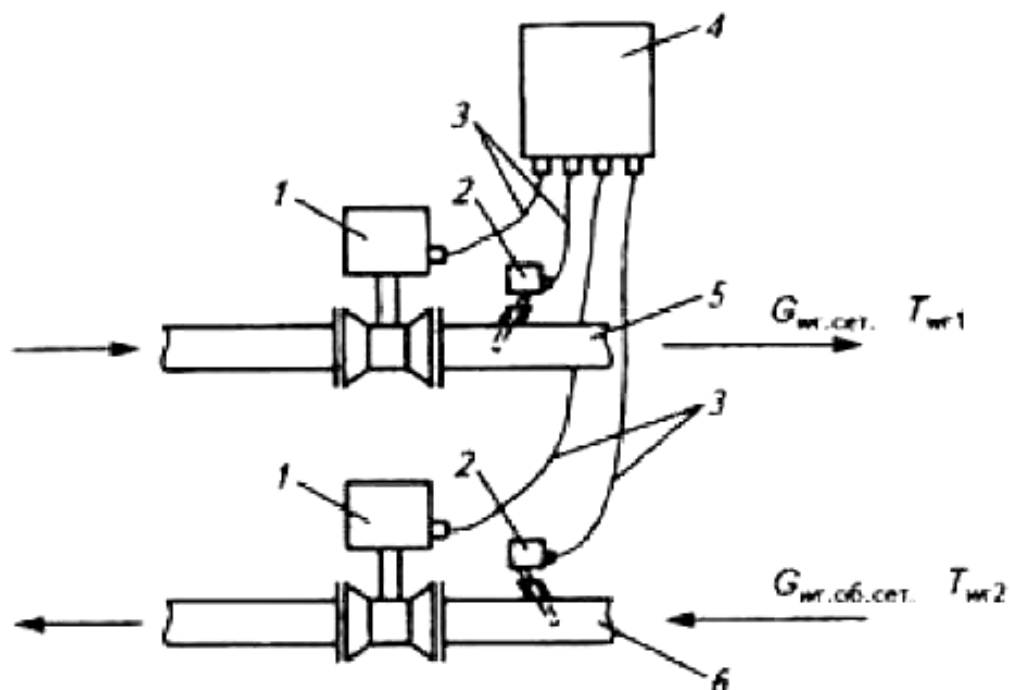
лічильника істотно її здорожує. Крім того, традиційно витрати тепла оцінювалися приблизно за середніми показниками й у динаміці їх не вимірювали. Тому сьогодні актуальним є питання методів обліку витрат теплоти. Засоби обліку теплової енергії, відповідно до сучасних вимог, є невід'ємною частиною системи тепlopостачання. Застосування теплोलічильників у системі тепlopостачання будинків обов'язково й регламентовано в будівельних нормативних документах СНІП у новому будівництві, однак на старих об'єктах таких лічильників може не бути. Вузлами обліку теплової енергії й теплоносія повинні оснащуватися великі й середні джерела тепlopостачання, теплові пункти, багатоквартирні й індивідуальні житлові будинки, будинки й споруди комунальної інфраструктури, промислові підприємства.

Організація обліку витрат теплової енергії дозволяє контролювати втрати теплової енергії через ізоляцію трубопроводів і витоку під час транспортування, планувати облік й аналіз енергетичної складової собівартості різних видів продукції, а також здійснювати оцінку потенціалу енергоефективності системи в цілому.

В Україні має місце значне зношування трубопроводів тепломереж, у яких губиться велика кількість тепла та теплофікаційної води. Тому для споживачів теплоти у відкритих системах тепlopостачання вірніше ставити два гарячководних лічильники, як це показано на схемі рисунку 1.4, на підвід та у зворотному трубопроводах установлені лічильники витрати води. У закритих системах тепlopостачання досить встановити один прилад обліку на підвід або на зворотному трубопроводі.

На малюнку 1.5 показаний зовнішній вигляд ультразвукового витратомірного модулю, що входить у комплект теплोलічильника. Такі витратоміри підходять для застосування в центральному й індивідуальному тепловому пунктах.





1 - лічильник витрати гарячої води в що подає 5 і зворотному 6 трубопроводах тепломережі, приєднані до апаратів ЦТП; 2 - термометри опору виміру температури гарячої води  $T_{гр1}$  у що подає 5 і зворотної води  $T_{гр2}$  у зворотному 6 трубопроводах; 3 - сполучні електричні проведення; 4 - мікропроцесорний обчислювач й інформатор про витрати теплоти й параметри вимірюваних середовищ; 5 - трубопровід, що подає, з тепломережі; 6 - зворотний трубопровід у тепломережу

Риснок 1.4 - Принципова схема установки лічильника витрати теплоти в ЦТП будинку

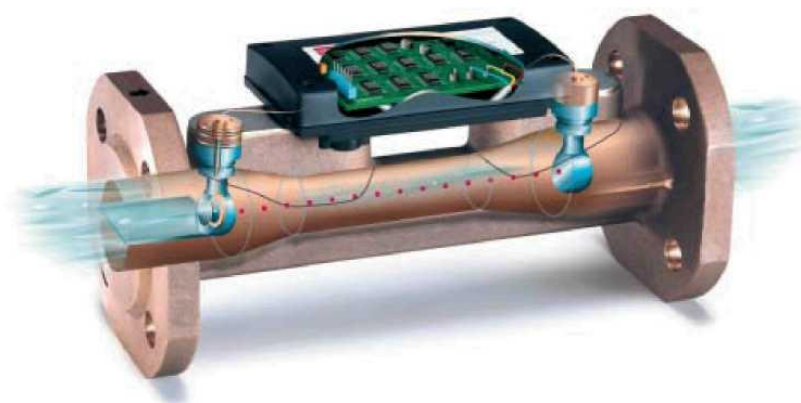


Рисунок 1.5 - Ультразвуковий витратомір

На рисунку 1.6 показані датчики температури й тиску. При витратах теплоносія до 2,5 м<sup>3</sup>/годину застосовуються компактні теплолічильники (іноді їх називають «квартирні») з ультразвуковим принципом виміру або з механічною витратомірною частиною (рис. 1.7). Є можливість підключення датчиків до комп'ютера для зчитування даних і підключення до розподіленої мережі збору облікових даних. Джерело живлення в теплолічильниках - літєва батарея, термін служби якої становить 10 років.



Рисунок 1.6 - Термоперетворювачі резистивні та перетворювачі тиску



Рисунок 1.7 - Ультразвукової й механічний квартирний теплолічильник

Для завдань моніторингу енергоспоживання й оцінки ефективності необхідне створення розгорнутої мережі, що забезпечує одержання вибірки даних для аналізу. До даних пред'являються вимоги вірогідності,

відтворюваності, точності. Методика вимірів повинна відповідати завданням формування концепції оптимального енергоспоживання.

#### **1.4 Обстеження об'єктів міської забудови**

Для рішення питань еколого-економічної оцінки показників енергоспоживання крім одержання даних про споживання енергоносіїв необхідно робити технічне обстеження стану об'єкта. Це необхідно по різних причинах. По-перше, тріщини стін і порушення внутрішнього й зовнішнього покриття позначаються на ефективності теплозбереження, по-друге, якщо будинок сильно зношений, його капітальна реконструкція може вимагати занадто великих вкладень або взагалі виявитися недоцільною, тому таке обстеження - перше, з чого варто починати будь-яку програму по оцінці енергетичної ефективності.

Обстеження починають із зовнішнього огляду будинку, ознайомлення з паспортом будинку й з іншою проектною документацією. Огляд починається з підвального або першого поверху, далі оглядаються наступні поверхи, покриття й покрівля. У результаті обстеження повинні бути виявлені дефекти в конструктивних елементах, а також установлені причини їхнього виникнення. Обстеженню підлягають всі кам'яні, каркасні, великопанельні та дерев'яні житлові й суспільні будинки незалежно від строку їхньої здачі в експлуатацію. У всіх будинках необхідно ретельно перевірити стан водовідних мереж (водопровід, каналізація, опалення).

При обстеженні будинків, якщо буде потреба, за спеціальною методикою визначають також повітропроникність, теплопровідність, вологість повітря й повітрообмін у приміщеннях. При описі горищних перекриттів і покриттів необхідно вказати тип покриття й матеріал покрівлі, а також обов'язково відзначити, чи є в покрівлі протічки.

При описі стін необхідно відзначити, з якого матеріалу вони виготовлені, чи є на цоколі й стінах водяні плями й висоли, тріщини й відхилення від вертикалі, тріщини в кам'яній кладці стін, витріщання кладки, випадання каменів із кладки, розшарування й вивітрювання кладки на окремих ділянках у результаті атмосферних впливів; локальні розбіжні тріщини в місцях сполучень конструкцій з матеріалів з різними коефіцієнтами лінійного розширення, як, наприклад, залізобетонних перемичок і балконних плит з кам'яною кладкою стін й ін.

За допомогою візуального обстеження можна виявити дефекти, ушкодження й тріщини конструкцій будинків, відхилення від проектних розмірів. При цьому виробляється розкриття окремих ділянок стін, будинку для визначення фізико-механічних властивостей використаних матеріалів. Стан зварних стиків, закладних деталей і зв'язків визначається за допомогою їхнього розкриття з виявленням антикорозійного захисту.

Вибір ділянок розкриття виробляється по зовнішніх ознаках (наявність тріщин на поверхні штукатурки, опадання штукатурного шару, зміна кольорів, вологі поверхні й т.п.), з огляду на при цьому також експлуатаційні умови.

Основним завданням обстеження житлових будинків є визначення технічного стану елементів конструкції й будинку в цілому, установлення фізичного зношування з метою відбору їх для включення в план капітального ремонту. Під фізичним зношуванням конструктивного елемента й будинку в цілому розуміється погіршення технічного стану (втрата експлуатаційних, механічних й інших властивостей), у результаті чого відбувається зниження його вартості. Визначення фізичного зношування будинку в цілому виробляється прийнятим у технічній інвентаризації або проектних документах методом додавання величин фізичного зношування окремих конструктивних елементів, зважених по питомому співвідношенню вартості.

На сьогоднішній день низька енергоефективність вітчизняного ЖКГ викликана не тільки технічними причинами (крайнє спрацювання устаткування, мереж, комунікацій), але й загальною кризою галузі, оскільки вона початково

була орієнтована на дешеві енергоносії. Тому реконструкції, у принципі, потребують всі 100% будинків, побудованих більше 15 років тому. Сполучення цих заходів із графіком капітального ремонту дозволить значно оптимізувати витрати на реконструкцію. У деяких випадках перехід на сучасні технології опалення або освітлення обходиться в ту ж суму, що й звичайний капітальний ремонт. З іншого боку, виявлення тієї обставини, що будинок має високу ступінь зношування і його ремонт недоцільний дозволить відмовитися від реконструкції систем енергоспоживання такого будинку й уникнути непродуктивних витрат.

### **1.5 Економічна, екологічна та соціальна складова діяльності з оптимізації енергоспоживання**

Енергетика є основою розвитку суспільства, і має на увазі всі процеси, пов'язані з виробництвом, розподілом і споживанням енергії, що втримується в органічному і ядерному паливі, а також у поновлюваних джерелах. Вона належить до тих галузей економіки, де особливо сильний взаємозв'язок діяльності людини й навколишнього середовища. Енергетичний комплекс не тільки впливає на атмосферу й клімат, але й сам відчуває значний вплив з боку природно-кліматичних факторів.

Масштаб антропогенного вторгнення в другій половині ХХ століття наблизився до впливу таких потужних природних факторів, як великі виверження вулканів, зміни сонячної активності, та інші природні коливання в кліматичній системі. Антропогенний фактор перетворився в потужну природоутворюючу силу. Тому проблема взаємодії людини й навколишнього середовища в глобальному масштабі виявилася в останній чверті ХХ століття, що, зокрема, і послужило причиною появи таких значних міжнародних угод в області охорони навколишнього середовища й клімату, як Кіотський протокол

по парникових газах і раніше – Монреальський протокол по озоноруйнуючим речовинам, тепер – Паризька угода.

Загальновідомо, що в Україні останні два десятиліття здійснюються реформи, але мало хто звертає увагу на те, що ми також протягом останніх 20 років живемо в умовах дуже швидко мінливої кліматичної обстановки. Мало хто замислювався над важливістю цієї проблеми, адже клімат впливає на всі без винятку сторони людської діяльності, у тому числі й на енергетику. Викликає тривогу й сучасний стан української енергетики, що представляє потенційну загрозу для населення й екології. Сфера теплопостачання - найбільш енергоємна галузь вітчизняної економіки. У наявності значне технологічне відставання енергетичної галузі від світового рівня, високий ступінь зношування генеруючих потужностей і розподільних мереж.

Розглядаючи науково-технічні основи інноваційного розвитку енергетики України в рамках реалізації механізмів Кіотського протоколу, необхідно відзначити, що мова йде про роботу багатофункціонального паливно-енергетичного комплексу у швидко мінливих природно-кліматичних, економічних і соціальних умовах. Необхідно було використати економічні механізми Кіотського протоколу для технічного переозброєння теплоенергетики, реалізації програми енергозбереження, підвищення екологічної безпеки.

Захист атмосферного повітря від забруднення є однією з найбільш гострих проблем сучасності. До теперішнього часу досягнуті значні успіхи в боротьбі за зниження змісту окремих речовин у повітрі, але поглиблення урбанізації приводить до збільшення газоподібних викидів (оксидів вуглецю, азоту й сірки), що надходять головним чином із продуктами згоряння палива, у повітряному басейні міст. Методи, що виключають або знижують надходження в атмосферне повітря таких токсичних речовин, що утворюються в процесі горіння, як оксиди азоту, оксид вуглецю, альдегіди, не використовуються в достатній мері.

Незважаючи на те, що на частку природних джерел забруднення повітря доводиться понад 50% з'єднань сірки, 93% оксидів азоту, значна частка оксиду вуглецю й ряд інших забруднювачів, все-таки найбільшу небезпеку створюють штучні джерела забруднення повітря, пов'язані з діяльністю людини. На відміну від природних, штучні джерела забруднення відрізняються крайньою нерівномірністю розподілу.

У цей час установлена потужність електростанцій України становить 55,1 млн. квт. Стан устаткування, що генерує, ТЕС у цей час характеризується високим ступенем фізичного й морального зношування. Більша частина ТЕС була спроектована й уведена в експлуатацію в 60-70-і роки минулого століття. Устаткування всіх електростанцій не відповідає сучасним екологічним вимогам.

За останні 20 років різко погіршилася якість вугілля, що поставляють на електростанції. Так, середня зольність вугілля становить 35-40%, а в ряді випадків зростає до 60%, сірчастість досягає 3%. Агрегати не пристосовані для спалювання вугілля такої якості й здатні працювати тільки з підсвічуванням газом або мазутом. У зв'язку з тим, що Україна не має достатніх ресурсів газу й нафти, енергетика надалі змушена орієнтуватися тільки на використання низькоякісного вітчизняного вугілля. При роботі на низькоякісному паливі газоочисне устаткування працює в непроєктному режимі, у зв'язку із чим має місце недостатній ступінь очищення димових газів. Більшість електростанцій обладнані морально застарілими установками зололовлення. Ефективність роботи установок мокрого золовидалення (скрубєрів) становить 89-93%. Середній експлуатаційний ступінь очищення димових газів електрофільтрами становить 95-98%. Установки сірко- і азотоочистки на електростанціях відсутні, і дотепер їхнє промислове виготовлення в Україні не розпочато.

Підприємства енергетики належать до основних забруднювачів повітряного басейну. На їхню частку доводиться понад 30% викидів шкідливих речовин від загального обсягу викидів стаціонарними джерелами, у тому числі 59% окислів сірки, 27% золи, 12% окислів азоту. По даним Європейської

Економічні Комісії ООН загальні викиди сірки Україною становлять 7% всіх європейських викидів цього забруднювача.

13 основних українських електростанцій (Криворізька, Змієвська, Старобешевська, Запорізька, Курахівська, Вуглегорська, Бурштинська, Трипільська, Луганська, Придніпровська, Ладжінська, Зуївська й Слов'янська) включені в список 100 найбільш великих джерел забруднення атмосфери Європи діоксидом сірки. У списку 100 найбільших джерел Криворізька й Бурштинська ТЕС займають 14 й 15 місця по потужності викидів діоксиду сірки.

Загальне зниження техногенного впливу на атмосферне повітря до недавнього досяглося за рахунок збільшення частки газу в паливному балансі ТЕС, а останнім часом - переважно як наслідок деструктивних явищ в економіці. Частка газу в загальній витраті органічного палива досягла 49,7%.

Якість оточуючого нас повітря впливає на здоров'я людей, розвиток тварин і рослин, на стан будинків і споруд. Основними забруднювачами атмосфери при роботі теплових електростанцій є, ті що утворюються при спалюванні палив - оксиди азоту, сірки й летучої золи. Ці речовини розсіюються в атмосфері й перетерплюють у ній хімічні перетворення. Їхня негативна дія носить локальний, іноді регіональний характер. Викиди золи, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, а також у різному ступені токсичних продуктів неповного згоряння регламентуються діючими в країні стандартами. Атмосферу можуть забруднювати також летучі речовини, що виділяються при зберіганні вугілля на відкритих складах, випари мазутних баків, викиди із градирень (якщо вода обробляється токсичними присадками), важкі метали й мікроелементи.

Спалювання органічних палив, що містять вуглець, пов'язане з утворенням CO<sub>2</sub>. Його нагромадження в атмосфері викликає тривогу щодо глобальної зміни клімату (потепління). Найбільш важливими факторами при розвитку повітрязбережних технологій в енергетику є:

- види й властивості енергетичних палив;
- екологічні стандарти;



- стан економіки країни.

Природний газ, що не містить золи, з'єднань сірки й азоту, є екологічно найбільш чистим паливом. Найбільші викиди, насамперед летучої золи, характерні для вугільних ТЕС. Вони особливо великі в Україні, тому що на електростанціях у нас використовуються головним чином високозольні незбагачені вугілля. У вугіллях утримується зв'язаний азот і сірка. Для забезпечення необхідних нормативами викидів твердих часток в атмосферу необхідна установка на ТЕС золоуловлювачів з ефективністю від 98,6 до 99,8%.

Оксиди азоту знижують урожайність сільськогосподарських культур, ініціюють ряд небезпечних фотохімічних реакцій в атмосфері, «з'їдають» озон у димовому струмені електростанцій і сприяє збільшенню озону до небезпечних концентрацій на більших відстанях від електростанцій у сільськогосподарських районах (південь України, Крим). Крім того, для України має значення підкислення верхнього шару ґрунтів і посилення сорбції радіонуклідів у поверхневому шарі. Актуальною проблемою теплоенергетики України є ефективне зниження викидів оксидів азоту при мінімальних капітальних й експлуатаційних витратах.

Енергетика України поставляє в атмосферне повітря понад 60% сірчистого ангідриду й понад 50% оксидів азоту від загального викиду стаціонарними установками (табл. 1.1).

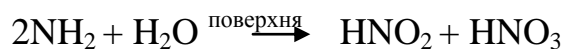
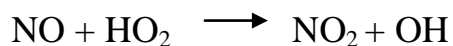
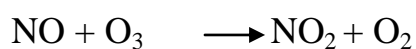
Таблиця 1.1 - Розсіювання й трансформація деяких речовин в атмосфері

Речовини	Масштаби трансформації	
	Відстань, км	Час
NO	10	1 година
NO <sub>2</sub>	100-200	2 доби
HNO <sub>3</sub>	До 1000	4 доби
SO <sub>2</sub>	100-200	2 доби
H <sub>2</sub> S	100	1 доба
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	До 1000	5 доби
CH <sub>4</sub>	У глобальному масштабі	10 років

Ще в 70-х роках минулого століття думали, що кислотні дощі визначаються на 90-92% оксидами сірки й лише на 8-10% оксидами азоту.

Однак в 80-90-і роки у зв'язку зі збільшенням частки природного газу, уведенням у деяких країнах Європи систем сіркоочищення, а також з розвитком автотранспорту, внесок оксидів азоту в утворення кислотних дощів збільшився в кілька разів і становить 20-57%.

Звичайно оксиди сірки й азоту перебувають в атмосферному повітрі до 2-5 доби, переміщаючись із потоками повітря на відстані до 1000 км. За цей час відбувається їхнє перетворення в кислоти й стік з атмосфери з опадами в ґрунт і поверхневі води, головним чином, у вигляді слабких розчинів сірної, сірчистої, а також азотної й азотистої кислот.



Азотна кислота впливає на утворення кислотних дощів. Якщо для ряду країн Європи її внесок у кислотні дощі 10-20%, то для України внесок оксидів азоту в кислотні дощі перебуває в межах від 35 до 50%. При цьому є викиди з України на територію Росії, Білорусії, Туреччини, Молдови й інших країн і надходження оксидів азоту з Німеччини, Польщі, Румунії й інших країн у порівнянних кількостях. Перенос оксидів азоту з території Німеччини в Україну, звичайно в 5-7 разів перевищує зворотний перенос.

Досить істотне значення має хімічний склад пилу. Наприклад, зміст оксидів кременя в пилу більше 10% робить його небезпечним для здоров'я людини. За даними М. С. Гольденберга зміст оксидів кременя в пилу в повітрі великого міста становить 20,1-22,8%.

Б. П. Гуринов і Н. Я. Янишева, що проводили обстеження забруднення повітря в районі одинадцяти ТЭЦ (теплоелектроцентраль), що працюють на вугіллі, виявили, що максимальні концентрації твердих часток в атмосферному повітрі мають місце на відстанях в 8-10 разів більші висоти труби. При відсутності засобів пиловловлення в установках малої продуктивності викид твердих часток в атмосферу зрівнюється з викидом їх на ТЭЦ. Однак при шаровому спалюванні тільки 3% часток, що викидаються, має  $d < 10$  мкм, а при

пилогонному - не менш 20-45%. При відсутності систем пиловловлення тверде паливо (вугілля) поставляє в атмосферу в 100-200 разів більше твердих часток, чим рідке паливо. Викиди твердих часток в атмосферу усе ще є одним з найбільш серйозних видів забруднень, внесених процесами горіння в атмосферу міст (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 - Викид в атмосферу твердих часток

Споживач палива	Вугілля		Рідке паливо		Природний газ	
	кг/Гкал	%	кг/Гкал	%	кг/Гкал	%
Електростанції	1,83	100	0,102	5,6	0,0255	1,4
Промислові казани й печі	1,83	100	0,102	5,6	0,0312	1,7
Житлові будинки, домовики котельні	1,83	100	0,151	8,2	0,0330	1,8

Одним з найбільш великих і важко піддаючихся очищенню забруднювачів атмосферного повітря, що викидаються головним чином енергетичними установками, є оксиди сірки. Щорічний викид у нижні шари атмосфери перевищує 150 млн. т, при цьому від 60 до 80% цієї кількості викидається із продуктами згорання котлів і печей. Оксиди сірки, а також утворювані при їхньому з'єднанні з водяними парами кислоти впливають на здоров'я людей, викликають руйнування сталевих конструкцій і будівельних матеріалів, зниження прозорості атмосфери, загибель хвойних лісів і плодових дерев, знижують урожайність сільськогосподарських культур. Діоксид сірки порушує процес фотосинтезу й подиху, викликає гострі й хронічні ушкодження листів. Рослини ще більш чутливі до оксидів сірки, чим людина. Основні забруднювачі атмосферного повітря наведені в таблиці 1.3. Шкідливий вплив оксидів сірки на рослини різко збільшується при наявності в атмосфері діоксиду азоту й підвищенні вологості.

У ряді основних забруднювачів атмосферного повітря спеціальне місце займають оксиди азоту. У зв'язку з тим, що більшість приладів і методів виміру засновано на визначенні діоксиду азоту з попереднім доокисленням оксиду в діоксид, а також внаслідок того, що до 1983 року були встановлені норми

тільки на зміст оксидів азоту в атмосферному повітрі, звичайно фіксувалася сума оксидів азоту ( $\text{NO}_2 + \text{NO} = \text{NO}_x$ ). До середини ХХ століття дослідження оксидів азоту як забруднювачів атмосфери, що викидають із продуктами згоряння палива, практично не проводилося, і вся увага була зосереджена на твердих частках (зола, пил, сажа) і сірчистому ангідриді. Тим часом, як показали дослідження, проведені ще в 1960-х роках, зміст оксидів азоту визначає токсичність продуктів згоряння вугілля й мазуту на 40-50%, а природного газу на 90-95%. Валовий викид оксидів азоту в атмосферне повітря в різних регіонах і містах становить 6-8% загального викиду всіх шкідливих речовин, уступаючи лише викиду оксиду вуглецю, оксидів сірки й твердих часток.

Таблиця 1.3 - Основні забруднювачі атмосферного повітря

Забруднювачі	Основні джерела		Середньорічна концентрація в повітрі мг / м <sup>3</sup>
	природні	штучні	
Тверді частки (пил, зола й ін.)	Вулканічні виверження, пилові бури, лісові пожежі, випари морської солі й ін. (94% від загальної кількості)	Спалювання палива в промислових і побутових установках	У міських районах 0,04-0,4
Сірчистий ангідрид	Вулканічні виверження, окислювання сірки й сульфатів, неухажених у море (50% від загальної кількості)	Спалювання палива, нафтопереробка, чорна й кольорова металургія	У міських районах до 0,5-1
Оксиди азоту	Лісові пожежі (93%)	Окислювання атмосферного азоту й азоту палива при високій температурі – енергетика, промисловість, автомобілі	У районах з розвинутою промисловістю й автотранспортом – до 0,2, в інші до 0,05
Оксид вуглецю	Лісові пожежі, виділення океанів, окислювання терпенів (5-10% від загальної кількості)	Неповне згоряння палива (автомобілі, промисловість)	1-50 (у залежності від інтенсивності автотранспорту, близькості металургічних виробництв)
Летучі вуглеводні і їхні продукти	Лісові пожежі, надходження природного метану (із ґрунту боліт) і природних терпенів	Неповне згоряння органічного палива (автомобілі), дожигання відходів, випару розчинників і продуктів нафтопереробки	У районах з розвинутою автотранспортом і промисловістю – до 3

До 1980-х років у всіх дослідженнях з утворення оксидів азоту в процесах горіння виходили з наступних передумов:

- у процесі горіння палива в котлах й інших спалюючих пристроях утвориться тільки оксид азоту;
- при виході з димаря оксид азоту порівняно швидко повністю доокислюється до діоксиду азоту.

Разом з тим дослідженнями Інституту газу показано, що тільки 40-80% оксиду азоту, що втримується в димовому струмені, перетворюється в діоксид азоту. Більше 95% від загальної кількості викидів оксидів азоту (51 млн. т /рік) в усім світі надходить в атмосферу із продуктами згоряння й рідкого палива й газу, і лише 2,4 млн. т викидає хімічна промисловість. Слід зазначити, що оксиди азоту, що утворюються в результаті атмосферних явищ, у кількості 770 млн. т/рік не представляють небезпеки, тому що вони рівномірно розподіляються по поверхні земної кулі в малих концентраціях.

Загальна кількість озону в атмосфері невелика – товщина приземного шару 3 мм, маса  $3,29 \cdot 10^9$  т. Звичайний зміст  $PP\ O_3$  в атмосфері міст становить 0,02-0,10 мг/м<sup>3</sup>, при цьому максимум концентрацій має місце в денні (12-17 годин), а мінімум – у нічні або ранкові години.

В останні роки особлива увага притягнута до проблеми переміщення з'єднань сірки й азоту в атмосферному повітрі на великі відстані (до 1000 км) від джерела викиду. Ця проблема має важливе значення у зв'язку з наявністю регіонів з високою концентрацією промисловості усередині країни, будівництвом потужних паливно-енергетичних комплексів, а також у зв'язку із транскордонним переносом наших забруднювачів через західні кордони. Проблема загострилася в останні роки у зв'язку з будівництвом електростанцій великої потужності на низькосортних паливах з високим змістом сірки й застосуванням димарів 250 м і більше. Вона зв'язана як з переміщенням, так і з перетворенням в атмосфері оксидів сірки й азоту, що викидають головним чином електростанціями, а також іншими великими спалюючими установками.

У ряді випадків у результаті наступних реакцій в атмосфері токсичність первинних забруднювачів повітря істотно підвищується.

Звичайно оксиди сірки й азоту перебувають в атмосферному повітрі до 2-5 діб, переміщаючись із потоками повітря на відстань до 1000 км. При цьому відбувається їхнє перетворення в кислоти й стік з атмосфери з опадами в ґрунт та у поверхневій воді, головним чином у вигляді слабких розчинів сірчаної, азотної й азотистої кислот.

Однією з найбільш значних груп токсичних речовин, що попадають в атмосферне повітря, є продукти неповного згоряння палива: оксид вуглецю, альдегіди, органічні кислоти й вуглеводні. У цій групі найбільше значення має оксид вуглецю. Якщо зміст пилу, оксидів сірки й оксидів азоту в атмосферному повітрі міст визначається рівнем викиду токсичних речовин із продуктами згоряння палива, в котлах і печах, то вміст оксидів вуглецю на вулицях великих міст на 75-97% визначається автотранспортом. Оксид вуглецю - високотоксична речовина - становить біля половини від загальної вагової кількості всіх шкідливих речовин, що надходять у повітряний басейн міст. При вдиханні протягом декількох годин можливе отруєння.

В 1997 році, по американських розрахунках, в атмосферу йшло 6 млрд. т вуглецю в результаті спалювання викопного палива й ще до 265 млн. т вуглецю через спалювання лісів. При цьому найбільше вуглецю дають США, країни СНД і Китай, на них у сумі доводиться 50% викидів. На видне місце висувається й Бразилія. У 2014 року в атмосферу викидалося вже більше 10 млрд. т вуглецю. Ці цифри - підсумок безприкладного росту світової енергетики, причому спостерігається синхронність - економія палива після 1973 року (початок енергетичної кризи) принесла й стабілізацію викидів. Так, якщо за 1950-1970 роки минулого століття надходження вуглецю в атмосферу підскочило з 1,6 млрд. до 5,1 млрд. т, то в середині 80-х років, воно майже не відрізнялося від рівня 1979 року. Енергетичний бум цього сторіччя збільшив концентрацію CO<sub>2</sub> в атмосфері на 25% і метану - на 100%. За цей час потепління на Землі склало 0,5 градуси С.

Часто можна чути думку, що вугілля є найбільш перспективним паливом на планеті. При збереженні нинішнього рівня видобутку вугілля у світі одних тільки розвіданих його запасів вистачить на кілька століть. Так, може бути, у вугіллі майбутнє світової енергетики на порозі виснаження нафти. Не випадково лідери «вугільної енергетики» (КНР, США, країни СНД) є її головними забруднювачами атмосфери; а найбільше забруднення дають країни, що використовують буре вугілля.

Підраховано, що ТЕС на вугіллі дає 10-25 кг кВт/г шкідливих викидів в атмосферу, по споживанню свіжої води й скиданню стічних вод, воно вдвічі перевершує станції на мазуті (уступаючи тільки АЕС), а твердих відходів, вона дає в тисячу разів більше, ніж станція на мазуті. Особливо сильно забруднюють середовище станції, що працюють на високозольних і високосірчастих вугіллях, це типово для донецького вугілля. У світі з'явилося вже друге покоління технологій виробництва рідких продуктів з вугілля. У США, ФРН, Японії й Австралії ці технології в деталях опрацьовуються на безлічі досвідних установок, а в ПАР взагалі є велике промислове виробництво близько 3 млн. т таких продуктів у рік.

Говорячи про перспективи вугілля, треба згадати й ще одну важливу «деталь»: праця у вугільних шахтах украй важка й аж ніяк не небезпечна. Є й інше - найбільші вугільні басейни: Донбас на Україні, Кузбас у Росії, Аппалачі в США, Рур у ФРН - здавна притягли до себе потужну металургію й хімію, стали найбільш забрудненими й забруднюючими районами своїх країн. Якщо додати до цього складні соціальні умови в цих басейнах, то й це повинне бути обмежником подальшої концентрації «брудних виробництв», стимулом для більших вкладень у вугільні райони для поліпшення умов праці й побуту.

Людство стоїть на порозі великих змін: рано або пізно запаси природних копалин ресурсів будуть вичерпані, їхнє марнотратне використання, як палива прискорює потенційно небезпечні зміни клімату. Розвинені країни виглядають сьогодні «чистіше» й «зеленіше» бідних країн, що розвиваються. Багато економістів пояснюють це високим рівнем добробуту, що дозволяє виділяти

кошти на технічний захист навколишнього середовища: Так звані «екооптимісти» вважають, що розвинуті країни вже перебороли головні труднощі, і проблеми екології, що залишилися, можна передати державним інстанціям для рішення в робочому порядку. Екологічні проблеми періоду індустріалізації були більше очевидні.

Захист атмосфери не може бути успішним при однобічних і половинчастих мірах, спрямованих проти конкретних джерел забруднення. Найкращі результати можуть бути отримані лише при об'єктивному, багатобічному підході до визначення причин забруднення атмосфери, внеску окремих джерел і виявленню реальних можливостей обмеження цих викидів. У міських і промислових конгломератах, де є значні концентрації малих і більших джерел забруднюючих речовин, лише комплексний підхід, що базується на конкретних обмеженнях для конкретних джерел або їхніх груп, може привести до встановлення прийняттого рівня забруднення атмосфери при сполученні оптимальних економічних і технологічних умов. Виходячи із цих положень, необхідне незалежне джерело інформації, що розмістить відомості не тільки про ступінь забруднення атмосфери, але й по видах технологічних й адміністративних мір.

Безперечним є факт, що основним джерелом антропогенного впливу на клімат Землі є енергетичне виробництво, життєво необхідне для Людини. На жаль, виробництво енергії настільки ж небезпечно для нашої планети своїми "відхідними" параметрами, наскільки ж необхідна ця енергія. На сьогоднішній день нагромадився необхідний науковий потенціал знань для того, щоб стверджувати: з імовірністю не менш 90 % поточна різка зміна клімату останніх десятиліть викликана антропогенними викидами парникових газів. У зв'язку з антропогенною причиною та необхідністю знижувати викиди, питання про глобальну зміну клімату перейшло у практичну площину. Для відповіді на питання, які зміни клімату є більш-менш припустимим для природи й людини, у цей час накопичено досить інформації, щоб зробити висновок: Глобальне



потепління є тією границею, яку краще не переходити. У цьому зв'язку питання перейшло вже з області екології в економіку та політику.

Наряду з різними сценаріями більшого або меншого розвитку окремих груп технологій (поновлювані джерела, атомна енергія, прискорене енергозбереження й т.п.) завжди розглядається сценарій з «ціною» вуглецю - платою за викиди CO<sub>2</sub> у тім або іншому розмірі. Причому це розглядається не як навантаження на економіку, а як стимул руху ринку до застосування нових технологій. Розрахунки в цілому робляться до 2050 р. з розбивкою на періоди до 2015, 2030 і т.п. Важливо помітити, що «ціна вуглецю» впливає на економіку країни, навіть якщо вона не бере участь ні в яких системах торгівлі квотами. Уже зараз це викликає більший попит на газ, а в перспективі попит на біопаливо (для виробництва якого, зокрема, потрібні великі земельні площі). Введення стандартів «вуглецеємності» імпортованої продукції (питомих викидів при її виробництві) потенційно є дуже сильним важелем тиску.

Економічні розрахунки показують, що головну роль - приблизно 50% зниження викидів грає енергозбереження. Напевно, для жителів України цей висновок зовсім очевидний без усяких розрахунків. Другу половину до 2050 р. приблизно складуть три компоненти: поновлювані джерела енергії, атомна енергія й з 2030 р. уловлювання CO<sub>2</sub> з викидів і його закачування в підземні шари. Остання технологія відкриває широкі можливості для використання вугілля. У принципі вона вже багато в чому розроблена й може бути впроваджена до 2030 р., однак чисто цінові розрахунки говорять про широкомасштабну рентабельність тільки через 20 років. Видно, що роль атомної енергії не принципова для клімату. Скоріше, навпаки, для неї «потрібна» проблема клімату - саме ціна вуглецю стимулює застосування атомної енергії. Саме вона зараз спонукує Фінляндію, Францію й Болгарію впроваджувати атом.

Все людство живе за рахунок кисню, накопиченого мільйони років тому, і його запаси дуже великі. Навіть одноразове спалювання всього викопного

палива не приведе до дефіциту кисню. Тому в сучасних умовах необхідно перейти до економічних розрахунків і конкретних дій.

### **1.6 Політичні, соціальні та економічні аспекти підвищення енергоефективності будівель**

Одночасно із промисловою революцією виникла, концентрована енергетична й сировинна економіка. Народилася економіка викопних ресурсів, від якої відразу ж став залежати весь процес індустріалізації. Незабаром регіональних ресурсів стало не вистачати й довелося освоювати нові країни. А оскільки викопні ресурси в принципі вичерпні, в економіці ресурсів швидкими темпами пішов процес глобалізації. Більше половини всіх підприємств, що оперують у глобальному масштабі, відносяться до економіки ресурсів. Вони є опорою сучасної «викопної світової економіки».

Спочатку була вугільна економіка, що в ХХ столітті переросла в нафтову й газову економіку, а потім й в атомну економіку. Сировинна економіка була спочатку економікою металів і мінеральної сировини, а з розвитком хімічної промисловості також стала елементом економіки викопних ресурсів, тому що більшість нововведень, використовуваних у хімічній промисловості, беруться з викопних джерел енергії. Таким чином, проект промислової революції був залежним від економіки викопних ресурсів й у ході подальшого розвитку - аж до структур «третього миру» - у вирішальному ступені визначався саме їй.

Серед моделей цивілізації викопної світової економіки в остаточному підсумку стала переважати та, у якій структури прийняття рішень були найбільш оперативна, гнучка й продуктивними - система міжнародного капіталізму, що американець Френсис Фукуяма на початку 90-х років минулого століття назвав «кінцем історії». Сьогодні багато хто не розуміє, що можливий альтернативний розвиток цивілізації, тому що більшість аналітиків не бачать взаємозв'язку між енергетичною системою, економічним і суспільним

розвитком Основна фізична умова екологічної альтернативи - це усвідомлення того, що існує можливість використання альтернативних ресурсів.

Викопна світова економіка має три характерні ознаки. По-перше, викопні ресурси вичерпні. Стосовно до сьогодення споживання енергії запаси нафти - 40% світового енергопостачання - вичерпаються приблизно через 40 років. У середньостроковій перспективі росте небезпека економічних криз через подальше підвищення цін на нафту й політичної напруженості аж до «енергетичних війн». Уже в 1991 м, НАТО вказало в «Новій стратегії союзу», що її завдання й майбутньому - забезпечення доступу до ресурсів в усім світі.

По-друге, викид шкідливих речовин, при перетворенні викопних енергоносіїв, привів до світової екологічної кризи, що з кожним роком усе більше загострюється. Тільки за один рік відбувається близько 700 великих екологічних катастроф, причиною більшості яких стають викиди шкідливих речовин при перетворенні енергії. Варто помітити, що екологічні катастрофи завжди є й економічним нещастям. Навіть якби викопних ресурсів було більше, це б нічого не значило: спалювання тільки розвіданих запасів уже підриває життєві основи людства.

По-третє, запаси викопних ресурсів є лише в деяких районах земної кулі, але вони необхідні скрізь, де живуть і працюють люди. Видобуток цих ресурсів відбувається централізовано завдяки концентрації підприємств у рамках глобального економічного ланцюга, у той час як їхнє споживання відбувається децентралізовано. Економіка викопних ресурсів з її інфраструктурою й підприємствами зав'язана на видобуток, транспортування, перетворення й розподіл викопних ресурсів. Інакше кажучи, людство сковане ланцюгом викопних ресурсів. Тому економіка викопних ресурсів, що діє у всесвітньому масштабі, усе більше змушена піддаватися концентрації, монополізації та глобалізації. Альтернативою цим ресурсам є поновлювані джерела енергії й поновлювані джерела сировини. Поновлювані джерела енергії - це сонячне тепло, сонячне світло, енергія води, біомаса й енергія вітру. Поновлювані джерела сировини - це рослини, з яких можуть вироблятися всі продукти, які в

даний момент виробляються хімічною промисловістю на основі викопної сировини. Сонячна енергія й сировина являють собою такий потенціал ресурсів, що набагато перевищує потенціал викопних ресурсів.

Світове споживання енергії з 1950 р. збільшилося більш ніж в 4 рази. За прогнозами кінця минулого століття воно мало зрости за рахунок росту економіки й населення планети із 12 млрд. тонн кам'яновугільних одиниць до 19-25 млрд. т в 2020 р. Боротьба з потеплінням атмосфери почалася наприкінці 70-х років минулого століття з ініціативи вчених, політиків і неурядових організацій. Але тільки Всесвітня конференція в Ріо-де-Жанейро в 1992 р. і підписання Рамкової конвенції в захист клімату як першочергове завдання людства зробили важливе зрушення у свідомості людей. Спустошуючі урагани, повені й посухи, повідомлення про постійно зростаючу озонову діру й підйом рівня моря або про танення полярних льодів, знову й знову нагадують нам про те, що парниковий ефект здатний зупинити життя на Землі. Треба переходити на альтернативні енергоносії й, якщо частка споживання альтернативної енергії зросте достатньо, ми зможемо удержати зміни клімату в прийнятних рамках.

Досвід світового співтовариства, особливо в другій половині ХХ століття, свідчить про наявність залежності якості життя населення, розвитку економіки від стану й впливу навколишнього природного середовища. Причому ця залежність зростає в міру прискорення науково-технічного прогресу, росту народонаселення, збільшення обсягів безповоротного використання природних ресурсів й антропогенного впливу на природне середовище.

До стандартів якості життя можна віднести й житлові умови - у цьому випадку комфортність житла, а саме - доступність теплової енергії для підтримки комфортної температури в житлових приміщеннях багатоквартирних будинків. Доступність теплової енергії прямо пов'язана з можливістю оплачувати послуги тепlopостачаючих організацій населенням.

Сучасний підхід до споживання енергії полягає в її ефективному використанні й зниженні споживання за допомогою впровадження енергозберігаючих технологій, заощаджуючи тим самим засобу на оплату цих

послуг при збереженні комфортної температури в приміщеннях. Енергія закінчується. Якщо хочемо менше платити, треба заощаджувати.

Зрозуміло, що зниження споживання енергії важливо як у глобальному аспекті, так і для самих споживачів, тим більше що ціни на всі види енергії, включаючи теплову енергію й гарячу воду, продовжують неухильно рости. Високі ціни на теплову енергію й гарячу воду часто роблять оплату рахунків обтяжною для бюджету родини, що може викликати масові несплати, які, у свою чергу, не тільки б'ють по економіці тепlopостачаючої організації, але й збільшують соціальну напруженість.

У сучасних умовах комерціалізації послуг з тепlopостачання населення навряд чи можна чекати зниження тарифів, більше того, послуги з тепlopостачання й подачі гарячої воді можуть бути дуже обтяжні для людей з низькими доходами. Оплата рахунків за теплову енергію й гарячу воду, як, втім, всі комунальні платежі, віднімає значну частку бюджету родини. Досвід здійснення проектів по енергозбереженню в житлових будинках показує, що після реалізації проекту споживання обсяг витрат теплової енергії жителями може знизитися на 20-50% при збереженні комфортних умов проживання або навіть із їхнім поліпшенням. Слідом за зниженням енергоспоживання відбудеться, природно, і зниження оплати за спожиту теплову енергію. Ще одним соціальним аспектом підвищення енергоефективності є поліпшення здоров'я й самопочуття населення за рахунок скорочення шкідливих викидів у навколишнє середовище від підприємств теплоенергетики, особливо у великих містах.

## 1.7 Методологія проведення еколого-економічної оцінки та приклад розрахунку

Порівняльна економічна оцінка здійснюється відповідно до Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища й стягнення цього збору, затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.1999 р., № 303 (у редакції Постанови Кабінету Міністрів України від 28.03.2003 р., № 402) і Постанови Кабінету Міністрів України «Про внесення змін у Додаток 1 до Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища й стягнення цього збору від 21.07.2005 р., № 626».

Оцінка розміщення відходів (ПРВ, грн.) здійснюється по формулі [24]:

$$P_{PB} = \sum_{i=1}^n (N_{bi} \cdot M_{li} \cdot K_T \cdot K_o) + (K_n \cdot N_{bi} \cdot M_{pi} \cdot K_T \cdot K_o), \quad (1.1)$$

- де  $N_{bi}$  - норматив збору за тонну відходів  $i$ -того виду в межах ліміту (відповідно до класу небезпеки), грн./т;

$M_{li}$  - обсяг відходів  $i$ -того виду в межах ліміту (відповідно до дозволів на розміщення), Т;

$K_T$  - коригувальний коефіцієнт, що враховує розташування місця розміщення відходів ( $K_T = 1$  - за межами населених пунктів, на відстані більше 3 км від їхніх границь;  $K_T = 3$  - у межах населених пунктів на відстані менш 3 км від них);

$K_o$  - коригувальний коефіцієнт, що враховує характер устаткування місця розміщення відходів ( $K_o = 1$  - місця складування, які забезпечують захист атмосферного повітря й водних об'єктів від забруднення;  $K_o = 3$  - смітника, які не забезпечують повне виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів);

$K_n$  - коефіцієнт кратності оцінки розміщення за понадлімітне розміщення відходів.

$M_{pi}$  - обсяг понадлімітного розміщення відходів (різниця між обсягом фактичного розміщення відходів і лімітом)  $i$ -того виду.

Як приклад можна розрахувати показники по опаленню з використанням локальних малих котелень на вугіллі в Одеській області. Їхня кількість оцінюється приблизно в 6300 одиниць. У зимовий час використається до 70 тис. т вугілля в рік. При практично однаковій теплотворній здатності як альтернатива можна припустити використання для опалення 70 тис. т деревних паливних гранул у брикетах (ДТГ).

Слід зазначити, що для утилізації твердих відходів вугілля (золи) при опаленні в зимовий час, ліміти на розміщення відходів не затверджувалися у

встановленому порядку. Тому, відповідно до згаданого «Порядку установавання нормативів збору», оцінка розміщення відходів (в обох випадках) здійснюється в п'ятикратному розмірі. Крім того, можна припустити, що ці відходи будуть стихійно «розміщатися» у місцях, що не забезпечують повне виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів, тобто в межах населених пунктів або на відстані менш 3 км від них.

Оскільки вугілля ставиться до числа «брудних» видів палива й при його спалюванні утвориться в середньому до 30 % золи з незначним радіоактивним тлом, то рівень небезпеки цих відходів можна охарактеризувати як «помірковано небезпечні» (клас небезпеки відходів III) при нормативі збору 0,75 грн/т. Відходи ДТГ становлять до 1,5 % золи, що може бути використана як мінеральне добриво, однак при неконтрольованому розміщенні їх можна охарактеризувати як «малонебезпечні» (клас небезпеки відходів IV) при нормативі збору 0,3 грн/т.

Формула оцінки розміщення відходів (ПРВ, грн.) прийме вид:

$$P_{PB} = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot N_{bi} \cdot K_t \cdot K_o^3) K_{инд} \quad (1.2)$$

де  $M_i$  - обсяг відходів  $i$ -того виду, т;

$N_{bi}$  - норматив збору за тону відходів  $i$ -того виду (для вугілля - 0,75 грн/т; для ДТГ - 0,3 грн/т);

$K_t$  - коригувальний коефіцієнт, що враховує розташування місця розміщення відходів,  $K_t = 3$ ;

$K_o$  - коригувальний коефіцієнт, що враховує характер устаткування місця розміщення відходів  $K_o = 3$ ;

$K_{инд}$  - коефіцієнт індексації.

Питома порівняльна економічна оцінка розміщення відходів різних видів палива для опалення (на прикладі вугілля й ДТГ) здійснюється по формулі 1.2.

Для вугілля - ПРВ = 0,3 т x 0,75 грн/т x 3 x 3 x 5 x 1,116 = 11,30 грн.

Для ДТГ - ПРВ = 0,015 т x 0,3 грн/т x 3 x 3 x 5 x 1,116 = 0,23 грн.

З 01 січня 2008 р. індексація нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища здійснюється по формулі 1.3:

$$N_i = N_n \cdot I/100, \quad (1.3)$$

де  $N_i$  - проіндексований норматив збору цього року, грн/т;  
 $N_n$  - проіндексований норматив збору в попередньому році (у нашому випадку, Прв), грн/т;  
 $I$  - індекс споживчих цін (індекс інфляції) за попередній рік (до опублікування офіційних даних, приймається 130), %.

З огляду на загальні обсяги використання вугілля й ДТГ (як альтернативний варіант) в 70000 т/рік відповідно, економічна оцінка розміщення відходів вугілля (золи) складе 1028300 грн/рік, а для ДТГ 21000 грн/рік, що свідчить про явну економічну перевагу альтернативного варіанта.

Оцінка викидів забруднюючих речовин в атмосферу (Пвс, грн) здійснюється по формулі [24]:

$$P_{вс} = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot N_{бі} \cdot K_{нас} \cdot K_{ф}) \quad (1.4)$$

де  $M_i$  - фактичний обсяг викиду  $i$ -того забруднюючої речовини, т;  
 $N_{бі}$  - норматив збору за тону  $i$ -того забруднюючої речовини, грн/т;  
 $K_{нас}$  - коригувальний коефіцієнт, що встановлюється залежно від чисельності жителів населеного пункту ( $K_{нас} = 1$  при чисельності населення до 100 тис. чіл.;  $K_{нас} = 1,8$  при чисельності населення понад 1000 тис. чола.);  
 $K_{ф}$  - коригувальний коефіцієнт, що встановлюється залежно від народногосподарського значення населеного пункту. ( $K_{ф} = 1$  районні центри, міста районного значення, селища, села;  $K_{ф} = 1,25$  - обласні центри).

Можна припустити, що опалення в зимовий час буде здійснюватися, в основному, поза обласними центрами, що обумовить значення  $K_{нас}=1$  і  $K_{ф}=1$ .

З урахуванням коефіцієнта індексації ( $K_{инд} = 1,116$ ), економічна оцінка викидів (формула 1.4) здійснюється по формулі:

$$P_{вс} = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot N_{бі}) \cdot K_{инд}, \quad (1.5)$$

При спалюванні 1 т вугілля викиди в атмосферу основних токсичних продуктів приймають наступні значення: [26]  $32 = 0,102$  т;  $SO_2 = 0,095$  т;  $No_x = 0,026$  т; тверді частки = 0,064 т.

При спалюванні 1 т ДТГ:  $32 = 0,01$  т; тверді частки = 0,005 т.

Питома порівняльна економічна оцінка викидів забруднюючих речовин в атмосферу складе:



- для вугілля:  $P_{вс} (32) = 0,102 \text{ т} \times 3 \text{ грн.} \times 1,116 = 0,34 \text{ грн/т};$
- $P_{вс} (SO_2) = 0,95 \text{ т} \times 80 \text{ грн.} \times 1,116 = 8,48 \text{ грн/т};$
- $P_{вс} (NO_x) = 0,026 \text{ т} \times 80 \text{ грн.} \times 1,116 = 2,32 \text{ грн/т};$
- $P_{вс} (\text{тв.частий.}) = 0,064 \text{ т} \times 3 \text{ грн.} \times 1,116 = 0,21 \text{ грн/т};$
- сумарне значення  $P_{вс} = 11,35 \text{ грн/т};$
- для ДТГ:  $P_{вс} (32) = 0,01 \text{ т} \times 3 \text{ грн.} \times 1,116 = 0,03 \text{ грн/т};$
- $P_{вс} (\text{тв.частий.}) = 0,005 \text{ т} \times 3 \text{ грн.} \times 1,116 = 0,02 \text{ грн/т};$
- сумарне значення  $P_{вс} = 0,05 \text{ грн/т.}$

З огляду на індексацію нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища (формула 3), питома порівняльна економічна оцінка викидів забруднюючих речовин в атмосферу складе:

- для вугілля:  $N_i = 11,35 \text{ грн.} \times 1,3 = 14,76 \text{ грн/т};$
- для ДТГ:  $N_i = 0,05 \text{ грн.} \times 1,3 = 0,07 \text{ грн/т.}$

З огляду на загальні обсяги використання вугілля й ДТГ (як альтернативний варіант) в 70000 т/рік відповідно, економічна оцінка викидів забруднюючих речовин при використанні вугілля складе 1 033 200 грн/рік, а ДТГ – 4 900 грн/рік, що також свідчить про явну економічну перевагу альтернативного варіанта.

При розгляді альтернативних джерел енергії досить часто використовується як базовий варіант порівняння такий традиційний енергетичний ресурс як вугілля, досить значні запаси якого, дають підставу говорити про його більші перспективи. Однак, при порівняльних оцінках енергетичних альтернатив необхідно звернути увагу на наступні об'єктивні умови й фактори, які потрібно враховувати при стратегічному плануванні розвитку різних варіантів енерго- і теплозабезпечення [27-30].

1. Незважаючи на те, що вугільна промисловість України є однією з найважливіших складових частин її енергетичної безпеки, вона по фінансово-економічних, технічних, екологічних і соціальних показниках перебуває в глибокій кризі, перебороти яку у короткий термін не представляється можливим.

2. Вугільні шахти України катастрофічно небезпечні й у соціально-еколого-економічному аспекті мало ефективні, що визначається наступними причинами:

а) розроблювальні вугільні шари, як правило, мають потужність близько 1 м і значна частина їх залягає на глибинах більше 700 м; мають високий зміст метану (30 шахт працюють на глибинах більше 1000-1400 м; близько 90 % шахт - газові; 60 % - небезпечні по вибухах; 45 % - небезпечні по раптових викидах; 24 % - схильні до самозаймання вугілля);

б) у цей час практично всі функціонуючі шахти (96 %) більше 20 років працюють без реконструкції, майже 60 % загального обсягу вугілля добувається з використанням відбійних молотків (державні й урядові заходи щодо реформування вугільної галузі не принесли очікуваних результатів і не привели до стабільного поліпшення роботи вітчизняних шахт);

3. Вугільне виробництво в Україні є одним зі світових лідерів за рівнем смертності й травматизму на виробництві. Відповідно до офіційної статистики, за останні 15 років в Україні на кожен добутий мільйон тонн вугілля доводиться загибель двох гірників (у Росії - 1,1; у Польщі - 0,3; у США - 0,03), а на кожного загиблого шахтаря доводиться 20-30 і більше людини травмованих. Варто підкреслити, що має місце й неофіційний видобуток вугілля на закритих і занедбаних шахтах, на яких постійно гинуть люди. Наведена оцінка системних випадків загибелі шахтарів дає можливість зробити експертну оцінку соціально-економічного збитку загибелі людей при видобутку вугілля.

Спеціальних методів таких оцінок немає. Однак можна зробити спробу оцінити цей збиток по питомому показнику ВВП як відношення загального ВВП держави до числа працюючих. Для України цей показник становить:

$$600 \times 109 \text{ грн} / 16 \times 105 \text{ люд} = 40 \times 103 \text{ грн/люд. рік}$$

Експертна оцінка показує, що середній вік загиблих шахтарів оцінюється в 30 років. Ця умовна людина могла б ще працювати на благо суспільства й своєї родини ще близько 30 років. Тобто, недоотриманий приріст ВВП у цьому випадку міг би скласти не менш:

$40 \times 10^3 \text{ грн/люд. рік} \times 30 \text{ років} = 1,2 \text{ млн. грн/люд.}$

Тепер можна провести порівняльну оцінку соціально-економічного збитку від використання вугілля як джерело тепла на основі розглянутого приклада. Оскільки потрібно вугілля близько  $70 \times 10^3 \text{ т/рік}$  і загибелі 2-х гірників на 1 млн. т вугілля, що добуває, тобто на зазначений обсяг доводиться загибель 0,14 люд. або загибель 1 люд. за 7,1 року.

## РОЗДІЛ 2

### ОПРАЦЮВАННЯ КОНЦЕПЦІЙ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### **2.1 Застосування еколого-економічного аналізу й визначення базових понять природоперетворюючої діяльності**

Зараз відбуваються процеси екологізації потреб людини, екологізації економіки, а також перехід на якісно новий тип економічного розвитку - стійкий. При цьому потреби в екологічно чистій і безпечній для здоров'я середовищу перебування здобувають першорядне значення. Екологічна складова є невід'ємним атрибутом економіки на всіх її ієрархічних рівнях територіального й відомчого керування. На обліку екологічної складової в економіці побудована сучасна теорія економічного розвитку. Ключовими її концепціями є: «концепція якості життя» і сполучена з нею «концепція чистого виробництва». Даний ідеологічний базис обумовив використання соціо-еколого-економічного підходу до керування господарською діяльністю й природокористуванням. Даний підхід націлений на збалансованість соціальних, економічних й екологічних інтересів у ході здійснення природоперетворюючої діяльності. У той же час виникає проблема оцінки ступеня цієї збалансованості на базі проведення економіко-екологічного аналізу.

У світовій практиці спостерігається активний процес включення екологічного фактора в систему економічних відносин на підставі розробки численних систем економіко-екологічного обліку й аналізу, заснованих на різних індикаторах і показниках оцінки стану й динаміки підсистем у системі «екологія - економіка - соціальний блок», на включенні екологічної складової в системи міжнародних і національних балансових рахунків в економіці. Системи індикаторів і показників економічного розвитку служать підставою економіко-екологічного аналізу в управлінській діяльності для оцінки ступеня

збалансованості екологічних, економічних і соціальних інтересів. У свою чергу, проведена оцінка є підставою прийняття управлінських рішень у господарській діяльності, у тому числі й по позитивному природоперетворенню.

Перетворення природного середовища здійснюється працею людей, їхньою господарською діяльністю. У цьому зв'язку, під природоперетворюючою діяльністю варто мати на увазі будь-який вид господарської діяльності. Практично всі види діяльності людини супроводжуються або негативним, або нейтральним, або позитивним впливом на ресурсно-екологічний блок. Будь-які технологічні варіанти ведуть до різкого й необоротного порушення рівноваги екосистем [12]. Такий вплив спричиняє негативну антропогенну складову «ресурсно-екологічного» блоку, що у контексті теорії екологічної економіки визначається екологічними пасивами в економіці. У той же час очевидно що людство вступило в нову еру свого існування, коли потенційна міць створюваних їм засобів впливу на середовище перебування стає порівнянною із силами природи. Якісні зміни екосистем можуть оцінюватися за різними критеріальними ознаками: функціональним здатностям екосистем, їхній споживчій цінності й ін. У той же час позитивна антропогенна складова - це екологічні активи в економіці, що створюють основи збільшення, а отже, і капіталізації природного капіталу, як невід'ємної частини національного багатства дійсних і майбутніх поколінь.

Можна виділити два типи природоперетворення - раціональне й нераціональне. При цьому під раціональним природоперетворенням мається на увазі поліпшення або оптимізація кількісних й якісних параметрів середовища перебування. Людство змушене звернутися до створення «Керованих соціо-еколого-економічних систем», що враховують динаміку факторів середовища перебування. «Корисний ефект» у розвитку керованих систем має на увазі:

- стійкість природно-господарської системи визначається сумою стійкості основних її компонентів - соціальної, економічної й природно-ресурсної, відносні зміни в які можуть компенсувати один одного;

- для будь-якої природно-господарської системи об'єктивно існують такі сценарії прийняття рішень, які забезпечують поступове збільшення стійкості соціального й економічного компонентів при збалансованій екологічній (природно-ресурсній) компоненті.

Природоперетворення - це процес взаємодії суспільства й природи в ході природокористування, що характеризується трьома аспектами впливу на ресурсно-екологічну підсистему:

- екодеструктивне (зниження економічної й соціальної цінності);
- збереження й охорона на основі природохорони, природовідновлення;
- збереження й збільшення природного капіталу ресурсів навколишнього середовища на основі використання досягнень науково-технічного прогресу відповідно в області ресурсозбереження (маловідходні, безвідходні та ін. технології) і ресурсозаміщення (використання нетрадиційних альтернативних ресурсів).

Систематизація природоперетворюючої діяльності за різними ознаками представлена в таблиці 2.1. Обґрунтуванням будь-яких природоперетворюючих дій повинен служити прогноз. Розробка ОВНС уже на передпроектних стадіях прийняття господарських рішень багато в чому попереджає появу «екологічно» небезпечних, неприйнятних для суспільства господарських об'єктів. У широкому розумінні під природоперетворюючою діяльністю варто мати на увазі будь-які види господарської діяльності, які пов'язані з екодеструктивним, екоконструктивним і нейтральним впливом на екосистеми.

Узагальнюючи сучасні тенденції в розвитку системи взаємин суспільства й природи, слід зазначити, що ключовою проблемою в цей час в Україні є узгодження економічних інтересів з екологічними, що безпосередньо зачіпає й соціальні інтереси, головним чином, що полягають в екологічно безпечному середовищі перебування й росту подальшого добробуту дійсних і майбутніх поколінь. При цьому варто виділити напрямки рішення проблем екологізації техногенного базису для збереження й капіталізації природного капіталу.

Таблиця 2.1 - Групування природоперетворюючої діяльності по різних ознаках

№ № пп	Напрямку впливу природоперетворення на «ресурсно-екологічну підсистему»	Результат впливу	Види природоперетворюючої діяльності	Варіанти природоперетворюючої діяльності	Тип природокористування	Ефект природокористування
1.	<b>Негативне</b>	Деградація, зменшення природно-ресурсного потенціалу	Ресурсоспоживання, забруднення, розміщення відходів	Екстенсивне природокористування	Нераціональне	Втрата природного капіталу в складі національного багатства
2.	<b>Нейтральне</b>	Збереження кількісних й якісних характеристик ПРП	Природоохорона, природовідновлення	Захист середовища; відтворення спожитих природних ресурсів	Рациональне	Збереження й капіталізація природного капіталу
3.	<b>Позитивне</b>	Збереження й поліпшення кількісних й якісних характеристик ПРП	Ресурсозаміщення на підставі залучення нетрадиційних ресурсів. Економія природних ресурсів на базі маловідходних, безвідходних, ресурсозберегаючих технологій	Інноваційна екологізація техногенного базису		

Відносно капіталізації природного капіталу є 2 варіанти:

- ресурсозаміщення на базі використання альтернативних джерел нетрадиційних ресурсів і технологій, що сприяє збільшенню екологічних активів, природного капіталу (розширене його відтворення). Це наукомісткий й «дорогий» варіант екологізації техногенного базису;

- ресурсозбереження на базі використання менш ресурсномістких техніко-технологічних засобів. По даному варіанті менш капіталомісткому в порівнянні з ресурсозаміщенням Україна також має більші потенційні можливості, тому що значна частина технологічного базису виробництва морально й фізично застаріла, а діюча система техніко-технологічних стандартів і регламентів орієнтована далеко не на використання прогресивних технічних засобів і технологій, як це в розвинених країнах миру. Для того, щоб вибрати обґрунтований варіант для прийняття господарських рішень в області екологізації техногенного базису потрібні методи оцінки збалансованості економічних інтересів з екологічними в господарській діяльності, що впливає на природоперетворення в широкому й вузькому трактуванні даного поняття. Для цього потрібна система індикаторів і показників економіко-екологічного аналізу в управлінській діяльності на всіх її ієрархічних рівнях.

## **2.2 Огляд світового досвіду існуючих підходів до економіко-екологічного аналізу взаємодії економіки й навколишнього середовища**

Усвідомлення великого значення антропогенних екологічних проблем сьогодні породило потребу в розробці економічних інструментів і методів, які дозволили б приймати господарські рішення з урахуванням екологічного фактора. Екологічні вимоги знайшли своє відбиття в концепції стійкого розвитку (СР). Відповідно до даної концепції виникла проблема виміру й аналізу факторів природного середовища, зміна яких обумовлене антропогенною діяльністю, у комплексі з параметрами господарської



діяльності. Очевидно, що в сучасних умовах аналіз взаємодії економіки й навколишнього середовища (НС) повинен не тільки характеризувати ступінь стійкості економічного розвитку, але й виявляти найбільш ефективні економічні механізми досягнення стійкості.

У світі провідними міжнародними організаціями активно розробляються критерії й індикатори стійкого розвитку є: ООН, Всесвітній Банк, Організація країн економічного співробітництва й розвитку (ОЭСР), Європейська комісія, Науковий комітет із проблемам навколишнього середовища (SCOPE) і ін. [5]. На сьогоднішній день запропоновані проекти індикаторів стійкого розвитку для систем різних масштабів: глобальних, регіональних, національних, локальних, галузевого, окремих населених пунктів і підприємств. У тому числі:

- Система індикаторів стійкого розвитку, запропонована Комісією ООН по стійкому розвитку, що складається з 132 індикаторів;

- Система інтегрованих екологічних й економічних національних рахунків - СЕЕР - (System for Integrated Environmental and Economic Accounting), запропонована Статистичним відділом ООН і націлена на облік екологічного фактора в національних статистиках;

- Показник «чистих заощаджень» (genuine savings), розроблений і розрахований Всесвітнім Банком;

- Програма екологічних індикаторів ОЕСР.

Одним з основних підходів до вивчення стійкості економічних систем є побудова СЕЕР - системи, що крім економічних показників містить у собі екологічні індикатори, що характеризують процес природокористування в досліджуваному регіоні. Дана система описує взаємозв'язок між станом природного навколишнього середовища й економікою країни. Взаємозв'язок виражений шляхом ув'язування прийнятої ООН системи національних рахунків (СНР) з урахуванням екологічних факторів і природних ресурсів [4].

«Зелені» розрахунки базуються на коректуванні традиційних економічних показників за рахунок двох величин: вартісної оцінки виснаження природних ресурсів й еколого-економічного збитку від забруднення. В основі екологічної

трансформації національних рахунків перебуває наступний показник - екологічно адаптований чистий внутрішній продукт (EDP) (Environmentally adjusted net domestic product), так званий «зелений ВВП». Цей показник є результатом корекції чистого внутрішнього продукту. На першому етапі із чистого внутрішнього продукту (NDP) віднімається вартісна оцінка виснаження природних ресурсів (DN) (вирубка лісу, видобуток нафти, мінеральної сировини й ін.). Потім з отриманого показника віднімається вартісна оцінка екологічного збитку (ED) у результаті забруднення повітря й води, розміщення відходів, виснаження ґрунту, використання підземних вод:

$$\mathbf{EDP = (NDP - DN) - ED} \quad (2.1)$$

Проведені на основі цієї методики розрахунки по окремих країнах показали величезна розбіжність традиційних економічних показників й екологічно скоректованих.

За попередніми оцінками в середньому величина екологічно адаптованого чистого внутрішнього продукту (EDP) становить близько 60-70% від ВВП. Тим самим для багатьох країн миру актуальна ситуація, коли при формальному економічному росту відбувається екологічна деградація, і екологічна корекція може привести до значного скорочення традиційних економічних показників аж до негативних величин їхнього приросту. У практичному плані, у створенні СЕЕР і їхньому використанні найбільше просунулися європейські країни. При розрахунку ряду макроекономічних показників, таких як валовий внутрішній продукт й ін., у цих країнах стали враховуватися екологічні складові. У їхніх системах використовується й показник Green GDP (зелений ВВП).

Таким чином, можна виявити загальну тенденцію до реальної трансформації світової економіки на базі її екологізації, тобто включення екологічної складової в систему фінансово-економічних відносин. Цінність індикаторів еко-ефективності складається в можливості їхнього порівняння між собою. Їх можна зрівняти в часі в рамках одного регіону, однієї організації для того, щоб відстежити поліпшення в області охорони навколишнього

природного середовища й раціонального природокористування, а також поліпшення системи екологічного менеджменту. Індикатори еко-ефективності дозволяють провести порівняння еко-ефективності даного регіону, даної економічної системи з аналогічними показниками іншого регіону, або економічної системи іншої країни. Більше висока еко-ефективність говорить про більше високу продуктивність ресурсів, про більше оптимальні витрати, більше ефективній системі керування, і, як наслідок, про більше високу інвестиційну привабливість країни.

Збиток від забруднення середовища проявляється одночасно в декількох аспектах: економічному, натуральному, правовому, соціальному й ін. На сьогоднішній день під економічними збитками розуміються економічні втрати в суміжних природокористувачів (третьох осіб), у зв'язку з деградацією ПРП. Існують: накопичені, природжені й фактичний види збитків. Приміром, у Японії вимір «зеленого ВВП» базується в системі національних рахунків на підставі оцінки накопиченого збитку. Маючи спочатку 60-х рр. накопичений екологічний збиток у розмірі 6% ВВП, їй удалося в 1994 р. скоротити цю величину до 1,2% ВВП, тобто забезпечити зближення темпів економічного росту ВВП із «зеленим» ВВП.

Діючі в Україні методики підрахунку збитків, як правило, дозволяють лише частково (не повно) оцінити заподіяний державі або галузі економічний збиток, але не збиток конкретним юридичним, фізичним особам, громадянам країни. Слід зазначити недосконалість теоретичних і методологічних основ оцінки економічного збитку, що приводить до неоднозначності вартісної оцінки того самого екологічного збитку по різних діючих методиках. Нормативно-методичній базі властиві неоднозначність, що дублює характер. Спостерігаються й парадоксальні факти, коли оцінки збитку, приміром, у результаті скидання того самого речовини в морське середовище, але тільки від різних джерел, відрізняються на кілька порядків, тобто в кілька сотень раз.

Відсутня комплексність в оцінці економічного збитку. У методологічному відношенні не вирішене питання про перелік «третьох осіб», не

визначені в офіційному статусі однозначні підходи до оцінки їхніх економічних втрат. У цьому зв'язку відомості про економічні збитки в статистику України в цей час або недостовірні, або відсутні. Крім того, існуюча система звітності й економіко-екологічного обліку на всіх рівнях керування не дозволяє створити повноцінну й достовірну інформаційну базу даних для економіко-екологічного аналізу й об'єктивної оцінки стійкості економічного розвитку, незважаючи на конституційне право громадян України на достовірну інформацію про стан навколишнього середовища.

Показники, що відбивають використання господарської (ресурсної й асиміляційної) ємності середовища перебування в системі індикаторів економіко-екологічного обліку здобувають особливу актуальність в умовах сучасного розвитку ринку екосистемних товарів і послуг: продажу квот на природні ресурси, викиди й скорочення викидів забруднюючих речовин (механізми Кіотського протоколу).

У роботі [7] запропонований показник ефективності використання асиміляційної ємності. Допустимо що метою функціонування економіки є не тільки максимізація суспільного добробуту, але і якість життя, зокрема, сприятливе навколишнє середовище, тобто, чисте повітря, можливість естетичної насолоди природою й т.п., що у свою чергу залежить від доходів населення. Вводиться поняття функції суспільного добробуту, що має такий вигляд:

$$W = W(y, G) \rightarrow \max \quad (2.2),$$

де  $W$  – функція добробуту,  
 $y$  – обсяг внутрішнього валового продукту (ВВП),  
 $G$  – екологічний (асиміляційний) запас.

$$G = S - A \quad (2.3),$$

де  $S$  – екологічна ємність території (природного об'єкта),  $A$  – поточні викиди забруднюючих речовин.

Умова, коли «екологічний запас»  $G \geq 0$ , тобто щорічний обсяг викиду забруднюючих речовин у результаті економічної діяльності не перевершує

природну асиміляційну здатність навколишнього середовища, є необхідним (але не достатнім!) для екологічної стійкості економічного розвитку. У цьому випадку можна говорити про те, що досліджувана територія володіє «екологічним надлишком». Тобто територія володіє таким асиміляційним потенціалом, що здатне асимілювати забруднюючі речовини, вироблені не тільки в її границях, але й у границях інших територіальних суб'єктів. Стосовно викидів двоокису вуглецю, у світлі підписання Кіотського протоколу, це означає, що регіон або країна, що володіють «екологічним надлишком», можуть надавати його в користування, одержуючи при цьому економічну вигоду (продаж квот для поглинання парникових газів). Для багатьох країн миру  $G < 0$ , тобто навантаження на навколишнє середовище перевищує її асиміляційну здатність і виникає «екологічний дефіцит».

Головна ціль досягнення стійкості економічного розвитку, полягає в тому, щоб приріст ВВП супроводжувався меншими обсягами використання асиміляційної ємності, тобто зниженням ущербованості економіки. Для багатьох територій й економічних суб'єктів це є практично нездійсненною умовою. Можливий підхід відповідно до теорії слабкої стійкості: зміна «екологічного запасу» – природний процес, що може бути викликаний зменшенням асиміляційного потенціалу  $S$  або збільшенням поточного обсягу

Основним підходом до проведення аналізу ресурсно-екологічних наслідків виробництва кінцевого продукту є вивчення можливості взаємозамінності й доповнюваності факторів виробництва. Як цільові завдання даного підходу варто представити наступне:

- якою мірою збільшення штучно створених засобів виробництва й праці дозволить зменшити витрати природних ресурсів і скоротити антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище;

- яка ступінь можливості повної заміни природних ресурсів штучно створеними засобами виробництва (ступінь заміни природного капіталу штучним), використовуючи замість вичерпних ресурсів досягнення науково-технічного прогресу.

Під критичним природним капіталом маються на увазі ті необхідні для життя блага, які неможливо замінити штучним шляхом: заповідні морські зони, ландшафти, рідкі види рослин і тварин, озоновий шар, глобальний клімат і т.д. Критичний природний капітал необхідно зберігати при будь-яких варіантах економічного розвитку. Інша частина природного (екологічного) капіталу може бути замінена штучним [8].

У цьому зв'язку орієнтація на консервацію родовищ вичерпних природних ресурсів за рахунок їх ресурсозаміщення на базі досягнень НТП, екологізацію техногенного базису з галузевою реструктуризацією економіки, формування екологічної індустрії, націленої на розширене відтворення природного капіталу варто розглядати як стратегічні напрямки переходу на стійкий, сприятливий сценарій економічного розвитку.

Сучасні реалії спричиняються необхідність втілення екологічних факторів у вартісну оболонку. Процес грошової оцінки природних ресурсів дискутувався протягом ряду десятиліть, починаючи з кінця 60-х років. У класичному трактуванні природні ресурси й об'єкти не є продуктами людської праці, у зв'язку, із чим виникають методологічні проблеми їхньої вартісної оцінки. З теоретико-методологічних позицій найпоширеніші три підходи до оцінки природних ресурсів: результативний (рентний, по ефекті від використання), витратний і змішаний (результативний-витратний). Вибір того або іншого методу залежить від специфіки оцінюваного ресурсу. У практичному відношенні робота з кадастрової оцінки природних ресурсів ще не завершена. Разом з тим включення вартості природних ресурсів до складу національного багатства країни має вкрай важливе значення для розробки національної економічної й екологічної політики в плані реструктуризації матеріального виробництва з орієнтацією на нересурсомісткі, ресурсозаміщаючі, маловідходні технології й виробництва. При цьому до складу національного багатства варто включити обсяг балансових запасів вичерпних ресурсів й експлуатаційних запасів обновлюваних ресурсів. Стосовно морського природокористування - це запаси морських нафтогазових

родовищ, родовищ мінерально-сировинних ресурсів (піску, ракушки), рибних й інших живих морських ресурсів, морських просторів (портових, навігаційних, рекреаційних), ресурси морських заповідників.

Перехід на трохи більш дорогі екологізовані технології й ресурсозаміщуючі варіанти з використанням нетрадиційних практично невичерпних ресурсів, а також економія ресурсів приведе до росту національного багатства за рахунок збільшення його складовій - вартості штучно створених основних фондів.

З позицій ушкодженості економіки (продукції) позитивним ефектом є сукупний відвернений збиток на всіх стадіях виробництва, що сприяє збереженню господарської ємності середовища перебування й, зокрема, такого виду екологічних активів в економіці, як асиміляційної ємності. Ще одним з найважливіших позитивних ефектів природоперетворюючої діяльності є скорочення викидів шкідливих речовин у природні об'єкти й обсяг зекономлених квот на природні ресурси, розраховані у вартісному еквіваленті. Таким чином, загальний ресурсно-екологічний ефект визначається як функція його утворюючих ефектів. Рішення проблеми економіко-екологічного обліку й аналізу для оцінки стійкості економічного розвитку носить національний характер, оскільки економічний розвиток має не тільки екологічні, але й економічні обмеження, що різко відрізняються між різними країнами.

Основні труднощі при впровадженні СЕЕР або індикатора на практиці становить відсутність необхідної для розрахунків показників інформації. При використанні статистичної інформації необхідно усвідомлювати, що статистичні дані не завжди адекватно відбивають дійсне положення справ у сфері природокористування, націлені не на системне відбиття всіх його процесів. Найчастіше вони перекошені, недостовірні. Існуючі системи індикаторів економіко-екологічного обліку націлені на відображення параметрів і змін, що відбуваються в ресурсно-екологічному, економічному й соціальному блоках у їхній статистиці й взаємодії й представляють сьогодні

основи формування моніторингових показників для інформаційного забезпечення аналітичної оцінки ступеня збалансованості економічних інтересів із соціальними й екологічними. По суті, системи індикаторів і призначені для економіко-екологічного аналізу в роботі інформаційно - аналітичних центрів, що забезпечують управлінську діяльність на різних її рівнях.

Підходів до формування СЕЕР існує досить багато і їх можна розбити на п'ять основних типів:

- облік природно-ресурсних активів, що включають ліси, корисні копалини, земельні ресурси й воду; цей облік може вироблятися й у фізичні й у вартісних одиницях;

- облік забруднюючих викидів, скидань речовин у навколишнє середовище (забруднення води й повітря, відходи, енергоспоживання);

- облік матеріальних потоків, починаючи зі специфічних (наприклад, потоків вуглецю), до комплексних макроекономічних потоків, звичайно з використанням таблиць міжгалузевого балансу (input - output tables);

- облік витрат на охорону навколишнього середовища й показники природоохоронної індустрії, що включає фінансові ресурси, що направляють на охорону навколишнього середовища й робітники місця, що забезпечують природоохоронну діяльність;

- облік витрат на керування природними ресурсами.

Еколого-економічний облік дозволяє формувати системи екологічних показників, необхідних для прийняття рішень.

Розповсюдженою інформаційною схемою є прийнята Європейським Екологічним Агентством схема DPSIR (Driving Forces - Pressure - State - Impact - Response). Дослівно це можна перевести як «Рушійні сили» (основні причини впливу на навколишнє середовище: енергетика, транспорт, промисловість, сільське господарство, туризм і т.д.) - «Вплив» (результати людської діяльності, що безпосередньо впливають на навколишнє середовище, у т.ч. викиди забруднюючих речовин, рубання лісу й т.д.) - «Стан» (спостережувані зміни



навколишнього середовища: глобальне потепління, опустелювання та ін.) - «Вплив» (зниження сільськогосподарського виробництва, недолік і подорожчання питної води, урагани, повені й ін.)- «Відповідь» (реакція суспільства, спрямована на рішення екологічних проблем: екологічні платежі й податки, нові технології, дослідження для створення поновлюваної енергетики, збереження біорізноманіття й т.д.).

В основі СЕЕР більшості європейських країн лежить матриця еколого-економічного обліку NAMEA, розроблена голландськими економістами [4].

NAMEA являє собою не набір скоректованих традиційних показників (таких як ВВП, ЧНД, НД), а модуль додаткових до системи національних рахунків (СНР) - екологічних рахунків (satellite accounts).

Екологічні й соціальні проблеми, що стоять перед державою на сьогоднішній день, диктують необхідність обліку, поряд з економічними показниками, даних про стан навколишнього середовища (система NAMEA), про рівень утворення й стану здоров'я населення (система SESAME - System of Economic and Social Accounting Matrices including Extensions). Таким чином, крім основного ядра СНР, розраховуються додаткові модулі. Система NAMEA являє приклад такого додаткового модуля, розробленого в області екологічного обліку.

Система NAMEA була вперше впроваджена в Нідерландах. В 1994 р. ця система була визнана Європейським Союзом як невід'ємна частина екологічних рахунків, що розширюють систему національних рахунків. У цей час вона є методологією обліку екологічних факторів, офіційно визнаної країнами - членами Європейського Союзу.

У матриці NAMEA СНР доповнена даними в натуральному вираженні, що характеризують більшість екологічних проблем. Інформація про екологічний вплив представлена по кожній галузі промисловості, сільському господарству й домогосподарствам, які знаходять висвітлення в СНР. Інформація, представлена в даній СЕЕР, дозволяє відстежити внесок різних

економічних суб'єктів, галузей економіки в економічні показники (наприклад, у ВВП) і масштаби надаваної ними навантаження на навколишнє середовище.

В NAMEA відбиті джерела викидів забруднюючих речовин і використання ресурсів. Для кожного типу забруднення представлені обсяги його викидів галузями промисловості, домогосподарствами й іншими джерелами в межах держави, а також перенос із території інших країн. Розміщення забруднювачів і природних ресурсів представлено в рядках таблиці. Для кожної речовини відбитий обсяг його вторинної переробки або поглинання в процесі виробництва, його перенос за межі держави або нагромадження в атмосфері.

Той факт, що в системі NAMEA відбитий трансграничний перенос забруднюючих речовин через і за межі держави, відіграє важливу роль в оцінці тиску економіки конкретної країни на навколишнє середовище. Стосовно до нашої країни, такий тиск ніде не враховується й взагалі не береться в увагу при розрахунку основних макроекономічних показників (таких як, наприклад ВВП) і на рівні міждержавних взаємин із проблем взаєморозрахунків, приміром, за заподіювані збитки.

## **2.3 Аналіз енергоспоживання об'єкта міської забудови та створення концепції оптимального менеджменту енергоспоживання**

### **2.3.1. Аналіз еколого-економічного потенціалу методів підвищення ефективності енергоспоживання**

Аналіз форм споживання енергоресурсів дозволяє сформулювати наступні основні напрямки оптимізації енергоспоживання й розвитку систем попутного виробництва енергії з альтернативних джерел:

1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні (теплоізоляція труб, заміна вікон, утеплення стін, циркуляційна схема подачі гарячої води, впровадження адаптивних алгоритмів опалення для зниження втрат через вентиляційну систему);

2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів (рекуперація тепла із систем вентиляції й від теплообмінників промислових холодильників і систем кондиціонування, утилізація побічного потоку тепла в технологічних виробничих процесах);

3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії (теплові насоси замість нагрівачів, інноваційні системи електронагрівників, когенераційні установки та ін.);

4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані (спалювання свалочного газу й біогазу, соломи, паливних пелет, використання сонячної, вітрової, хвильової енергії);

5) застосування систем накопичення енергії, що дозволяють акумулювати енергію коли вона в надлишку, або коли вона має низьку вартість і витратити накопичений запас, коли енергії не вистачає, або коли її вартість зростає.

Як видно з наведеного переліку, принципових шляхів оптимізації небагато, але існує велика кількість різних сполучень даних рішень і велика кількість технологій і груп технологій, що забезпечують їхнє впровадження. Тут і необхідно застосування економіко-екологічного аналізу результатів або перспектив впровадження технологій. Оцінка об'єкта проводиться на підставі розрахованих показників ефективності (величина поточних витрат на одиницю площі або будівельного обсягу будинку, обсяги фінансування й строки окупності й т.д.).

У процесі використання енергія може неодноразово перетворюватися з однієї форми в іншу. Класичним прикладом можна вважати газові електростанції. Первинним енергоносієм є природний газ. При його спалюванні виробляється тепло, що пускає в хід турбіну електрогенератора. Вироблена

електрика по ЛЕП подається споживачам, де перетворюється в тепло електроплит, опалювальних приладів або світло. У межах будинку в різні сезони року й у різний час доби енергія в різних формах може бути бажаним продуктом або небажаною властивістю. Тепло, яке ми закупаємо взимку для опалення, улітку стає небажаною перешкодою, і ми його відводимо в навколишнє середовище за допомогою кондиціонера, використовуючи при цьому електроенергію. Сучасні технології поєднують переваги декількох шляхів оптимізації енергоспоживання. Для розробки оптимальної моделі енергоспоживання менеджер повинен упевнено орієнтуватися в методах підвищення ефективності, розуміти принципи використання технологій, структуру поточних і капітальних витрат, екологічні показники. Це означає, що необхідно провести короткий огляд основних особливостей кожного напрямку.

### **2.3.2 Зниження втрат енергії**

Практичні дані показують, що втрати можуть становити більше 50% споживання, але споживачеві це в більшості випадків байдуже, доки не будуть встановлені прилади обліку й доки оплата за енергоносії не буде переведена з нормативних методик на систему обліку реального споживання. Установка лічильників на тепло, електрику, воду - це один з перших етапів по підвищенню енергоефективності будинку. Комплексний підхід до зниження втрат передбачає пасивні й активні міри. До пасивних мір відносяться утеплення будинків, установка вхідних тамбурів, заміна ламп освітлення на енергоефективні та інші аналогічні міри. До активного відноситься впровадження адаптивних систем керування енергоспоживанням (наприклад включення світла в коридорі по датчику руху, керування нагріванням залежно від температури в приміщенні й т.д.). Для опалення це можуть бути:

- поліпшення теплофізичних властивостей теплоізоляційних матеріалів зовнішніх огорожень для запобігання теплових втрат;

- поліпшення стану допоміжних приміщень - теплових пунктів, під'їздів, підвалів.

- установку систем автоматичного регулювання в індивідуальних теплових пунктах;

- автоматизацію гідравлічного й температурного регулювання внутрішніх систем теплоспоживання;

**Утеплення конструкцій житлових будинків як шлях зниження теплових втрат.** Щорічно на потреби опалення й гарячого водопостачання в Україні витрачається в кілька разів більше теплової енергії, чим у європейських країнах зі схожим кліматом. Це пояснюється вкрай низьким рівнем теплозахисту більшої частини опалювальних будинків. За різними оцінками, до 40% тепла ТЭЦ губиться в теплоцентралях й 30% у будинках, уходить через стіни, вікна, підвал, дах. Інша частина втрат тепла припадає на вентиляцію (Рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 - Втрати теплової енергії в будинку та магістралях

Більшість будинків, побудовані ще в часи Радянського Союзу. При проектуванні будинків тих часів основним завданням було зниження витрат на капітальне будівництво, тобто максимальне здешевлення з метою забезпечення масовості будівництва. Це було наслідком украй дешевих цін на енергоносії, які не потрібно було купувати в сусідніх державах за світовими цінами, однак ситуація змінилася. Сьогоднішні реалії схожі із загальносвітовою ситуацією під час енергетичної кризи 1974-1975 років - украй низька енергетична ефективність будинків (до 70 % наших витрат іде на обігрів вулиці) і постійне збільшення вартості опалення. За останні 20 років ціни на різні енергоносії збільшилися в 3-10 разів, планований щорічний ріст становить 25-30%.

У рік на обігрів одного квадратного метра витрачається від 400 до 600 кіловатів енергії (у паливному еквіваленті це від 40 до 60 літрів рідкого палива). Для опалення тільки однієї квартири площею 50 квадратних метрів у рік витрачається 3 000 літрів мазуту, або 6 тонн вугілля. Сучасні будинки будуються по більше твердих нормах, і там витрати на обігрів становлять у півтора - два рази менше. Зниження температури обігрівача на один градус дозволяє знизити витрати на обігрів на 6 %. При зниженні температури опалювального приладу на 5 градусів економія складе 30 %. Ідеальний варіант - коли утеплюється відразу весь будинок, але це дорого - капітальні вкладення для утеплення будинку зовні за існуючими розцінками складуть від 70 до 120 доларів на квадратний метр. У Європі такі проекти здійснюються на державному рівні по дотаціях, але в нас таких програм майже немає. Утеплення стандартної хрущовської панельної п'ятиповерхівки (товщина додаткової теплоізоляції 100 мм пінопласту зовні), забезпечує зниження витрат на опалення майже у два рази. Кількість енергії, затрачуваної на опалення, знизиться з 600 кіловат на квадратний метр у рік до 340.

Одним з найважливіших напрямків є енергоефективне й безпечне осклення, що здатне одночасно збільшити ступінь теплозахисту будинків і забезпечити безпеку людей. Таке скло проходить процес загартування при температурі 650-700 градусів і стає в 5-7 разів міцніше звичайного скла. При

руйнуванні воно розпадається на дрібні осколки, що не мають загострених країв і не ранять людей. Економічний й екологічний ефект застосування енергозберігаючого осклення:

- витрати на вироблення 1 квт/години від нового джерела енергії в 7 разів більше витрат, що йдуть на економію 1 квт/години;

- при використанні звичайного остеклення на опалення приміщення витрачається енергія, що приводить до викиду в атмосферу до 84 кг CO<sub>2</sub> з 1 кв. м щорічно. При використанні теплоенергозберігаючого склопакета ця цифра може знижується до 13 кг CO<sub>2</sub> з 1 кв. м у рік, тобто в 6,5 разів.

Порівняльний аналіз характеристик наведений у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Порівняльний аналіз застосування різних видів осклення

Показники	Звичайний склопакет	Двокамерний склопакет	Енергозберігаючий склопакет
Втрати тепла із приміщення, в%	50%	30%	12%
Вага склопакета, у кг	22	34	22
Мінімальний термін служби склопакета	20 років	20 років	20 років
Частка вартості осклення в кінцевій ціні за 1 кв. м житлової площі, в %	0,48%	0,81%	0,53%

Економічна ефективність від заміни 1 кв. м звичайного склопакета на енергозберігаючий (вартість заміни 42 грн. /м<sup>2</sup>.) протягом опалювального сезону забезпечує економію енергії 230 квт/година з 1 м<sup>2</sup> остеклення.

$230 * 0,80 = 184$ , де 0,80 - вартість 1 квт/година.

Окупність  $42 / 184 = 0,23$  року, або 3 місяці. На рисунках 2.2 й 2.3 наведені тепловізійні дослідження багатоквартирного житлового будинку, а також показаний принцип роботи теплоенергозберігаючого склопакету. Застосування енергозберігаючого скла дозволяє забезпечити безпеку людини, ощадливу витрату природних ресурсів і чистоту навколишнього середовища.



ПОТЕРИ ТЕПЛА ЧЕРЕЗ ОКНА БОЛЕЕ 50%

Рисунок 2.2 - Тепловізійне дослідження типового житлового будинку

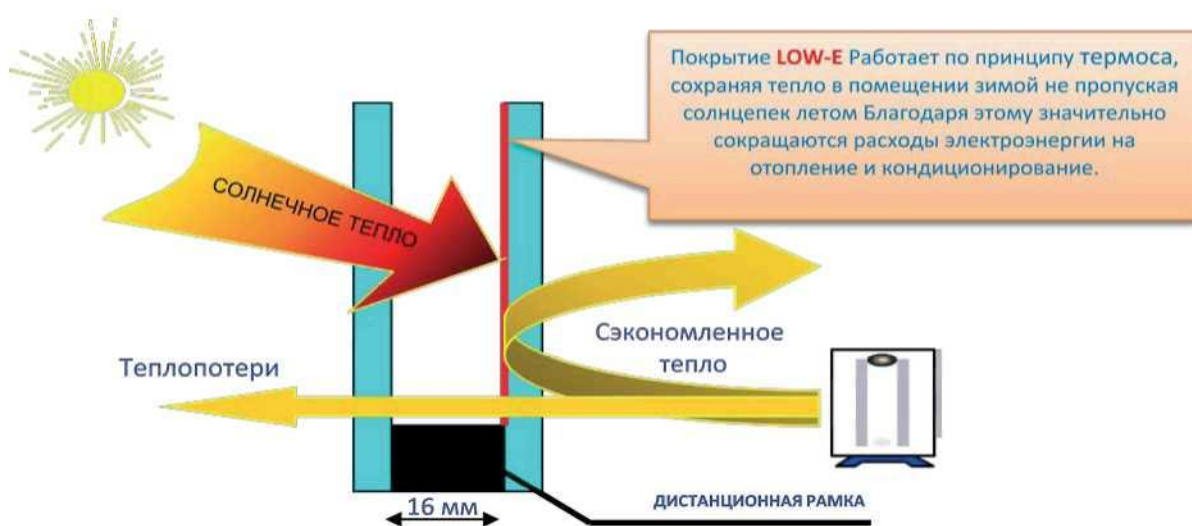


Рисунок 2.3 - Принцип роботи теплоенергосбережувачого склопакету

Більше 60% підведеного в будинок для опалення взимку тепла може губитися через систему вентиляції й просто через відкриті для провітрювання квартирки. Інше тепло будинок віддає через стіни, дах й у ґрунт. Природно, що утеплюючи стіни зовні (як зараз це роблять плитами з пінопласту), і встановлюючи пластикові вікна, що усувають втрати теплого повітря через щілини, можна знизити втрати тепла. Однак ці міри не завжди дають ефект.



Як би добре не було теплоізолювано будинок, це не буде мати ніякого значення, якщо температура в приміщенні вище комфортної, і мешканці або персонал офісу будуть активно провітрювати приміщення, відкриваючи квартирки й вікна. Тому заходи щодо теплоізоляції будинків завжди необхідно сполучати з контролем комфортності температури усередині будинку. Найпростіший шлях - підтримувати температуру трохи нижче комфортної, і забезпечувати додатковий підігрів в окремих зонах. Цей алгоритм сам по собі емпірично був знайдений співробітниками офісів. Коли взимку погано утеплені будинки активно гублять тепло, а радіатори не забезпечують його поповнення, температура в приміщеннях устанавлюється нижче 17 градусів і кожен співробітник (а тим більше співробітниця) офісу намагається поставити під столом електронагрівач, що локально забезпечить комфортну температуру. При такому «дикому» способі модернізації опалювальної системи будинку зростає споживання електрики, навантаження на електромережі; «горять» розетки, «вибиває» автомати, на робочих місцях можна виявити будь-які види нагрівальні пристрої, починаючи від вентиляторних «дуєк» і цілком безпечних масляних радіаторів до електробатарей із залізничних плацкартних вагонів потужністю в декілька кіловат. Загальним недоліком таких «доморослих» систем є те, що компонентом опалювальної системи стає людина, яка регулює інтенсивність нагрівання залежно від часу доби й своїх відчуттів, а в окремих ділянках будинку забезпечити комфортні умови так і не вдається.

На сучасному рівні таку концепцію реалізують системи опалення зі зворотним зв'язком локальної дії (наприклад нагрівачі інфрачервоного випромінювання) і такі, що підключають до системи центрального опалення (іонні котли, кавітаційні нагрівачі й т.д.). Існує два типи алгоритмів регулювання. Перший простіший й управляє нагріванням у рамках заданого діапазону температур - температура в приміщенні здійнялася вище заданого значення - нагрівання припиняється. Температура опустилася нижче заданого порогу - знову включається нагрівання. Однак, через інерційність системи та різні умови погоди, різних дій споживачів (активне провітрювання, наприклад)

у роботі таких систем спостерігаються недоліки. Тому при використанні цього методу потенціал економії тепла оцінюється до 30%. Є системи автоматики, що відслідковують динаміку зміни температури й враховують інерційні характеристики системи в цілому. Це означає, що залежно від швидкості росту температури нагрівання може відключатися заздалегідь, або включатися до перетинання нижнього порога. Можна вводити коефіцієнти, що враховують зовнішню температуру, силу й напрямок вітру й т.д. У цьому випадку економія може бути до 60%.

Включення до складу системи опалення терморегуляторів, безумовно, зменшує енерговитрати, однак ефективність терморегуляції сильно залежить від схемного рішення. Так, нагрівальні прилади, обладнані терморегуляторами й установлені, скажемо, у готельному номері, зручні й ефективні. Ті ж прилади, установлені у виробничих приміщеннях, не будуть ефективні: знадобиться спеціальний персонал для обслуговування цих обігрівачів, особливо якщо їх багато. У цьому випадку краще обладнати одним терморегулятором групу приміщень із однорідними опалювальними характеристиками. Поєднуючи приміщення, варто враховувати їхнє розташування щодо сторін світла, добового (тижневого) графіка робочого часу, графіка регулярних провітрювань, інші особливості. Все це необхідно для того, щоб тепло подавалося в приміщення по програмі. Тобто, ще однією неодмінною умовою енергозбереження є наявність у системі опалення таймерних пристроїв. Подача тепла по програмі й точне відстеження температури знижують загальні енерговитрати, скорочують періоди ненавмисних перегрівів.

Інженерні системи теплоспоживання дуже динамічні у своїй роботі. Так, наприклад, навантаження опалювальної або вентиляційної системи повинно залежати від температури зовнішнього повітря й тепла у приміщеннях, а робота системи гарячого водопостачання - від кількості відкритих водорозбірних кранів і температури холодної води. Із цієї причини реалізація більшості з перерахованих вище вимог можлива тільки шляхом комплексного застосування

засобів автоматизації в системах теплопостачання будинків, що охоплюють і теплові пункти, і властиво тепло-споживаючі системи й установки.

Місцеве регулювання параметрів теплоносія в тепловому пункті. Одним з головних елементів системи централізованого теплопостачання є тепловий пункт (ТП), у якому здійснюється зв'язок між тепловими мережами й споживачами теплової енергії. ТП виконує прийом теплоносія з теплових мереж, його перетворення й розподіл між споживачами, а також облік спожитого тепла. При цьому повинні бути забезпечені:

- необхідні параметри теплоносія в системах опалення й вентиляції для підтримки комфортних температур усередині приміщень;
- необхідну температуру води в системі ГВП;
- узгодження й стабілізацію гідравлічних режимів у теплових мережах і системах теплопотреблення (системи опалення, вентиляції й ГВП).

Існує велика кількість технологічних схем теплових пунктів, які розрізняються між собою залежно від виду й кількості одночасно приєднаних до них споживачів теплоти, способу приєднання до теплової мережі (відкрита або закрита система теплопостачання), способу приєднання до теплової мережі систем опалення й вентиляції - залежне, коли подача теплоносія в системи теплоспоживання здійснюється безпосередньо з теплових мереж, або незалежне - через теплообмінники. По функціональному призначенню тепловий пункт можна розділити на окремі вузли, які пов'язані між собою трубопроводами:

- вузол уведення теплової мережі;
- вузол обліку тепла;
- вузол узгодження тисків;
- вузол приєднання систем вентиляції;
- вузол приєднання системи ГВС;
- вузол приєднання систем опалення.

Сучасні теплові пункти оснащуються засобами автоматичного регулювання теплоспоживання, які забезпечують надійну й економічну роботу

системи теплопостачання будинку в безперебійному режимі. Що і як можна на них регулювати? Найбільш простим є застосування засобів автоматичного регулювання подачі тепла, що залежно від температури зовнішнього повітря дає економію споживання тепла на 15-30%. Можна міняти температуру теплоносія, що подається в систему теплопостачання залежно від температури зовнішнього повітря. Таке регулювання також дає економію в споживанні тепла на рівні 15-30%. Можна вважати що зниження теплоспоживання будинку при застосуванні автоматики відбувається за рахунок чотирьох факторів:

- автоматичного обліку електронним регулятором добової нерівномірності температури -5-7% економії;
- можливості примусового зниження відпустки тепла в певний час доби (у нічний час для житлових й офісних будинків, у вихідні дні для офісних будинків) - 4-7% економії;
- компенсації існуючого «перетопу» в осінній і весняний періоди - 4-5% економії;
- можливості подачі точної кількості тепла з обліком реальних, а не розрахункових тепловтрат, залежно від зовнішньої температури повітря - 5-15% економії.

Ці цифри досить просто розраховуються аналітично й збігаються з реальними вимірами, проведеними різними підприємствами в різних містах (і країнах). Таким чином, нескладно зробити висновок, що потенціал енергозбереження в існуючих житлових будинках, обладнаних гідроелеваторами, досить високий, і використати його просто необхідно.

Модернізація існуючих теплових пунктів проводиться в першу чергу для організації обліку теплоспоживання абонентом і скорочення споживання теплової енергії при забезпеченні максимально комфортних температурних умов усередині будинків. Для цього, як мінімум, на абонентському введенні необхідно встановити прилад обліку й автоматичний регулятор теплового потоку, що коректує відпустка теплоти залежно від погодних умов. Таку модернізацію називають місцевим або абонентським автоматичним

регулюванням. При цьому конструктивно систему опалення не міняють, але передбачають цю можливість у майбутньому.

У цілому модернізація абонентських уведень дозволяє:

- оптимізувати розподіл теплового навантаження в тепломережі;
- адекватно управляти гідравлічним і тепловим режимами внутрішньої системи теплоспоживання будинку;
- знизити витрати теплоносія в тепломережі;
- заощаджувати енергоресурси;
- зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

При модернізації теплового пункту розглядають безліч завдань - автоматизація процесу керування, контроль, облік і ін., серед яких найбільше часто розв'язуваними завданнями керування є:

- регулювання температури теплоносія, що подається в систему опалення, залежно від температури зовнішнього повітря;
- регулювання температури теплоносія, що повертає в тепломережу, відповідно до температури зовнішнього повітря по заданому температурному графіку;
- прискорений прогрів («натоп») будинку після енергозберігаючого режиму (зниженого теплоспоживання);
- корекція режиму теплоспоживання по температурі повітря в приміщенні;
- обмеження температури теплоносія в трубопроводі, що подає, системи опалення;
- регулювання теплового навантаження в системі гарячого водопостачання залежно від фактичного водоспоживання;
- регулювання теплового навантаження приточних вентиляційних установок із забезпеченням функції захисту від заморожування;
- регулювання величини зниження теплоспоживання в задані періоди по температурі зовнішнього повітря;

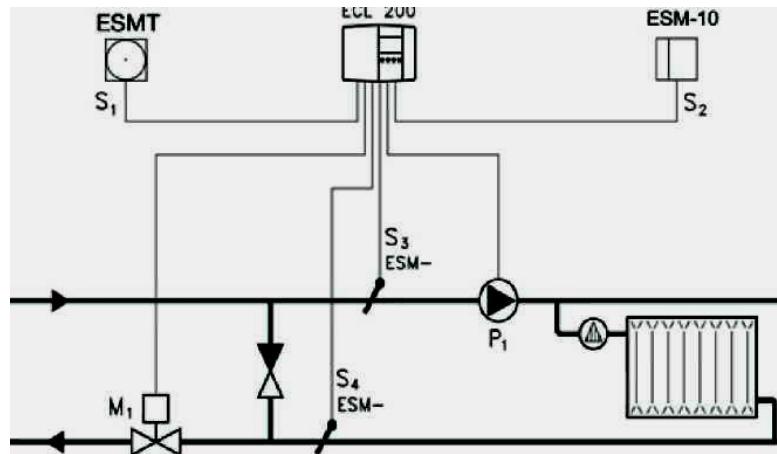
- регулювання режиму теплоспоживання з урахуванням акумулюючої особливості будинку і його орієнтації по сторонах світла.

Принцип роботи гідроелеватора полягає в наступному: охолоджена вода зі зворотного трубопроводу системи опалення змішується з високотемпературною мережною водою, зберігаючи незначну частину напору мережного насоса на тепловій станції, чим забезпечує циркуляцію теплоносія в системі опалення. Однак гідроелеватор несумісний із сучасною системою опалення. Вид гідроелеваторного вузла старого типу й сучасного теплопункта показаний на рис. 2.4. На рисунку 2.5 показана принципова схема системи опалення із застосуванням засобів автоматизації.



Рисунок 2.4 - Гідроелеваторний вузол старого типу й сучасний теплопункт

Модернізація теплових пунктів відповідно до сучасних вимог припускає повну відмову від застосування гідроелеваторів й їхню заміну на систему регулювання зі змішувальними насосами або на незалежну схему приєднання через пластинчасті теплообмінники. При цьому застосовують устаткування, наведене на рисунках 2.6 - 2.9.



S1 - датчик температури зовнішнього повітря;  
 S2-датчик температури внутрішнього повітря;  
 S3 - датчик температури теплоносія на трубопроводі, що подає;  
 S4 - датчик температури теплоносія на зворотному трубопроводі;  
 P1 - циркуляційний насос;  
 M1 - регулювальний клапан з електроприводом.

Рисунок 2.5 - Схема системи із застосуванням засобів автоматизації



Рисунок 2.6 - Електронний регулятор температури



Рисунок 2.7 - Регулювальний клапан з електроприводом, регулятори температури й перепаду тиску



Рисунок 2.8 - Обмежник витрати й кульові крани



Рисунок 2.9 - Пластинчасті теплообмінники

Для невеликих будов або окремих парадних можна використати блоковий тепловий пункт (Рис. 2.10)



Рисунок 2.10 - Блоковий тепловий пункт



Прямо на радіаторах можуть установлюватися спеціальні термобалансировочні клапани, які регулюють подачу тепла залежно від температури в приміщенні (Рис. 2.11). Основним робочим елементом терморегулятора є автоматична термостатична голівка, усередині якої перебуває чутливий елемент - сильфон. Сильфон заповнений речовиною, що міняє свій агрегатний стан під впливом зміни температури повітря в приміщенні. При зниженні температури нижче заданої клапан відкривається, при підвищенні - закривається (Рис. 2.12).



Рисунок 2.11 - Терморегулятори

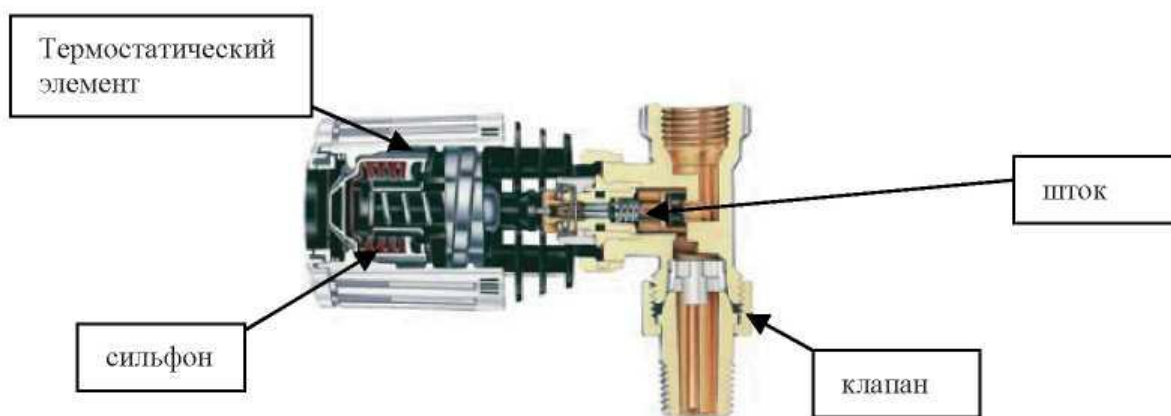


Рисунок 2.12 - Конструкція радіаторного терморегулятора

Мала теплова інерційність терморегулятора дозволяє швидко реагувати на зміни температури повітря в приміщенні й за рахунок цього використати для опалення до 85% емісії безкоштовних теплових джерел у приміщеннях (тепло від електропобутових приладів, сонячної радіації, людини). На рисунку 2.13

показані термограми будинків зі збалансованим і незбалансованим розподілом тепла.

На рисунку 2.14 представлені знімки, виконані інфрачервоною камерою. Видні зони підвищеного й зниженого розсіювання тепла, а також зниження тепловіддачі будинку в місцях локального утеплення. Також видні лінії витоку тепла по стиках стінових панелей.

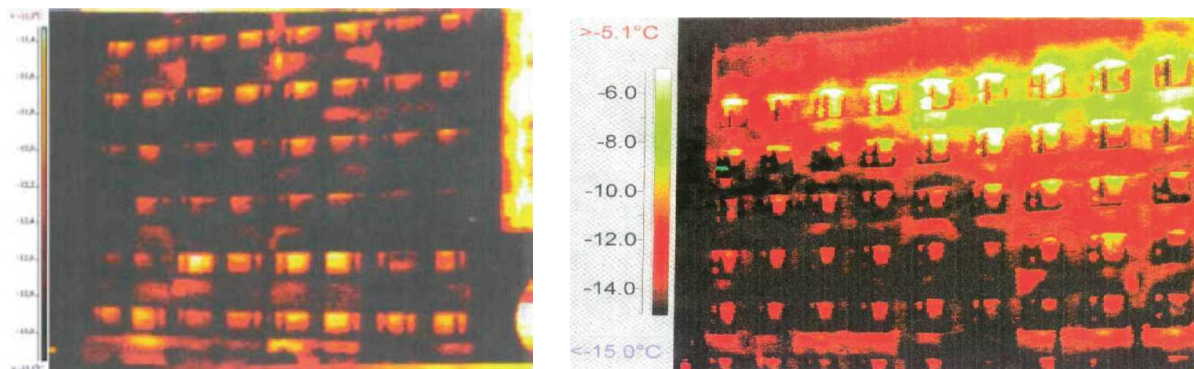


Рисунок 2.13 - Термограми будинків з рівномірним і нерівномірним розподілом теплоносія по будинку



Рисунок 2.14 - Знімки, виконані інфрачервоною камерою

Застосування насосного встаткування для підвищення енергоефективності шляхом зниження втрат. На міжнародній конференції з енергоефективності, що проводилася в грудні 2013 року МОН на базі Київського національного університету технологій і дизайну, було представлено рішення по оптимізації роботи системи опалення. При відносно високих значеннях зовнішньої температури подача тепла в будинки від ТЦ припиняється, і за рахунок інтенсивної роботи циркуляційних насосів

перерозподіляючи тепло, що є усередині будинків вдається на протязі досить тривалого періоду часу підтримувати нормативну температуру усередині. При необхідності збільшити запас тепла відновляється подача від ТЦ.

Циркуляційний насос - пристрій, що встановлюється безпосередньо в трубопровід і забезпечує переміщення теплоносія по трубопроводу, штучно підсилюючи циркуляцію. Якостями сучасних циркуляційних насосів (ЦН) є економічність, довговічність, невеликі габарити й безшумність. У країнах колишнього СРСР робота системи опалення міста забезпечується в основному за рахунок насосів величезної потужності, установлених на ТЭЦ і на районних насосних станціях теплових мереж. Температура теплоносія задається й змінюється на джерелі. Така схема називається центральним якісним регулюванням на джерелі тепла й має істотний недолік: потужність системи при такому регулюванні розраховане на обігрів самих вилучених будинків в опалювальній гілці, у те час як будинку, розташовані першими в цьому ланцюзі, перегріваються. У результаті в масштабі міста має місце нерівномірний розподіл тепла: значний перегрів одних будинків і недогрів інших. Впровадження індивідуальних систем регулювання на теплопунктах будинків, що забезпечують керування відбором тепла від ТЦ й активну циркуляцію теплоносія в будинку вирішує цю проблему.

Основна умова працездатності будь-якого насоса - постійне електричне живлення. Провідні компанії-виробники насосного встаткування проводять більшу роботу з удосконалювання своєї продукції в інтересах енергозбереження. Результатом такої роботи є оснащення насосного встаткування частотно-регульованим приводом (ЧРП). У більшості випадків насоси підбираються з можливістю задовольняти максимальні вимоги систем, у яких вони встановлені. Але для більшості будинків характерні досить значні циклічні (добові, тижневі й т.д.) зміни обсягу споживання тепла, води, обумовлені ритмом життя їхніх мешканців. Для «узгодження» роботи насосів з потребами системи встановлюють додаткові регулюючі пристрої на трубопроводах, що забезпечують звуження просвіту труби й, відповідно, що

зменшують швидкість потоку енергоносія. Однак такі методи не дають економії електроенергії, оскільки насос у них завжди працює на повну потужність.

Нові методи керування передбачають пряму зміну швидкості обертів (а значить і продуктивності) насосів за допомогою частотно-регульованих приводів (ЧРП). Використання насосів з убудованим електронним регулюванням приводу дозволяє скоротити витрати електроенергії. Незважаючи на значні первісні вкладення в сучасні пристрої частотного регулювання, окупність вкладених коштів за рахунок економії енергоресурсів становить у середньому близько 1,5 років. Це цілком реальні строки, а з огляду на багаторічний ресурс подібної техніки, можна підрахувати очікувану економію на тривалий період.

Економічна ефективність застосування насосів з убудованим перетворювачем частоти й змінюваною швидкістю обертання електродвигуна, за даними досліджень, становить 30-40% у загальному випадку, а для циркуляційних опалювальних насосів - 50-60% (при регулюванні температури теплоносія в трубопроводі, що подає). Традиційний циркуляційний насос споживає 400 Вт/ч. Це 2064 кВт електроенергії за опалювальний сезон. Нова модель із убудованим ЧРП, споживає в середньому 6 Вт/ч, що відповідає 30,96 кВт за сезон. Такі насоси автоматично знижують продуктивність при необхідності, одночасно заощаджуючи гроші власників і підтримуючи комфортні умови. Насоси з електронним регулюванням приводу мають високий ККД й уможливають повну автоматизацію й диспетчеризацію процесів, у яких вони використовуються. Це дозволяє багато в чому спростити й оптимізувати роботу ЖКГ та звести до мінімуму проблему «людського фактора». Термін служби якісного циркуляційного насоса становить не менш 20 років.

У результаті впровадження сучасних енергозберігаючих технологій житлово-комунальне господарство одержує не тільки оперативний і діючий контроль над роботою мереж і пристроїв, але й можливість оптимізації всіх

процесів, істотного скорочення витрат. Тобто в наявності не просто економія, а нова якість - можливість гнучкого дистанційного керування процесом подачі теплоносія, а значить можна застосовувати адаптивні алгоритми підігріву, також ведучі до економії. В остаточному підсумку це веде до зменшення витрат споживача й зниженню соціальної напруженості.

### **2.3.3 Утилізація вторинних енергетичних ресурсів**

У зоні міської забудови найважливішим компонентом утилізації ВЕР є утилізація надлишкового тепла. Тут можливі два варіанти.

1. Повернення тепла, що скидається в навколишнє середовище, у систему опалення (кондиціонування) будинку або підігріву гарячої води. Оптимально використати теплові насоси, а при використанні тепла для вироблення холоду використовують абсорбційні чілери.

2. Перетворення надлишкового тепла в електроенергію (двигуни Стірлінга й інші аналогічні системи – перетворювачі низькопотенційного тепла). Джерелом тепла може стати відбір тепла із систем вентиляції, від теплообмінників промислових холодильників і систем кондиціонування, утилізація побічного потоку тепла в технологічних виробничих процесах, спалювання відходів.

Прикладом утилізації побічного тепла вже на ранній стадії його виникнення є рекупераційні установки. На таких установках виробляють електроенергію, спалюючи дизельне паливо або газ, а попутно вироблюване тепло з мінімальними втратами направляється на опалення. Розвитком концепції когенераційних установок є тригенерація. Тригенерація - це процес одночасного вироблення електроенергії, тепла й холоду. Основне застосування - для систем кондиціонування й технологічного охолодження. Як джерело холоду застосовується абсорбційна холодильна машина (АБХМ) або парокомпресійний чілер. Основною перевагою АБХМ, у порівнянні із чілерами,

є те, що АБХМ у холодильному циклі майже не потрібна електроенергія (вона потрібна тільки для циркуляційних насосів). У парокompресійних чілерів споживання електроенергії 0,3 кВт на вироблення 1 кВт "холоду", в АБХМ - у десять разів менше.

Двигуни Стірлінга можуть застосовуватися для перетворення в електроенергію будь-якої теплоти. На них покладають надії по створенню сонячних електроустановок. Деякі фірми випускають генератори, які працюють від конфорки газової печі. NASA розглядає варіанти генераторів на основі Стірлінга, що працюють від ядерних і радіоізотопних джерел тепла. Стірлінг для перекачування рідин може за рахунок утилізації надлишкового тепла самої рідини забезпечувати циркуляцію в системі. У ньому замість робочого поршня може використатися сама рідина, що одночасно служить для охолодження робочого тіла.

Насос на основі двигуна Стірлінга може служити для накачування води в іригаційні канали за допомогою сонячного тепла, для подачі гарячої води від сонячного колектора в будинок (у системах опалення теплоаккумулятор намагаються встановити якнайнижче, щоб вода йшла в радіатори самопливом), може використатися для перекачування хімічних реагентів, оскільки абсолютно герметичний.

За укрупненими оцінками, у цілому за рахунок утилізації ВЭР можлива економія органічних видів палива в причорноморському регіоні в розмірі порядку 7 млн. т.у.т., а в цілому по Україні - до 30% від сумарного споживання. Витрати на видобуток, збагачення й транспортування органічного палива в 3-10 разів (залежно від виду утилізуємих ВЭР) вище витрат по утилізації, а собівартість утилізуємого тепла в 2,5 - 5 разів нижче, ніж собівартість тепла виробленого на ТЭЦ або котельні. Так, розрахункова собівартість утилізації по видах ВЭР орієнтовно оцінюється: по паливним - 4,9 грн/Гкал, тепловим і газоподібним - 11 грн/Гкал, що прохолоджує воді - 6,23 грн/Гкал. У той же час середні витрати на вироблення тепла на котельні (паливо - вугілля) 25 грн/Гкал.

Капітальні витрати на утилізацію ВЕР становлять приблизно 10-30 грн/Гкал. Строк окупності вкладень в утилізацію ВЕР-1,5-2 року.

При незаперечних економічних перевагах даного джерела енергозабезпечення досягається й істотний екологічний ефект. У результаті утилізації ВЕР може бути досягнуте скорочення викидів в атмосферу шкідливих речовин на 50-60% і скидань у водні об'єкти забруднюючих речовин на 5% (в окремих випадках на 90%) [25].

У вододефіцитних районах, зокрема Приморському регіоні України, доцільно утилізувати ВЕР промислових підприємств для рішення проблеми їхнього водопостачання на базі термічної (дистиляційної) опріснювальної техніки. За результатами досліджень виробництво води на базі тепла ВЕР підприємств енергетики й хімічної промисловості дозволить задовольнити не тільки власні виробничі потреби, але й вирішити проблему водопостачання сторонніх промислових водоспоживачів. Приміром, вироблення дистиляту на базі ВЕР при потужності сіркокислотного виробництва в 720 тис. т/рік може досягти 6,3 млн. т/рік, а вартість його буде набагато нижче, ніж хімічищеної води. Залучення нетрадиційних енергоджерел рівноцінно по електричній потужності 9-ти таких ТЭЦ як Одеська й по тепловій 6-ти.

***Огляд можливостей утилізації ВЕР для Півдня України.*** Економіко-екологічна ефективність утилізації ВЕР по нетрадиційних енерготехнологіях, а саме, орієнтована на виробництво дистиляту, оцінювалася у 2012 році для цілого ряду промислових підприємств: сірчано-кислотного, азотно-тукового, напрямку та ТЕЦ. Результати розрахунків довели високий рейтинг даного підходу в порівнянні з рішенням даних проблем традиційними шляхом [7].

За укрупненими оцінками, у цілому за рахунок утилізації ВЕР можлива економія органічних видів палива в Приморському регіоні в розмірі порядку 7 млн. т.у.п. , а в цілому по Україні - до 30%.

Витрати на видобуток, збагачення й транспортування органічного палива в 3-10 разів (залежно від виду утилізуємих ВЕР) вище витрат по утилізації, а собівартість утилізуємого тепла в 2,5 - 5 разів нижче, ніж собівартість тепла

виробленого на ТЕЦ, котелень. Так, розрахункова собівартість утилізації по видах ВЕР орієнтовно оцінюється: по палимим - 4,9 грн/Гкал, тепловим і газоподібним - 11 грн/Гкал, охолоджувальної води - 6,23 грн/Гкал. У той же час середні витрати на виробіток тепла на котелень (паливо-вугілля) 25 грн/Гкал. Капітальні витрати на утилізацію ВЕР становлять приблизно 10-30 грн/Гкал. Строк окупності вкладень в утилізацію ВЕР-1,5-2 року.

Ґрунтуючись на практичному досвіді в цій області, проблема утилізації ВЕР була розглянута в складі розробленої ІПРЕЕД НАН України Національної програми соціально-економічного розвитку Українського Причорномор'я. У даній ретроспективі новий нетрадиційний напрямок утилізації ВЕР базувався на наступних вихідних посилках.

Енергетичний потенціал ВЕР на промислових підприємствах Приморського регіону досить високий, особливо середньо- і низькопотенційного тепла. Тільки на прикладі Одеської ТЕЦ і ряді хімічних виробництв можна судити про масштаби «непридатних енергоресурсів»

Проблема полягає в пошуку шляхів рішення завдання найбільш повної утилізації «непридатних ВЕР», що утворюються в різних галузях. До основних факторів, що стримує використання ВЕР, ставляться:

- відсутність концентрованих потоків ВЕР;
- нерівномірний вихід, мінливість параметрів (витрат, температур, тисків) і, найчастіше, неоднорідність й агресивність составів;
- відсутність постійних споживачів, особливо низькопотенційних ВЕР;
- недолік у відповідних типах утилізаційного встаткування для існуючих джерел ВЕР, особливо для низькопотенційних.

Основна мета вирішення проблеми використання ВЕР складається в економії дефіцитного органічного палива й в одержанні інших видів корисних у державі продуктів і ресурсів, а також запобігання теплового й іншого видів забруднень навколишнього середовища.



Основні напрямки використання ВЕР: паливне (безпосереднє використання горючих ВЕР як котельно-грубне паливо), теплове, електроенергетичне, комбіноване (виробіток тепла, електроенергії, води).

При незаперечних економічних перевагах даного джерела енергозабезпечення досягається істотний екологічний ефект. У результаті утилізації ВЕР може бути досягнуте скорочення викидів в атмосферу шкідливих речовин на 50-60% і скидань у водні об'єкти забруднюючих речовин на 5% (в окремих випадках на 90%) [25].

У вододефіцитних районах, зокрема Приморському регіоні України, доцільно утилізувати ВЕР промислових підприємств для рішення проблеми їхнього водопостачання на базі термічної (дистиляційної) опріснювальної техніки. За результатами досліджень виробництво води на базі тепла ВЕР підприємств енергетики й хімічної промисловості дозволить задовольнити не тільки власні виробничі потреби, але й вирішити проблему водопостачання сторонніх промислових водоспоживачів. Наприклад, виробіток дистиляту на базі ВЕР при потужності сірчанокислотного виробництва в 720 тис. т/рік може досягти 6,3 млн. т/рік, а вартість його буде набагато нижче, ніж хімічищеної води.

#### **2.3.4 Застосування інноваційних технологій, що мають ККД вище, ніж у традиційних**

Найбільш перспективним напрямком є заміна нагрівачів на теплові насоси. Тепловий насос сумісний із практично будь-якою циркуляційною теплопровідною опалювальною системою. Для опалення приміщення, розміром 100 кв.м., необхідно придбати устаткування на суму, приблизно, 4-5 тис. євро. Установка такого котла розраховується індивідуально, залежно від джерела одержання тепла. При цьому його ККД у кілька разів вище, ніж у систем

прямого нагрівання. Варіантів конструкції декілька. Детально конструкції із застосуванням теплових насосів будуть розглянуті у розділі 3.

Наступним технологічним рішенням є **використання електрокотельних**. Застосування електричної енергії для обігріву житлових, суспільних і виробничих приміщень найчастіше зустрічає різке заперечення професійних енергетиків. Нормативні документи Енергонагляду передбачають дозвіл на використання електроенергії для цілей опалення у виняткових випадках, з наданням, як правило, техніко-економічного обґрунтування, з якого випливала б економія паливної складової. Таке відношення до електрообігрівання зложилося з моменту виникнення першої електростанції й залишається незмінним дотепер. Заперечення зрозуміло: більшість електростанцій, включаючи атомні, - це теплові станції; коефіцієнт корисної дії (ККД) перетворення теплової енергії в електричну становить приблизно 40%. Перетворювати високоякісний вид енергії, отриманий у ході перетворення, знову в тепло нерозумно. Нерозумно, коли є вибір...

Отже, головний аргумент проти електроопалення – низький ККД перетворення різних видів енергії (переважно енергії органічного палива) в електричну енергію.

На користь застосування електричного опалення говорять наступні його достоїнства:

- легка керованість тепловими режимами, що має вирішальне значення в питанні енергозбереження, оскільки, як відомо, порядку 90% економії енергії досягається за рахунок керування енергією. При цьому під керуванням розуміється не тільки функція терморегулювання, але й такі функції, як подача тепла по тимчасових і температурних програмах, як облік істотно нестационарних умов - словом, керування в широкому змісті;

- багатоваріантність рішень;

- відсутність теплотрас і пов'язаних з ними проблем, у тому числі проблеми тепловтрат;

- низькі експлуатаційні витрати;

- незалежність споживача від централізованого постачальника тепла, від такого поняття, як опалювальний сезон.

Перелік достоїнств можна було б продовжити.

Що ж переважає? Щоб відповісти на це питання, потрібно поперше поговорити про первинне паливо. Безперспективність обігріву приміщень нафтопродуктами й газом навряд чи варто обговорювати: цих поновлюваних ресурсів мало й вони стрімко убувають, до того ж нафта й газ - коштовна сировина хімічної промисловості. Основні надії варто зв'язувати з вугіллям й ядерним паливом. Що стосується вугілля, то порядку 80% його запасів перебувають у східній частині нашої країни, тоді як 80% потреби в ньому зосереджено в західній частині. Питома теплота згоряння низькосортного вугілля - досить низька, на 35-40% більше, ніж у сухих дров і вдвічі менше, ніж в антрациті, запаси якого в нас практично виснажилися. Везти через всю країну «дрова», напевно, недешево, недешево обійдеться й збагачення вугілля. Доцільніше, очевидно, спалювати вугілля на місці, одержувати електричну енергію й транспортувати її по проводам. Тут, звичайно, потрібно вирішити ряд серйозних завдань - це й високовольтні лінії електропередач і потужні теплові електростанції й проблеми екології й інші проблеми, не менш важливі й не менш складні. Одне зрозуміло: енергія цих вугіль приїде до споживача у вигляді електричної енергії.

Запаси (розвідані) ядерного палива, обмірювані в енергетичних одиницях, на порядок перевищують запаси нафти. Але, будівництво теплових атомних станцій доцільно прив'язати до досить великих населених пунктів, та масштабне будівництво атомних станцій загострить проблему утилізації ядерних відходів. Якщо ж говорити про забезпечення енергією споживачів досить віддалених від атомної станції, то мова може йти, звичайно, про транспортування тільки електричної енергії.

Використання для обігріву енергії поновлюваних джерел (гідроенергія, вітроенергія) - важко представити без перетворення цієї енергії в електричну.

Таким чином, при виборі джерела обігріву одного обліку ККД перетворення недостатньо. Тим часом, обмежене використання електрики в системах опалення стримує розвиток культури його застосування.

Особливо ефективно з економічної точки зору використання електроенергії для опалення, якщо застосовуються «нічні» тарифи й теплоаккумулятори.

*Досвід застосування електрики для опалення.* Помітну економію енергії дає застосування електроконвекторів з підвищеною швидкістю конвекції. Був розроблений і запущений у серійне виробництво електроконвектор ЕКСП 0,5-220, у якому нагрівальний елемент потужністю 0,5 кВт представляє собою тонку слюдопластову пластину розміром 400x200 мм із запресованої усередину ніхромовим дротом. Дріт розміщується нерівномірно таким образом, щоб уздовж вузької сторони пластини виникав температурний градієнт. Пластина встановлюється вертикально усередині корпусу, що утворює конвективну порожнину. Температура поверхні пластини досягає 200°C, при цьому швидкість конвекції настільки велика, що сухої сублімації органіки, що попадає на поверхню нагрівального елемента, не відбувається й повітряне середовище залишається в межах санітарних норм, температура корпусу нагрівального приладу не перевищує 60°C.

Інтенсивна конвекція деякою мірою перешкоджає горизонтальній стратифікації температурних шарів повітря й, отже, сприяє енергозбереженню. Справа в тому, що скупчення більше теплого повітря у верхній частині приміщення веде до додаткових тепловтрат і не тільки за рахунок видалення повітря вентиляційною системою (вентпроеми, як правило, розташовуються у верхній частині приміщення), а також через двері, що відкриваються, фрамуг і кватирок.

Застосування порівняно малопотужних конвекторів також сприяє енергозбереженню, оскільки джерела тепла можна розосередити по приміщенню й зменшити час розподілення тепла в умовах переривчастої його подачі, про що трохи докладніше буде сказано нижче. Включення до складу

системи опалення терморегуляторів, безумовно, зменшує енерговитрати, однак ефективність терморегуляції сильно залежить від схемного рішення. Так, нагрівальні прилади, обладнані терморегуляторами й установлені, скажемо, у готельному номері, зручні й ефективні. Ті ж прилади, установлені у виробничих приміщеннях, не будуть ефективні: знадобиться спеціальний персонал для обслуговування цих обігрівачів, особливо якщо їх багато. У цьому випадку краще обладнати одним терморегулятором групу (анфіладу) приміщень із однорідними опалювальними характеристиками. Поєднуючи приміщення, варто враховувати їхнє розташування щодо сторін світла, добового (тижневого) графіка робочого часу, графіка регулярних провітрювань, інші особливості. Все це необхідно для того, щоб тепло подавалося в приміщення по програмі. Тобто, ще однією неодмінною умовою енергозбереження є наявність у системі опалення таймерних пристроїв. Подача тепла по програмі й точне відстеження температури знижують загальні енерговитрати, коротшають періоди ненавмисних перегрівів.

Особливо це істотно в нестационарних умовах. Точному відстеженню температури сприяє застосування нагрівальних приладів, що забезпечують швидку реакцію на змінюючуся температуру в приміщенні. Цій вимозі у великому ступені відповідає прилад ЕКСП 0.5-220. Крім того, застосування двозонових або многозонових температурних режимів сприяє зменшенню інтегрального значення температури елементів будинку, що обігривається, і, отже, до зниження тепловтрат.

Для компенсації дискомфорту, що виникає за рахунок трохи більшого поглинання інфрачервоного випромінювання охолодженими внутрішніми поверхнями будинку, необхідно підвищувати на 1-2°C температуру повітря в приміщенні в порівнянні з комфортним значенням, але оскільки маса повітря в сотні разів менше маси елементів будинку, а питомі теплоємності повітря й матеріалів будівельних конструкцій майже не відрізняються, така міра не наносить істотного збитку енергозбереженню.

У тих заходах, про які сказано вище, немає елементів якоїсь особливої новизни, але досвід застосування цих мір показав можливість економії до 50% енергії в порівнянні з енерговитратами при обігріві від систем централізованого опалення. Зараз нема рації аналізувати стан систем централізованого тепlopостачання. Тут і жалюгідний стан котелень, що застаріли котли, застаріли технології спалювання палива, старі й погано ізольовані теплотраси. Хочеться звернути увагу на ті недоліки традиційного централізованого опалення, які не дозволяють або сильно утрудняють застосування енергозберігаючих технологій й які нерідко й безпричинно переносять на системи електроопалення.

У системах централізованого тепlopостачання (ЦТС) як теплоносій застосовується вода. Питома теплоємність води дуже велика й, отже, велика теплова інерція теплоносія, що унеможлиблює швидку реакцію джерела тепла на зміну температури в приміщенні. Застосування води вимагає настроювання системи відносно її гідростійкості. Остання обставина утрудняє індивідуальну регулювання окремих теплоприборів, а регулювання подачі теплоносія на будинки у цілому або навіть на окремі стояки є грубим регулюванням. До речі кажучи, у більшості систем ЦТС у найкращому разі регулювання присутня в котельні й регулює температуру системи в цілому. Таке регулювання не дуже сприяє енергозбереженню, і її наслідки часто проявляються в тім, що мешканці верхніх поверхів будинки задихаються від жару, тримають постійно відкритими квартирки, тоді як мешканці нижніх поверхів скаржаться на дефіцит тепла.

При створенні систем електроопалення нерідко застосовуються водяні електрокотли з водяним розведенням і водяними батареями, створюються автономні електрокотельні.

Ще одна технологія - інтенсифікація теплообміну. Інтенсивна конвекція перешкоджає горизонтальній стратифікації температурних шарів повітря й, отже, сприяє енергозбереженню. Скупчення більшості теплого повітря у верхній частині приміщення веде до додаткових тепловтрат і не тільки за

рахунок видалення повітря вентиляційною системою (вентотвори, як правило, розташовуються у верхній частині приміщення), але й через двері, що відкриваються, фрамуги та кватирки. Крім того, для забезпечення прийнятної температури в нижній частині приміщення споживачі змушені допускати перегрів. Застосування порівняно малопотужних конвекторів сприяє енергозбереженню, оскільки джерела тепла можна розосередити по приміщенню й прискорити розподілення тепла за умов переривчастої подачі.

### **2.3.5 Заміщення видів застосовуваних енергоносіїв**

У зв'язку з подорожчанням газу й ростом тарифів для споживачів украї актуальний підбор заміників з переліку менш дефіцитної сировини або утилізації відходів. Відбувається заміщення енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більше чисті, поновлювані (спалювання свалочного газу й біогазу, соломи, паливних пелет, використання сонячної, вітрової, хвильової енергії й т.д.). На дійсний момент кращим рішенням для спалювання нестандартних видів горючих газів є когенераційні й тригенераційні установки, що забезпечують максимальний сумарний ККД. На ринку пропонують моделі, адаптовані під різні значення октанового числа. Можливе використання двигунів Стірлінга.

Спалювання твердих видів нестандартного палива звичайно здійснюється в місцях його виникнення, як відходів від різних видів виробничої діяльності. При цьому одержують тепло, або виробляють електроенергію. Якщо спалювання відходів на місці недоцільно, їх піддають брикетуванню, або виготовляють пелети, що дозволяє транспортувати таке паливо до споживача.

*Паливні пелети як засіб заміщення традиційних видів енергоносіїв.* Шляхом впровадження альтернативних систем опалення відбувається заміщення традиційних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті,

поновлювані (спалювання свалочного газу й біогазу, соломи, паливних пелет, використання сонячної, вітрової, хвильової енергії та т.і.).

На дійсний момент кращим рішенням для спалювання нестандартних видів горючих газів є когенераційні й тригенераційні установки, що забезпечують максимальний сумарний ККД. На ринку пропонують моделі, адаптовані під різні значення октанового числа.

Спалювання твердих видів нестандартного палива звичайно здійснюється в місцях його виникнення, як відходів від різних видів виробничої діяльності, або як побутові відходи. При цьому одержують тепло, або виробляють електроенергію. Якщо спалювання відходів на місці недоцільно, їх піддають брикетуванню, або виготовляють пелети, що дозволяє транспортувати таке паливо до споживача.

Паливні гранули (пелети) (англ. pellets)— біопаливо, одержуване з торфа, деревних відходів і відходів сільського господарства. Являє собою циліндричні гранули стандартного розміру (рисунок 2.15). Сировиною для виробництва гранул можуть бути торф, балансова (неякісна) деревина й деревні відходи: кора, обпилки, щепи і інші відходи лісозаготівлі, а також відходи сільського господарства: відходи кукурудзи, солома, відходи круп'яного виробництва, лузга соняшника і т.і.



Рисунок 2.15 - Паливні гранули



**Технологія виробництва.** Виробництво гранул почалося в 1947 році. Сировина надходить у дробарку, де подрібнюються до стану борошна. Отримана маса надходить у сушарку, з неї - у прес-грануляторну де борошно стискають у гранули. Стискання під час пресування підвищує температуру матеріалу, лігнін, в деревині розм'якшується й склеює частки в щільні циліндрики. На виробництво однієї тонни гранул іде 4-5 кубометрів деревних відходів. Готові гранули охолоджують, пакують в стандартне упакування 12-40 кг або доставляють споживачеві розсипом.

Переваги й недоліки. Паливні гранули - екологічно чисте паливо с змістом золи не більше 3 %. При спалюванні гранул в атмосферу викидається рівно стільки вуглецю, скільки було поглинено рослиною під час росту. Однак, якщо в місці виростання сировини навколишнє середовище містить токсини або радіоактивні речовини, то при спалюванні гранул ці речовини можуть бути розпилені в атмосферу.

Гранули менш піддані samozапалюванню, тому що не містять пилу, який також може викликати алергічну реакцію в людей.

Гранули відрізняються від звичайної деревини високою сухістю (8—12 % вологи проти 30—50 % у дровах) і більшою - приблизно в півтора рази - щільністю. Ці якості забезпечують високу теплотворну здатність у порівнянні із тріскою або дровами - при згорянні тонни гранул виділяється приблизно 5 тис. кВт·год. тепла, що в півтора рази більше, ніж у звичайних дров.

Низька вологість - це не тільки перевага гранул як палива, але й проблема їхнього виробництва. Сушіння може виявитися однієї з основних статей витрат при виробництві паливних матеріалів з відходів деревообробки. Крім того, залежно від виробництва, збір, сортування й очищення сировини також можуть спричинити додаткові витрати. Процес сушіння важливо ретельно спланувати, що дозволить зменшити ризики, пов'язані з якістю готової продукції, її собівартістю й пожежонебезпекою виробництва. Кращим варіантом є виробництво біопалива із сухої стружки.

Одне з найважливіших переваг гранул - висока й постійна насипна щільність, що дозволяє відносно легко транспортувати цей сипучий продукт на великі відстані. Завдяки правильній формі, невеликому розміру й однорідній консистенції продукту гранули можна пересипати через спеціальні рукава, що дозволяє автоматизувати процеси навантаження-розвантаження й також спалювання цього виду палива.

Якість і стандарти. Якість і вид гранул залежать від сировини й технології виробництва. Деревні гранули з великим змістом кори звичайно мають темні кольори, а гранули з окореної деревини - світлий. У процесі виробництва - наприклад, при сушінні - гранули можуть злегка «підгоріти» і тоді вони з білих стають сірими, хоча це не завжди позначається на таких споживчих якостях гранул як теплотворна здатність, зольність та міцність, тобто утворення дрібного пилу при транспортуванні за рахунок тертя гранул друг об друга.

У різних країнах прийняті різні стандарти виробництва паливних гранул.

У США діє Standard Regulations & Standards for Pellets in the US: The PFI (pellet). Стандартом дозволене виробництво гранул двох сортів: «Премиум» й «Стандарт». «Премиум» повинен містити не більше 1 % золи, а «Стандарт» не більше 3 %. «Премиум» може застосовуватися для опалення будь-яких будинків. На сорт «Премиум» доводиться близько 95 % виробництва гранул у США. СШАт «Стандарт» містить більший обсяг кори або сільськогосподарських відходів. Стандарти визначають також щільність, розміри гранул, вологість, зміст пилу й інших речовин. У США паливні гранули не можуть бути більше 1 ½ дюймов у довжину, діаметр гранул повинен бути в діапазоні від ¼ дюйма дюйма1/16 дюйма.

У Німеччині на паливні гранули прийнятий стандарт DIN 51731. Довжина - не більше 5 см, діаметр — від 4 до 10 мм. Вологість не більше 12 %, зміст пилу не більше 0,5 % і т.д.

У Відні - стандарт ONORM M 7135.

Великобританія — The British BioGen Code of Practice for biofuel (pellets).

Швейцарія — SN 166000.

Швеція — SS 187120.

Застосування. Деревні гранули високої якості (білі і сірі) використовують для опалення житлових будинків шляхом спалювання в невеликих котлах (Гранульні котли), печах і камінах. Вони, як правило, бувають діаметром 6-8 мм і довжиною менш 50 мм. У Європі їх частіше продають в 16-20 кілограмових мішках.

Попит на деревні брикети й гранули, устаткування для їхнього спалювання й виробництва росте пропорційно цінам на такі традиційні види палива як нафта й газ. У деяких країнах Європи, де ринок альтернативних джерел енергії найбільш розвинений, гранулами опалюється до 2/3 житлових приміщень. Таке широке поширення порозумівається й екологічністю цього виду палива - при згорянні викиди CO<sub>2</sub> дорівнюють поглинанню цього газу під час росту дерева, а викиди NO<sub>x</sub> і летучих органічних компонентів значно знижені завдяки використанню сучасних технологій спалювання.

Темні гранули з більшим змістом кори спалюють у котлах більшої потужності з метою одержання тепла й електроенергії для населених пунктів і промислових підприємств. Темні гранули можуть бути більшого діаметра. Їх продають навалом партіями від двох-трьох тисяч тонн і більше.

Виробництво. У США на початку 2008 року виробництвом паливних гранул були зайняті більше 80 компаній. Вони робили близько 1,1 млн тонн гранул у рік. В 2008 році в США було продано близько 2 млн тонн гранул. Більше 600 тис. будинків обігрівуються гранулами. Більше 20 компаній роблять котли, печі, пальники й ін. устаткування для спалювання гранул.

У Фінляндії в 2005 році домашній сектор спожив 70 тис. тонн гранул. Біопаливом обігрівалися близько 7 тис. будинків. У 2010 році було вироблено вже 1,1 млн тонн гранул.

До 2020 року Китай має намір робити 50 млн тонн гранул щорічно.

В 2005 році з Канади було експортовано 582,5 тис. тонн гранул. Усього в Канаді в 2008 році було зроблено близько 1,3 млн тонн. Заводи з виробництва гранул розташовуються головним чином на узбережжі. Заводи, розташовані на

західному узбережжі Канади, роблять гранули з м'яких сортів деревини: ялина, сосна. Заводи східного узбережжя роблять гранули із твердих сортів: дуб, клен, вишня й ін.

Всі гранули, одержувані в Північній Америці, виробляються з висушених залишків відходів лісопереробного виробництва: деревні обпилювання, стружка, тріска. Усього два заводи додають у гранули деревну кору.

Великобританія у 2010 році довела споживання паливних гранул до 600 тис. тонн. Найбільші виробники в країнах Євросоюзу в 2008 році: Швеція — 1,7 млн тонн, Германия — 900 тисяч тонн, Австрія — 800 тисяч тонн[2]. В усім світі виробництво склало 8- 10 мільйонів тонн[3].

На початку літа 2010 року Університет Wageningen представив дослідження в області біопалива. У найближчі 25 років, відповідно до дослідження, попит на деревні гранули збільшиться в Європі до 200 млн тонн у рік [5]. Через порт Роттердама буде проходити 13-20 млн тонн гранул у рік. У липні 2010 р. адміністрація порту Роттердам оголосила про спільний проект із англо-голландською енергетичною біржею APX-ENDEX[5] по створенню біржі біопалива.

Одним із цікавих аспектів застосування пеллет є висока вартість золи, що є відмінним добривом, тому що не містить шкідливих домішок й є повністю природним продуктам. У ході огляду ринку була отримана інформація, що вартість тони золи, отриманої від спалювання пеллет, може перевищувати вартість тони самих пеллет. Тобто їхнє спалювання може бути видом діяльності, що частково компенсує витрати за умови мінімізації витрат на транспорт й упакування. Тобто при розробці систем на пелетах можна сконцентруватися на питаннях забезпечення екологічної чистоти виробництва.

Останні розробки в області пошуку екологічно чистих джерел енергії показали ще один позитивний аспект застосування пеллет. При їхньому спалюванні в газогенераторних установках відбувається утворення золи з високим змістом вуглецю при мінімальному рівні викидів С і СО» в атмосферу.

Це забезпечує зв'язування вільного вуглецю й знижує фактори розвитку парникового ефекту.

Одержання теплової енергії з відходів деревини й соломи є рентабельним для України навіть при використанні імпортованих котлів. Найбільш рентабельним є виробництво технологічної пари при великому періоді завантаження установки.

***Впровадження систем виробництва та переробки біогазу і свалочного газу.*** Під час впровадження таких систем необхідно враховувати потенційної можливості продажу одиниць зниження викидів CO<sub>2</sub> й парникових газів, що було досягнуто при виконанні біоенергетичних проектів. Є реальна можливість продажу зазначеного зниження викидів парникових газів, наприклад, у рамках програми Egu-рт, фінансованої Міністерством Економіки Нідерландів. При обліку можливості такого продажу економічні показники біоенергетичних проектів істотно покращаться. Так, зниження емісії метану в атмосферу, досягнуте за рахунок реалізації описаного вище проекту по використанню свалочного газу на Луганському полігоні ТБО, становить близько 70 тис. т/рік CO<sub>2</sub>-еквівалента, тобто 280 тис. т CO<sub>2</sub>-еквівалента за 4 роки. При його продажі по 9 євро/т можна одержати приблизно 2520 тис. євро, що в кілька разів вище капітальних витрат на будівництво електростанції потужністю 2 Мвт, обладнаної українськими газовими двигунами.

В Україні існують бар'єри, що перешкоджають розвитку біоенергетики. Економічний бар'єр для розвитку біоенергетики в Україні складається у відсутності яких-небудь стимулів у вигляді субсидування, звільнення від податків і т.п. для розвитку й впровадження технологій виробництва енергії з біомаси. Навіть для найбільш рентабельних технологій (промислові котли, установки видобутку й використання свалочного газу) необхідні фінансові стимули виробникам і споживачам устаткування, особливо в початковий період розвитку й освоєння виробництва.

Законодавчий бар'єр пов'язаний з недостатньо проробленою державною політикою відносно спалювання біомаси, одержання біогазу й інших

біоенергетичних технологій. Як позитивний приклад можна привести прийняття закону «Про альтернативні види рідкого й газоподібного палива» (№ 1391-XIU від 14.01.2000), у відповідності, з яким фінансову підтримку повинні одержати проекти по використанню свалочного газу й біогазу, а також рідкого палива з біомаси. На жаль, відсутні закони, що стимулюють використання деревини й соломи як палива.

Екологічний бар'єр пов'язаний з існуючим сьогодні досить м'яким екологічним законодавством, що не дозволяє включати в економічний ефект від використання біоенергетичних технологій екологічну складову. Так, у розвинених країнах основним ефектом від будівництва біогазових установок вважається екологічний, а в Україні біогазові технології змушені конкурувати з іншими технологіями тільки за рахунок енергетичного ефекту й ефекту від виробництва якісних органічних добрив.

Організаційний бар'єр визначається відсутністю скоординованої політики в області розвитку біоенергетичних технологій в Україні й відсутністю державного органа, який би формував цю політику. До адміністративного бар'єру можна віднести труднощі, з якими зіштовхуються незалежні виробники електроенергії з біомаси при продажі електроенергії в мережу. У першу чергу це стосується установок по утилізації свалочного газу.

### **2.3.6 Системи накопичення енергії**

Такі системи, що дозволяють акумулювати енергію, коли вона в надлишку, або коли вона має низьку вартість і витратити накопичений запас, коли енергії не вистачає, або коли її вартість зростає, давно використовуються у великій енергетиці, де вони реалізовані у вигляді ГАЭС (гідроакумуючих електростанцій). Уночі, коли ГЕС робить більше енергії, чим відбирається споживачами, надлишок енергії витрачається на накачування води в додаткове

водоймище, що акумулює. Удень, коли споживання зростає, вода з водоймища, пускає в хід додаткові турбіни й забезпечує виробництво електроенергії.

Акумулювання енергії в зоні міської забудови сьогодні передбачає використання автомобільних акумуляторів і зовсім невеликих акумуляторів (наприклад, що використовуються в мобільних телефонах), що накопичують невелику кількість електроенергії. Це пов'язане з тим, що застосування принципів гідроакумуляції економічно доцільно тільки на дуже великих об'єктах. Специфіка Одеси дозволяє, при наявності надлишку енергії, накачувати морську воду в басейни, розташовані на висоті берегового обриву, а при її недостатці здійснювати спуск цієї води через турбіни. Однак наш регіон відноситься до енергонедостатніх і періоди надлишку електроенергії практично відсутні. З огляду на високу капіталоємність проектів по гідроакумулюванню енергії такі рішення поки що неперспективні за економічними показниками. Подібний проект можна було б реалізувати у випадку одержання недорогої енергії від вітру, сонця або морських хвиль.

Акумулювання електроенергії в хімічних акумуляторах стримується їхньою високою собівартістю, невеликим терміном служби й високими показниками саморозряду. У той же час поки недооцінені можливості накопичення теплової енергії. Це особливо ефективно для тих, хто має можливість одержувати вночі електроенергію по зниженому тарифу. Основною перешкодою поширення електронагрівальних приладів з теплоакumuлюючою здатністю є відносно висока вартість, а також недосконалість їх питомих масових й об'ємних параметрів. На ринку вже є теплоаккумулятор, що запасав близько 65 тис. КДж енергії, вагою 150 кг, а система електроопалення комплектується шафою керування вагою 85 кг. Питома ціна на прилад становить приблизно 30 центів за 1 Кдж. Уже розроблений і підготовлений до серійного виробництва теплоаккумулятор, у якому біля половини запасу енергії становить частка ентальпії фазового переходу сольової евтектики. Загальний обсяг запасу енергії становить 54 тис. Кдж. Питома ціна складе приблизно 15 центів за 1 Кдж. Розроблено програму зниження собівартості до рівня 10 центів

за 1 Кдж. Вартість самої сольовий евтектики становить приблизно 0,1 цента на 1 Кдж. У цей час у стадії розробки перебуває система сезонного накопичення енергії.

Широкомасштабне застосування теплоакумулювання сприяє енергозбереженню й поліпшенню роботи енергосистеми в цілому. Заряджаються теплоаккумулятори в періоди мінімумів споживання енергії, а в періоди максимумів навантаження на енергосистему вони її віддають і система в цей період енергії не споживає. Такий режим полегшує роботу генераторів і зменшує значення реактивних струмів, а значить і втрат у лініях електропередач. Для споживача теплоакумулювання вигідне у зв'язку з існуванням нічного тарифу на електроенергію, значно нижчого чим денний.

Акумулювання енергії істотно підвищує потенціал використання нетрадиційних джерел енергії, що характеризуються нерівномірністю її одержання. Сучасні технології пропонують альтернативу вже звичним електричним акумуляторам. Використання вітру як малопотужного джерела енергії імпонує порівняльною простотою створення вітросилової установки, але через мінливість вітрів споживач неминуче повинен мати доступ до інших джерел, (звичайно до державної енергосистеми). Постійні вітри дують на узбережжях морів й океанів. Місць із постійними інтенсивними вітрами й високою щільністю населення мало.

Варто відмітити, що ще у 2012 році в тих країнах, наприклад у США, де вітроресурсів досить багато, і де функціонують цілі вітропарки, частка вітроенергії в загальному обсязі вироблюваної енергії не перевищувала 3%, а вартість цієї енергії майже втричі перевищувала вартість енергії, вироблюваної тепловими станціями. У країнах, де ведеться масштабне будівництво вітропарков, воно підтримується урядами цих країн і має, в основному, екологічний контекст. Висока вартість вітрової електроенергії, значною мірою зв'язана із прагненням домогтися високої якості її параметрів (стабільність амплітуди, фази, частоти) для відповідності параметрам Енергетичних систем. Рішенням, що істотно знижує вимоги, і, відповідно, вартість могло б бути



акумуляції виробленої енергії. Але акумулювати електрику також дуже дорого. Для ілюстрації приведемо приклад того, у що обходиться буферне акумулювання електроенергії. У 2016 році частка вітрової енергії значно зросла, а її собівартість істотно впала, але доки що, не зважаючи на позитивні тенденції, просте порівняння економічних показників усе ще виходить на користь традиційних джерел генерації:

Припустимо, що потреба в енергії становить 1 КВт/год., тобто 24 КВт/год. в добу. Питома енергоємність кислотних або лужних акумуляторів становить 20-25 Вт/год. або 72-90 КДж на 1 кг ваги. З огляду на те, що акумулятор бажано розряджати приблизно до половини його ємності й припустивши, що протягом однієї доби стоїть безвітряна погода, одержимо акумуляторну батарею масою близько 2000 кг, при цьому вартість 1 Кдж складе приблизно 2,5 центи. Такий акумулятор буде коштувати порядку 3500\$. Якщо акумулятор прослужить п'ять років, то в складі ціни «вітрокиловат/год.» 8 центів буде становити вартість буферного акумулятора. Якщо ж штиль протриває ще одну добу, то вартість 1 Квт/год. подвоїться і т.д. Звідси зрозуміло, чому вітроелектричні установки не поширені.

Інноваційним рішенням є акумулювання тепла. Порівняємо отримані показники з аналогічними для теплоакумуляюючої установки. Питома енергоємність сольової евтектики при температурі 700о С перебуває на рівні 800 КДж/кг, тобто, на порядок більше, ніж в електрохімічного акумулятора. Питома вартість буферного теплоакумулятора буде перебувати на рівні 0,4 центи за 1 КДж, а вартість усього акумулятора складе приблизно 300\$. Термін служби - не менш 10 років. Таким чином, «внесок» теплоакумулятора у вартість 1 КВт/година складе 0,35 цента. При цьому застосування теплоакумулятора не вимагає забезпечення стабільної амплітуди, фази, частоти напруги на виході вітрогенератора, що знижує його вартість. Попит на автономні вітротеплові установки істотно зростає у випадку появи сезонних акумуляторів (зі строком зберігання тепла в кілька місяців і більше), однак поки що, конкретні рішення таких акумуляторів перебувають у стадії розробки.

Є й інша сторона питання. Добовий графік споживання електроенергії має сильні перепади. У періоди спаду споживання перевантаження потужностей, що генерують, несприятливо позначається на роботі електростанцій, знижується ККД генераторів й, отже, збільшується частка втрат. Все це добре відомо енергетикам, тому генеруючим і транспортуючим електроенергію організаціям вигідне рівномірне навантаження енергосистем. Оскільки в нічні години має місце спад енергоспоживання, енергетиками застосовується тарифна пільга, що стимулює споживання в цей час.

Основна частина енергії, споживаної населенням, витрачається на обігрів житлових приміщень, отже, у нічні години вигідно для обігріву застосовувати електричну енергію. При цьому джерело тепла повинно мати здатність за час дії пільгового тарифу виділяти тепло й одночасно запасати певна його кількість для того, щоб в інший час обігрівати приміщення не споживаючи енергії з мережі, тобто прилад повинен бути теплоакумуючим. Обсяг запасу енергії пропорційний еквівалентній питомій теплоємності середовища, у яке запасується енергія, масі і граничній температурі, до якої вона нагрівається. Питома теплоємність визначається хімічними параметрами речовини, і вибір таких речовин досить обмежений. Обмеження на величину застосовуваної температури накладають термічна стійкість застосовуваних матеріалів, а також міркування безпеки й дотримання санітарно-гігієнічних норм. Бажано домогтися високих питомих тепломасогабаритних характеристик приладу, але при використанні неживаних приміщень підвалів будинків можна застосовувати дешеві рішення з більшими габаритами й масою.

Використання теплового акумулятора дозволяє не оплачувати втрати теплової енергії на теплотрасах. За даними Комісії Одеського муніципалітету з енергоефективності, втрати на теплотрасі «Лузановка» перевищують 50% від загального обсягу споживання. Розрахунок всіх складових економії з використанням теплових акумуляторів показує, що опалення приміщень може обходитися в 4-6 разів дешевше.

Ще два напрямки акумуляції енергії, які стають перспективнішими саме зараз у зв'язку із прогресом технологій це накопичення за рахунок фазових переходів у жидкостях та газах і використання надлишків енергії для отримання з води водню. Водень пізніше використовується або для екологічно чистої генерації електроенергії, або безпосередньо у двигуні автомобілів на водородному паливі.

***Теплоакумуляція в системах електроопалення.*** Теплоакумуляцію можна здійснювати різними способами. Тут під теплоакумулятором розуміється пристрій, у якому запасастся тепла енергія, що потім витрачається по обраній програмі. Широкомасштабне застосування теплоаккумуляції сприяє енергозбереженню й поліпшенню роботи енергосистеми в цілому. Енергетикам це добре відомо. Заряджаються теплоакумулятори в періоди мінімумів споживання енергії, а в періоди максимумів навантажень на енергосистему вони енергії не споживають. Такий режим полегшує роботу генераторів і зменшує значення реактивних струмів, а значить і втрат у лініях електропередач. Для споживача теплоаккумуляції вигідно у зв'язку з існуванням нічного тарифу на електроенергію, значно більш низького у порівнянні з денним. Звичайно, вже при існуючій системі можна домогтися деяких успіхів в енергозбереженні.

Основною перешкодою поширення електронагрівальних приладів з теплоаккумуляційною здатністю є відносно висока вартість (порядку 10 центів за 1 КДж), а також їхня недосконалість у відношенні питомих масових й об'ємних параметрів. Так, теплоакумулятор, зроблений у Нижньому Тагілі, запасаст близько 65 тис. Кдж енергії, важить 150 кг, а система електроопалення комплектується шафою керування вагою 85 кг. Питома ціна на прилад, за нашими відомостями, становить приблизно 30 центів за 1 Кдж.

Але зараз вже розроблений і підготовлений до серійного виробництва теплоакумулятор, у якому біля половини запасу енергії, становить частка ентальпії фазового переходу сольової евтектики. Загальний обсяг запасу енергії, становить 54 тис. Кдж. Вага «грубки» становить 94 кг, шафа керування

не потрібна. Питома ціна складе приблизно 15 центів за 1 КДж. Розроблено програму зниження собівартості до рівня 10 центів за 1 КДж. Вартість самої сольовий евтектики становить приблизно 0,1 цента на 1 КДж. У цей час у стадії розробки перебуває питання сезонного нагромадження енергії.

*Сезонний теплоаккумулятор і вітросилова установка.* Використання вітру як малопотужного джерела енергії подобається порівняльною простотою створення вітросилової установки. Насправді, простота має місце тоді, коли разом з вітроенергією споживач має доступ до інших джерел, головним чином до державної енергосистеми. Постійні вітри дують на узбережжях морів й океанів. При цьому величезна кількість житлових приміщень обігрівается грубним опаленням, а там, де є газ - ОГВ (газовий котел). Варто відмітити, що в тих країнах, наприклад у США, де вітроресурсів досить багато, та функціонують цілі вітропарки, частка вітроенергії в загальному обсязі вироблюваної енергії не перевищує 3%, вартість цієї енергії майже втричі перевищує вартість енергії, вироблюваної тепловими станціями. У країнах, де ведеться масштабне будівництво вітропарків, воно підтримується урядами цих країн і має, в основному, екологічний контекст. Висока вартість вітроенергії, значною мірою зв'язана із прагненням домогтися високої якості енергетичних параметрів (стабільність амплітуди, фази, частоти) відповідності параметрам Енергетичних систем. Для ілюстрації приведемо приклад того, у що обходиться буферне акумулювання енергії.

Нехай потреба в енергії становить 1 КВт/годину, тобто 24 КВт/годин в добу. Питома енергоемність рядових кислотних або лужних акумуляторів становить 20-25 Вт/годину або 72-90 КДж на 1 кг ваги. З огляду на, що акумулятор бажано розряджати приблизно до половини його ємності й припустивши, що протягом однієї доби може статися безвітряна погода, одержимо акумуляторну батарею масою близько 2000 кг, при цьому вартість 1 КДж складе приблизно 2,5 центи. Такий акумулятор буде коштувати порядку 3500\$. Якщо акумулятор прослужить п'ять років, то в складі ціни «вітрокиловатт/години» 8 центів буде становити вартість буферного

акумулятора. Якщо ж штиль протриває ще на одну добу, то вартість 1 Квт/година подвоїться й т.д. Звідси зрозуміло, чому вітроелектричні установки не дуже поширені. Зрівняємо перераховані показники з аналогічними для теплоакумуючої установки. Питома енергоємність сольової евтектики при температурі 700°C перебуває на рівні 800 Кдж/кг, тобто, на порядок більше, ніж в електрохімічного акумулятора.

Вартість буферного теплоакумулятора буде перебувати на рівні 0,4 центи за 1 Кдж, а вартість усього акумулятора складе приблизно 300\$. Термін служби - не менш 10 років. Таким чином, «внесок» теплоакумулятора у вартість 1 Квт/година складе 0,35 цента. Нарешті, застосування теплоакумулятора не вимагає забезпечення стабільні амплітуди, фази, частоти напруги на виході вітрогенератора, що також знижує його вартість.

Попит на автономні вітротеплові установки істотно зросте у випадку застосування сезонних акумуляторів. Шляхи створення таких акумуляторів відомі, конкретні рішення перебувають у стадії розробки.

***Теплоакумуючий електронагрівальний прилад.*** Відомо, що втрати в енергосистемах мають тенденцію рік у рік рости. Так, по відкритим довідковим даним втрати в середньому на рік склали 9,5%, з них 65% втрат – це втрати в сітях. У свою чергу, левина частка цих втрат доводиться на реактивні струми в лініях електропередач, що пов'язане з розвантаженням потужностей, що генерують.

Розгрузка потужностей, що генерують, несприятливо позначається й на роботі електростанцій, знижується ККД генераторів й, отже, збільшується частка втрат. Все це добре відомо енергетикам і тому генеруючим і транспортуючим електроенергію організаціям вигідне рівномірне навантаження енергосистем. Оскільки в нічні години має місце спад енергоспоживання, енергетиками застосовується тарифна пільга, що стимулює споживання в ці години. Якщо прийняти теплотворну здатність мазуту рівної 11000 Ккал/кг, ККД котлів рівним 85% і зневажити втратами на теплотрасах, то вартість мазуту, необхідна для виробництва 1 КВт/година енергії складе 81 коп.,

вартість мазуту, вартість природного газу – 18 коп., вугілля (антрацит) – 16 коп. При цьому електроенергію ми одержуємо в готовому виді, а перераховані вище енергоносії необхідно ще перетворити в тепло й доставити споживачеві. Сюди ж додадуться експлуатаційні витрати, що значно перевищують витрати на обслуговування електроопалення.

Відмітимо, що основна частина енергії, споживаної населенням, витрачається на обігрів житлових приміщень, отже, у нічні години вигідно для обігріву застосовувати електричну енергію. При цьому джерело тепла повинно мати здатність за час дії пільгового тарифу виділяти тепло й одночасно запасати певну кількість тепла для того, щоб в інші години обігрівати приміщення не споживаючи енергії з мережі, тобто прилад повинен бути теплоакумуючим.

Відносна дешевина енергії не звільняє розроблювачів систем опалення від рішення завдань енергозбереження. Одним з головних достоїнств електроенергії є гарна керованість її споживанням, і саме керування енергією дозволяє домогтися найбільшої економії. Звідси треба, щоб витрати тепла, запасеного теплоакумуючим приладом були керованими.

Обсяг запасу енергії, пропорційний еквівалентної питомої теплоємності середовища, у якій запасається енергія, масі цього середовища й граничній температурі, до якої вона нагрівається. Питома теплоємність визначається хімічними параметрами речовини, і вибір таких речовин досить обмежений. Обмеження на величину застосовуваної температури накладають термічна стійкість застосовуваних матеріалів, а також міркування безпеки й дотримання санітарно-гігієнічних норм. Збільшення маси приладу створює ряд незручностей при транспортуванні й монтажі й неминуче веде до збільшення габаритів приладу. Інакше кажучи, необхідно домогтися високих питомих тепломасогабаритних характеристик приладу.

Задоволення всім перерахованим вище вимогам істотно впливає на вартість приладу. Розроблювачеві необхідно в такий спосіб оптимізувати підбір матеріалів, технологій і конструкторських рішень, щоб без шкоди для

надійності, довговічності, ергономічності й естетичності приладу не переступити планку розумної ціни. Розумна ціна визначається реальною собівартістю приладу, строком його окупності, терміном служби, кон'юнктурою ринку. І, нарешті, розроблювачеві необхідно передбачити порядок утилізації приладу, що відробив свій строк.

## **2.4 Перспективи впровадження альтернативної енергетики**

Перспективи розвитку альтернативної енергетики у формі сонячних станцій (СЕС) та вітрових станцій (ВЕС) виглядають наступним чином. Обсяг ринку сонячної енергетики з 2008 до 2018 р. збільшився більш ніж в 2,5 рази. Державна підтримка поновлюваної енергетики й біопалива ще в 2009 році склала \$57 млрд у світі. З 2000 року щорічна динаміка приросту потужностей сонячних модулів становить 37%. Більшість компаній-виробників сонячних модулів розташовані в Азії (Китай, Тайвань, Японія). У 2013 р. ринок фотовольтаїки досяг 22 ГВт.

Загальне світове споживання енергії в 2007 р. склало 495 квадрильйонів б.т.о. (британських теплових одиниць,). За період з 1990 по 2007 світове споживання електроенергії збільшилося на 40%. Згідно із прогнозами Інформаційного енергетичного агентства, у період з 2007 р. по 2035 р. ріст енергоспоживання збільшиться ще наполовину до 739 БТЕ.

Основними споживачами електроенергії є США, Китай, Росія й Індія. На частку США у світовій енергетиці доводиться п'ята частина від загального енергоспоживання - 21%, частка Китаю - 16%, Росії - 6%, Індії - 5%. Прогнозується, що в майбутньому состав лідерів істотно не зміниться.

Тенденцію до розвитку альтернативних джерел енергії формують міжнародні угоди й акти; так серед основних цілей розвитку тисячоріччя ООН - забезпечення екологічної стійкості. Завдання: включити принципи екологічно раціонального розвитку в національні стратегії й програми, звернути назад

процес втрати природних ресурсів. Шляхи рішення завдань по запобіганню зміни клімату:

- Зниження викидів С2
- Збереження екології, лісових масивів,
- Підвищення енергоефективності

За даними аналітиків AS MARKETING, обсяг ринку основних технологій альтернативної енергетики в 2018 році, у порівнянні з 2008 р. збільшився майже в 3 рази (при цьому ріст склав 64%). Ріст ринку сонячної енергетики склав 63%, вітровий - 63%, біопалива - 67%.

На ринку альтернативної енергетики домінують компанії зі США, Європи, Китаю і Японії більшої частина через те, що уряди цих країн надали серйозну підтримку індустрії. Таким чином, майбутнє поновлюваної енергетики цілком залежить від сильної державної підтримки - це пільгові тарифи, податкові пільги, квоти на частки ринку.

По оцінках ЕІА, державна підтримка поновлюваної енергетики й біопалива в 2009 році у світі в сумі склала \$57 млрд., з яких \$37 млрд. пішли на розробки. До 2035 року сумарна підтримка виросте до \$205 млрд. (у цінах 2009 р.) або 0,17% світового ВВП, з них 63% - на поновлювану енергетику й 37% - на біопаливо.

Урядова підтримка в розвиток поновлюваної енергетики може бути виправдана економічними вигодами в довгостроковому періоді, енергетичною безпекою й екологічними вигодами, що можуть принести поновлювані джерела енергії (ПДЕ), при цьому акцент повинен бути зроблений на економічній ефективності механізмів підтримки.

Світова фінансова криза не позначилася на підтримці галузі. По даним DeutscheBankGroup, за період з липня 2008 р. по лютий 2009 р. в усім світі було прийнято близько 250 законодавчих актів і приписань, присвячених глобальній проблемі зміни клімату. Обсяг державного фінансування за аналогічний період склав \$200 млрд.



Стрімке погіршення загальної екологічної ситуації у світі (процес глобального потепління, обумовлений ростом концентрації в атмосфері діоксида вуглецю внаслідок спалювання викопного палива) ставить під сумнів можливість існування традиційної енергетики, включаючи ядерну. Це відбито в Киотском Протоколі, прийнятому в грудні 1997 року комісією із клімату ООН (55 країн). Розвиток теми відбувся при розробленні Паризької угоди.

До основних заходів щодо пом'якшення глобального потепління відносять підвищення ефективності виробництва й використання енергії, широке практичне використання поновлюваних джерел енергії, утилізація побутових і промислових відходів (викиди метану), поширення сучасних сільськогосподарських і лісівницьких технологій. Проблема глобального потепління стає визначальною в перспективному плануванні й розвитку традиційної енергетики й, як наслідок, в усіх без винятку енергоспоживаючих галузях промисловості й сільського господарства, змінюючи й визначаючи всю ідеологію життєзабезпечення людства у новому сторіччі. Для України ця ситуація погіршується дефіцитом власних енергоносіїв. Центр ваги в розвитку енергетики буде визначатися використанням енергоефективних технологій та інтенсивним розвитком альтернативної енергетики (сонячної, вітрової, геотермальної й ін.).

Проведений аналіз показує, що для південного регіону України пріоритетним повинен й може стати інтенсивний розвиток сонячної енергетики. Це визначається, головним чином, географічним положенням. Так, у літню пору, значення інтенсивності сонячної радіації в регіоні доходить до 800 - 850 Вт/м<sup>2</sup>, а відносна тривалість сонячного сяйва в період квітень - жовтень становить 65 - 70 %). Приморський регіон має у своєму розпорядженні високий потенціал сонячної енергії - 2100 мГДж/м<sup>2</sup>, а в Автономній Республіці Крим - більше 2200 мГДж/м<sup>2</sup>. Частка можливого використання цієї енергії сонячними електростанціями 60-70% (усереднений виробіток електроенергії 350 Вт. ч/ м<sup>2</sup>) .

ЕС вимагають ще більшої кількості дефіцитних земельних площ, чим вітрові електростанції (ВЕС), що лімітує розвиток даного напрямку

енергозабезпечення. Можливе розміщення локальних сонячних установок на дахах приміщень. Однак, акумуляція великої кількості сонячної енергії чревата підвищенням температури повітряного середовища, що оточує установку, що може привести до підвищення приземного фонового забруднення в результаті ослаблення турбулентного обміну. Можна розраховувати одержати 2,5 - 3,0 кВт теплоти (звичайні сонячні колектори) або 0,5 - 0,6 кВт електрики (фотоенергетика) з 1 кв.м. поверхні, що сприймає енергію сонця. На цій основі, забезпечуючи економію традиційних органічних енергоносіїв і високу екологічну чистоту технічних рішень, можна й треба розвивати сонячну енергетику регіону по напрямках: системи сонячного гарячого водопостачання (геліосистеми); комбіновані системи тепlopостачання (опалення й гаряче водопостачання) з використанням геліосистем, теплонасосних установок і сезонних теплоакумуляторів; фотоенергетичні перетворювачі сонячної енергії в електричну.

Основою масштабного розвитку сонячної енергетики Одеської області й усього південного регіону України може служити багаторічний досвід НПФ «Нові Технології» в області розробки, виробництва й експлуатації геліосистем в Одеській області й ряді міст Криму, що успішно експлуатуються починаючи з 1993 року. Були виконані нові розробки, - комбіновані автономні системи теплоенергопостачання, нове покоління сонячних холодильних і кондиціонуючих систем. Особливий інтерес представляє розвиток фотоенергетики (пряме перетворення сонячної енергії в електричну). Це напрямок надзвичайної практичної важливості, про що свідчить як стрімкий його розвиток у Європі, так і розуміння реальної ситуації в нашій країні. Практично у всіх країнах західної Європи сьогодні вже працюють фотоенергетичні установки, які повністю й автономно забезпечують всі потреби, невеликих готелів, пансіонатів, котеджів електроенергією. Для держави з ефективною економікою досягнення цільових показників Кіотського Протоколу виявляється досить дорогим заходом, пов'язаним з високими витратами. Воно може здобувати квоти на викиди (частина встановлених

кількостей викидів) в іншого держави-учасника КП, якому таке зниження обійдеться значно дешевше. Це, як правило, держави з перехідною економікою (ДПЕ), де існує величезний потенціал ефективного зниження викидів парникових газів - у системах централізованого теплопостачання, у промисловості й житловому секторі. Міжнародний попит на квоти, імовірно, значно перевищить пропозицію.

Вітчизняні виробники пропонують проекти на основі міжнародної кооперації по розвитку альтернативної енергетики:

- сонячні теплові системи (геліосистеми із плоскими сонячними колекторами для гарячого водопостачання)

- фотоенергетичні станції (пряме перетворення сонячної енергії в електричну) модульного типу;

- геліосистеми зі СК на основі полікарбонатних плит - дешевим, надійним й «масовим» сонячним колектором з полімеру з «тривалим життям на сонце»;

- комбіновані системи автономного теплопостачання (гарячого водопостачання ГВп й опалення) з використанням геліосистем і теплонасосних установок (ТНУ) [8];

- теплонасосна техніка в конкретних практичних застосуваннях для теплохладопостачання житлових і виробничих об'єктів, зокрема для підприємств морегосподарського комплексу - портових об'єктів (тут існує можливість широкого використання в якості невичерпного цілорічного джерела низькопотенційного тепла для ТНУ морської води);

- сонячні холодильні й кондиціонуючі системи (технології, що замінюють використання фреонів)

- комбіновані вітродизельгенераторні станції для портів;

- геотермальна енергетика на основі модульних комплексів з одночасним виробітком електроенергії й прісної води,

Приморський регіон має у своєму розпорядженні широкі можливості рішення проблеми енергозабезпечення за рахунок використання нетрадиційних енергоджерел, які можна систематизувати по наступних групах:

- органічні вичерпні енергоресурси морських надр - газовий конденсат, нафта, природний газ;
- практично невичерпні поновлювані енергоресурси моря - енергія хвиль, різниці температур між поверхневими й глибинними шарами моря;
- поновлювані енергоресурси навколишнього природного середовища - енергія вітру, сонця;
- "непридатні", вторинні енергоресурси, не використовувані в енерготехнологічних циклах промислових виробництв.

При цьому в перспективних планах розвитку нетрадиційної енергетики, не занадто екологічно обґрунтовано робиться ставка переважно на розвиток вітроенергетики. Істотно недооцінюються економіко-екологічні переваги інших видів нетрадиційних енергоресурсів. У цьому зв'язку варто більш докладно зупинитися на даному питанні. Економіко-екологічні показники нетрадиційної енергетики в зіставленні із традиційними електростанціями (у відносних одиницях) наведені в Таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Економіко-екологічні показники нетрадиційної енергетики в зіставленні із традиційними електростанціями (у відносних одиницях)

Електростанції	Собівартість	Капітальні вкладення	Ступінь екологічного впливу
Теплові й атомні	1,0	1,0	7,5
Гідравлічні	2,0	1,0	7,0
Теплонасосні	2,0	1,5	1,5
Приливні	2,6	1,7	3,0
Солеградієнтні	2,8	3,0	2,0
Вітрові	3,0	1,8	3,5
Хвильові	1,0	2,0	1,0

Сучасна нетрадиційна енергетика України на жаль представлена переважно вітровими й сонячними електростанціями, частка яких у виробітку електроенергії становить менш 1%. Єдина в країні морська теплонасосна станція (МТНС) у м. Ялті (пансіонат "Дружба") має потужність 2,1 МВт.

Наприкінці 80-х років був розроблений проект будівництва МТНС у м. Судаку потужністю 10,5 МВт.

Обсяг видобутку природного газу з морських надр становить лише 0,6% від обсягу видобутку цього виду палива.

Очікувані результати впровадження СЕС та ВЕС за період 2016-2020 років наведені у таблицях 2.4 та 2.5. Відповідно до української практики реальні витрати умовного палива на виробництво електроенергії ТЕС прийнято на рівні  $1\text{кВт}\cdot\text{г} = 0,36\text{ кг у.п.}$  Звідси розраховано заощадження природного газу та скорочення викидів двоокису вуглецю, вважаючи, що сонячна енергетика як безпаливна технологія використовується для заміщення використання викопного палива.

Таблиця 2.4 - Оцінка обсягу електрогенерації СЕС на 2016-2020 роки

Очікувані результати роботи ФЕС	Всього	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Потужність, МВт	2300	1250	1450	1700	2000	2300
Річний приріст потужності, МВт	1300	250	200	250	300	300
Виробництво електроенергії, ГВт.год	9130	1310	1520	1780	2100	2420
т.ж. в нафтовому еквіваленті*, тис. т н.е	786	113	131	153	181	208
Заощадження умовного палива**, тис. т у.п.	3287	472	547	641	756	871
Скорочення споживання природного газу, млн. м <sup>3</sup>	2835	407	472	553	652	751
Запобігання викидів CO <sub>2</sub> , тис. т	5916	849	985	1153	1361	1568
Задіяно робочих місць, тис. осіб	3,46	1,88	2,18	2,56	3,01	3,46

За правилами Енергетичного Співтовариства у розрахунках прийнято наступні співвідношення:  $1\text{ ГВт}\cdot\text{г} = 86\text{ т н.е.}$ ;  $1\text{ м}^3\text{ природного газу} = 1,16\text{ кг у.п.}$ ;  $1\text{ т н.е.} = 1,43\text{ т у.п.}$ ; кількість двоокису вуглецю з урахуванням еквіваленту газової ТЕС:  $1\text{ т у.п.} = 1,8\text{ т CO}_2$ .

**Рівень зайнятості у вітроенергетиці**, відповідно до світового досвіду, залежить головним чином від розташування виробництва обладнання, яке охоплює близько 70% задіяних робочих місць, решта – будівництво та

експлуатація. В розрахунках прийнято, що вітчизняне виробництво стосується окремих елементів конструкції (вежі, рами, тощо) і становить близько 30% трудовитрат на виготовлення обладнання. Таким чином, з середньосвітового рівня зайнятості 8-9 чол./МВт в Україні залучається орієнтовно 5 робочих місць на 1 МВт встановленої потужності ВЕС, в т.ч. 4 – виробництво та встановлення ВЕУ, 1 – експлуатація.

Таблиця 2.5 - Оцінка електрогенерації ВЕС на 2016-2020 роки

Очікувані результати роботи ВЕС	Всього	Р о к и				
		2016	2017	2018	2019	2020
Потужність, МВт	2280	1350	1650	1900	2100	2280
Річний приріст потужності, МВт	1280	350	300	250	200	180
Виробництво електроенергії, ГВт-год	23570	3240	4125	4845	5460	5900
т.ж. в нафтовому еквіваленті*, тис. т н.е	2025	280	355	415	470	505
Заощадження умовного палива**, тис. т у.п.	8480	1165	1485	1745	1965	2120
Скорочення споживання природного газу, млн. м <sup>3</sup>	7315	1005	1280	1500	1700	1830
Запобігання викидів CO <sub>2</sub> , тис. т	15270	2100	2670	3140	3540	3820
Задіяно робочих місць***, тис. осіб	3,0	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0

**Економічні показники.** Основним фактором, який впливає на економічні показники виробництва теплової та електричної енергії з використанням енергії сонця та вітру, є вартість основного обладнання енергетичних систем. При визначенні прогнозних питомих капіталовкладень враховувались вартості основного обладнання як вітчизняних виробників продукції для сонячної енергетики – таких, як ВАТ „Квазар” м. Київ (фотоенергетика), ПКК “СІНТЕК” м. Запоріжжя (виробник теплових колекторів), так і європейських асоціацій: European PV Platform (фотоенергетика), European Solar Thermal Technology (теплоенергетика) та провідних країн світу в цих галузях (США, Японія, Китай та інших). Середні показники питомої вартості капіталовкладень наведених вище виробників відповідають даним зі звіту Міжнародного агентства з відновлюваної енергетики (REN 21). В галузі фотоенергетики питомі вартісні показники ФЕС

в світі та в Україні (в залежності від обраного основного обладнання) становлять в середньому 1,2 - 1,5 тис. дол. США/кВт встановленої потужності. Рівень питомих капіталовкладень та загальна потреба в інвестиціях на спорудження ФЕС наведено в таблицях 5а, 6а. Кількісні прогностичні показники створення додаткових робочих місць складають близько 3,46 тис. осіб.

Екологічні показники. Сонячна електроенергетика при експлуатації не має значного негативного впливу на навколишнє середовище, а тому може мати дуже незначні обмеження при її впровадженні. Прогнозовані обсяги зменшення викидів діоксиду вуглецю у 2020 році при освоєнні сонячної енергії, становитимуть близько 5 619 тис. тон.

Для оцінки вітро- і геліоенергопотенціалу міста Одеса необхідно мати набір таких кліматичних показників, на основі якого формуються вітровий і сонячний кадастри. Як показники такого кадастру для оцінки запасів сонячної енергії використовуються:

- величини можливих сум надходження прямої та сумарної сонячної радіації;
- число годин сонячного сьйва (тривалість сонячного сьйва);
- середні показники хмарності;
- число ясних і хмарних днів;
- тривалість дня;
- функція пропущення короткохвильової радіації;
- коефіцієнт прозорості атмосфери;
- максимальний добовий прихід сонячної радіації.

У світлі сучасних вимог з боку вітроенергетики всю використовувану для неї кліматичну інформацію можна розділити на три основні частини. До першої частини ставляться кліматичні характеристики, які використовуються при оцінці вітроенергетичного потенціалу:

- середні багаторічні швидкості вітру в цілому за рік і по місяцях;
- дані об добовий хід швидкості вітри в різні сезони;

- розподілу повторюваності швидкості вітру по градаціях у різні сезони;
- вертикальні профілю середньої швидкості вітру,
- тривалість періодів стійкої швидкості вітру, більшої від заданих рівнів.

Другу частину становлять дані, необхідні для вибору оптимальних режимів роботи ВЕУ:

- безперервна тривалість швидкості вітру вище заданої межі, починаючи з якого відбувається утилізація вироблюваної електроенергії.
- "енергетичний затишок" (швидкості нижче певного рівня), коли виробіток енергії неможливий. Цей рівень визначається технічними особливостями ВЕУ.

До третьої частини кліматичних характеристик ставиться інформація, необхідна для конструювання ВЕУ, розрахунків елементів конструкцій на міцність і стійкість. Основними характеристиками є:

- максимальна швидкість і максимальний порив вітру;
- інтегральна повторюваність швидкостей вітру вище певної межі; повторюваність діапазону небезпечних для високих суцільних споруджень швидкостей вітру;
- оцінка шкідливого впливу вітрових і гололедно-ізморозових навантажень на вітродвигуни;
- коефіцієнт поривчастості вітру й інтенсивність турбулентності повітряного потоку;
- прискорення вітру в пориві.



## 2.4.1 Сонячна енергетика

Одним з напрямків альтернативної енергетики є сонячна енергетика. Сонячна енергетика – галузь, пов'язана з одержанням електричної й теплової енергії із сонячного випромінювання. Сонячна енергетика ділиться на дві великих частини – фотовольтаїка (рисунок 2.16.) - тобто безпосереднє одержання електрики від сонячного світла (ККД промислових зразків близько 20%) і сонячні термоелементи (ККД промислових систем близько 70%) приклад наведено на рисунку 2.17.



Рисунок 2.16 - Застосування сонячних панелей із акумуляторами для освітлення доріг у нічний час.



Рисунок 2.17 - Приклад установки сонячної системи нагрівання води (сонячних колекторів)

У 2013 р. ринок фотовольтаїки досяг 22 ГВт, при цьому середньорічні темпи росту в 2008-2013 р. склали 32%. Обсяг ринку в 2013 р. склав 12 ГВт.

Найбільшу частку світового ринку фотоенергетики становить ринок Європи - близько 70% всіх установлених потужностей (майже 16 ГВт на кінець 2009 р.). По оцінках EPIA, зараз у Європі понад 3 мільйонів домоволодінь одержують електрику від сонячних модулів. До кінця 2009 р. загальний обсяг установлених сонячних потужностей у Європі досяг 16 ГВт, а всього у світі - майже до 23 ГВт.

З 2000 року щорічна динаміка приросту потужностей сонячних модулів становить 37%, при цьому в період, з 2006 по 2009 р. цей показник виріс більш ніж у три рази (рис. 2.18).

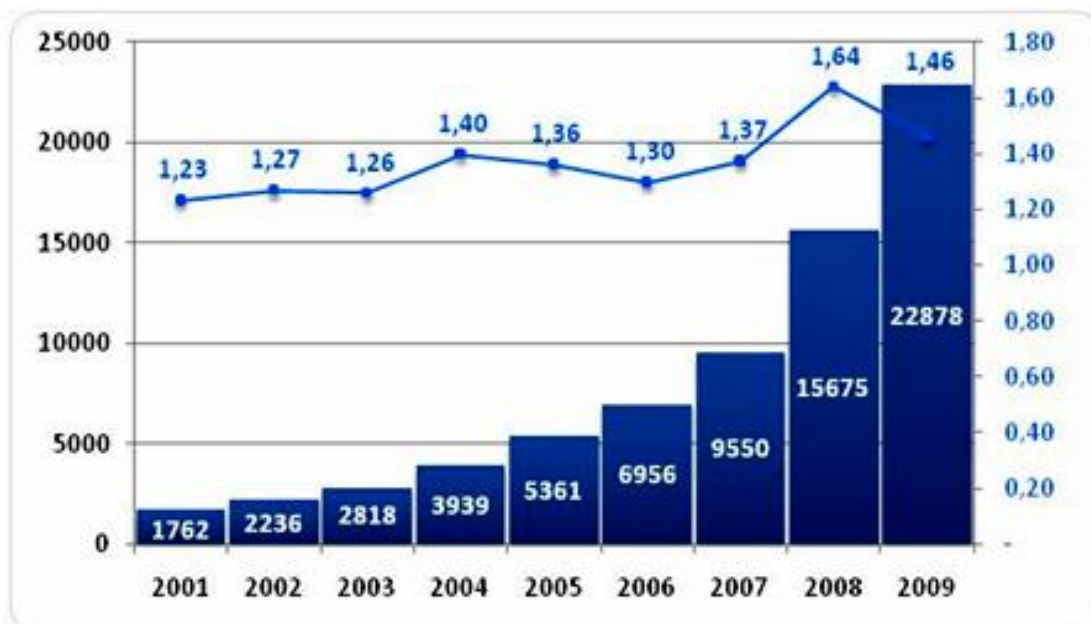


Рисунок 2.18 - Динаміка сумарних установлених потужностей сонячних модулів по регіонах світу, 2008-2009 р., MW

**Сонячні електростанції.** Майже вся енергія, що одержує Земля з космосу, доводиться на сонячну радіацію. Україна займає площу понад 600 тис. км<sup>2</sup>. Якщо припустити, що середня тривалість сонячного випромінювання - 2000 годин у рік, а середня щільність потоку радіації - 0,78 кВт/м<sup>2</sup> у годину, тоді загальна кількість енергії за рік буде досягати 900 трлн. кВт/рік або 3400 тис. ПДж, що в 300 разів більше загального споживання Україною первинної

енергії (10 тис. ПДж). Якщо врахувати, що лише дві третини енергії сонячного випромінювання використовується на виході сонячного колектора, то досить було б укрити лише 0,5% поверхні України сонячними колекторами, щоб одержати всю необхідну первинну енергію.

Сонячна енергія найбільш ефективно може бути перетворена в теплову. Відомо, що споживання тепла становить дві третини загального споживання енергії, і лише 0,3% всієї території країни досить для забезпечення теплом населення й народного господарства України. Ця частина рівняється 1800 км<sup>2</sup>, тобто на кожного жителя буде доводитися по 35 м<sup>2</sup> площі сонячних колекторів. Необхідну площу можна набрати, використовуючи дахи й стіни житлових, промислових і підсобних будинків. Для такого використання сонячної енергії необхідна розробка міжсезонних акумуляторів тепла. Згідно наявних даних, в 2010 р. у країнах ЄС було вироблено за рахунок сонячної радіації 11,3 ТВт/рік електроенергії (у п'ять разів більше, ніж в 1992 р.)

Перетворення енергії сонячного випромінювання в корисну енергію здійснюється також фотоелектричними батареями. Оскільки вони мають на порядок більшу вартість, чим сонячні колектори, фотоелектричні батареї ще недавно мали визнане значення винятково для спеціального приладобудування. Проте, цей напрямок постійно розвивається й тут відбулася суттєва зміна ситуації.

Перетворення теплової енергії сонячного випромінювання в електричну в промислових масштабах здійснюється сонячними електричними станціями (СЕС), у яких сонячні промені від дзеркал, розташованих на землі, концентруються в прозорому котлі, розташованому над дзеркалами, пара з котла направляється в турбогенератор. У Криму створена електростанція такого типу (СЕС-5) потужністю 5 Мвт. 1600 плоских дзеркал концентрують сонячну енергію на центральний приймач — парогенератор, виконаний у вигляді відкритого циліндра, встановленого на висоті 89 м. Площа кожного дзеркала — 25,5 м<sup>2</sup>, коефіцієнт відбиття його—0,71.

В Україні було споруджено до 2010 року 10 СЕС загальною потужністю майже 250 МВт (табл. 2.6). Сонячні колектори значно економічніші фотоелектричних батарей. Вартість системи тепlopостачання на базі сонячних колекторів становить порядку \$500 за 1 м<sup>2</sup> питома вартість самого колектора становить \$200 за кВт, а строк окупності — не більше 2 років (дані АТ "Пластмаш"). Оскільки сонячні колектори можуть значно скоротити дефіцит енергоносіїв, а також, з огляду на технологічні можливості виробництва, відбувається їх значний розвиток в Україні (табл. 2.7).

Таблиця 2.6 - Розвиток СЕС в Україні у першому десятилітті 21 віку

Показники	Роки		
	2000	2005	2010
Загальна потужність	25	125	250
Виробництво ел. енергії млрд. Квт./рік	0,05	0,25	0,5
Заощадження енергоносителей млн. т.у.т.	0,018	0,09	0,18
Додаткові кап. вкладення	90,5	350	450

Таблиця 2.7 - Розвиток систем на базі сонячних колекторів.

ПОКАЗНИКИ	РОКИ		
	2000	2005	2010
<b>Загальна потужність</b>	75	375	750
Виробництво теплової енергії млн. Гкал.	0,129	0,645	1,29
Заощадження первинної енергії млн. т.у.п.	0,022	0,11	0,22
Додаткові кап. вкладення млн. діл.	15	60	60

Враховуючи кліматичні особливості території України та наявності потужних підприємств (у т. ч. виробників напівпровідникових матеріалів, а також мікроелектронних та електротехнічних пристроїв, що дає можливість отримувати додатковий прибуток при виробництві електроенергії з використанням фотоелектричних технологій), перетворення сонячної енергії на виробництво електроенергії з використанням фотоелектричних пристроїв, є одним із найперспективніших напрямів розвитку відновлювальної енергетики України. Фотоелектричне обладнання може ефективно експлуатуватися протягом усього року, проте найбільш ефективно – протягом семи місяців на

рік (з квітня по жовтень) в південних регіонах та п'яти місяців на рік – у північних (з травня по вересень).

Станом на 1 січня 2016 року в Україні, за «зеленим» тарифом на виробництво електричної енергії, працювали 112 об'єктів сонячної енергетики, встановленою потужністю майже 838,83 МВт. У 2015 році вироблено понад 475,1 млн. кВт\*год електроенергії.

Загальна потужність сонячних установок приватних домогосподарств, що працюють за «зеленим» тарифом, станом на 1 січня 2016 року становило 2,6 МВт, та було вироблено 410 268 кВт\*год електричної енергії, що в 11 разів більше порівняно з 2014 роком, завдяки зокрема, використанню «зеленого» тарифу для приватних домогосподарств, які виробляють електричну енергію з використанням альтернативних джерел енергії. Постачання електроенергії сонячними електростанціями, які знаходяться на тимчасово окупованій території АР Крим, до ОЕС України припинено з квітня 2014 року. На території автономії залишилось 23 фотоелектростанції сумарною потужністю 407 МВт. Загальний потенціал сонячної енергії в Україні показано на рисунку 2.19.

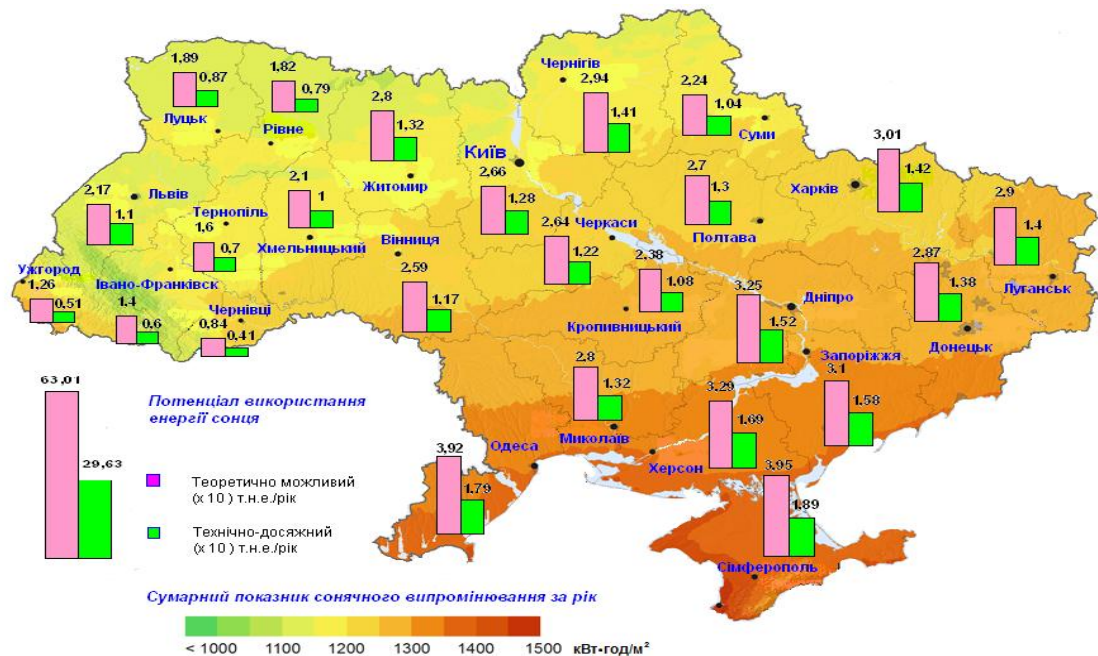


Рисунок 2.19 - Потенціал енергії сонця на території України

Значення потенціалу та технічно-досяжного потенціалу сонячної енергії регіону наведено у таблиці 2.8. Технічно-досяжний потенціал – це середня багаторічна сумарна енергія, що може бути отримана в регіоні від сонячного випромінювання та перетворена в корисну енергію при сучасному рівні розвитку науки і техніки та при дотриманні екологічних норм.

Таблиця 2.8 - Значення потенціалу та технічно-досяжного потенціалу сонячної енергії в Україні

№	Регіони	Потенціал енергії сонця		
		Теоретично - можливий потенціал ( $\times 10^9$ ) т н.е./рік	Технічно-досяжний потенціал	
			млрд кВт*год/рік	( $\times 10^5$ ) т н.е./рік
1	АР Крим	3,95	2,2	1,89
2	Одеська область	3,92	2,09	1,79
3	Херсонська область	3,29	1,84	1,69
4	Дніпропетровська область	3,25	1,76	1,52
5	Запорізька область	3,1	1,66	1,48
6	Харківська область	3,01	1,62	1,42
7	Чернігівська область	2,94	1,6	1,41
8	Луганська область	2,9	1,56	1,4
9	Донецька область	2,87	1,54	1,38
10	Житомирська область	2,8	1,52	1,32
11	Миколаївська область	2,8	1,52	1,32
12	Полтавська область	2,68	1,5	1,3
13	Київська область	2,66	1,45	1,28
14	Черкаська область	2,64	1,4	1,22
15	Вінницька область	2,59	1,29	1,17
16	Кіровоградська область	2,38	1,26	1,08
17	Сумська область	2,24	1,21	1,04
18	Львівська область	2,17	1,12	1,1
19	Хмельницька область	2,1	1,08	1,0
20	Волинська область	1,89	1,04	0,87
21	Рівненська область	1,82	0,96	0,79
22	Тернопільська область	1,6	0,81	0,7
23	Івано-Франківська область	1,4	0,70	0,6
24	Закарпатська область	1,26	0,62	0,51
25	Чернівецька область	0,84	0,46	0,41
ВСЬОГО		<b>63,01</b>	<b>33,77</b>	<b>29,63</b>

Потенційні можливості енергетики, заснованої на використанні сонячного випромінювання, надзвичайно великі: використання всього лише 0,0125 % цієї кількості енергії Сонця могло б забезпечити всі сьгоднішні

потреби світової енергетики, а використання 0.5 % - повністю покрити потреби на перспективу.

Сонячні колектори для нагрівання води містять у собі наступні елементи конструкції:

- поглинач тепла (частіше пофарбоване в темні кольори підстава конструкції);
- бак для розміщення рідини (теплоносія);
- труби (змійовик), що забезпечують природну циркуляцію в системі;
- теплообмінник - головний елемент пристрою, що використовується для передачі отриманого тепла робочої рідини.

У міру нагрівання вода піднімається по трубах і надходить у резервуар (накопичувальний бак), звідки й відбувається забір теплої води споживачами. Остигла або недостатньо прогріта вода повертається в колектор - циркуляція відбувається постійно. Для ефективності системи накопичувальний бак ретельно утеплюється за допомогою теплоізолюючих матеріалів. Конструкція сонячного колектора наведена на рисунку 2.20.

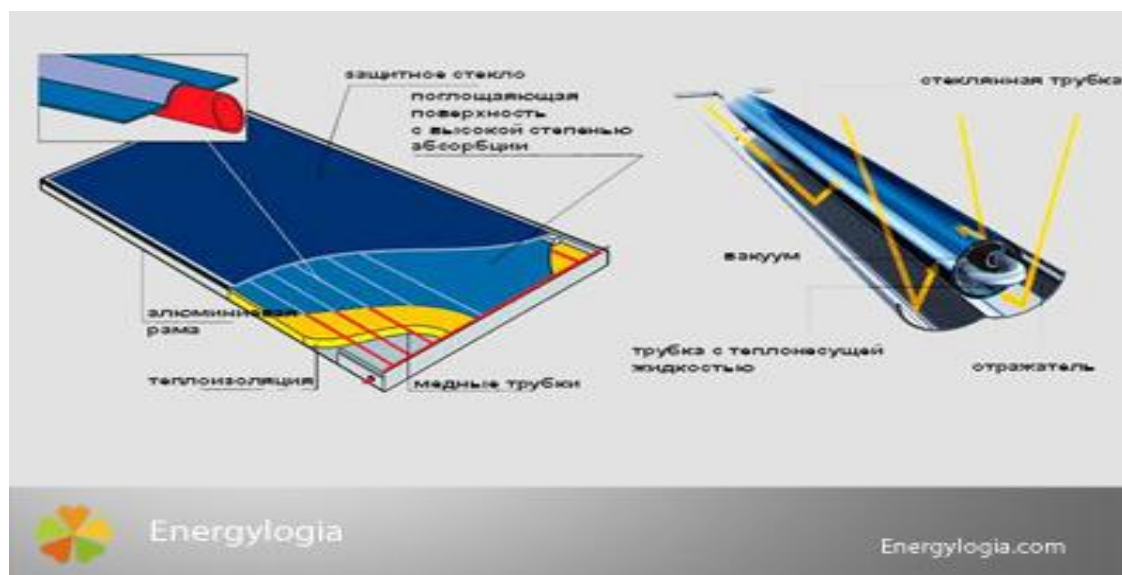


Рисунок 2.20 - Конструкція сонячних колекторів

По типі конструкції колекторів бувають двох видів. Плоскі (перший вид) - поглиначем сонячної енергії в них служить пластина, виконана з алюмінію або міді. Ці матеріали добре проводять тепло (швидко нагріваються).

Робоча пластина обов'язково обробляється спеціальним покриттям, що забезпечує максимальне поглинання тепла й запобігає його відбиттю в навколишнє середовище. Зверху розташовується скло особливої марки (гелиостекло), не маюче домішок заліза. Воно добре пропускає світло, не відбиваючи сонячні промені. Відрізняється стійкістю до механічних впливів. Корпус пристрою захищений рамою з алюмінію або нержавіючої сталі. Рамка й підставка колектора (область під робочою пластиною) утеплені теплоізолюючим матеріалом.

Стандартна панель має площу в 2-2,5 кв. метра. Щоб забезпечити достатню потужність, кілька стандартних панелей поєднують в одну систему.

Вакуумні колектори (другий вид, рис. 2.21) - Моделі мають в основі конструкції систему із труб (змійовик). Кілька окремих трубок з'єднані у верхній частині, створюючи єдину панель.



Рисунок 2.21 - Вакуумні сонячні колектори

У конструкції застосовується принцип термоса - менша трубка вкладається в більшу за діаметром, а простір між ними ізолюється вакуумом.



Верхня труба виготовляється з геліоскла, під яким розміщується алюмінієва пластина поглинача й внутрішня труба, заповнена теплоносієм. Завдяки вакуумному прошарку втрати тепла в такої системи в 2-2,5 рази нижче, ніж у плоских колекторів. Ефективність роботи пристрою прямо пов'язана з герметичністю всіх його елементів. Вакуум - надійна перешкода для сильних морозів. Колектори такого типу в зимовий період не замерзають (за умови постійної експлуатації). Вакуумний сонячний колектор - краще рішення для помірної кліматичної зони.

До переваг вакуумних моделей відносять:

- незначні втрати тепла (вакуум - прекрасний теплоізолятор);
- широкий діапазон робочих температур і стійкість до морозу (пристрій витримує температуру в -30-45 градусів);
- зручність монтажу;
- невелику парусність;
- здатність працювати тривалий період протягом доби.

Недоліки:

- пристрій має потребу в очищенні від снігу;
- кут нахилу звичайно не перевищує 20 градусів;
- висока вартість.

До переваг плоских моделей відносять:

- здатність до самоочищення (віддаляється іній і сніг);
- максимальну ефективність у літній період;
- відносно невисоку вартість;
- можливість монтажу під будь-яким кутом.

Ці моделі ідеально підходять для використання в теплому кліматі.

Основні недоліки:

- підвищена парусність;
- складність в установці (на дах монтується вже зібраний колектор);
- зниження ефективності в холодну пору року (низька працездатність);

- більші втрати тепла.

В 2015 році український виробник вакуумних нагрівачів води «Атмосфера» першим серед компаній із країн СНД одержав європейський сертифікат, що підтверджує високу якість колекторів, що випускають.

Середньомісячний рівень сонячної радіації у містах України (у ккал/м<sup>2</sup>/день ) за останні 22 роки за даними НАСА наведено у Таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 - Середньомісячний рівень сонячної радіації у містах України за останні 22 роки за даними НАСА

Місто / Місяці	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	середн
Симферополь	1,27	2,06	3,05	4,3	5,44	5,84	6,2	5,34	4,07	2,67	1,55	1,07	<b>3,58</b>
Винница	1,07	1,89	2,94	3,92	5,19	5,3	5,16	4,68	3,21	1,97	1,1	0,9	<b>3,11</b>
Луцк	1,02	1,77	2,83	3,91	5,05	5,08	4,94	4,55	3,01	1,83	1,05	0,79	<b>2,99</b>
Днепропетровск	1,21	1,99	2,98	4,05	5,55	5,57	5,7	5,08	3,66	2,27	1,2	0,96	<b>3,36</b>
Донецк	1,21	1,99	2,94	4,04	5,48	5,55	5,66	5,09	3,67	2,24	1,23	0,96	<b>3,34</b>
Житомир	1,01	1,82	2,87	3,88	5,16	5,19	5,04	4,66	3,06	1,87	1,04	0,83	<b>3,04</b>
Ужгород	1,13	1,91	3,01	4,03	5,01	5,31	5,25	4,82	3,33	2,02	1,19	0,88	<b>3,16</b>
Запорожье	1,21	2	2,91	4,2	5,62	5,72	5,88	5,18	3,87	2,44	1,25	0,95	<b>3,44</b>
Ивано-Франков	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,4	3,06	2	1,2	0,94	<b>2,94</b>
Киев	1,07	1,87	2,95	3,96	5,25	5,22	5,25	4,67	3,12	1,94	1,02	0,86	<b>3,1</b>
Кировоград	1,2	1,95	2,96	4,07	5,47	5,49	5,57	4,92	3,57	2,24	1,14	0,96	<b>3,3</b>
Луганск	1,23	2,06	3,05	4,05	5,46	5,57	5,65	4,99	3,62	2,23	1,26	0,93	<b>3,34</b>
Львов	1,08	1,83	2,82	3,78	4,67	4,83	4,83	4,45	3	1,85	1,06	0,83	<b>2,92</b>
Николаев	1,25	2,1	3,07	4,38	5,65	5,85	6,03	5,34	3,93	2,52	1,36	1,04	<b>3,55</b>
Одесса	1,25	2,11	3,08	4,38	5,65	5,85	6,04	5,33	3,93	2,52	1,36	1,04	<b>3,55</b>
Полтава	1,18	1,96	3,05	4	5,4	5,44	5,51	4,87	3,42	2,11	1,15	0,91	<b>3,25</b>
Ровно	1,01	1,81	2,83	3,87	5,08	5,17	4,98	4,58	3,02	1,87	1,04	0,81	<b>3,01</b>
Сумы	1,13	1,93	3,05	3,98	5,27	5,32	5,38	4,67	3,19	1,98	1,1	0,86	<b>3,16</b>
Тернополь	1,09	1,86	2,85	3,85	4,84	5	4,93	4,51	3,08	1,91	1,09	0,85	<b>2,99</b>
Харьков	1,19	2,02	3,05	3,92	5,38	5,46	5,56	4,88	3,49	2,1	1,19	0,9	<b>3,26</b>
Херсон	1,3	2,13	3,08	4,36	5,68	5,76	6	5,29	4	2,57	1,36	1,04	<b>3,55</b>
Хмельницкий	1,09	1,86	2,87	3,85	5,08	5,21	5,04	4,58	3,14	1,98	1,1	0,87	<b>3,06</b>
Черкасы	1,15	1,91	2,94	3,99	5,44	5,46	5,54	4,87	3,4	2,13	1,09	0,91	<b>3,24</b>
Чернигов	0,99	1,8	2,92	3,96	5,17	5,19	5,12	4,54	3	1,86	0,98	0,75	<b>3,03</b>
Черновцы	1,19	1,93	2,84	3,68	4,54	4,75	4,76	4,4	3,06	2	1,2	0,94	<b>2,94</b>

За допомогою цього параметру при площі абсорберу однієї сонячної вакуумної трубки діаметром 58мм и довжиною 1800мм яка складає 0.13м<sup>2</sup> можна розрахувати приблизну потужність системи. Наприклад колектор на 20 трубок буде виробляти в день: 20 трубок \* 0.13м<sup>2</sup> \* 3.1 кВт\*ч/м<sup>2</sup>/день = 8.06 кВтч в день.

Перелік Українських виробників елементів обладнання для об'єктів електроенергетики, що виробляють електричну енергію з енергії сонячного випромінювання і яким видано сертифікат походження форми У-1 (при митному оформленні зазначеного сертифіката до товарів не застосовується будь-яке мито (ввізне, сезонне, спеціальне, антидемпінгове, компенсаційне)) наведений у таблиці 2.10. Технологічні рішення для побудови СЕС вже доволі стандартні і відпрацьовані.

Таблиця 2.10 - Перелік Українських виробників елементів СЕС

№ пп	Назва підприємства	Адреса	Напрямок діяльності
1	ДП «КВАЗАР-7»	Україна, 04136, м. Київ, вул. Північно-Сирецька, 3	Виробник монокристалічних та полікристалічних фотоелектричних модулів
2	ТОВ «Передові технології ТД»	Україна, 02160, м. Київ, пр-т Возз'єднання, 19, оф.300	Виробник системи кріплення фотоелектричних модулів
	ТОВ «Пілар»	Україна, 08132, Київська обл., м. Вишневе, вул. Ломоносова, буд. 1Б, офіс 4	Виробник фотоелектричних монокристалічних та мультікристалічних пластин, монокристалічних та мультікристалічних кремнієвих злитків
4	ТОВ «Пролог Семікор»	Україна, 03680, м. Київ, пр-т Глушкова, 42	Виробник сонячних модулів з напівпровідникових матеріалів (кремнієвих злитків та пластин)
5	ПАТ «Укрелектро-апарат»	Україна, 29000, м. Хмельницький, вул. Чорновола, 120	Виробник інверторного обладнання (фотоелектрична інверторна підстанція КТПБ тупікова/прохідна зТМГ)

## 2.4.2 Використання вітрових електростанцій (ВЕС)

Економічні й соціальні аспекти застосування ВЭС. Україна має досить більший потенціал поновлюваних вітроенергетичних ресурсів, освоєння яких має стратегічне значення, тому що рішення цієї проблеми пов'язане із забезпеченням стійкості розвитку енергетичної системи країни.

Наявні в науковій і періодичній пресі аргументи на користь використання в багатьох країнах енергії вітри засновані на тім, що це в значній мірі знижує забруднення навколишнього середовища, якоюсь мірою зменшує погрозу глобальної зміни клімату на Землі, а також сприяє досягненню мети, що поставили перед світовим співтовариством форум за енергію й розвиток Грінпіс й Європейська вітроенергетична асоціація EWEA - довести до 2020 року частку вітроенергетики до 10% у сумарному виробництві електроенергії.

Середньорічна швидкість вітру в приземному шарі на більшій частині території України досить низька - 4,3 м/сек. Якщо врахувати, що сучасні економічно доцільні вітроагрегати можуть використати енергію вітру на висоті 50м, тоді енергетичний потенціал вітрового потоку на території площею 600тис. кв. км, що займає Україна, становить 330 млрд. кВт і перевищує встановлену потужність електростанцій країни в шість разів.

Оцінки фахівців показують, що при використанні лише 20-30% площ від загальної площі придатних для спорудження вітроенергетичних об'єктів (8-9 тис. кв. км) і щільності будівництва ВЭС 5-8 МВт/км<sup>2</sup> можна спорудити вітроустановки загальною потужністю 8-24 тис. МВт із загальним обсягом виробництва електроенергії 16-24 млрд. кВт/год. в рік.

Потенціал енергії вітру. Загальний вітровий потенціал, який є другим за потужністю ресурсом відновлюваної енергії України, за даними Міжнародного агентства з відновлюваної енергетики (IRENA) становить – 16-24 ГВт. Вітроенергетика України потенційно може забезпечити річні обсяги енергії, еквівалентні 10,5 млн. т н.е., що дозволить заощаджувати близько 13 млрд. м<sup>3</sup> природного газу в рік. За оцінками європейських та вітчизняних експертів,

вітроенергетичний потенціал на території України дозволяє ефективно використовувати вітряні електростанції загальною потужністю 16 ГВт, не враховуючи офшорні ВЕС.

Найбільш перспективні регіони – південний та південно-західний, де середня річна швидкість вітру на висоті 80 метрів перевищує 7,5 м/сек. Карта потенціалу енергії вітру демонструє наявність в Україні значних територій з високим вітроенергетичним потенціалом (рис. 2.22). Значення узагальненого потенціалу наведені у таблиці 2.11.

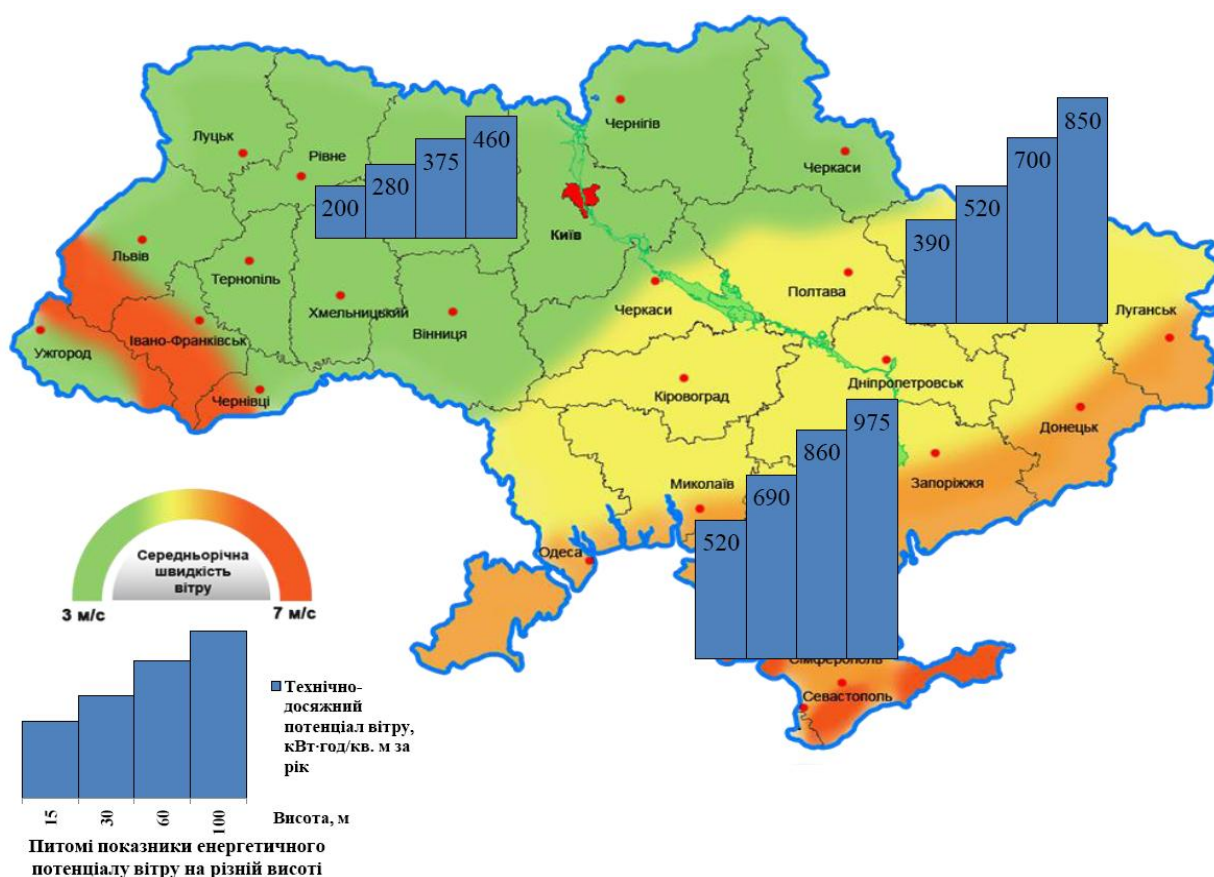


Рисунок 2.22 - Карта потенціалу енергії вітру

З даних районування території випливає, що реалізація проєктів впровадження сонячних електростанцій є найбільш ефективною в АР Крим, Одеській, Дніпропетровській, Херсонській, Харківській, Запорізькій, Чернігівській, Донецькій, Луганській, Житомирській, Київській, Миколаївській

та Полтавській областях. Для наземних вітряних електростанцій найбільш ефективні АР Крим, Херсонська, Запорізька, Івано-Франківська, Одеська, Донецька, Луганська, Дніпропетровська, Чернівецька, Закарпатська та Львівська області.

Таблиця 2.11 - Узагальнений найвищий потенціал енергії вітру в регіонах (на висоті 100 м)

№	Регіон	Питомий потенціал енергії вітру	
		природний, кВт·год/м <sup>2</sup> за рік	технічно-досяжний, кВт·год/м <sup>2</sup> за рік
1	АР Крим	6 781	1 061
2	Херсонська область	6 079	956
3	Запорізька область	5 771	935
4	Івано-Франківська область	5 538	902
5	Одеська область	5 481	915
6	Донецька область	5 300	903
7	Луганська область	5 137	891
8	Миколаївська область	5 047	885
9	Дніпропетровська область	4 540	850
10	Чернівецька область	4 222	708
11	Закарпатська область	4 175	702
12	Львівська область	3 799	646

Досить перспективними для розміщення ВЕС на Чорному морі є: райони Одеської банки площею 10 тис. кв. км, Каркінітської затоки площею 2,5 тис. кв. км, приморські лимани й водоймища Дніпровського каскаду ГЕС (сумарна площа близько 8 тис. кв. км).

Розглядаючи перспективи розміщення ВЕС на узбережжі Чорного й Азовського морів, необхідно звернути увагу на два аспекти цієї проблеми. По-перше, по площі мілководних акваторій, придатних для будівництва ВЕС водного базування, Україна перебуває на другому місці у світі після Норвегії. По-друге, для будівництва ВЕС водного базування в Україні є ряд інших позитивних моментів технологічного характеру, зокрема освоєна технологія наплавного гідробудівництва об'єктів у відкритому морі, що може бути легко трансформована для потреб вітроенергетики.

Виконані прогностичні оцінки ТОВ "Енергія майбутнього сторіччя" разом з ГосНДІ нетрадиційної енергетики й електротехніки Міненерго України (при консультативній підтримці Міжнародної мережі по збалансованій енергії - INFORSE), показують, що за умови рішення проблем інвестування у вітроенергетику в Україні до 2020 року можна спорудити ВЕС загальною потужністю 16000 МВт. Для цього є досить сприятливі територіальні й вітрові енергетичні ресурси. Узагальнена оцінка виробництва потенційно можливого обсягу електроенергії з обліком реального технічного вітрового потенціалу наведена в табл.2.12.

Таблиця 2.12 - Перспективи виробництва електроенергії українськими вітровими електростанціями в 2020 р.

Варіанти оцінок	Передбачуване виробництво електроенергії	Технічний вітровий потенціал		11% від загального виробництва електроенергії в 2020 році		
		МВт	Млрд. квт-год/ рік	Млрд. квт-год/ рік	МВт	Частка, %
I*	32	45000	90	32	16000	11%
II*	24,6	34650	69,3	24,6	1320	8,4

I\* - по Україні в цілому ,

II\* - по Українському Причорномор'ї

Оцінки показують, що реалізація подібної програми дозволить забезпечити річне виробництво електроенергії вітровими станціями в цілому по країні близько 32 млрд. квт-годин (по Українському Причорномор'ї - 24,6 млрд. квт-годин), що становить 18% від загального обсягу виробництва електроенергії в Україні. Якщо враховувати прогноз Міністерства економіки України по росту споживання й генерації електроенергії в країні на 2020 м, то зазначений вище обсяг виробництва енергії в країні за допомогою ЄЕС складе близько 11% (в Українське Причорномор'я - 8,4%).

Необхідно мати на увазі наступне: найбільше опалювальне навантаження збігається з максимумом вітрової активності в Українське Причорномор'я в зимовий час. У цій ситуації ВЕС стає реальним джерелом покриття цього

навантаження (із застосуванням ВЕС для привода ТН, які утилізують невичерпні ресурси низькопотенційної теплоти навколишнього середовища).

Оцінка ефективності використання ВЕС. Одним з важливих факторів розширення використання ВЕС в останні роки стає фактор істотного зниження цін на електроенергію, вироблювану різними типами ветроагрегатів. У першу чергу дія цього фактора стосується вітрових електростанцій (ВЕС) вітчизняного виробництва.

Вітроагрегати, що виготовляють на ряді підприємств України по сучасних технологіях типу "Універсал" ВУС-60, "Ветромаш" ВМ-37, USW 56-110 ("Виндэнерго"), а також моделі одеських виробників ВАТ "Катран", ВАТ "Строммашина" мають досить високі технічні показники (практично порівнянні з аналогічними агрегатами іноземного виробництва, але при собівартості більш ніж в 2 рази меншої).

У таблиці 2.13 наведені розрахунки собівартості електроенергії при використанні ветроагрегатів ВМ-37 і ВУС-60 стосовно до умов Українського Придунав'я (розрахунки проводилися за метеорологічними показниками метеостанцій у Базар'янці й Сараті).

Таблиця 2.13 - Розрахункова собівартість електроенергії, вироблюваної ветроагрегатами (стосовно до метеоумов Українського Придунав'я)

Тип ветроагрегата й райони розміщення	Виробництво енергії за рік, кВт-годин	Собівартість \$/кВт-годин	Період окупаємости при \$/кВт-годин=0,03 (років)	Період окупаємости, при \$/кВт-годин=0,1 (років)
ВМ-37 I	86700	0,024	16,2	4,6
	70050	0,03	23	5,6
ВУС-60 I	126400	0,025	16,6	4,7
	102000	0,03	20,7	6,0

I - умови південно-східної частини Українського Придунав'я

II - умови північно-західної частини Українського Придунав'я

Великий досвід у розвитку вітроенергетичних установок має КБ "Південне" (м. Дніпро), що впровадило у виробництво турбіну потужністю на 500 кВт. У той же час зараз у ряді країн (зокрема в США) виробляються



турбіни потужністю від 250 до 600 кВт, а в найближчому майбутньому очікується поява агрегатів потужністю 1Мвт.

Для розрахунків систем із вітрогенераторами також є чимало інформації та пропозицій фірм-постачальників. На їх сайтах представлені навіть спеціальні калькулятори, які дозволяють розрахувати енергетичний потенціал системи, капітальні та поточні витрати. Взагалі, ситуація із вітрогенераторами у місті ускладнюється тим, що більшість з існуючих конструкцій взагалі неможна тут експлуатувати. Причини:

- високий рівень шуму,
- небезпека для людей у випадку руйнування важкого динамічного ротору,
- небезпека для птахів, які потерпають від швидко переміщуючихся у просторі лопатей.

Вітроенергетика може внести великий вклад у розвиток Українського Причорномор'я за рахунок виробництва вітряних турбін, лопатей, електронних компонентів, коробка передач, генераторів і широкого спектра іншого встаткування. У принципі вітроенергетична галузь може бути сформована малими й середніми фірмами, які надалі еволюціонують у більші фірми, що забезпечують весь спектр послуг з розробки проектів, фінансуванню, виробництву й монтажу вітряних установок, їхньої експлуатації й ремонту.

У регіоні встановлені й працюють Аджигольська, Асканієвська, Донузлавська, Євпаторійська, Сакська й Чорноморська вітрові електростанції. У процесі роботи вітроенергетичних систем не відбувається викидів шкідливих речовин у воду й атмосферу, не утворюється ніяких шкідливих відходів. На відміну від більшості традиційних технологій вплив вітроенергетичних систем носить локальний характер, що дозволяє на місцях більш ефективно контролювати й зм'якшувати його.

Слід зазначити, що ще з середини 90-х років в Україні формується досить активна державна політика в сфері розвитку вітроенергетики. Зокрема, Кабінет Міністрів України прийняв постанову № 415 від 15 червня 1994 року, "Про будівництво вітрових електростанцій в Україні", а 2 березня 1996 року набув

чинності Указ Президента України № 159/96 з такою же назвою. Цим Указом заснований спеціальний фонд на будівництво ВЭС, що поповнюється за рахунок збільшення тарифу на електроенергію в розмірі 0,75% від обсягу товарної продукції електроенергії. Розвиток вітроенергетики в Україні стимулюється Законом України "Про електроенергетику", а також введенням з 2000 р. для цієї мети значних юридичних й економічних пільг Законом України "Про альтернативні джерела енергії".

Важливе значення для формування системи нормативного забезпечення розвитку вітроенергетики в Україні мали Національна енергетична програма (затверджена 15 травня 1996 року, № 191/96-вр), Комплексна державна програма енергозбереження України й Комплексна програма будівництва вітрових електростанцій в Україні до 2010 року, що розроблялася згідно постанови Кабінету міністрів № 137 від 3 лютого 1997 р. й Указу Президента України від 2 березня 1996 р. за № 159/96.

«Перша хвиля» вітроенергетичних проектів, що пройшла в другій половині 90-х і затихла на початку нового століття, дозволила напрацювати базу технологій на Україні. У другій половині першого десятиліття 21 віку на тлі стрибка цін на вуглеводні енергоносії й триваюче погіршення стану природного середовища можна було спостерігати новий розвиток цієї тематики.

Перспективи розвитку вітроенергетики в Україні в значній мірі також пов'язані з рішеннями цілого ряду організаційно-економічних завдань, у тому числі:

- с формуванням виробничої інфраструктури ринкового характеру (центри сертифікації й навчання персоналу, ремонтні бази й ін.);
- с комплексним обґрунтуванням розміщення ВЕС й їхньої ефективної експлуатації;
- с створенням механізмів державної, регіональної (обласний) і місцевої підтримки.

- зміною пріоритетів у розвитку об'єктів енергетики, економічного стимулювання, ліквідацією субсидій на екологічно шкідливі види виробництва й включенням у вартість енергії її екологічної вартості:

- с формуванням сприятливого інноваційного й інвестиційного клімату в області розвитку національної вітроенергетики.

На закінчення даного розділу необхідно відзначити:

По-перше, при всіх достоїнствах і перспективах вітрової електроенергетики вона не має властивість акумуляції, що робить проблему розробки енергосистем, що акумулюють, у тому числі на основі гідроакумулювання, які в комплексі з ВЕС істотно підвищують ефективність інтегрованого енергетичного комплексу.

По-друге, удосконалювання технологій використання вітроенергетики розвивається досить швидкими темпами, по багатьом напрямкам технології ВЕС виходять на рівень промислового освоєння, стають конкурентоздатними й у найближчі роки в ряді периферійних районів, можливо, будуть поступово витісняти об'єкти традиційної енергетики.

По-третє, інвестиції у вітроенергетику створюють більше робочих місць, чим інші енергетичні галузі з іншими енергоресурсами промислового масштабу: на 66% більше, ніж у газову й на 27% більше, ніж у вугільну. (У зв'язку із цим в Україні розвинене лобіювання інтересів американських і німецьких фірм, що роблять устаткування для вітроенергетичних станцій). Тому в регіонах Українського Причорномор'я необхідно прийняти програми розвитку вітроенергетики, а також геліоенергетики й інших нетрадиційних видів енергетики, що забезпечують імпорту й фінансову безпеку країни, складають її енергетичну безпеку. Як приклад можна привести інформацію з Німеччини про початок реалізації їх державної політики із створення вітропарків:

**03.05.2011 11:39 У Німеччині уведений в експлуатацію перший вітропарк.** Канцлер ФРН Ангела Меркель урочисто відкрила перший вітропарк у Балтійському морі. Захід проходив у місті Цингст. Як передає "Deutsche

Welle", у церемонії відкриття вітропарку, що належить одному з найбільших енергетичних концернів у Німеччині "EnBW", поряд з канцлером ФРН взяли участь Прем'єр-міністр землі Мекленбург-Передня Померанія Ервин Зеллеринг й інші політики, а також представники економіки.

Вітропарк "Балтика-1" складається з 21 вітрової установки загальною потужністю 48,3 мегават. Діаметр ветроколес кожної установки досягає 93 метрів. Щорічно вітропарк може робити до 185 гігаВатт/год, що може забезпечити енергією близько 50 тис. будинків. Електроенергія буде надходити на сушу по кабелю довжиною більше 60 кілометрів, прокладеному по дну моря.

За словами офіційного представника уряду ФРН Штеффена Зайберта, А.Меркель призвала присутніх на церемонії разом учитися новим технологіям. У свою чергу керівник концерну "EnBW" Ханс-Петер Виллис назвав вітропарк "Балтика-1" "ключовим проектом". "Ми взяли на себе виконання цього величезного завдання в області техніки й логістики й успішно з нею впоралися", - підкреслив Виллис.

На поточний час "EnBW" створила вітропарк "Балтика-2", що в шість разів більше першого. Його зведено в 32 кілометрах до півночі від острова Рюген. Вартість двох проектів "Балтика" майже в 1,2 млрд. євро. У порівнянні із традиційним виробництвом електроенергії оба вітропарка мають великі переваги, тому що в районі їхнього розташування практично завжди є вітер, а це сприяє безперебійній подачі електроенергії на сушу. Однак вартість подібних парків велика, процес їхнього спорудження дуже складний. Крім того, існує небезпека завдання збитків морської екології. Виникає також необхідність прокладки нових кабелів для того, щоб добути у відкритому морі електроенергію подавати у великі регіони-споживачі на заході й півдні країни.

**У Німеччині потужність морських вітропарків збільшилася на 626 МВт.** Згідно з даними звіту німецьких галузевих організацій в сфері вітрової енергетики, за перше півріччя 2017 року в Німеччині було підключено до електромережі 108 морських вітроустановок загальною потужністю 626 МВт.

Загальна потужність офшорних вітропарків в Німеччині з початку року зросла на 626 МВт до 4749 МВт, а генерація електроенергії за шість місяців склала 8,48 ТВт\*год. Всього в територіальних водах країни вже працює 1 055 морських вітротурбін. Про це повідомляють галузеві аналітики в доповіді компанії Deutsche Windguard.

Згідно з прогнозами експертів, всього до кінця року в країні буде введено в експлуатацію близько 900 МВт офшорних вітроелектростанцій.

Завдяки такій динаміці вже очевидно, що мета розвитку офшорної вітроенергетики, встановлена до 2020 року федеральним урядом Німеччини на рівні 6,5 ГВт, буде перевиконана.

З огляду на стрімке поліпшення економічних показників нових проектів і зниження вартості генерації електроенергії морськими вітроелектростанціями, галузеві об'єднання пропонують збільшити цілі розвитку до мінімум до 20 ГВт 2030 та до 35 ГВт — до 2035 року.

За результатами проведених в цьому році аукціонів, ряд проєктованих вітропарків, введення яких в експлуатацію планується після 2025 року, буде працювати вже без субсидій, продаючи електроенергію за конкурентною ринковою ціною. [1]

Виробники обладнання ВЕС. Єдиним на цей час підприємством в Україні з виробництва сучасних вітроенергетичних установок є ТОВ «Фурлендер Виндтехнолоджи Україна» (ТОВ «ФВТ-Україна) керуючої Компанії «Вітряні парки України». Підприємство створене з використанням досвіду європейських виробників вітроустановок і оснащене сучасним устаткуванням. Підприємством виробляються вітроустановки потужністю:

- 2,05 МВт, висота башти 85-98 м, діаметр ротора 100 м;
- 2,5 МВт, висота башти 98,2 м, діаметр ротора 100 м;
- 3,0 МВт, висота башти 100 м, діаметр ротора 120 м.

Крім того освоєне виробництво на підприємствах України трубчастої башти, анкерної корзини, рами гондоли. Здійснюється механічна обробка маточини ротора та виготовлення склопластикової кабіни гондоли і обтікача.

Спільно з ПАО «ВИТ», Українським інститутом трансформаторобудівництва (м. Запоріжжя) проводиться модернізація трансформаторів, направлена на підвищення відмовостійкості в умовах вібрацій ВЕУ.

Однак, необхідно врахувати, що встановлення таких вітроустановок у межах міста не дозволяється. Для розрахунків систем із вітрогенераторами є чимало інформації та пропозицій фірм-постачальників. На їх сайтах представлені навіть спеціальні калькулятори, які дозволяють розрахувати енергетичний потенціал системи, капітальні та поточні витрати. Взагалі, ситуація із вітрогенераторами у місті ускладнюється тим, що більшість з існуючих конструкцій взагалі неможна тут експлуатувати. Причини:

- високий рівень шуму,
- небезпека для людей у випадку руйнування важкого динамічного ротору,
- небезпека для птахів, які потерпають від швидко переміщуючихся у просторі лопатей.

### **2.4.3 Потенціал використання різних нетрадиційних джерел енергії в Приморському регіоні України**

У цілому, за рахунок розвитку нетрадиційної енергетики, в регіоні можна буде щорічно заощаджувати до 2,3 млрд. умовних тонн органічного палива й задовольнити потреби Приморського регіону в енергоресурсах на 10% (таблиця 2.14). При цьому приблизно на 10% скоротяться викиди шкідливих речовин в атмосферу, у тому числі окису вуглецю.

Залучення нетрадиційних енергоджерел (без обліку енергоресурсів надр морського дна) рівноцінно по електричній потужності 9-ти таким ТЕЦ як Одеська й по тепловий 6-ти. Таким чином, розвиток нетрадиційної енергетики в Приморському регіоні має базуватися на використанні:

- вичерпних енергетичних ресурсів морського дна;

- енергетичних відходах господарської діяльності, у першу чергу, промислових підприємств (ВЕР);

- практично необмежених енергетичних ресурсів моря (енергії хвиль і різниці температур між шарами морської води).

Таблиця 2.14 - Економія органічного палива за рахунок розвитку нетрадиційної енергетики

	Потужність МВт	Економія органічного палива, млн т.у.п.
Хвильові електростанції	170,1	0,54
Вітрові електростанції	180,3	0,58
Теплонасосні станції	951,7	1,44
Утилізація ВЕР	2201 Гкал/год Або 4600 МВт	7,0
Газовий конденсат з морських надр	-	2300
<b>РАЗОМ</b>		<b>2312,56</b>

В основу критеріальних підходів до вибору пріоритетів у розвитку окремих напрямків нетрадиційної енергетики повинні бути покладені наступні показники:

- ступінь забезпеченості нетрадиційними енергоресурсами (облік вичерпності, обмеженості, відтворюваності);

- техніко-економічні показники;

- екологічний фактор (вплив на навколишнє середовище, використання дефіцитних ресурсів: земельних й ін.).

Порівняльні розрахункові показники та збиткоємність об'єктів енергетики наведені в таблицях 2.15. За економічними показниками нетрадиційні енергооб'єкти конкурентоздатні у порівнянні із традиційними об'єктами енергетики. Крім того, вони є практично «екологічно чистими» енергоджерелами й сприяють запобіганню забруднення навколишнього середовища.

Експертна оцінка збиткоємності традиційних і нетрадиційних енергооб'єктів наведена в таблиці 2.16 у бальній оцінці.

Таблиця 2.15 - Порівняльні розрахункові економічні показники енергетичних об'єктів

Об'єкти Енергетики	Собівартість на:		Капіталовкладення на:	
	Електроенергію грн /кВт.г.	тепло грн/Гкал	електроенергію млн.грн./кВт.ч.	тепло грн/Гкал
Традиційні об'єкти, використовуючі органічне паливо	4-6	20-30	0,8-1,2	30-40
Нетрадиційні об'єкти енергетики: хвильові електростанції;	1,4	-	0,77	-
вітрові електростанції;	4,2	-	0,63-0,7	-
теплонасосні станції;	-	10-20	-	20-40
утилізація ВЭР	2,8-6,8	5-11	0,35-0,7-	10-30

Таблиця 2.16 - Збиткоємність об'єктів енергетики

Об'єкти енергетики	Збиткоємність, Бали
Традиційні об'єкти енергозабезпечення, працюючі на: мазуті; газі.	700 300
Нетрадиційні енергооб'єкти: морські теплонасосні станції;	5
тепло насосні станції на техногенному теплі;	0
сонячні електростанції;	150
вітрові електростанції;	20
хвильові електростанції.	3

#### 2.4.4 Обсяги та джерела фінансування альтернативної енергетики

**Сонячна енергетика.** В таблиці 2.17 наведені вихідні параметри розрахунку техніко-економічних показників сонячної електроенергетики (Фотоелектричні станції – ФЕС) в Україні, а в таблиці 2.18 – потреба в інвестиційних коштах до 2020 р.

Показник питомої вартості капіталовкладень взято зі звіту Міжнародного агентства з відновлюваної енергетики (REN 21). Офіційний курс валют: 1 \$ -



21,59 грн. € = 24,11 грн. (станом на 29.09.2015 р.). Показник витрат на розвиток електричних мереж та приєднання ФЕС до мережі визначається після розробки техніко-економічного обґрунтування схеми видачі потужності ФЕС. На початок 2015 р. було збудовано 819 МВт потужностей ФЕС. За наступні роки їх кількість швидко зростала, причому темп нарощування потужностей теж зростав.

Таблиця 2.17 - Вихідні показники техніко-економічних розрахунків сонячної електроенергетики в Україні

Параметр	Значення, \$/кВт	Частка, %
Питома вартість обладнання	1125	75
Додаткові витрати (фундаменти, монтаж, інше)	300	20
Витрати на розвиток електричних мереж та приєднання ФЕС до мережі	75	від 5**
Загальні питомі інвестиції у ФЕС	1500*	100

Таблиця 2.18 - Загальна потреба в інвестиціях на спорудження ФЕС.

Рік	Всього	2016	2017	2018	2019	2020
Додаткова потужність ФЕС, МВт/рік	1300	250	200	250	300	300
Вартість будівництва, млн. \$/рік	1950	375	300	375	450	450
Загальна вартість, млн. \$	1950	375	675	1050	1500	1950

**Вітряна енергетика.** В таблиці 2.19 наведені вихідні параметри розрахунку техніко-економічних показників вітроенергетики в Україні, а в табл. 2.20 – потреба в інвестиційних коштах до 2020 р.

Таблиця 2.19 - Вихідні показники техніко-економічних розрахунків (€/кВт)

Параметр	Значення	Частка, %
Питома вартість ВЕУ	1000	65-70
Додаткові витрати (фундаменти, монтаж)	250	16-20
Витрати на розвиток електроенергетичних мереж та приєднання ВЕС до мережі	150	7-11
Інші витрати	100	5-9
Загальні питомі інвестиції у ВЕС	1500	100

Таблиця 2.20 - Загальна потреба в інвестиціях на спорудження ВЕС

Рік	2016	2017	2018	2019	2020
Додаткова потужність ВЕС, МВт/рік	350	300	250	200	180
Вартість будівництва, млн. €/рік	525	450	375	300	270
Загальна вартість, млн. €	1275	1725	2100	2400	2670

На початок 2015 р. було збудовано близько 500 МВт потужностей ВЕС. Як і з сонячними станціями, темп нарощування потужностей постійно зростає.

## **2.5 Зелений тариф та державна підтримка розвитку відновлюваної енергетики**

Інструментом стимулювання розвитку альтернативної енергетики є Зелений тариф. Оцінити рівень собівартості електроенергії, отриманої з альтернативних джерел можна, наприклад, по таблиці тарифів, затверджених НКРЭ України на 2011 рік (таблиця 2.21).

Сутність «Зеленого» тарифу полягає у тому, що постачальник електроенергії, виробленої на сонячній чи вітровій станції через цей тариф отримує можливість компенсувати інвестиційні витрати та зменшити строк окупності проекту. Споживач може купувати електроенергію або у звичайних електромережах, або у постачальника «Зеленої» енергії. Але Зеленому енергію він буде купувати за значно вищою ціною. Такий постачальник має бути відповідно зареєстрований у органах державного нагляду та отримати дозвіл на продаж енергії за Зеленим тарифом. Альтернативна енергія може бути суттєво дорожча за звичайну і, навіть перевищувати її за ціною у декілька разів. Але держава компенсує споживачу різницю у оплаті за отриману енергію шляхом зменшення його податкових зобов'язань на відповідну суму.

Таблиця 2.21 - Величини «зелених» тарифів на електричну енергію, вироблену суб'єктами господарювання на об'єктах електроенергетики, що використовують альтернативні джерела енергії

№ з/п	Енергогенеруючі компанії	Величини «зелених» тарифів без ПДВ, коп/квт·рік			
		січень	лютий	березень	квітень
1	2	3			
Виробники електричної енергії з енергії вітру					
1	Установа «28 Управління начальника робіт»	122,77	122,77	123,19	127,11
2	ВЕО «Вітроенергопром»	122,77	122,77	123,19	127,11
3	ДП «ЕТУ «Воденергоремналадка»	122,77	122,77	123,19	127,11
4	ДП НАЕК «Енергоатом» «Донузлавська ВАГА»	122,77	122,77	123,19	127,11
5	ДП «Східно-Кримська вітрова електростанція»	122,77	122,77	123,19	127,11
Виробники електричної енергії з біомаси					
6	ВАТ «Кіровоградолія»	134,46	134,46	134,92	139,21
7	ТОВ «Смілаенергопромтранс»	134,46	134,46	134,92	139,21
Виробники електричної енергії з енергії сонячного випромінювання					
Наземні об'єкти					
8	ТОВ «Крайміа Солар 1»	505,09	505,09	506,81	522,94
9	ТОВ «Крайміа Солар 2»	505,09	505,09	506,81	522,94
10	ТОВ «Крайміа Солар 3»		505,09	506,81	522,94
11	ТОВ «Крайміа Солар 4»		505,09	506,81	522,94
12	ТОВ «Крайміа Солар 5»		505,09	506,81	522,94
Об'єкти, змонтовані на дахах до 100 квт та на фасадах незалежно від потужності					
13	ТОВ «Вінниця-енергосервіс»	463,00	463,00	464,58	479,36
Виробники електричної енергії малими гідроелектростанціями					
	Всі малі електростанції	84,18	84,18	84,47	87,16

З кожним роком собівартість «Зеленої» енергії знижується за рахунок розвитку технологій та зниження цін на необхідне обладнання. Зі свого боку держава також поступово знижує Зелений тариф, наближаючи його до рівня звичайних цін на енергію. [2]

У той же час для електроенергії, отриманої на традиційних електростанціях тарифи наведені у Таблиці 2.22. З тих пір зелений тариф декілька разів дещо знижувався і, відповідно діючого законодавства дія зелених тарифів закінчиться у 2030 році. Це питання є зараз дискусійним. Різке зростання обсягу генерації на СЕС та ВЕС привело до зростання видатків бюджету на відшкодування Зеленоготарифу. Спроби Уряду знизити тарифи

визвали обурення інвесторів, які розраховують повернути інвестиційні кошти за короткий період часу, а зменшення тарифу робить це неможливим.

Таблиця 2.22 - Тарифи на електроенергію для підприємств в 2011 році

місяць	Тариф 1 кат. без ПДВ	Тариф 1 кат. із ПДВ	Тариф 2 кат. без ПДВ	Тариф 2 кат. із ПДВ
Січень	57,47	68,96	72,03	86,44
Лютий	60,34	72,40	75,63	90,76
Березень	61,76	74,11	77,44	92,93
Квітень	62,26	74,71	79,27	95,12
Травень	62,71	75,25	82,37	98,84

Національним планом дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року, який розроблено Держенергоєфективності на виконання міжнародних зобов'язань України та затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 01.01.2014 № 902-р, передбачено:

- збільшення встановленої потужності об'єктів сонячної енергетики до 2020 року, які генерують електроенергію – до 2 300 МВт (виробництво електроенергії за рік до 2 420 ГВт·год) та генерують теплоенергію – до 1 190 МВт (виробництво теплової енергії за рік до 2 000 тис Гкал).

- збільшення встановленої потужності об'єктів вітряної енергетики до 2020 року, які генерують електроенергію - до 2 280 МВт (виробництво електроенергії за рік до 5 900 ГВт·год);

Національний план дій з відновлюваної енергетики відповідає прийнятому Україною державному курсу на інтеграцію в Євросоюз, умови якого вимагають досягнення певного рівня використання енергії відновлюваних джерел у валовому кінцевому споживанні в 2020 році. Розрахункові показники приросту введеної потужності об'єктів сонячної та вітряної енергетики в регіонах згідно НПД наведені в таблицях 2.23 та 2.24.

В Україні підтримка відновлюваної енергетики, зокрема вітроенергетики, закріплена на законодавчому рівні. Оптовий ринок електричної енергії зобов'язаний купувати у суб'єктів господарювання, яким встановлено «зелений» тариф, та здійснювати повну оплату вартості електричної енергії,

незалежно від величини встановленої потужності чи обсягів її відпуску. Фіксований мінімальний розмір «зеленого» тарифу для суб'єктів господарювання та приватних домогосподарств, встановлюється НКРЕКП шляхом перерахування у ЄВРО «зеленого» тарифу (розрахованого за правилами Закону України «Про електроенергетику», станом на 1 січня 2009 року за офіційним валютним курсом Національного банку України.

Таблиця 2.23 - Приріст введеної потужності об'єктів сонячної енергетики в регіонах згідно НПД

№ з/п	Регіон	Встановлена потужність, МВт/рік					
		Загальна	2016	2017	2018	2019	2020
1	АР Крим	<b>81,0</b>	15,5	12,6	15,5	18,7	18,7
2	Вінницька область	<b>54,0</b>	10,4	8,4	10,4	12,4	12,4
3	Волинська область	<b>39,0</b>	7,5	6,0	7,5	9,0	9,0
4	Дніпропетровська область	<b>69,0</b>	13,3	10,6	13,3	15,9	15,9
5	Донецька область	<b>58,0</b>	11,1	9,0	11,1	13,4	13,4
6	Житомирська область	<b>56,0</b>	10,8	8,6	10,8	12,9	12,9
7	Закарпатська область	<b>31,0</b>	6,0	4,6	6,0	7,2	7,2
8	Запорізька область	<b>61,0</b>	11,7	9,4	11,7	14,1	14,1
9	Івано-Франківська область	<b>29,0</b>	5,6	4,6	5,6	6,6	6,6
10	Київська область	<b>56,0</b>	10,8	8,6	10,8	12,9	12,9
11	Кіровоградська область	<b>50,0</b>	9,6	7,6	9,6	11,6	11,6
12	Луганська область	<b>58,0</b>	11,1	9,0	11,1	13,4	13,4
13	Львівська область	<b>47,0</b>	9,0	7,2	9,0	10,9	10,9
14	Миколаївська область	<b>56,0</b>	10,8	8,6	10,8	12,9	12,9
15	Одеська область	<b>80,0</b>	15,6	11,6	15,6	18,6	18,6
16	Полтавська область	<b>56,0</b>	10,8	8,6	10,8	12,9	12,9
17	Рівненська область	<b>37,0</b>	7,1	5,8	7,1	8,5	8,5
18	Сумська область	<b>47,0</b>	9,0	7,4	9,0	10,8	10,8
19	Тернопільська область	<b>33,0</b>	6,3	5,2	6,3	7,6	7,6
20	Харківська область	<b>63,0</b>	12,1	9,8	12,1	14,5	14,5
21	Херсонська область	<b>69,0</b>	13,3	10,6	13,3	15,9	15,9
22	Хмельницька область	<b>43,0</b>	8,3	6,6	8,3	9,9	9,9
23	Черкаська область	<b>45,0</b>	8,6	7,0	8,6	10,4	10,4
24	Чернівецька область	<b>21,0</b>	4,0	3,2	4,0	4,9	4,9
25	Чернігівська область	<b>61,0</b>	11,7	9,4	11,7	14,1	14,1
<b>Всього за НПД</b>		<b>1300</b>	<b>250</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>300</b>	<b>300</b>

Стимулювання виробництва за допомогою «зеленого» тарифу поширюється на всі ВДЕ (за винятком електроенергії, виробленої великими гідроелектростанціями). Нормативне визначення терміну «зелений» тариф закріплено у ст. 1 Закону України «Про електроенергетику». Згідно з нею

«зелений» тариф - це 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 ВДЕ.

Таблиця 2.24 - Приріст введеної потужності об'єктів вітроенергетики в регіонах згідно НПД (МВт)

№	Регіон	Встановлена потужність, МВт/рік					
		Всього	2016	2017	2018	2019	2020
1	АР Крим	131,2	35,7	30,7	25,6	20,4	18,5
2	Дніпропетровська область	105,1	28,6	24,6	20,5	16,5	14,8
3	Донецька область	111,5	30,6	26,1	21,7	17,4	15,6
4	Закарпатська область	86,8	23,8	20,4	17,0	13,5	12,2
5	Запорізька область	115,6	31,6	27,3	22,6	18,0	16,3
6	Івано-Франківська область	111,5	30,6	26,1	21,7	17,5	15,6
7	Луганська область	110,2	30,2	25,8	21,6	17,1	15,4
8	Львівська область	79,9	21,9	18,7	15,6	12,6	11,2
9	Миколаївська область	109,5	29,9	25,6	21,4	17,1	15,4
10	Одеська область	113,0	30,9	26,5	22,1	17,7	16,0
11	Херсонська область	118,1	32,3	27,7	23,1	18,5	16,6
12	Чернівецька область	87,6	23,9	20,5	17,1	13,7	12,4
	<b>Всього за НПД</b>	<b>1280</b>	<b>350</b>	<b>300</b>	<b>250</b>	<b>200</b>	<b>180</b>

Відповідно до ст. 15 вищевказаного Закону України електрична енергія, яка вироблена на об'єктах електроенергетики з ВДЕ реалізується на оптовому ринку електричної енергії України, який зобов'язаний купувати у суб'єктів господарювання, яким встановлено «зелений» тариф, всю електричну енергію, вироблену на об'єктах електроенергетики з ВДЕ за «зеленим» тарифом незалежно від величини встановленої потужності чи обсягів її відпуску в межах Договору ОРЕ та договорів з виробниками.

Для виробників електричної енергії з використанням відновлюваних джерел енергії «зелений» тариф встановлюється до 1 січня 2030 року. «Зелений» тариф встановлюється для кожного суб'єкта господарювання, який виробляє електричну енергію з відновлюваних джерел енергії, за кожним видом відновлюваної енергії та для кожного об'єкта електроенергетики (або для

кожної черги будівництва електростанції (пускового комплексу). Розмір "зеленого" тарифу для суб'єктів господарювання наведений у таблиці 2.25.

Таблиця 2.25 - Розмір "зеленого" тарифу для суб'єктів господарювання

Вид електростанції	Потужність електростанції та інші чинники, що впливають на розмір "зеленого" тарифу	Тариф для об'єктів, введених в експлуатацію євроцент/кВт*год					
		з 01.01.16 по 31.12.16	з 01.01.17 по 31.12.19	з 01.01.20 по 31.12.24	з 01.01.25 по 31.12.29		
Сонячні електростанції	Електростанції на поверхні землі	15,99	15,03	13,52	12,01		
	Електростанції на дахах та/або фасадах будинків, будівель та споруд	17,23	16,37	14,76	13,09		
Вітряні електростанції	Потужністю до 600 кВт включно	5,82	5,17	4,82			
	Потужністю від 600 кВт до 2000 кВт	6,79	6,03	5,28			
	Потужність вище 2000 кВт	10,18	9,05	7,92			

До "зеленого" тарифу на електричну енергію, вироблену з ВДЕ на об'єктах електроенергетики, у тому числі на чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексах), введених в експлуатацію з 1 липня 2015 року по 31 грудня 2024 року, НКРЕКП встановлюється надбавка за дотримання на відповідних об'єктах, визначеного статтею 173 Законом України «Про електроенергетику», рівня використання обладнання українського виробництва. Ця надбавка до "зеленого" тарифу встановлюється та підлягає застосуванню на весь строк його дії.

Українське походження матеріалів і робіт підтверджується сертифікатами, що видаються Торгово-промисловою палатою України або регіональними торгово-промисловими палатами. Відповідність фактичного розміру української частки вимогам законодавства підтверджують визначені в спеціальному порядку експертні організації.

## **2.6 Основні нормативно-правові акти, які регулюють сферу відновлюваної енергетики, порядок організації виробництва та реалізації електроенергії за «зеленим» тарифом**

Основними нормативно-правовими актами, які регулюють сферу відновлювальної енергетики є:

- Податковий кодекс України від 02.12.2010 № 2755-УІ (із змінами).
- Господарський кодекс України від 16.01.2003 № 436-ГУ (із змінами).
- Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-ІІ (із змінами).
- Митний кодекс України від 13.03.2012 № 4495-ГУ;
- Закон України «Про електроенергетику» від 16.10.1997 № 575/97-ВР (із змінами);
- Закон України «Про засади функціонування ринку електричної енергії України» від 24.10.2013 № 663-УІІ;
- Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії» від 04.06.2015 року № 514-УІІІ.
- Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20.02.2003 № 555-ІУ (із змінами);
- Закон України «Про землі енергетики і правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» від 09.07.2010 № 2480-17 (із змінами);
- Постанова Кабінету Міністрів України від 24.09.12 №878 «Питання застосування сертифікатів про походження товарів для підтвердження їх українського походження та визначення питомої ваги сировини, матеріалів, основних засобів, робіт та послуг українського походження у вартості будівництва об'єктів електроенергетики, що виробляють електричну енергію за використанням альтернативних джерел енергії»;
- Постанова Кабінету Міністрів України від 24.07.13 №771 «Про затвердження Порядку видачі, використання та припинення дії гарантії



походження електричної енергії для суб'єктів господарювання, що виробляють електричну енергію з альтернативних джерел енергії»;

- Розпорядження Кабінету Міністрів України від 01.11.2014 № 902-р «Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року»;

- Наказ Міністерства палива та енергетики України від 28.10.2009 № 570 «Про затвердження Правил приєднання вітроелектростанцій до електричних мереж».

- Постанова НКРЕКП від 02.11.2012 № 1421 «Про затвердження Порядку встановлення, перегляду та припинення дії «зеленого» тарифу для суб'єктів господарської діяльності»;

- Постанова НКРЕКП від 10.12.2015 № 2932 «Про затвердження Порядку визначення рівня використання обладнання українського виробництва на об'єктах електроенергетики, у тому числі на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій (пускових комплексів), що виробляють електричну енергію з альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії - лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями), та встановлення відповідної надбавки до «зеленого» тарифу»;

- Постанова НКРЕКП від 17.01.2013 № 32 «Про затвердження Правил приєднання електроустановок до електричних мереж»;

- Постанова НКРЕКП від 12.02.2013 № 115 (із змінами) «Про затвердження Методики розрахунку плати за приєднання електроустановок до електричних мереж».

**Заснування компанії.** Відповідно до Умов та Правил здійснення підприємницької діяльності з виробництва електричної енергії, затверджених постановою НКРЕ від 08.02.1996 № 3, виробляти та продавати електроенергію за «зеленим» тарифом можуть лише суб'єкти підприємницької діяльності (приватні підприємці або підприємства).

Чинним законодавством України передбачено низку організаційно-правових форм юридичних осіб для здійснення господарської діяльності на

території України, а саме: товариство з обмеженою відповідальністю, акціонерне товариство, товариство з додатковою відповідальністю, повне товариство, командитне товариство тощо.

З метою створення юридичної особи необхідно: підготувати та підписати статут українською мовою і, у разі необхідності, іноземною мовою; зареєструвати юридичну особу в державному реєстрі; виготовити печатку компанії; відкрити банківський рахунок юридичної особи.

Щоб мати право на отримання ліцензії на виробництво електроенергії, відповідний вид діяльності повинен бути зазначений у переліку видів господарської діяльності юридичної особи.

**Набуття прав на землю.** Правовий режим земель. Відповідно до положень Закону України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» обладнання, що використовується для виробництва електроенергії, може бути розташоване тільки на земельних ділянках, які мають цільове призначення «землі електроенергетики». Виняток складають об'єкти передачі електроенергії (повітряні та кабельні лінії електропередачі, трансформаторні підстанції, розподільчі пункти та пристрої), які можуть бути розташовані на землях будь-якого цільового призначення. Будь-яке інше використання земельних ділянок (з відмінним від «земель електроенергетики» цільовим призначенням) для виробництва електроенергії можливе лише після зміни відповідного цільового призначення.

Згідно із Земельним кодексом України, віднесення земель до того чи іншого цільового призначення здійснюється відповідними рішеннями органів державної та місцевої влади, які передають землі в користування. Крім того, існує окрема процедура зміни цільового призначення земель, які перебувають у приватній власності.

При цьому слід урахувати, що в Україні встановлено мораторій на такі операції з землями сільськогосподарського призначення:

1) купівля-продаж земельних ділянок сільськогосподарського призначення державної та комунальної власності, крім вилучення (викупу) їх для суспільних потреб;

2) купівля-продаж або іншим способом відчуження земельних ділянок і зміна цільового призначення (використання) земельних ділянок, які перебувають у власності громадян та юридичних осіб для ведення товарного сільськогосподарського виробництва, земельних ділянок, виділених у натурі (на місцевості) власникам земельних часток (паїв) для ведення особистого селянського господарства, а також земельних часток (паїв), крім передачі їх у спадщину, обміну земельної ділянки на іншу земельну ділянку відповідно до закону та вилучення (викупу) земельних ділянок для суспільних потреб.

Крім того, як Земельний кодекс України, так і Закон України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» встановлюють обмеження у використанні земель, що оточують об'єкти енергетики. Такі обмеження здійснюються шляхом запровадження режимних і спеціальних (санітарно-захисних, охоронних) зон. Розміри таких зон та вимоги до них значно варіюються залежно від цілої низки чинників і, відтак, визначаються індивідуально.

Використання земель з порушенням їхнього цільового призначення є підставою для припинення права користування цими землями, причому таке припинення можливе лише на підставі відповідного рішення суду. Земельний кодекс не містить чіткої відповіді на питання, чи може бути використання земель з порушенням цільового призначення також; підставою для припинення права власності, а тому ймовірність припинення права власності на цій підставі варто враховувати під час планування господарської діяльності.

Зрештою, Земельний кодекс забороняє придбавати у власність землі сільськогосподарського призначення іноземним суб'єктам господарювання, іноземним громадянам або особам без громадянства, отже, вони мають право отримувати такі землі тільки в користування (оренда, сервітут, суперфіцій). При цьому іноземні юридичні особи (як і українські юридичні особи, створені

за участю іноземних юридичних або фізичних осіб) можуть набувати право на земельні ділянки несільськогосподарського призначення в межах населених пунктів у разі придбання об'єктів нерухомого майна та для спорудження об'єктів, пов'язаних зі здійсненням підприємницької діяльності в Україні, та за межами населених пунктів у разі придбання об'єктів нерухомого майна.

**Набуття прав на приватні землі.** Передача земельних ділянок у користування або у власність здійснюється на підставі відповідного договору. Згідно із Земельним кодексом, угода як про відчуження права власності на землі, так і про надання земель у користування підлягає державній реєстрації. Крім того, всі договори про відчуження права власності повинні бути нотаріально посвідчені перед їхньою державною реєстрацією.

Процедура державної реєстрації прав на землі наразі перебуває в процесі трансформації. Закон про державну реєстрацію передбачає існування єдиного порядку державної реєстрації прав на всі об'єкти нерухомості та єдиного державного реєстру прав на об'єкти нерухомості. Однак до цього часу система реєстрації все ще перебуває в стані становлення. Для різних типів прав на землю (власність, оренда, а також сервітути і суперфіцій) установлені різні процедури реєстрації, які наведені нижче.

Державна реєстрація права власності на земельну ділянку. Державним органом, який здійснює реєстрацію прав власності на землю, є Державне агентство земельних ресурсів України (а також його територіальні органи). Щоб зареєструвати право власності на землю, новий власник повинен подати такі документи: заява; договір про перехід права власності на земельну ділянку; державний акт про право власності на земельну ділянку з позначкою нотаріуса про передачу права власності на земельну ділянку; квитанція про сплату за видачу нового державного свідоцтва про право власності на земельну ділянку (до 50 грн для юридичних осіб).

Загальна тривалість процедури не повинна перевищувати 14 календарних днів з дати подання документів.

**Державна реєстрація права оренди земельної ділянки.** Щоб зареєструвати право оренди на землю, власник або орендодавець повинен подати в територіальні органи Державного агентства земельних ресурсів України такі документи: реєстрацію договору оренди; копія документа, що посвідчує особу орендодавця або власника земельної ділянки; землевпорядний документ на земельну ділянку; договір оренди (три примірники); копія документа про присвоєння ідентифікаційного коду відповідно до Єдиного державного реєстру підприємств та організацій України або податковий номер; заява про державну квитанція про сплату за реєстрацію.

Загальна тривалість процедури не повинна перевищувати 14 календарних днів з дати подання усіх необхідних документів. Вартість виготовлення землевпорядної документації визначається за домовленістю з відповідною землевпорядною організацією.

**Державна реєстрація сервітутів та суперфіцію.** Щоб зареєструвати сервітут або суперфіцій, необхідно подати в місцеві органи Державного агентства земельних ресурсів України такі документи: заява про державну реєстрацію сервітуту або суперфіцію; копія документа, що посвідчує особу орендодавця земельної ділянки або його власника; землевпорядна документація на землю; копії відповідного договору або його еквівалент, якщо такі є; копія документа про присвоєння ідентифікаційного коду відповідно до Єдиного державного реєстру підприємств та організацій України або податковий номер; квитанція про сплату за реєстрацію.

Загальна тривалість процедури не повинна перевищувати 14 календарних днів з дати подання всіх документів. Законодавство не встановлює будь-якої плати за державну реєстрацію сервітутів або суперфіцію. Тим не менш, за аналогією, плата може бути такою самою, що й для реєстрації оренди землі. Вартість виготовлення землевпорядної документації визначається за домовленістю з відповідною землевпорядною організацією.

**Набуття прав на землі державної та комунальної власності.** Згідно із Земельним кодексом України, землі державної й комунальної власності

передаються в користування або у власність на підставі рішень державних органів влади та органів місцевого самоврядування. Так само як і у випадку приватних земель, будь-яка угода про придбання прав на землі комунальної або державної власності підлягає державній реєстрації. Проте державна реєстрація права оренди на комунальні або державні землі здійснюється в процесі реєстрації земельної ділянки.

Крім того, відповідно до Земельного кодексу України, надання права на використання комунальних/державних земель або передача права власності на комунальні або державні землі здійснюється за процедурою спеціальних аукціонів. Тільки в окремих випадках дозволяється передача прав на комунальні й державні землі без аукціонів, наприклад: якщо на таких земельних ділянках розташовані приватні об'єкти нерухомості; для будівництва об'єктів, які повністю фінансуються з державного бюджету; для будівництва, обслуговування й ремонту інженерної, транспортної, енергетичної інфраструктури, об'єктів зв'язку.

Тобто набути право на землю можна двома способами:

- земельний аукціон з продажу земельних ділянок або інших прав на них;
- процедура з продажу права власності та інших прав на землі без аукціону.

Для отримання прав користування землею або власності на землю, слід подати заяву з пакетом супровідних документів у державні органи або органи місцевого самоврядування, що надають права на землю.

Щоб отримати право на землю, необхідно подати: заяву; документи, що підтверджують права оренди на землю або нерухомість, розташовану на ньому; копію установчих документів для юридичної особи. У деяких випадках відповідні органи влади, згідно з правилами, можуть вимагати додаткові документи.

Органи державної влади або місцевого самоврядування розглядають заяву і приймають рішення про розробку землевпорядної документації, у разі її відсутності, та/або оцінку земельної ділянки. Після підготовки відповідної

документації землепорядною організацією та оцінки земельної ділянки органи місцевого самоврядування або державної влади приймають рішення про надання права на землю.

Вартість виготовлення землепорядної документації визначається за домовленістю з відповідною землепорядною організацією. Розмір орендної плати та ціни продажу встановлюються на підставі проведеної оцінки земельної ділянки.

Будівництво електростанцій, що працюють на відновлюваних джерелах енергії. Відповідно до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності», будівництво здійснюється в такому порядку:

- отримання вихідних даних (а також технічних умов) замовником (наприклад, виробником електроенергії) або проектною організацією;
- розробка проектної документації;
- затвердження проектної документації;
- виконання підготовчих та будівельних робіт, які можуть вимагати: реєстрації декларації про початок виконання підготовчих робіт, реєстрації початку виконання будівельних робіт, або видачі дозволу на виконання будівельних робіт;
- прийняття в експлуатацію об'єкта будівництва, яке може здійснюватися у формі: реєстрації декларації про готовність збудованого об'єкта до експлуатації; видачі сертифікату на підставі акта готовності збудованого об'єкта до експлуатації;
- реєстрація права власності на об'єкт будівництва.

Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» не містить прямої вказівки на те, що тільки українські юридичні особи можуть виконувати будівельні роботи і здійснювати будь-які дії в межах будівництва. Стаття 19 цього закону прямо дозволяє іноземним громадянам здійснювати ту саму архітектурну діяльність, що й українським громадянам.

**Вихідні дані.** З метою розробки проектної документації на будівництво виробник електроенергії повинен отримати вихідні дані для таких проектів

після подачі заяви про свій намір провести будівництво до виконавчого органу сільської, селищної або міської ради.

Основні компоненти вихідних даних: містобудівні умови та обмеження; завдання для проектування, які визначають обґрунтовані вимоги до планування, архітектурних, інженерних і технологічних рішень та властивостей об'єкта містобудування, його основних параметрів, вартості й організації його будівництва, і складаються з урахуванням містобудівних умов та обмежень, технічних умов. Вихідні дані повинні міститися в повному обсязі в загальнодоступній містобудівній документації на місцевому рівні. Вони є чинними до завершення будівництва. Будь-які зміни до вихідних даних можуть бути внесені лише за згодою замовника. Містобудівні умови та обмеження безоплатно надаються відповідними спеціально уповноваженими органами містобудування та архітектури. Порядок надання містобудівних умов та обмежень забудови земельної ділянки, їхній склад і зміст затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 07.07.2011 № 109.

З метою встановлення можливості й умов приєднання до мережі електроустановок виробника електричної енергії, розробляється техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) схем видачі потужності електростанцій в енергетичну систему. Якщо запланована потужність перевищує 10 МВт, технічне завдання на розробку ТЕО погоджується ДП «НЕК «Укренерго». Якщо запланована потужність є меншою 10 МВт, погодження проектною документації здійснюється власниками розподільчих (локальних) мереж. На підставі розробленого ТЕО здійснюється підготовка технічних умов на приєднання. ДП «НЕК «Укренерго» затверджені типові технічні завдання для ТЕО схем видачі потужностей ВЕС та СЕС в ОЕС України

**Технічні умови.** Технічні умови - це комплекс умов і вимог до інженерного забезпечення об'єкта будівництва, які повинні відповідати його розрахунковим параметрам, зокрема енергозабезпечення, водовідведення, комунікаційного забезпечення, пожежної та техногенної безпеки. Право на



одержання технічних умов має особа, яка здійснюватиме забудову земельної ділянки, що перебуває в її власності або користуванні. Технічні умови є чинними до завершення будівництва і можуть бути змінені тільки за згодою замовника.

Технічні умови приєднання електроустановок до електричних мереж видаються відповідно до вимог Правил приєднання електроустановок до електричних мереж, затверджених постановою НКРЕ від 17.01.2013 № 32. Типова форма технічних умов приєднання до електричних мереж електроустановок, призначених для виробництва електричної енергії (типова форма) є додатком 6 до Правил приєднання електроустановок до електричних мереж

**Проектна документація** (проект будівництва). Порядок розробки проектної документації на будівництво об'єктів затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 16.05.2011 № 45 (зі змінами). Така документація розробляється з урахуванням будівельної документації та вихідних даних, а також вимог законодавства, державних будівельних норм (зокрема ДБН А.2.2-3-2012). Проектна документація повинна бути розроблена уповноваженою (ліцензованою) проектною організацією і має бути затверджена замовником.

**Реєстрація декларації про початок виконання підготовчих або будівельних робіт.** Після набуття права на земельну ділянку, замовник може виконувати підготовчі роботи, визначені будівельними нормами, державними стандартами й правилами. Відповідно до Порядку виконання підготовчих та будівельних робіт, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 13.04.2011 № 466 (зі змінами), реєстрацію декларації про початок виконання підготовчих робіт безоплатно здійснюють відповідні територіальні управління Державної архітектурно-будівельної інспекції (ДАБІ). У разі якщо ДАБІ не зареєструвала декларацію про початок виконання підготовчих робіт або не відмовила в її реєстрації в установлений строк, право на виконання підготовчих робіт виникає на одинадцятий робочий день із дня, коли декларація повинна

бути зареєстрована, а рішення про відмову - прийняте. У такому разі декларація вважається зареєстрованою. Виконання будівельних робіт на об'єктах, що належать до I - III категорії складності, підключення об'єкта до інженерних мереж та споруд без реєстрації декларації забороняється.

**Дозвіл на виконання будівельних робіт.** Дозвіл видається на безоплатній основі відповідним органом державного архітектурно-будівельного контролю за формою, наведеною у додатку 9 до Порядку виконання підготовчих та будівельних робіт (далі - Порядок), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 13.04.2011 № 466 (зі змінами). Замовник (його уповноважена особа) подає особисто або надсилає рекомендованим листом з описом вкладення до відповідного органу державного архітектурно-будівельного контролю заяву про отримання дозволу за формою, наведеною у додатку 10 до Порядку. До заяви додаються:

- копія документа, що посвідчує право власності чи користування земельною ділянкою, або копія договору суперфіцію (крім випадків, визначених пунктом 7 цього Порядку);

- копія розпорядчого документа щодо комплексної реконструкції кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду у разі здійснення комплексної реконструкції кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду на замовлення органів державної влади чи органів місцевого самоврядування на відповідних землях державної чи комунальної власності (замість копії документа, що посвідчує право власності чи користування земельною ділянкою);

- проектна документація на будівництво, розроблена та затверджена в установленому законодавством порядку;

- копія документа, що посвідчує право власності на будинок чи споруду, або згода його власника, засвідчена у встановленому законодавством порядку, на проведення будівельних робіт у разі здійснення реконструкції, реставрації, капітального ремонту чи технічного переоснащення діючих підприємств;

- копії документів про призначення осіб, відповідальних за виконання будівельних робіт, та осіб, які здійснюють авторський і технічний нагляд;
- інформація про ліцензію, що дає право на виконання будівельних робіт, та кваліфікаційні сертифікати.

ДАБІ протягом десяти робочих днів з дня реєстрації заяви приймає рішення про надання дозволу або відмову у його видачі. У разі прийняття рішення про відмову у видачі дозволу ДАБІ надсилає замовнику (його уповноваженій особі) протягом десяти робочих днів з дня реєстрації заяви відмову з обґрунтуванням причин за формою, наведеною у додатку 11 до Порядку.

**Реєстрація декларації про готовність будівництва до експлуатації.** Введення в експлуатацію збудованих об'єктів I-III категорій здійснюється на підставі реєстрації декларації про готовність збудованого об'єкта до експлуатації в інспекції державного архітектурно-будівельного контролю. Слід зазначити, що збудований об'єкт може здаватися в експлуатацію частинами (установочними комплексами) за умови, що він відповідає вимогам до безпечної експлуатації. Зареєстрована декларація про готовність збудованого об'єкта до експлуатації є підставою для укладення всіх угод на комунальні послуги (водопостачання, опалення тощо).

Виробник повинен надати органам місцевого самоврядування або державним органам копію своєї зареєстрованої декларації, а також повідомити державну службу пожежної та технічної безпеки про введення в експлуатацію об'єкта будівництва протягом семи календарних днів з дати реєстрації декларації. Забороняється експлуатувати збудовані об'єкти I-III категорій без введення їх в експлуатацію.

Дата реєстрації декларації вважається датою введення в експлуатацію. Щоб зареєструвати декларацію, замовник повинен подати в інспекцію державного архітектурно-будівельного контролю (або ж відповідний дозвільний центр) дві копії декларації відповідно до встановленої форми.

Інспекція розглядає заяву протягом десяти робочих днів з дня її подання та реєструє її. Реєстрація декларації здійснюється безоплатно.

**Реєстрація прав власності.** Відповідно до чинного Закону про державну реєстрацію, реєстрація прав на об'єкти нерухомого майна здійснюється Державною реєстраційною службою України та її територіальними органами. При цьому слід враховувати, що зміна системи реєстрації та реєструючого органу спричинила багато проблем і нова система реєстрації (станом на час написання цього посібника) все ще перебуває у стані становлення та налагодження. Щоб зареєструвати право власності на збудований об'єкт, розробник проекту повинен подати реєстратору такі документи:

- заява про реєстрацію права власності за встановленою формою;
- свідоцтво на право власності на нерухомість, видане місцевими органами самоврядування (видається на підставі документа, що підтверджує право на земельну ділянку, та документа, що підтверджує введення збудованого об'єкта в експлуатацію);
- документи, що підтверджують оплату державної реєстрації та видачу витягу про державну реєстрацію таких прав;
- довіреність (за необхідності);
- паспорт заявника.

Державна реєстрація не повинна тривати довше ніж 14 робочих днів із дня отримання заяви без урахування строку проведення технічної інвентаризації збудованого об'єкта.

**Приєднання до мереж.** Відповідно до Закону України «Про електроенергетику», енергопостачальники, які здійснюють передачу електричної енергії з використанням власних мереж, не мають права відмовити в доступі до цих мереж суб'єктам господарювання, які виробляють енергію з використанням ВДЕ.

Процедура приєднання відповідних установок з виробництва відновлюваної електроенергії до електричних мереж врегульована Правилами

приєднання електроустановок до електричних мереж (далі Правила приєднання), затвердженими постановою НКРЕ від 17.01.2013 № 32 і зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 08.02.2013 за № 236/22768. Передбачено три варіанти виконання цієї процедури:

- Для приєднання електроустановок потужністю 70 МВт та більше слід звернутися із заявою про приєднання електроустановок до ліцензіата з передачі електричної енергії магістральними та міждержавними електричними мережами (ДП «НЕК «Укренерго»).

- Для приєднання електроустановки потужністю до 10 МВт слід звернутися із заявою про приєднання до електропередавальної організації, на території здійснення ліцензованої діяльності якої розташовані електроустановки замовника (як правило -обленерго).

- При приєднанні електроустановок потужністю від 10 до 70 МВт замовник може звернутись із заявою про приєднання електроустановок як до електропередавальної організації, на території здійснення ліцензованої діяльності якої розташовані електроустановки замовника (обленерго), або до ліцензіата з передачі електричної енергії магістральними та міждержавними електричними мережами (ДП «НЕК «Укренерго»). Остаточне рішення щодо приєднання таких електроустановок визначатиметься техніко-економічним обґрунтуванням з урахуванням впливу на якість електричної енергії в зоні можливого приєднання.

Після одержання заяви на приєднання електропередавальна організація безоплатно готує та видає замовнику підписаний проект договору про приєднання до електричних мереж електроустановки, яка виробляє електричну енергію з використанням альтернативних джерел енергії. Технічні умови видаються замовнику безоплатно не пізніше 10 робочих днів від дня подання заяви замовника про приєднання електроустановки. Електропередавальна організація забезпечує розроблення проектної документації електроустановок зовнішнього електрозабезпечення, виконання будівельно-монтажних і пусконаладжувальних робіт, а також введення в експлуатацію

новозбудованих чи реконструйованих електроустановок до точки приєднання замовника.

Підключення електроустановки замовника до електричних мереж електропередавальної організації здійснюється на підставі заяви виробника електроенергії протягом 5 днів, якщо підключення не потребує припинення електропостачання інших споживачів, або 10 днів, якщо підключення потребує припинення електропостачання інших споживачів, після введення в експлуатацію об'єкта замовника в порядку, встановленому законодавством у сфері містобудування.

Відповідно до вимог Правил приєднання, з електропередавальною організацією, на території здійснення ліцензованої діяльності якої розташовані електроустановки, замовник укладає договір про приєднання до електричних мереж за формою додатку №1 до Правил, невід'ємною частиною якого є технічні умови. Електропередавальна організація безоплатно, протягом п'яти робочих днів від дня подання заяви, надає замовнику підписаний договір про приєднання, з визначенням у ньому розміру плати за приєднання.

Відповідно до статті 179 Господарського кодексу України, сторони, які мають намір укласти договір на підставі примірного договору, рекомендованого органом управління, як у випадку зі згаданим Примірним договором, мають право за взаємною згодою змінювати окремі умови, передбачені примірним договором, або доповнювати його зміст.

**Вартість приєднання.** Плата за приєднання до електричних мереж суб'єкта господарювання визначається електропередавальною організацією відповідно до Методики розрахунку плати за приєднання електроустановок до електричних мереж, затвердженою постановою НКРЕКП 12.02.2013 № 115 (із змінами). Плата за стандартне та нестандартне приєднання визначається за цією методикою без податку на додану вартість (ПДВ). Нарахована до оплати сума зменшується на вартість виконання проектних та вишукувальних робіт згідно із зведеним кошторисним розрахунком, якщо такі роботи виконувались

замовником та відповідна проектна документація передана електропередавальній організації за актом прийому-передачі.

**Ліцензія на виробництво електроенергії.** Згідно із Законом України «Про електроенергетику», виробництво електроенергії з відновлюваних джерел енергії підлягає ліцензуванню. Відповідно до Порядку встановлення, перегляду та припинення дії "зеленого" тарифу на електричну енергію для суб'єктів господарської діяльності та приватних домогосподарств, затвердженого постановою НКРЕКП від 02.11.2012 № 1421 (зі змінами) встановлення «зеленого» тарифу здійснюється лише для тих суб'єктів господарювання, які отримали ліцензію на виробництво електроенергії.

**Порядок видачі ліцензії на виробництво електроенергії.** Порядок видачі ліцензії на виробництво електроенергії з відновлюваних джерел енергії встановлюється Законом України «Про ліцензування видів господарської діяльності». Перелік документів, які подаються для одержання ліцензії, визначено Статтею 11 зазначеного закону. Рішення про видачу ліцензії приймається протягом десяти робочих днів з дня одержання органом ліцензування заяви на отримання ліцензії. За видачу ліцензії справляється разова плата в розмірі однієї мінімальної заробітної плати, виходячи з розміру мінімальної заробітної плати, що діє на день прийняття органом ліцензування рішення про видачу ліцензії, якщо інший розмір плати не встановлений законом. Переоформлення ліцензії є безоплатним.

Плата за видачу ліцензії вноситься ліцензіатом у термін не пізніше десяти робочих днів з дня отримання здобувачем ліцензії від органу ліцензування повідомлення про прийняте ним рішення про видачу ліцензії.

**Вступ до оптового ринку електричної енергії.** Відповідно до Договору ОРЕ, ДП «Енергоринок» як оптовий постачальник повинен забезпечити закупівлю електроенергії у виробників електроенергії в межах Договору ОРЕ і двосторонніх договорів з виробниками електроенергії. Такі двосторонні угоди можуть бути укладені тільки з виробниками електроенергії, які є членами ОРЕ. Таким чином, кожен виробник електроенергії з альтернативних джерел повинен

отримати позитивне рішення Ради ОРЕ про його вступ в ОРЕ. Після отримання позитивного рішення постачальник електроенергії може стати членом ОРЕ і підписати угоду про членство. Тільки ліцензовані виробники електроенергії можуть подавати заяву на членство в ОРЕ. Для виробників електроенергії з альтернативних джерел не існує жодних обмежень щодо членства в ОРЕ з огляду на обсяг виробництва чи будь-які інші характеристики.

Виробнику електроенергії з альтернативних джерел може бути відмовлено в доступі до ОРЕ, тільки якщо: подані документи містять неправдиві дані, які можуть вплинути на рішення Ради ОРЕ; аналіз, проведений секретарем Ради ОРЕ та Енергоринком, дає підстави стверджувати, що заявник не може забезпечити виконання угоди ОРЕ. Відмова прийняти заявника в члени ОРЕ може бути оскаржена шляхом подачі скарги до НКРЕКП або позову до суду.

Порядок вступу до членів Оптового ринку електричної енергії визначений у додатку 6 до Договору між членами оптового ринку електричної енергії України і затверджений рішенням Ради Оптового ринку електричної енергії від 14.02.1997, протокол 4. Процедура вступу до ОРЕ є безоплатною.

**Укладання договору з ДП «Енергоринок».** Відповідно до Договору ОРЕ, ДП «Енергоринок» має забезпечити закупівлю електроенергії у виробників електроенергії в межах Договору ОРЕ і двосторонніх договорів з виробниками електроенергії. Таким чином, на додаток до підписання Договору ОРЕ, виробник електроенергії повинен також укласти двосторонню угоду з ДП «Енергоринок». Останнім часом, така угода набирає чинності після затвердження «зеленого» тарифу НКРЕКП. НКРЕКП, постановою від 11.10.2012 №1314, затвердила типову угоду про купівлю-продаж електроенергії між ДП «Енергоринок» та суб'єктом господарювання, що виробляє електроенергію з використанням альтернативних джерел (Примірний договір про купівлю електроенергії).

Відповідно до існуючої практики, виробник електроенергії повинен подати заяву, в якій має зазначити потужності своїх об'єктів, їхнє



розташування, наявність автоматичних приладів обліку, інформацію про ліцензію виробника (додавши її копію до заяви). Уся інша інформація про виробника надається секретарем Ради ОРЕ. При прийнятті заяви ДП «Енергоринок» надає двосторонній договір, який повинен бути підписаний виробником і погоджений з відповідним локальним енергетичним постачальником. Після укладення договір має бути погоджений НКРЕКП.

**Встановлення «зеленого» тарифу.** «Зелений» тариф не встановлюється автоматично після введення в експлуатацію електростанції або навіть після укладення договору на продаж електроенергії з ДП «Енергоринок». Крім того, на встановлення «зеленого» тарифу мають право тільки електростанції, що були введені в експлуатацію та підключені до енергосистеми. Нарешті, тільки ліцензовані виробники електроенергії можуть клопотати про встановлення «зеленого» тарифу.

Таким чином, ліцензований виробник електроенергії з відновлюваних джерел подає заяву в НКРЕКП на встановлення «зеленого» тарифу лише після введення в експлуатацію своєї електростанції та підключення її до мережі. У разі відмови у встановленні «зеленого» тарифу виробник електроенергії може оскаржити рішення НКРЕКП в суді. Щоб отримати право на застосування «зеленого» тарифу, виробник електроенергії повинен подати в НКРЕКП заяву за встановленою формою і наступні супроводжувальні документи:

- довіреність на представництво інтересів виробника (за необхідності);
- пояснювальна записка з детальною інформацією про суб'єкт господарювання (форма власності підприємства, встановлені потужності генеруючого обладнання, характеристики генеруючого обладнання);
- розрахунок витрат на виробництво електроенергії за встановленою формою;
- обґрунтування статей та елементів витрат на виробництво (копії договорів, розрахунок витрат, пояснення до розрахунку, довідка про середню кількість персоналу, довідка про балансову вартість основних засобів станом на дату подання заяви);

- пояснювальна записка до робочого проекту будівництва електростанцій;
- копії технічних умов на підключення нових установок виробника електроенергії;
- зареєстрована декларація про готовність об'єкта будівництва до експлуатації або свідоцтво, видане на підставі акта готовності до експлуатації;
- копія розрахунку бюджету на реконструкцію, модернізацію й технічне переоснащення за рахунок власних або залучених коштів.

«Зелений» тариф установлюється безоплатно. НКРЕКП розглядає документи, надані заявником, протягом 30 календарних днів із дати їхнього отримання. Після цього, питання про затвердження «зеленого» тарифу виноситься на відкрите засіданні НКРЕКП, про що інформується заявник. Рішення про затвердження і встановлення «зеленого» тарифу оформлюються у вигляді постанови НКРЕКП для кожного виробника електроенергії.

**Загальні ризики для інвесторів і їх мінімізація в Україні.** У світі існують певні загальноприйняті ризики для інвесторів. Ці ризики в Україні мінімізовані такими факторами:

-ризик відсутності достатнього вітропотенціалу - достовірністю його довгострокового прогнозу, який гарантується урахуванням не тільки даних річних спостережень характеристик вітру безпосередньо на площадці ВЕС, а й залученням даних багаторічних спостережень близько розташованих метеостанцій і даних супутникових спостережень;

-ризик зменшення попиту на електроенергію, вироблену СЕС і ВЕС - гарантованим зростанням споживання електроенергії у зв'язку із зростанням промислового виробництва в Україні;

-ризик відмови від купівлі електроенергії, виробленої СЕС і ВЕС - Законом України, в якому гарантується обов'язковість покупки державою електроенергії електростанцій, які працюють на відновлюваних джерелах енергії;

-ризик зменшення ціни купівлі електроенергії - Законом України, яким гарантується підвищений («зелений») тариф на електроенергію, вироблену СЕС і ВЕС на період до 2030 року.

-ризик зриву проектів - короткими термінами повернення інвестицій, що становлять лише 6-7 років.

## **2.7 Аналіз прояву циклічності при виробництві та споживанні енергоресурсів**

Енергоспоживання й умови для виробництва енергії істотно змінюються протягом річного й добового циклу. Крім того, можуть відзначатися аномальні варіації цих умов через мінливість природного середовища. Якщо в холодний період домінуючою статтею витрати енергоресурсів є обігрів приміщень, то влітку значні енергоресурси витрачаються на їх кондиціонування та охолодження. ГЕС, зазнають труднощів через недолік води взимку й улітку, а в період паводка змушені «скидати» надлишкову воду повз генератори. Вартість електроенергії може змінюватися в рази протягом добового циклу. Розуміння циклічності процесів у країні необхідно для проектування ефективних систем енергозбереження.

Через нерівномірність споживання енергії промисловими підприємствами й житловими районами в межах добового циклу виникають нерівномірності навантаження на генеруючі потужності країни. Регулювання потужності АЕС можливо в досить невеликих межах. Тому держава змушена вводити «нічні» тарифи для стимулювання споживання енергії в періоди її надлишку й обмежувати в період дефіциту.

Узимку через високий рівень енерговитрат у системах транспортування тепла й неефективних алгоритмів роботи опалення в будинках, а також їхньою поганою теплоізоляцією відзначається недостатнє нагрівання приміщень. Кінцеві споживачі «догрівають» приміщення, використовуючи

електронагрівачі. Тому в першу чергу, через дефіцит потужності в енергосистемі України в опалювальний період різко знижується стабільність частоти струму в мережі. У свою чергу це приводить до частого блокування систем автоматичного частотного регулювання й, як наслідок, відключенням споживачів. Тому ефективна робота штатних опалювальних систем непрямим образом може сприяти поліпшенню ситуації з подачею електроенергії.

Вибір технічного рішення з використанням теплового насоса, наприклад, замість традиційного нагрівача дозволить не тільки знизити витрати на підігрів теплоносія, але й забезпечити оборотність системи, що зможе давати тепло взимку й холод улітку. Це дозволяє відбити специфіку циклів функціонування системи, передбачивши різні режими її роботи в різні сезони. У різні періоди циклів виникає необхідність утилізації різних ВЕР, значить буде формуватися відповідне технічне завдання.

Доцільно розробити для проектування заходів енергомодернізації метод , який дозволить би врахувати максимально прояви циклічності енергоспоживання, або, навіть дати змогу отримати з цього додаткові можливості оптимізації енергоспоживання.

## **2.8 Тенденції вибору підходів до енергомодернізації**

Аналіз реалізованих проектів та технологій, які пропонує ринок показує, що за останні 20 років можна відмітити поступові зміни у пріоритетах різних технологій.

- З початку цього тисячоліття та до 2010 року найбільший обсяг коштів спрямовувався на пасивні методи підвищення енергоефективності (в першу чергу в галузі теплопостачання). Це теплоізоляція стін та перекрить, встановлення подвійних дверей, сучасних вікон із склопакетами.

- З 2010 року до 2015 року постійно зростає питома вага фінансування проектів, в яких впроваджуються системи динамічного управління подачею

тепла, системи керованого освітлення. Поширюється тенденція заміни ламп, у тому числі люмінесцентних, на світлодіодні.

- З 2015 року помітно зростає в Україні доля сонячних та вітрових ЕС у загальному обсязі генерації, хоча розмір цієї долі все ще замалий.

- Зараз у зв'язку із суттєвим здешевленням та поширенням систем сонячної та вітрової енергетики можна відмітити початок наступної хвилі технологій, які характеризуються наявністю інтегруючих (акумуляуючих) компонентів. Оскільки електроакумуляція поки ще недостатньо подешевшала, основна вага має приходитися на теплоакумулятори. Наявність акумулятора забезпечує можливість використання альтернативних джерел енергії, які звичайно мають нерівномірну інтенсивність генерації.

- Виходячи з логіки розвитку напрямку енергоефективності можна передбачати, що наступною хвилею може стати широке розповсюдження технологій утилізації ВЕР та замкнених циклів.

Технології спалювання відходів беззаперечно визивають інтерес, але в межах великого міста поки що їх екологічність не відповідає вимогам збереження навколишнього середовища. При формулюванні технологічної концепції проекту «Енергоефективний університет» важливо врахувати тенденції розвитку напрямки та створити можливість поступової його реалізації так, щоб вже впроваджені заходи ставали підґрунтям для подальшої розбудови.

## **2.9 Розробка методології дослідження**

Специфіка діяльності в сфері підвищення енергоефективності будівель така, що для кожного випадку треба знаходити оптимальне рішення. Вибір оптимального рішення ускладнюється тим, що кожний виробник рекламує свої пропозиції, замовчуючи їх слабкі сторони та критикує конкурентів. Компасом на цьому шляху повинна стати науково обґрунтована класифікація існуючих методів та технологій.

Розробка концепції підвищення енергоефективності будівлі має базуватися на такій класифікації існуючих методів та технологій, яка дозволить орієнтуватися на сучасному ринку. Необхідно проаналізувати існуючі пропозиції та провести оцінку та групування як найбільш популярних так і екзотичних технологій відповідно до неї. Таке групування дозволяє зрозуміти які технології дійсно конкурують, а які гармонійно доповнюють друг друга. Ще одним завданням є отримання об'єктивних оцінок перспектив використання різних існуючих технологій на основі методу еколого-економічного аналізу. Завдяки такому підходу можна обчислити не тільки суто економічні показники, але й оцінити екологічні та демографічні аспекти застосування технологічних рішень. По-новому оцінити тенденції та перспективи еволюції ринку енергозберігаючих технологій.

Об'єктом дослідження повинні стати як конкретні технології та методи їх впровадження, так і тенденції розвитку методів енергомодернізації будівель та у більш широкому сенсі – напрямки природоперетворюючої діяльності через сферу енергоспоживання.

Окрім класичних методів аналізу та синтезу в дослідженнях застосовано метод еколого-економічного аналізу. Головним науковим добутком має стати спроба конкретних прикладів аналізу ефективності енергозберігаючих технологій відповідно до розробленої класифікації. Якщо це завдання вдасться успішно виконати, споживачі ринку енергоносіїв, які зараз опинилися перед завданням якнайефективніше використати літню паузу у опалювальному сезоні до осені знайти відповідь на жорсткі питання сьогодення, сформулювати практичні рекомендації щодо аналізу своїх можливостей, особливостей об'єктів та шляхів зниження витрат на енергоспоживання.

Під час виконання кафедральної наукової теми було проведено аналіз матеріалу з підвищення енергоефективності будівель, рекомендованих методик та прикладів впровадження інновацій у цій галузі. В результаті сформульовано класифікацію шляхів підвищення енергоефективності, які є системними та принциповими та на залежать від специфіки конкретного технічного рішення. В

свою чергу у конкретному технічному рішенні можуть втілюватися декілька знайдених принципів оптимізації енергоспоживання.

Можна виділити наступні принципи:

1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні (теплоізоляція труб, заміна вікон, утеплення стін, циркуляційна схема подачі гарячої води, впровадження адаптивних алгоритмів опалення для зниження втрат через вентиляційну систему);

2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів (рекуперація тепла із систем вентиляції й від теплообмінників промислових холодильників і систем кондиціонування, утилізація побічного потоку тепла в технологічних виробничих процесах);

3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії (теплові насоси замість нагрівачів, інноваційні системи електронагрівників, когенераційні установки та ін.);

4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані (спалювання свалочного газу й біогазу, соломи, паливних пелет, використання сонячної, вітрової, хвильової енергії);

5) застосування систем накопичення енергії, що дозволяють акумулювати енергію коли вона в надлишку, або коли вона має низьку вартість і витратити накопичений запас, коли енергії не вистачає, або коли її вартість зростає.

6) Управління процесом подачі енергії на основі зворотного зв'язку із урахуванням динамічних параметрів системи.

Вивчення пропозицій ринку показало, що виробники звичайно пропонують комплексне рішення, яке не передбачає інтеграцію у більш складну систему із іншим обладнанням. Метод дослідження конкретних промислових систем енергоспоживання буде полягати у аналізі того, що саме може продемонструвати ця система по кожному з напрямків підвищення енергоефективності. Головною причиною застосування інноваційних технологій є бажання домогтися в установках по перетворенню енергії більше

високого ККД, чим у традиційних (теплові насоси замість нагрівачів, когенераційні установки й т.д.). Поліпшити ступінь згоряння палива, зменшити попутні викиди в природне середовище й т.д. Крім того, вирішуються завдання підвищення компактності, надійності, терміну служби, зменшення матеріалоємності, питомої вартості, експлуатаційних витрат, зниження рівня обслуговування (інноваційні системи електронагрівачів).

Вивчення пропозицій ринку показало, що більшість пристроїв та систем, які виробляє промисловість, звичайно поєднують якості декілька шляхів підвищення енергоефективності. Крім того, виробники звичайно пропонують комплексне рішення, яке не передбачає інтеграцію у більш складну систему із іншим обладнанням. Нижче буде розглянуто низку промислових систем енергоспоживання із елементами інноваційних технологій та проведено аналіз того, які саме принципи підвищення енергоефективності вони впроваджують.

Метод дослідження конкретних промислових систем енергоспоживання буде полягати у аналізі того, що саме може продемонструвати ця система по кожному з напрямків підвищення енергоефективності.



УДК 620.9:697.31  
№ держресстрації 0116 U002042

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
(ОДЕКУ)  
м. Одеса, вул. Львівська, 15  
тел. (0482) 32-67-35

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з НР  
д-р. геогр. наук., проф.  
Тучковенко Ю.С.  
«    »      2020р.

**ЗВІТ**  
**ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**  
**«Розробка концепції «Енергоефективний університет» для**  
**Одеського державного екологічного університету»**  
(фінальний)  
Частина 2

Керівник НДР, відповідальний виконавець  
Зав. лаб ІСМ кафедри публічного управління  
та менеджменту природоохоронної діяльності  
ст. викладач.

 О.С.Чернишов

2020

Рукопис закінчено 11 грудня 2020

Результати цієї роботи розглянуто на засіданні Науково-технічної ради ОДЕКУ,  
Протокол № 7 від 22.12.2020 р.

## ЗМІСТ

### ЧАСТИНА 2

ЗМІСТ ЧАСТИНИ 2	186
РОЗДІЛ 3. ОГЛЯД ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ТА ПІДХОДІВ У ГАЛУЗІ ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЇ	188
3.1. Інфрачервоне опалення	189
3.2. Іонні (ТОРСІОННІ) котли «BERIL» потужністю 5-33 кВт	194
3.3. Тригенерація із використанням АБХМ	200
3.4. Двигун Стірлінга	202
3.5. Теплові насоси	212
3.6. Виробництво та використання біогазу	229
3.7. Хвильові електростанції	231
3.8. Приклади систем з вітрогенераторами в умовах міста	233
3.8.1. Проекти домів з вітрогенераторами	233
3.8.2. Спеціальні конструкції вітрогенераторів для міста	236
3.9. Системи накопичення енергії	241
3.9.1. Системи опалення й гарячого водопостачання «ТЕПЛОН»	242
3.9.2. Локальні системи опалення з накопичувачем	246
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНКИ ПРОЕКТІВ НА БАЗІ РОЗРОБЛЕНОЇ МЕТОДИКИ	250
4.1. Попередній аналіз системи енергоспоживання комплексу будинків університетського містечка ОДЕКУ	250
4.1.1. Загальна характеристика комплексу об'єктів	250
4.1.2 Споживання електроенергії	253
4.1.3 Споживання тепла	268
4.1.4 Споживання газу	276
4.1.5 Оцінка показників енергоспоживання	277
4.2. Огляд європейських стандартів EN 15603 та EN 15217	278
4.3 Метод циклів та метод потоків	283
4.4. Проект енергомодернизации будинку ліцею	284
4.4.1. Окреслення вхідних даних для проекту енергомодернізації будинку ліцею	285
4.4.2. Застосування інструментів моделювання та розрахунок надходження сонячної енергії	292
4.4.3. Аналіз альтернатив	301

	187
4.5. Розрахунок проекту енергомодернізації фрагменту комплексу об'єктів ОДЕКУ – системи ГВП гуртожитку	302
4.5.1. Розрахунок показників проекту реконструкції системи ГВП гуртожитку із використанням сонячних колекторів	303
4.5.2. Технологічна концепція оптимального енергоспоживання у межах обраного напрямку енергомодернізації	306
4.5.3. Базова конфігурація системи та встановлення експлуатаційних показників	308
4.5.4 Розрахунок інвестиційних показників системи та висновки з проведеного розрахунку проекту	314
4.6. Розрахунок показників проектів розміщення на будівлях ОДЕКУ сонячних електростанцій	316
4.6.1. Досвід впровадження сонячних електростанцій на будівлях у місті Одеса	320
4.6.2. Розробка проекту розміщення СЕС на Гуртожитку-2. Базова конфігурація системи	327
4.6.3. Розробка пропозиції по конфігурації СЕС	331
4.6.4 Фасадний модуль СЕС	333
4.6.5. Розрахунок економічних показників та пропозиції щодо плану впровадження сучасних технологій енергоспоживання	337
4.6.6. Висновки з проведених розрахунків проекту	339
4.7. Розробка проекту розміщення СЕС на НЛК-2	341
4.7.1. Обсяги споживання енергоносіїв НЛК-2	341
4.7.2. Технологічна концепція енергомодернізації НЛК-2	343
4.7.3. Встановлення напрямку проведення розрахунків та вихідних даних	345
4.7.4. Розробка пропозиції по конфігурації СЕС	347
4.7.5. Фасадні модулі СЕС НЛК	350
4.7.6. Розрахунок економічних показників та пропозиції щодо плану впровадження сучасних технологій енергоспоживання	354
4.7.7. Висновки з проведених розрахунків проекту	359

### РОЗДІЛ 3

## ОГЛЯД ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ТА ПІДХОДІВ У ГАЛУЗІ ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЇ

Для розуміння особливостей впровадження інноваційних технологій, які не є широко розповсюдженими, необхідно детальніше ознайомитися з їх технічними та економічними показниками, методами застосування. При ознайомленні із системами та конкретним обладнанням реалізуючим інноваційні технології енергоспоживання буде проведено аналіз їх роботи відповідно класифікації методів підвищення енергоефективності. Вище було показано, що при усій різноманітності технічних рішень дійсно шляхів підвищення енергоефективності лише декілька. За нашим розумінням це:

1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні (теплоізоляція труб, заміна вікон, утеплення стін, циркуляційна схема подачі гарячої води, впровадження адаптивних алгоритмів опалення для зниження втрат через вентиляційну систему);

2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів (рекуперація тепла із систем вентиляції й від теплообмінників промислових холодильників і систем кондиціонування, утилізація побічного потоку тепла в технологічних виробничих процесах);

3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії (теплові насоси замість нагрівачів, інноваційні системи електронагрівників, когенераційні установки та ін.);

4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані (спалювання свалочного газу й біогазу, соломи, паливних пелет, використання сонячної, вітрової, хвильової енергії);

5) застосування систем накопичення енергії, що дозволяють акумулювати енергію коли вона в надлишку, або коли вона має низьку вартість і витратити накопичений запас, коли енергії не вистачає, або коли її вартість зростає.

6) Впровадження автоматичної системи керування енергоспоживання на основі аналізу показників як всередині системи, так і у зовнішньому середовищі з урахуванням власних динамічних властивостей системи – теплоємності та інерційності.

### **3.1 Інфрачервоне опалення**

Інфрачервоне (ІЧ) опалення - це електричне опалення з низьким енергоспоживанням, яке можна використати як:

- інфрачервоне опалення заміського будинку, котеджу, дачі;
- інфрачервоне опалення павільйонів, кіосків, ангарів;
- інфрачервоне опалення гаражів, паркінгів;
- інфрачервоні обігрівачі для зонального, або тимчасового (мобільного) опалення різних приміщень.

Інфрачервоне випромінювання абсолютно нешкідливо для людини, що доведено медичними дослідженнями в різних країнах. ІЧ опалення - можна зрівняти з нашим Сонцем, що нагріває предмети, а не повітря, а потім предмети (підлога, стіни, меблі) віддають тепло в повітря. ІЧ опалення - дозволяє забезпечувати прискорений прогрів приміщення (через 10 хвилин після включення системи ІЧ опалення починається прогрів приміщення), при цьому людина не відчуває ніякого дискомфорту.

ІЧ опалення працює без зайвих втрат енергії, вся вироблювана інфрачервоним принципом енергія без втрат надходить до споживача, при цьому відбувається рівномірне нагрівання підлоги приміщення й стін. ІЧ опалення - дозволяє знижувати температуру в опалювальному приміщенні на кілька градусів (при температурі +18 градусі Цельсію людина відчуває

комфорт, як при температурі +21 при звичайному опаленні), ця різниця дозволяє істотно заощаджувати електроенергію (зниження температури на 1 градус заощаджує 5% електроенергії). Ілюстрація потоків тепла при традиційному та ІЧ опаленні наведена на рисунку 2.1.



Рисунок 3.1 - Конфігурація потоків тепла при традиційному та ІЧ опаленні

ІЧ опалення - має свої переваги:

- економія енергії до 70 %;
- висока пожежна безпечність;
- швидке нагрівання до робочої температури;
- абсолютно безшумна;
- відсутність батарей і труб;
- не спалюється кисень;
- автоматична регульована система керування;
- не змінюється вологість;
- швидкий, простий, недорогий монтаж;
- не вимагає обслуговування.

Виробник стверджує, що найкраща система обігріву це - та, якою користується сама природа, аналогом її в приміщенні і є- інфрачервоний обігрів. Температура ТЕНу підібрана так, що поверхня пластини, звернена до підлоги, нагрівається до 250°C. При такій температурі 90% енергії перетвориться в потік теплових променів, а 10% іде на прямий нагрівання повітря, що стикається із пластиною. Теплові промені безперешкодно проходять крізь повітря, не нагріваючи його, і нагрівають безпосередньо

підлога й предмети, від яких у свою чергу нагрівається повітря. Піднімаючись до стелі, вона не дуже остигає, при цьому на рівні голови стоячої людини температура повітря виявляється на 1-2°C нижче, ніж у підлоги.

Переваги систем інфрачервоного обігріву:

Низька вартість системи;

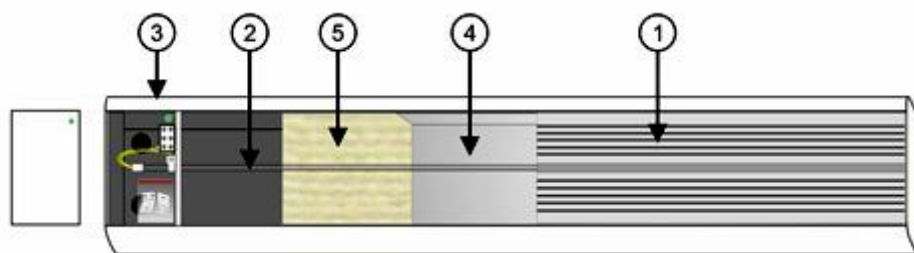
Економічність (до 50-70% у порівнянні з іншими видами опалення);

Не потрібно одержання дозволів на установку й використання;

Простота й низька вартість монтажу;

Багато варіантів конфігурації.

Приклад конструкції наведено на рисунку 3.2. Тепловипромінююча пластина - алюмінієвий анодирований профіль усередину якого вмонтований низькотемпературний тен (не розігрівається до червоного коліру). Обігрівачі, основним нагрівальним елементом яких є тепловипромінююча пластина, є приладами м'якого інфрачервоного випромінювання. При роботі таких приладів температура пластини досягає 250-300°C, що нижче температури запалення паперу й деревини, а також при даній температурі немає фактора «випалювання кисню» у приміщенні. Такий обігрівач пожеже безпечний та екологічний (повітря в приміщенні залишається свіжим і чистим).



1. Пластина; 2. Тен; 3. Корпус; 4. Фольга; 5. Ізолятор

Рисунок 3.2 - Конструкція ІЧ-обігрівачів

Приклади установок моделей ЕСД-ПР наведені на рисунку 3.3. Недоліками таких обігрівачів є наявність легкого потрескування при роботі, зв'язане це з тим, що коефіцієнти розширення алюмінію (пластина) і нержавіючої сталі (ТЕН) різні, відповідно при нагріванні й остиганні приладу

виникає тертя й потріскування між пластиною й ТЕНом. На людей з нормальною психікою цей факт ніяк не впливає, важливо знати фізику явища. Наприклад, у сучасних штучних камінах виробники навпаки додають даний ефект - «ефект потріскування дров». Тим більше, що в електрокамінах цей ефект виражений голосніше.



Рисунок 3.3 - Приклади установок моделей ЕСД-ПР

Головною особливістю таких систем є наявність дистанційно рознесеного з нагрівачем датчика температури в приміщенні й більш-менш складна система автоматики, що підтримує температурний режим, заданий споживачем. [3]

*Аналіз наведеного вище технологічного рішення.* Як видно з опису роботи пристроїв, в системах ІЧ опалення реалізовані два з встановлених у науково-дослідній роботі принципи підвищення енергоефективності. Проведемо повний аналіз системи за стандартною схемою:

1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні. – встановлення ІЧ нагрівачів безпосередньо не впливає на обсяг втрат теплової енергії, тобто цей принцип не є актуальним.

2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів. – не проводиться.

3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії. – цей принцип лежить у



основі економії, яку можна отримати при застосуванні ІЧ нагрівачів. Підвищення ККД базується на двох принципах.

- По-перше, система дозволяє фокусувати подачу тепла саме на тих зонах, де воно потрібно. При цьому температура повітря у інших зонах може бути нижчою. Це дозволяє знизити інтегральний показник подачі тепла при відповідних показниках комфорту споживачів. Наприклад, в кафе потрібно забезпечити комфортну температуру 20-22°C. Але це актуально для зон розташування стільців, кресел та диванів. У зоні танц-полу, біля гардеробної та біля входу достатньо температури 17-18 градусів. Таким чином обсяг споживаної енергії може бути суттєво знижено.

- По друге, механізм нагрівання ІЧ систем полягає у нагріві відносно великої площі поверхні підлоги та предметів, розташованих у нижній частині простору приміщення. Саме від цієї поверхні відбувається нагрів повітря. Це забезпечує створення у приміщенні стабільного повільного потоку розігрітого повітря від підлоги догори саме у зонах підвищеного комфорту. Відбувається рівномірна циркуляція повітря у комфортних зонах та дещо повільніша в усіх інших частинах приміщення. Це також забезпечує зниження сумарних витрат енергії у порівнянні із традиційною схемою використання локально радіаторів, які формують вузькі вертикальні потоки над самим радіатором та потік холодного повітря уздовж підлоги до низу радіатора. Цей принцип реалізовано.

4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані. – у якості енергоносія ІЧ нагрівачі використовують електроенергію, яка є сьогодні стандартним рішенням. Тут жодної інновації немає.

5) застосування систем накопичення енергії. – накопичення енергії система не передбачає.

6) Управління процесом подачі енергії на основі зворотного зв'язку із урахуванням динамічних параметрів системи. – наведений опис роботи системи інформує, що у складі системи є датчики температури та регулятори, за

допомогою яких споживач програмує комфортний режим. Цей принцип реалізовано.

### **3.2 Іонні (ТОРСІОННІ) котли «BERIL» потужністю 5-33 кВт**

З середини 2000-х років на ринку з'явилося декілька пропозицій прямоточних котлів-нагрівачів води під торговими марками БЕРІЛ, ГАЛАН, та інші. Ці котли називають іонними, торсіонними, інноваційними та рекламують їх велику економічність та ефективність у порівнянні із традиційними системами. На своєму сайті [[http://www.teplovelebit.ru/beril/ionnie-kotli-beril-5-33-kvt\\_ru](http://www.teplovelebit.ru/beril/ionnie-kotli-beril-5-33-kvt_ru)], виробник описує характеристики котлів наступним чином:

В іонних котлах BERIL у режимі on-line контролюється величина й кількість електричних зарядів - іонів, рух яких між електродами забезпечує нагрівання теплоносія. Використання цифрових технологій у системі керування роботою іонного казана «BERIL» - цифрова система управління (ЦСУ), дозволяє вимірювати й інформувати користувача про потужність, споживану котлом, і в автоматичному (іонні котли «BERIL» 380У с сімісторним блоком і ЦСУ) або ручному (іонні котли «BERIL» 220/380У с ЦСУ «ЄВРО») режимах змінювати її залежно від заданої програми і якості теплоносія, що приводить до значної економії електроенергії.





Іонні котли «BERIL» зі ЦСУ «ЄВРО» (ручний режим керування потужністю) наведені у Таблиці 3.1. Основні відмінності іонних котлів «BERIL» від електродних й інших іонних котлів.

1. Додаткові опції: Плавна зміна потужності в ручному або автоматичному режимах з інформацією про цей параметр на дисплеї в режимі on-line. Наявність електронного самозворотного запобіжника, що дозволяє опалювальній системі з іонним котлом працювати в автономному режимі без відключення від електромережі.

2. Якість: Використання ущільнювальних й ізоляційних матеріалів з підвищеною термостійкістю (до 250°C). Термін служби іонного котла не менш 10 років з можливістю гарантійного обслуговування протягом усього терміну служби.

3. Економіка: Витрата менш половини всієї електроенергії, необхідної для опалення, підтверджений техніко-економічним обґрунтуванням (ТЕО) роботи котла.

Таблиця 3.1 - Іонні котли «BERIL» зі ЦСУ «ЄВРО»

	Номинальна потужність, кВт *	Розмір приміщення, м <sup>3</sup>	Номинальна напруга, В
	5	135	220
	7	190	220
	9	240	220
			
	6	160	380
	9	240	380
	12	300	380
	15	375	380
	25	625	380
	33	900	380
			

ЦСУ котла автоматично цілодобово підтримує задану температуру теплоносія по двох каналах - «пряма» й «обратка». Підключення додаткового блоку дистанційного керування (ДУ) із третім датчиком виміру й контролю температури повітря в приміщенні дає споживачеві можливість програмувати

температурні режими на будь-яку годину й день тижня й використати при цьому мобільний зв'язок GSM.

Зміна номінальної потужності відбувається в ручному режимі з мінімальним кроком 200Вт. Наявність електронного самозворотного запобіжника підвищує надійність роботи опалювальної системи з іонним котлом в автономному режимі. При перевищенні котлом робочого струму вище заданого (або номінального) електронний запобіжник відключить його на певний час. При зниженні значення струму котел автоматично включається. Цей процес може повторюватися неодноразово з виводом на дисплей повідомлення «error» (помилка). Алгоритм роботи циркуляційного насоса підтримується автоматично з урахуванням індивідуальних особливостей кожної опалювальної системи.

Робота іонних котлів із ЦСУ практично не залежить від якості теплоносія.

При зниженому або підвищеному значенні питомого електричного опору теплоносія ЦСУ автоматично буде підтримувати задану потужність казана. У випадку дуже високого значення цього параметра (аж до порівнянного з параметром у дистильованій воді) застосовується спеціальний інгібітор корозії для зниження питомого електричного опору теплоносія. У жодному разі не можна використати для цих цілей різні солі, тому що це неминуче приведе до виходу з ладу опалювального встаткування в результаті інтенсивної корозії й виділенню газоподібного водню. У розроблений інгібітор корозії додані спеціальні присадки, що сповільнюють процес корозії різних конструктивних елементів опалювальної системи (залізо, мідь, алюміній і т.д.), що запобігають руйнування ущільнювачів (гуми, тефлону, паранита й ін.).

Силовий сімісторний блок, що є складовою частиною іонних котлів «BERIL» потужністю 6-33 кВт, дозволяє ЦСУ робити безшумну зміну потужності не менш одного разу в одну мілісекунду, що необхідно при роботі ЦСУ в ПІД (пропорційно-інтегрально-диференціальному) режимі керування температурними параметрами.

ПІД режим регулювання температури. При стандартному методі регулювання з датчиком температури повітря усередині приміщення відбувається наступне: при зниженні температури в приміщенні нижче заданої включається система опалення й на максимумі (по температурі теплоносія) нагріває приміщення доти, поки температура в приміщенні не здійметься до заданої. Спрацьовує датчик температури повітря в приміщенні, а потім, після відключення нагрівання, виділяється ще маса надлишкового тепла від контуру опалення, що перегрівся. При остиганні системи опалення й подальшому її включенні процес повторюється. Як наслідок недосконалості цього методу йде велика перевитрата електроенергії (до 20%).

Стратегія ПІД-регулятора, що містить підсилювач, інтегратор і диференціатор, виглядає в такий спосіб. Виявивши на своєму вході різницю між заданою й поточною температурою, підсилювач регулятора в перший момент включає казан на повну потужність, але строго дозовано, компенсуючи значну частину різниці. Потім у роботу вступає інтегратор, що повільно, щоб не «проскочити» температурну крапку наближає температуру до заданого значення. Диференціатор, що реагує на швидкість зміни, форсує роботу казана в тих випадках, коли температура починає швидко відхилятися від заданих параметрів (відкрита квартира, розкрита двері, розбиті вікно й т.п.).

Економіка іонних котлів «BERIL». Використання ЦСУ й ПІД-регулятора температурними параметрами опалювальної системи з іонним котлом «BERIL» дозволяє в ручному або автоматичному режимах, змінюючи потужність, час і швидкість нагрівання приміщення позбутися від вищевказаної перевитрати електроенергії (до 20%).

Ці дані отримані на основі аналізу загальносвітової практики по використанню ПІД-режима у всіх типах котлів - електричних, газових, рідинних і т.д., а також за результатами натурних випробувань по розробленій програмі МАТЛАБ.

Представлена конструкція дозволяє збільшити коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову в 1,5-1,6 рази завдяки запатентованим у котлах

«BERIL» механізмам і принципам використання енергії навколишнього середовища. Крім того, алгоритм керування роботою іонних котлів із сімісторними блоками дозволяє одному блоку ЦСУ управляти роботою необмеженій кількості іонних котлів будь-якої потужності якщо вони працюють у єдиній системі опалення.

Іонні котли «BERIL» зі ЦСУ й сімісторним блоком більш енергоефективні (до 20%) і комфортніші іонних котлів «BERIL» без сімісторного блоку за рахунок наявності функції автоматичної зміни потужності.

Таким чином, економічність у роботі котлів досягається за рахунок:

1. меншої інерції нагрівання (у кілька разів);
2. фізики процесу перетворення ел.енергії в теплову (нагрівання всього обсягу теплоносія в камері котла)
3. плавного старту (з 50% потужності від номінальної);
4. застосування автоматики контролю за температурою теплоносія й температурою повітря в приміщенні.
5. побудови двохтрубної системи закритого типу, з ефективними радіаторами.
6. простотою конструкції й застосування сучасних матеріалів.
7. надійності роботи "на відмову"
8. ефективності - виконання роботи за фіксований проміжок часу.

Час розігріву теплоносія в рази менше ніж у ТЕНового котла, при однаковій потужності.

*Аналіз наведеного вище технологічного рішення.* Вище представлена комплексна система, яка включає іонні котли «BERIL», регулятор, насос, циркуляційну систему труб подачі гарячого теплоносія та відводу відпрацьованого холодного, датчики температури «подачі», «обратки» та повітря у приміщеннях, пристрій програмування режиму роботи системи споживачем. Як інноваційний компонент презентуються саме котли та система управління та програмування.

Проаналізуємо отриману інформацію:

1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні. – встановлення іонних котлів та системи управління безпосередньо не впливає на обсяг втрат теплової енергії, тобто цей принцип не є актуальним.

2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів. – не проводиться.

3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії. – ККД традиційних електронагрівачів без жодної системи управління дуже наближений до 100%. ККД наведеної вище системи не перевищує 100 %. Тобто за цим пунктом, прогресу немає.

4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані. – у якості енергоносія ІЧ нагрівачі використовують електроенергію, яка є сьогодні стандартним рішенням. Тут жодної інновації немає.

5) застосування систем накопичення енергії. – накопичення енергії система не передбачає.

6) Управління процесом подачі енергії на основі зворотного зв'язку із урахуванням динамічних параметрів системи. – наведений опис роботи системи інформує, що у складі системи є датчики температури та регулятори, за допомогою яких споживач програмує комфортний режим. Тобто цей принцип присутній. Також включено компонент управління системою нагріву із урахуванням її інерційності (тобто динамічних характеристик). Згідно даних досліджень, це дозволяє отримати економію енергії до 40%. Цей принцип реалізовано.

Як видно з опису роботи системи, фактично реалізовано лише один принцип підвищення енергоефективності. Тобто більшість аргументів, які наводить виробник для обґрунтування потенціалу підвищення ефективності не відповідають дійсності.

### 3.3 Тригенерація із використанням АБХМ

Опис роботи тригенераційної установки із використанням АБХМ наведено на сайті виробника [<http://www.r-gaz.ru/threeneration.html>]. Тригенерація - це процес одночасного виробітку електроенергії, тепла й холоду. В основному, "холод" виходить наступних параметрів - 7...12°C. Основне застосування - для систем кондиціонування й технологічного охолодження.

Як джерело холоду застосовується абсорбційна холодильна машина (АБХМ).

Джерелом енергії є гаряча вода від когенераційних установок.

АБХМ використовується в комплексі з когенераційними установками на базі газотурбінних або газопоршневих установок, тобто гаряча вода від теплоутилізаторів енергоблоків надходить в АБХМ.

Процес відбувається в наступному порядку (рисунок 3.4):

- Гаряча вода 80...90°C, при влученні в систему, взаємодіє з холодоагентом (бромистолітєвий розчин).
- Холодоагент під впливом температури стискується, при цьому підвищується тиск у системі.
- При підвищенні тиску холодоагенту, його температура піднімається.
- Потім холодоагент передає теплову енергію охолодженій воді контуру градирні.
- При цьому холодоагент розширюється, і його температура знижується до 0°C.
- Через теплообмінник температура холодоагенту передається воді контуру споживача. На виході одержуємо воду 7...12°C.

Основною перевагою АБХМ, є те, що АБХМ у холодильному циклі не потрібна електроенергія. Електроенергія потрібна тільки для циркуляційних насосів. У парокompресійних чиллерів споживання електроенергії 0,3 кВт на виробіток 1 кВт "холоду". В АБХМ - у десять разів менше. Таким чином, при використанні АБХМ не буде потрібно одержувати додаткове мережне



підключення й буде помітна постійна економія на кіловат/годинах. Ефективність застосування АБХМ в 4,6 рази вище показників застосування парокомпресійних холодильних машин.

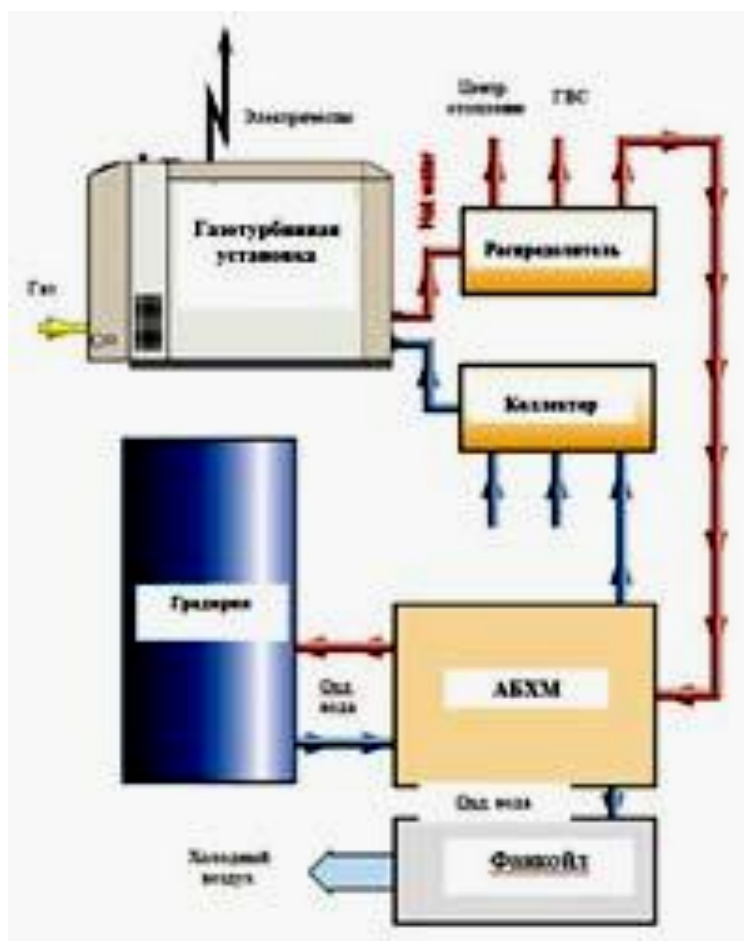


Рисунок 3.4 - Схема роботи установки

Основні достоїнства АБХМ у порівнянні із ПКХМ

- зниження потужності когенераційних установок (або потужності підключення до мереж),
- утилізація попутного вихлопу (зменшення парникового ефекту),
- зниження витрат на електроенергію.

**Аналіз наведеного вище технологічного рішення.**

1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні. - вказано зниження споживання електроенергії у порівнянні із традиційними парокомпресійними системами. Електроенергія витрачається тільки на роботу циркуляційних насосів. Цей принцип реалізовано.

2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів. - Система виробляє холод із низькопотенційного надлишкового тепла, яке у іншому варіанті просто скидається у навколишнє середовище. Цей принцип реалізовано.

3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії. - ККД відповідає показникам традиційних систем.

4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані. - використовуються ті ж самі енергоносії, що і в традиційних системах.

5) застосування систем накопичення енергії. - накопичення енергії система не передбачає.

6) Управління процесом подачі енергії на основі зворотного зв'язку із урахуванням динамічних параметрів системи. – ця можливість у межах системи не реалізована.

### **3.4 Двигун Стірлінга**

Двигун Стірлінга - теплова машина, у якій рідке або газоподібне робоче тіло рухається в замкнутому просторі, різновид двигуна зовнішнього згоряння. Заснований на періодичному нагріванні й охолодженні робочого тіла з добуванням енергії з виникаючі при цьому зміни обсягу робочого тіла. Може працювати не тільки від спалювання палива, але й від будь-якого джерела тепла.

Двигун Стірлінга був уперше запатентований шотландським священиком Робертом Стірлінгом 27 вересня 1816 року (англійський патент № 4081). Однак перші елементарні «двигуни гарячого повітря» були відомі ще наприкінці XVII століття, задовго до Стірлінга. Досягненням Стірлінга є додавання очисника, який він назвав «економ». У сучасній науковій літературі цей очисник називається «рекуператор». Він збільшує продуктивність двигуна, утримуючи

тепло в теплій частині двигуна, у той час як робоче тіло охолоджується. Цей процес набагато підвищує ефективність системи. Рекуператор може бути зовнішнім стосовно циліндрів, а може бути розміщений на поршні-вितеснітелі в бета- і гамма-конфігураціях. В останньому випадку габарити й вага машини виявляються менше. Частково роль рекуператора виконує зазор між витеснітелем і стінками циліндра (при довгому циліндрі потреба в такому пристрої взагалі зникає, але з'являються значні втрати через в'язкість газу). В альфа-стірлінгі рекуператор може бути тільки зовнішнім. Він монтується послідовно з теплообмінником, у якому відбувається нагрівання робочого тіла, з боку холодного поршня.

В 1843 році Джеймс Стірлінг використав цей двигун на заводі, де він у той час працював інженером. В 1938 році фірма «Філіпс» інвестувала в мотор Стірлінга потужністю більше двохсот кінських сил і віддачею більше 30 %. Двигун Стірлінга має багато переваг і був широко розповсюджений в епоху парових машин.

В ХІХ столітті інженери хотіли створити безпечну альтернативу паровим двигунам того часу, котли яких часто вибухали через високий тиск пару і невідповідних матеріалів для їхньої будівлі. Гарна альтернатива паровим машинам з'явилася зі створенням двигуна Стірлінга, який міг перетворювати в роботу будь-яку різницю температур. Основний принцип роботи двигуна Стірлінга полягає в постійно змінюючихся циклах нагрівання й охолодження робочого тіла у закритому циліндрі. Звичайно в ролі робочого тіла виступає повітря, але також використовуються водень і гелій. У ряді експериментальних зразків випробовувалися фреони, двоокис азоту, зріджений пропан-бутан і вода. В останньому випадку вода залишається в рідкому стані на всіх ділянках термодинамічного циклу. Особливістю стірлінга з рідким робочим тілом є малі розміри, висока питома потужність і більші робочі тиски. Існує також стірлінг із двофазним робочим тілом. Він теж характеризується високою питомою потужністю, високим робочим тиском.

З термодинаміки відомо, що тиск, температура і обсяг газу взаємозалежні й діють за законом ідеальних газів  $PV = nRT$ , де:

$P$  — тиск газу;

$V$  — обсяг газу;

$n$  — кількість молів газу;

$R$  — універсальна газова константа;

$T$  — температура газу в кельвінах.

Це означає, що при нагріванні газу його обсяг збільшується, а при охолодженні — зменшується. Це властивість газів і лежить в основі роботи двигуна Стірлінга.

Двигун Стірлінга використовує цикл Стірлінга, який по термодинамічній ефективності не уступає циклу Карно, і навіть має перевагу. Справа в тому, що цикл Карно складається з ізотерм, і адіабат. Практична реалізація цього циклу малоперспективна. Цикл Стірлінга (рисунок 3.5) дозволив одержати практично працюючий двигун у прийнятних габаритах.

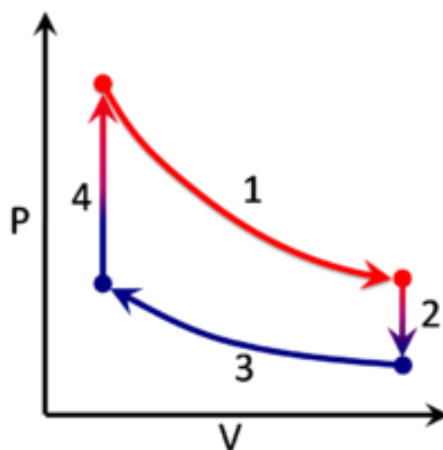


Рисунок 3.5 - Діаграма "тиск-обсяг" ідеалізованого циклу Стірлінга

Цикл Стірлінга складається із чотирьох фаз і розділений двома перехідними фазами: нагрівання, розширення, перехід до джерела холоду, охолодження, стиск і перехід до джерела тепла. Таким чином, при переході від теплового джерела до холодного джерела відбувається розширення й стиск газу, що перебуває в циліндрі. При цьому змінюється тиск, за рахунок чого можна

одержати корисну роботу. Нагрівання й охолодження робочого тіла (ділянки 4 й 2) виробляється рекуператором. В ідеалі кількість тепла, що віддається й відбирається рекуператором, однаково. Корисна робота виробляється тільки за рахунок ізотерм, тобто залежить від різниці температур нагрівача й охолоджувача, як у циклі Карно. Робочий цикл двигуна Стірлінга beta-типу наведений на рисунку 3.6:

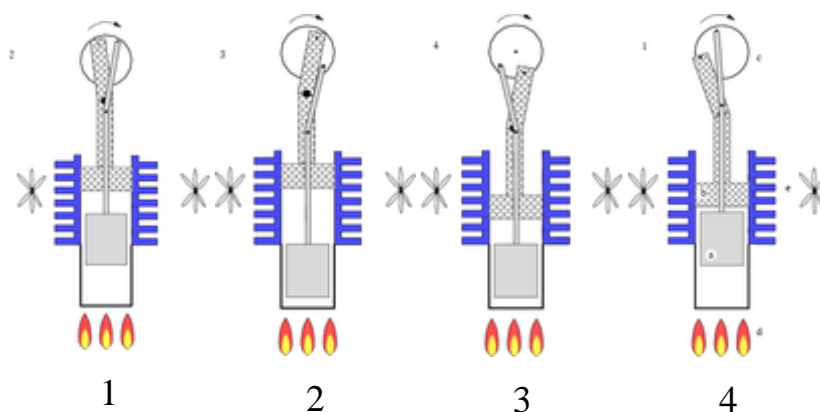


Рисунок 3.6 - Робочий цикл двигуна Стірлінга beta-типу

При роботі двигуна відтворюються такі фази:

1. Зовнішнє джерело тепла нагріває газ у нижній частині теплообмінного циліндра. Створюваний тиск штовхає робочий поршень нагору (зверніть увагу, що витісняючий поршень нещільно прилягає до стінок).

2. Маховик штовхає витісняючий поршень униз, тим самим переміщаючи розігріте повітря з нижньої частини в охолоджувальну камеру.

3. Повітря остигає й стискається, поршень опускається вниз.

4. Витісняючий поршень піднімається нагору, тим самим переміщаючи охолоджене повітря в нижню частину. І цикл повторюється.

У машині Стірлінга рух робочого поршня здвигнутий на  $90^\circ$  щодо руху поршня-витіснителя. Залежно від знака цього здвигу машина може бути двигуном або тепловим насосом.

Недоліки. Матеріалоемність - основний недолік двигуна. У двигунів зовнішнього згоряння взагалі, і двигуна Стірлінга зокрема, робоче тіло

необхідно охолоджувати, і це приводить до істотного збільшення масо-габаритних показників силової установки за рахунок збільшених радіаторів.

Для одержання характеристик, порівнянних з характеристиками ДВС, доводиться застосовувати високі тиски (понад 100 атмосфер) і спеціальні види робочого тіла — водень, гелій.

Тепло не підводиться до робочого тіла безпосередньо, а тільки через стінки теплообмінників. Стінки мають обмежену теплопровідність, через що ККД виявляється нижче, ніж можна було очікувати. Гарячий теплообмінник працює в дуже напружених умовах теплопередачі, і при дуже високих тисках, що вимагає застосування високоякісних і дорогих матеріалів. Створення теплообмінника, що задовольняв би суперечливим вимогам, досить важко. Чим вище площа теплообміну, тим менше втрати тепла. При цьому росте розмір теплообмінника й обсяг робочого тіла, що не беруть участі у роботі. Оскільки джерело тепла розташоване зовні, двигун повільно реагує на зміну теплового потоку, підводимого до циліндра, і не відразу може видати потрібну потужність при запуску.

Для швидкої зміни потужності двигуна використовуються методи, відмінні від тих, які застосовувалися у двигунах внутрішнього згорання: буферна ємність змінюваного обсягу, зміна середнього тиску робочого тіла в камерах, зміна фазного кута між робочим поршнем і витеснітелем. В останньому випадку реакція двигуна на керуючу дію водія є практично миттєвою.

Переваги. Проте, двигун Стірлінга має переваги, які змушують займатися його розробкою.

«Всеїдність» двигуна - як всі двигуни зовнішнього згорання (вірніше - зовнішнього підведення тепла), двигун Стірлінга може працювати від майже будь-якого перепаду температур: наприклад, між різними шарами в океані, від сонця, від ядерного або ізотопного нагрівача, вугільної або дров'яної печі й т.д.

Простота конструкції - конструкція двигуна дуже проста, він не вимагає додаткових систем, таких як газорозподільний механізм. Він запускається самостійно й не має потреби в стартері. Його характеристики дозволяють

позбутися від коробки передач. Однак, як ми вже відзначали вище, він має більшу матеріалоемність.

Збільшений ресурс - простота конструкції, відсутність багатьох «ніжних» агрегатів дозволяє стірлінгу забезпечити небувалий для інших двигунів ресурс у десятки й сотні тисяч годин безперервної роботи.

Економічність - у випадку перетворення в електрику сонячної енергії стірлінги іноді дають більший ККД (до 31,25 %), чим теплові машини на парі.[5]

Безшумність двигуна - стірлінг не має вихлопу, а значить - не шумить. Бета-стірлінг із ромбічним механізмом є ідеально збалансованим пристроєм й, при досить високій якості виготовлення, навіть не має вібрацій (амплітуда вібрації менше 0,0038 мм).

Екологічність - сам по собі стірлінг не має якихось частин або процесів, які можуть сприяти забрудненню навколишнього середовища. Він не витрачає робоче тіло. Екологічність двигуна обумовлена насамперед екологічністю джерела тепла. Варто також відзначити, що забезпечити повноту згоряння палива у двигуні зовнішнього згоряння простіше, ніж у двигуні внутрішнього згоряння.

Застосування. На практиці цінність двигуна Стірлінга полягає у тому, що на його базі можна створювати системи утилізації низько потенційного надлишкового тепла у електричну енергію, яка є найбільш привабливою та універсальною формою енергії. Найбільш перспективною зараз вважається двигун Стірлінга з лінійним генератором перемінного току (рисунок 3.7). Двигун Стірлінга застосуємо у випадках, коли необхідний компактний перетворювач теплової енергії, простої по пристрої, або коли ефективність інших теплових двигунів виявляється нижче: наприклад, якщо різниці температур недостатньо для роботи парової або газової турбіни.

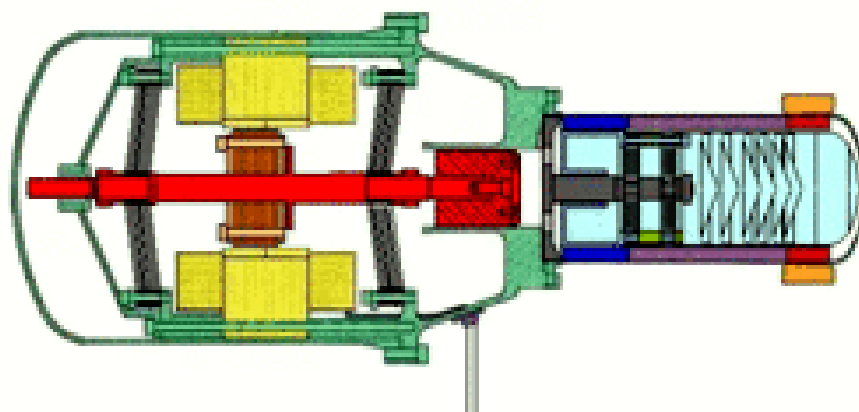


Рисунок 3.7 - Двигун Стирлінга з лінійним генератором перемінного току

Двигуни Стирлінга можуть застосовуватися для перетворення в електроенергію будь-якої теплоти. На них покладають надії по створенню сонячних електроустановок. Їх застосовують як автономні генератори для туристів. Деякі фірми випускають генератори, які працюють від конфорки газової печі. NASA розглядає варіанти генераторів на основі стірлінга, що працюють від ядерних і радіоізотопних джерел тепла. Відпрацьовуються різні варіанти пристроїв.

Насоси. Ефективність систем опалення або охолодження зростає, якщо в контурі встановлений насос примусової подачі теплоносія. Установка електричного насоса знижує живучість системи, а в побуті неприємно тим, що електролічильник «накручує» відчутну суму. Насос, що використовує принцип двигуна Стирлінга, вирішує цю проблему.

Стирлінг для перекачування рідин може бути набагато простіше звичної схеми «двигун-насос». У двигуні Стирлінга замість робочого поршня може використатися перекачувана рідина, що одночасно служить для охолодження робочого тіла.

Насос на основі двигуна стірлінга може служити для накачування води в іригаційні канали за допомогою сонячного тепла, для подачі гарячої води від



сонячного колектора в будинок (у системах опалення теплоаккумулятор намагаються встановити якнайнижче, щоб вода йшла в радіатори самопливом).

Стірлінг-насос може використатися для перекачування хімічних реагентів, оскільки абсолютно герметичний. Стірлінг-насос із рідким поршнем використовує цикл, відмінний від циклу Стірлінга. Його ідеалізована діаграма  $P-V$  має вигляд прямокутника й складається із двох ізохор і двох ізобар. ККД приблизно в 2 рази гірше, ніж у циклу Карно (і циклу Еріксона) для такого ж перепаду температур.

Теплові насоси на базі двигуна Стірлінга. Дозволяють заощаджувати на опаленні. Принцип дії той же, що в кондиціонера (кондиціонер - це той же тепловий насос), тільки кондиціонер звичайно охолоджує приміщення, нагріваючи навколишній простір, а тепловий насос, як правило, обігріває приміщення, охолоджуючи зовнішнє повітря, воду зі свердловини або інше джерело низько потенційного тепла. Звичайно використовуються теплонасоси, що приводять у рух електрикою. Але електрика в ряді країн виробляється на теплоелектростанціях, що спалюють газ, вугілля, мазут, і в результаті калорія, отримана на такому теплонасосі виявляється не дешевше, ніж отримана від спалювання газу. Агрегат, у якому сполучені двигун Стірлінга й тепловий насос Стірлінга, робить ситуацію більше сприятливою. Двигун Стірлінга віддає в систему опалення непридатне тепло від «холодного» циліндра, а отримана механічна енергія використовується для підкачування додаткового тепла, що забирається з навколишнього середовища. Гібридний теплонасос «стірлінг-стірлінг» виявляється простіше, ніж композиція із двох стірлінг-машин. В агрегаті зовсім відсутні робочі поршні. Перепади тиску, що виникають у двигуні, безпосередньо використовуються для перекачування тепла тепловим насосом. Внутрішній простір агрегату герметичний та дозволяє використати робоче тіло під дуже високим тиском.

Розрахунки показують, що в ідеалі тепловий насос «стірлінг-стірлінг» на кожну калорію спаленого газу може додати ще від 3 до 10 калорій з

навколишнього середовища. На практиці ця величина виявляється менше. Дослідження по використанню таких пристроїв були припинені.

Холодильна техніка на базі двигуна Стірлінга. Практично, всі холодильники використовують ті ж теплові насоси. Стосовно до систем охолодження їхня доля виявилася більше щасливою. Ряд виробників побутових холодильників збирається встановити на свої моделі стірлінги. Вони будуть мати більшу економічність, а як робоче тіло будуть використати звичайне повітря.

Підводні човни. Переваги стірлінга привели до того, що ще в першій половині 1960-х років військово-морські довідники вказували на можливість установки на підводних човнах типу «Шеурмен» виробництва Швеції незалежних від повітря двигунів Стірлінга. Однак ні «Шеурмени», ні наступні «Наккени» і «Вестерйотланди» зазначені силові установки так і не одержали. І тільки в 1988 році головна субмарина типу «Наккен» була переустаткована під двигуни Стірлінга. З ними вона пройшла під водою більше 10 000 годин. Інакше кажучи, саме шведи відкрили в підводному кораблебудуванні еру допоміжних анаеробних рухових установок. І якщо «Наккен» — перший корабель цього підкласу, то субмарини типу «Готланд» стали першими серійними човнами із двигунами Стірлінга, які дозволяють їм перебувати під водою безупинно до 20 діб. Зараз всі підводні човни ВМС Швеції оснащені двигунами Стірлінга, а шведські кораблебудівники вже добре відробили технологію оснащення цими двигунами підводних човнів, шляхом врізання додаткового відсіку, у якому й розміщається нова рухова установка. Подібні двигуни встановлені також у новітніх японських підводних човнах типа "Сорю".

Акумулятори енергії. Можна запасати з його допомогою енергію, використовуючи як накопичувач теплоаккумулятори на розплавах солей. Такі акумулятори перевершують по запасу енергії хімічні акумулятори й дешевше їх. Використовуючи для регулювання потужності зміну фазного кута між

поршнями, можна акумулювати механічну енергію, гальмуючи двигуном. У цьому випадку двигун перетворюється в тепловий насос.

Сонячні електростанції на базі двигуна Стірлінга. Параболічні концентратори із двигуном Стірлінга. Установлені в Іспанії (рисунок 3.8.).



Рисунок 3.8 - Параболічні концентратори із двигуном Стірлінга в Іспанії

Двигун Стірлінга може використатися для перетворення сонячної енергії в електричну. Для цього він встановлюється у фокус параболічного дзеркала, (схожого за формою на супутникову антену) таким чином, щоб область нагрівання була постійно освітлена. Параболічний відбивач управляється по двох координатах при спостереженні за сонцем. Енергія сонця фокусується на невеликій площі. Дзеркала відбивають близько 92 % падаючого на них сонячного випромінювання. Як робочого тіла двигуна Стірлінга використовується, як правило, водень, або гелій.

В лютому 2008 року Національна лабораторія Sandia досягла ефективності 31,25 % в установці, що складається з параболічного концентратора й двигуна Стірлінга. Компанія Stirling Solar Energy розробляє сонячні колектори великої потужності - до 150 кВт на одне дзеркало. Компанія

збудувала в південній Каліфорнії найбільшу на, той час, у Світі сонячну електростанцію.

*Аналіз наведеного вище технологічного рішення.*

1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні. - немає  
 2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів. - Система виробляє механічну або електричну енергію з надлишкового низько потенційного тепла. Цей принцип реалізовано.

3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії. – ККД невисокий, відповідає показникам традиційних систем, близьких аналогів серед традиційних систем немає.

4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані. – немає.

5) застосування систем накопичення енергії. – накопичення енергії безпосередньо система Стірлінга не передбачає.

6) Управління процесом подачі енергії на основі зворотного зв'язку із урахуванням динамічних параметрів системи. - ця можливість у межах системи не реалізована..

### **3.5 Теплові насоси**

Схема компресійного теплового насоса наведена на рисунку 3.9. Він складається з наступних елементів:

1) конденсатор, 2) дросель, 3) випарник, 4) компресор.

**Тепловий насос** - пристрій для переносу теплової енергії від джерела низькопотенційної теплової енергії (з відносно низькою температурою) до споживача (теплоносієві) з більш високою температурою, [6]. Термодинамічно, тепловий насос являє собою звернену холодильну машину. Якщо в холодильній машині основною метою є виробництво холоду шляхом відбору теплоти з

якого-небудь обсягу випарником, а конденсатор здійснює скидання теплоти в навколишнє середовище, то в тепловому насосі картина зворотна. Конденсатор є теплообмінним апаратом, що виділяє теплоту для споживача, а випарник - теплообмінним апаратом, що утилізує низькопотенційну теплоту: вторинні енергетичні ресурси й (або) нетрадиційні поновлювані джерела енергії.

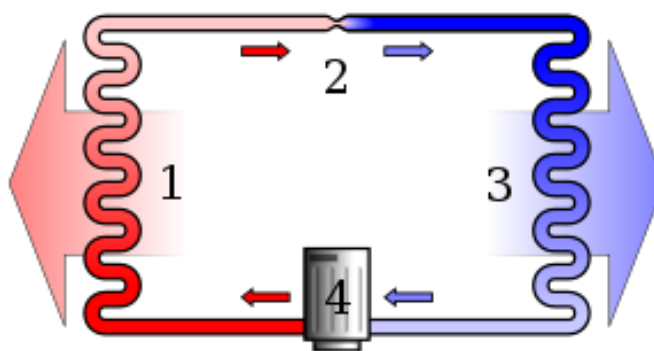


Рисунок 3.9 - Схема компресійного теплового насоса

**Загальні відомості.** Основу експлуатованого сьогодні у світі парку теплонасосного встаткування становлять парокомпресійні теплові насоси, але застосовуються також й абсорбційні, електрохімічні й термоелектричні. Ефективність теплових насосів прийнято характеризувати величиною безрозмірного коефіцієнта трансформації енергії, обумовленого для ідеального циклу Карно по наступній формулі:

$$K_{tr} = \frac{T_{out}}{T_{out} - T_{in}} \quad (3.1)$$

де  $T_{out}$ ,  $T_{in}$  — температури відповідно на виході й на вході насоса.

$K_{tr}$  (Коефіцієнт трансформації теплового насоса, або теплонасосної системи тепlopостачання) являє собою відношення корисного тепла, що відводиться у систему тепlopостачання споживачеві, до енергії, затрачуваної на роботу теплонасосної системи тепlopостачання, і чисельно дорівнює кількості корисного тепла, одержуваного при температурах  $T_e$  й  $T_i$ , на одиницю енергії, витраченої на привід ТН або ТСТ.

Реальний коефіцієнт трансформації відрізняється від ідеальною, описаною формулою (3.1), на величину коефіцієнта  $h$ , що враховує ступінь термодинамічної досконалості і необоротні втрати енергії при реалізації циклу.

Ступінь термодинамічної досконалості  $h$  може була прийнята рівної 0,55, а температурний напір (різниця температур хладона й теплоносія) у конденсаторі й у випарнику теплових насосів звичайно дорівнює  $7^{\circ}\text{C}$ . Ці значення ступеня термодинамічної досконалості  $h$  і температурного напору між хладоном і теплоносіями системи опалення й теплосбору представляються близькими до дійсності з погляду обліку реальних параметрів теплообмінних апаратів (конденсатор і випарник) теплових насосів, а також супутніх витрат електричної енергії на привод циркуляційних насосів, систем автоматизації, запірної й керуючої арматур.

У загальному випадку ступінь термодинамічної досконалості теплонасосних систем теплопостачання  $h$  залежить від багатьох параметрів, таких, як: потужність компресора, якість виробництва комплектуючого теплового насоса й необоротних енергетичних втрат, які, у свою чергу, включають: - втрати теплової енергії в сполучних трубопроводах; - втрати на подолання тертя в компресорі; - втрати, пов'язані з неідеальністю теплових процесів, що протікають у випарнику й конденсаторі, а також з неідеальністю теплофізичних характеристик хладонів; - механічні й електричні втрати у двигунах та інше. У табл. 3.2 представлені «середні» значення ступеня термодинамічної досконалості  $h$  для деяких типів компресорів, використовуваних у сучасних теплонасосних системах теплопостачання.

Таблиця 3.2 - Ефективність деяких типів компресорів, використовуваних у сучасних теплонасосних системах теплопостачання

Потужність, кВт	Тип компресора	Ефективність (ступінь термодинамічної досконалості) $h$ , частки ед.
300–3000	Відкритий відцентровий	0,55-0,75
50-500	Відкритий поршневий	0,5-0,65
20-50	Напівгерметичний	0,45-0,55
2-25	Герметичний, з R-22	0,35-0,5
0,5-3,0	Герметичний, з R-12	0,2-0,35
<0,5	Герметичний	<0,25

Як і холодильна машина, тепловий насос споживає енергію на реалізацію термодинамічного циклу (привод компресора). Коефіцієнт перетворення теплового насоса - відношення теплопродуктивності до електроспоживання - залежить від рівня температур у випарнику й конденсаторі й коливається в різних системах у діапазоні від 2,5 до 5, тобто на 1 кВт витраченої електричної енергії тепловий насос робить від 2,5 до 5 кВт теплової енергії. Температурний рівень теплопостачання від теплових насосів 35 - 55°C. Економія енергетичних ресурсів досягає 70 %. Промисловість технічно розвинених країн випускає різноманітні асортименти парокомпресійних теплових насосів тепловою потужністю від 5 до 1000 кВт.

**Історія.** Концепція теплових насосів була розроблена ще в 1852 році видатним британським фізиком й інженером Уільямом Томсоном (Лордом Кельвіном) і надалі вдосконалена й деталізована австрійським інженером Петером Ріттер фон Ріттінгером (Peter Ritter von Rittinger). Петера Ріттера фон Ріттінгера вважають винахідником теплового насоса, адже саме він спроектував й установив перший відомий тепловий насос в 1855 році. Але практичне застосування тепловий насос отримав значно пізніше, а точніше в 40-х роках ХХ сторіччя, коли винахідник-ентузіаст Роберт Вебер (Robert C. Webber) експериментував з морозильною камерою [6]. Один раз Вебер випадково доторкнувся до гарячої труби на виході камери й зрозумів, що тепло просто викидається назовні. Винахідник задумався над тим, як використати це тепло, і вирішив помістити трубу в бойлер для нагрівання води. У результаті Вебер забезпечив свою родину такою кількістю гарячої води, що вони фізично не могли використати, при цьому частина тепла від нагрітої води попадала в повітря. Це підштовхнуло його до думки, що від одного джерела тепла можна нагрівати й воду, і повітря одночасно, тому Вебер удосконалило свій винахід і почав проганяти гарячу воду по спіралі (через змійовик) і за допомогою невеликого вентилятора поширювати тепло по будинку з метою його опалення. Згодом саме у Вебера з'явилася ідея «відкачувати» тепло із землі, де температура не дуже змінювалася протягом року. Він помістив у ґрунт мідні

труби, по яких циркулював фреон, що «збирав» тепло землі. Газ конденсувався, віддавав своє тепло в будинку, і знову проходив через змійовик, щоб підібрати наступну порцію тепла. Повітря приводилося в рух за допомогою вентилятора й поширювалися по будинку. У наступному році Вебер продав свою стару вугільну піч. В 40-х роках тепловий насос був відомий завдяки своїй надзвичайній ефективності, але реальна потреба в ньому виникла в період Арабського нафтового ембарго в 70-х роках, коли, незважаючи на низькі ціни на енергоносії, з'явився інтерес до енергозбереження.

**Ефективність.** У процесі роботи компресор споживає електроенергію. Співвідношення вироблюваної теплової енергії й споживаної електричної називається коефіцієнтом трансформації (або коефіцієнтом перетворення теплоти) і служить показником ефективності теплового насоса. Ця величина залежить від різниці рівня температур у випарнику й конденсаторі: чим більше різниця, тим менше ця величина.

Із цієї причини тепловий насос повинен використати по можливості більшу кількість джерел низькопотенційного тепла, не прагнучи домогтися його сильного охолодження. Справді, при цьому росте ефективність теплового насоса, оскільки при слабкому охолодженні джерела тепла не відбувається значного росту різниці температур. Із цієї причини теплові насоси роблять так, щоб маса низькотемпературного джерела тепла була значно більшою, ніж нагрівна маса. Для цього, також, необхідно збільшувати площі теплообміну, щоб перепад температур між джерелом тепла й холодним робочим тілом, а також між гарячим робочим тілом й опалювальним середовищем був поменше. Це знижує витрати енергії на опалення, але приводить до росту габаритів і вартості встаткування.

Проблема прив'язки теплового насоса до джерела низькопотенційного тепла, що має більшу масу може бути вирішена введенням у тепловий насос системи масопереносу, наприклад, системи прокачування води. Так улаштована система центрального опалення Стокгольма.



**Умовний ККД теплових насосів.** Навіть сучасні парогазотурбінні установки на електростанціях виділяють велику кількість тепла, що й використовується в когенерації. Проте, навіть при використанні електростанцій, які не генерують попутне тепло (сонячні батареї, вітряні електростанції, паливні елементи) застосування теплових насосів також має сенс, тому що таке перетворення електричної енергії в теплову більш ефективно, ніж використання звичайних електронагрівальних приборів.

У дійсності доводиться враховувати накладні витрати по передачі, перетворенню й розподілу електроенергії (тобто послуги електричних сітей). У результаті відпускна ціна електрики в 3-5 разів перевищує її собівартість, що приводить до фінансової неефективності використання теплових насосів у порівнянні з газовими котлами при доступному природному газі. Однак, недоступність вуглеводневих ресурсів у багатьох районах приводить до необхідності вибору між звичайним перетворенням електричної енергії в теплову й за допомогою теплового насоса, що у даній ситуації має свої переваги.

**Типи теплових насосів.** Залежно від принципу роботи теплові насоси підрозділяються на компресійні й абсорбційні. Компресійні теплові насоси завжди приводяться в дію за допомогою механічної енергії (електроенергії), у той час як абсорбційні теплові насоси можуть також використати тепло як джерело енергії (за допомогою електроенергії або палива). Схема компресійного теплового насоса наведена на рисунку 3.10.

Залежно від джерела відбору тепла теплові насоси підрозділяються на:

1 Меотермальні (використають тепло землі, наземних або підземних ґрунтових вод)

а) замкнутого типу

- горизонтальні. Колектор розміщується кільцями або в горизонтальних траншеях нижче глибини промерзання ґрунту (звичайно від 1,20 м і більше). Такий спосіб є найбільш економічно ефективним для житлових об'єктів за умови відсутності дефіциту земельної площі під контур.

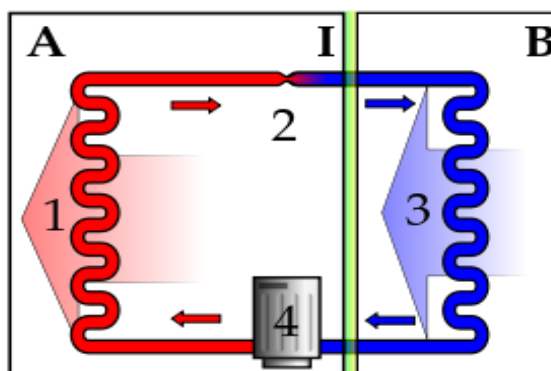


Рисунок 3.10 - Схема компресійного теплового насоса.

- вертикальні. Колектор розміщується вертикально в свердловині глибиною до 200 м. Цей спосіб застосовуються у випадках, коли площа земельної ділянки не дозволяє розмістити контур горизонтально або існує погроза ушкодження ландшафту.

- водні. Колектор розміщується у водоймі (озері, ставку, ріці) нижче глибини промерзання. Це найбільш дешевий варіант, але є вимоги по мінімальній глибині й обсягу води у водоймі для конкретного регіону.

б) відкритого типу

Подібна система використовує як теплообмінну рідину воду, що циркулює безпосередньо через систему геотермального теплового насоса в рамках відкритого циклу, тобто вода після проходження по системі повертається в землю. Цей варіант можливо реалізувати на практиці лише при наявності достатньої кількості чистої води й за умови, що такий спосіб використання ґрунтових вод не заборонений законодавством.

2. Повітряні (джерелом відбору тепла є повітря)

3. Використовуючі похідне (вторинне) тепло (наприклад, тепло трубопроводу центрального опалення). Подібний варіант є найбільш доцільним для промислових об'єктів, де є джерела паразитного тепла, що вимагає утилізації.

Одним з варіантів заміни газу при опаленні будинків є використання тепла, що є на нашій планеті. Сонце - саме потужне джерело енергії на Землі. Воно нагріває повітря, воду, земну поверхню й глибини. До 60% опалювальної

енергії можна одержати безкоштовно від природи. Ученими був створений тепловий насос, що і витягає цю накопичену сонячну енергію. Використовуючи тепло з навколишнього середовища (у землі, воді, повітрі), тепловий насос має разючу ефективність: затративши 1 кВт електроенергії в приводі насоса, можна одержати 3-4, а часто й до 5-6 кВт теплової енергії, термін служби до капремонту теплонасосу - 15-20 років.

У західних країнах імпульсом до масового впровадження теплонасосів послужила черга енергетичних криз 70-х - початку 80-х років. Але безсумнівним лідером у застосуванні теплових насосів є Швеція. Вражаючим зразком служить теплонасосна станція потужністю 320МВт у Стокгольмі. Як джерело тепла використовується вода Балтійського моря температурою  $+4^{\circ}\text{C}$ , що охолоджується до  $+2^{\circ}\text{C}$ . Улітку температура збільшується, а з нею й ефективність станції. Станція розташовується на 6 причалених до берега баржах.

В США більше 30% житлових будинків й адміністративних будинків обладнані тепловими насосами. Теплові насоси - це екологічно чисті компактні соле/водяні установки, що дозволяють одержувати тепло для опалення й гарячого водопостачання за рахунок використання тепла низькопотенційного джерела (тепло ґрунтових, артезіанських вод, озер, морів, ґрунтове тепло, тепло земних надр) шляхом переносу його до теплоносія з більш високою температурою.

Теплонасоси оснащені циркуляційними насосами - як для контуру робочої рідини, так і для водяного контуру системи опалення. Для забезпечення оптимального виробітку тепла теплонасоси укомплектовані автоматизованою системою керування - за допомогою датчиків температура в опалювальній системі підлаштовується під зміни зовнішньої температури.

Тепловий насос сполучний із практично будь-якою циркуляційною теплопровідною опалювальною системою. Для опалення приміщення, розміром 100 кв.м., необхідно придбати встаткування на суму, приблизно, 4-5 тис. євро.

Установка такого котла розраховується індивідуально, залежно від джерела одержання тепла.

Варіантів конструкції небагато:

**1. Глибинне тепло.** Земні надра є безкоштовним тепловим джерелом, що підтримує однакову температуру цілий рік. Використання тепла земних надр є екологічно чистою, надійною й безпечною технологією.

Бурові роботи проходять у на протязі одного дня. Залежно від різних факторів свердловина повинна бути десь 60-200 м. у глибину. Її ширина 10-15 см. Установка може бути впроваджена на ділянці землі малої площі. Обсяг відбудовних робіт після буріння незначний, вплив свердловини - мінімальний. Установка не впливає на рівень ґрунтових вод, тому що ґрунтові води не задіяні в процесі (Рис. 3.11). Завдяки теплу, що втримується в землі, ефективність такого насоса виходить досить високою. Зразкові цифри такі, що затрачаючи 1кВт електричної енергії на переміщення рідини в ґрунт і назад, Ви одержуєте 4-6 кВт енергії на опалення. Рівень капіталовкладень досить високий, але замість ми одержуємо безпечну в експлуатації, з максимально тривалим терміном служби систему з досить високим коефіцієнтом перетворення тепла.

Скельна порода вимагає буравлення свердловини на достатню глибину (100 -200 метрів) або декількох таких свердловин. У свердловину опускається U-образний вантаж із двома пластиковими трубками, що становлять контур. Трубки заповнюються антифризом. По екологічних міркуваннях це 30% розчин етилового спирту. Шпара заповнюється ґрунтовими водами природним шляхом, і вода проводить тепло від каменю до теплоносія. При недостатній довжині свердловини або спробі одержати від ґрунту надвелику потужність, ця вода й навіть антифриз можуть змерзнути що й обмежує максимальну теплову потужність таких систем. Саме температура антифризу, що обертається, і служить одним з показників для схеми автоматики. Орієнтовно на 1 погонний метр свердловини доводиться в рік 50-60 Вт теплової енергії. Таким чином, для установки теплового насоса продуктивністю 10 кВт необхідна свердловина глибиною близько 170 м.

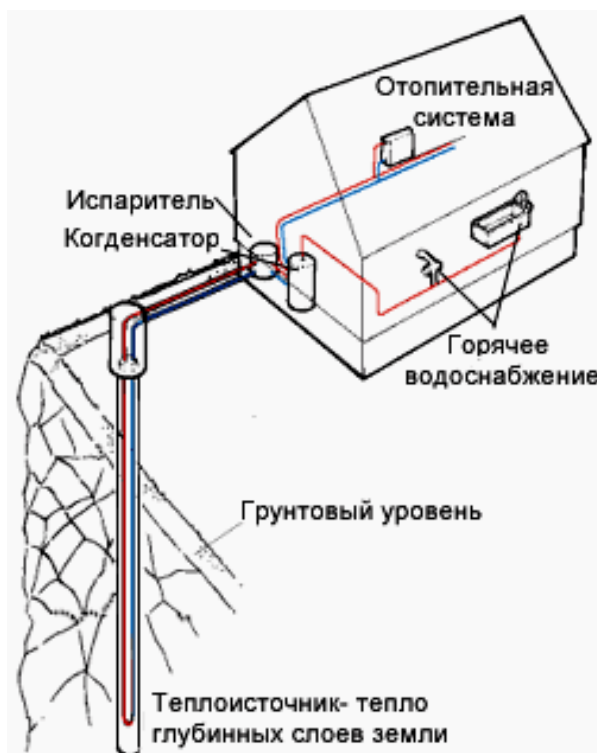


Рисунок 3.11 - Глибинний тепловий насос

Недоцільно бурити глибше 200 метрів, дешевше зробити кілька свердловин меншої глибини через 10 - 20 метрів друг від друга. Навіть для маленького будинку в 110 - 120 кв. м. при невеликому енергоспоживанні строк окупності 10 - 15 років. Майже всі наявні на ринку установки працюють і влітку, при цьому тепло (по суті сонячна енергія) відбирається із приміщення й розсіюється в породі або ґрунтових водах. У скандинавських країнах зі скельним ґрунтом граніт виконує роль масивного радіатора, що розсіює тепло влітку/удень і отримуючого його назад узимку/уночі. Також тепло постійно приходить із надр Землі і від ґрунтових вод.

**2. Тепло ґрунту.** Ґрунтове джерело - близькорозташоване тепло. У поверхневому шарі землі накопичується тепло протягом літа, цю енергію також має сенс використати для опалення. Збережене в ґрунті тепло зігріє навіть у холодну погоду. Найефективніші але й найдорожчі схеми передбачають відбір тепла від ґрунту, чия температура не міняється в плинні року вже на глибині декількох метрів, що робить установку практично незалежною від погоди. По даним 2006 року у Швеції півмільйона установок, у Фінляндії 50 000, у

Норвегії встановлювалося в рік 70 000. При використанні тепла енергії ґрунту як джерела трубопровід, у якому циркулює антифриз, заривають у землю на 30-50 см нижче рівня промерзання ґрунту в даному регіоні. На практиці 0,7 - 1,2 метри. Мінімальна відстань, що рекомендована виробниками, між трубами колектора - 1,5 метри. Тут не потрібне буравлення, але потрібні більше великі земельні роботи на великій площі, і трубопровід більше підданий ризику ушкодження. Ефективність така ж, як при відборі тепла зі свердловини. Спеціальної підготовки ґрунту не потрібно. Але бажано використати ділянку з вологим ґрунтом, якщо ж він сухий, контур, прийдеться збільшити довжину контуру. Орієнтовне значення теплової потужності, що доводиться на 1 м трубопроводу в рік: у глині - 50-60 Вт, у піску - 30-40 Вт для помірних широт, на півночі значення менше. Таким чином, для установки теплового насоса продуктивністю 10 кВт необхідний земляний контур довжиною 350-450 м, для укладання якого буде потрібно ділянка землі площею близько 400 м кв. (20x20 м). При правильному розрахунку контур не впливає на зелені насадження. Компонування системи показано на малюнку 3.12.

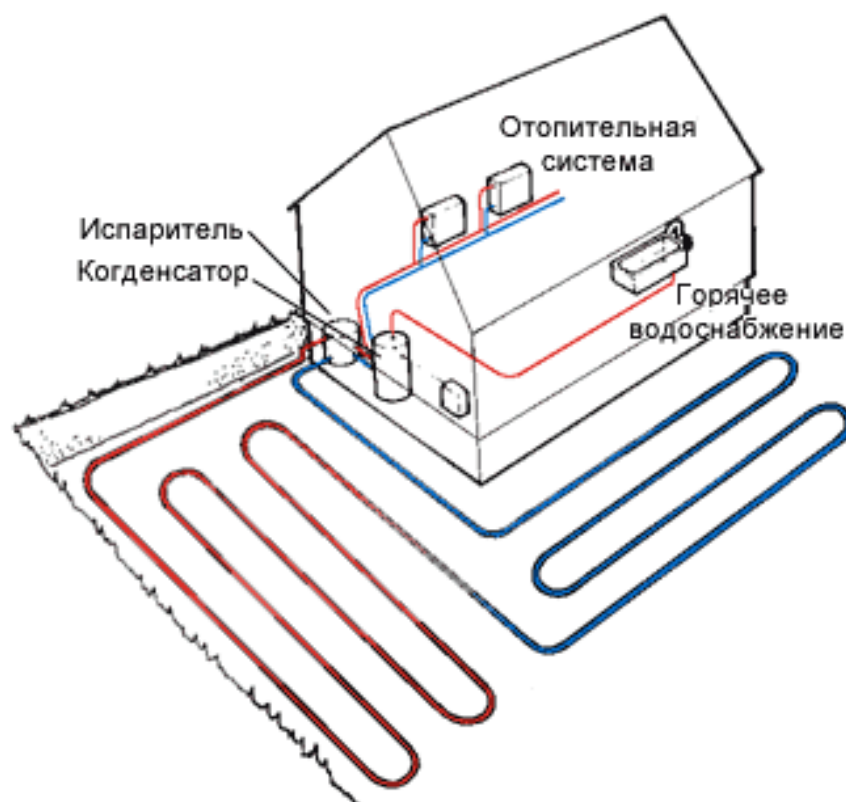


Рисунок 3.12 - Поверхневий тепловий насос

Довжина колектора/висота водного стовпа (для теплонасосу із джерелом тепла "земні надра") залежить від багатьох факторів: середньорічної регіональної температури, ступеня покриття теплонасосом загальних енерговитрат, глибини залягання ґрунтових вод і величини водного потоку.

**3. Водні джерела тепла.** Використання тепла води для обігріву приміщень є ідеальним варіантом. Шланг для передачі тепла укладається на дні або в донному ґрунті, де температура ще трохи вище, ніж температура води. Важливо, щоб шланг забезпечувався обтяженим вантажем для запобігання всплуття на поверхню. Для цього на 1 погонний метр трубопроводу укладається близько 5 кг вантажу. Другим варіантом може бути укладання шланга в ґрунт на дні водойми.

Для одержання 10 кВт на опалення прийдеться укласти по дну 300 погонних метрів трубопроводу (Малюнок 3.13). Сонце нагріває воду в морях, озерах й інших водних джерелах. Сонячна енергія накопичується у воді й донних шарах. Температура рідко знижується нижче +4 °С. Чим ближче в поверхні, тим більше річні коливання температури, але на глибині температура більше стабільна.

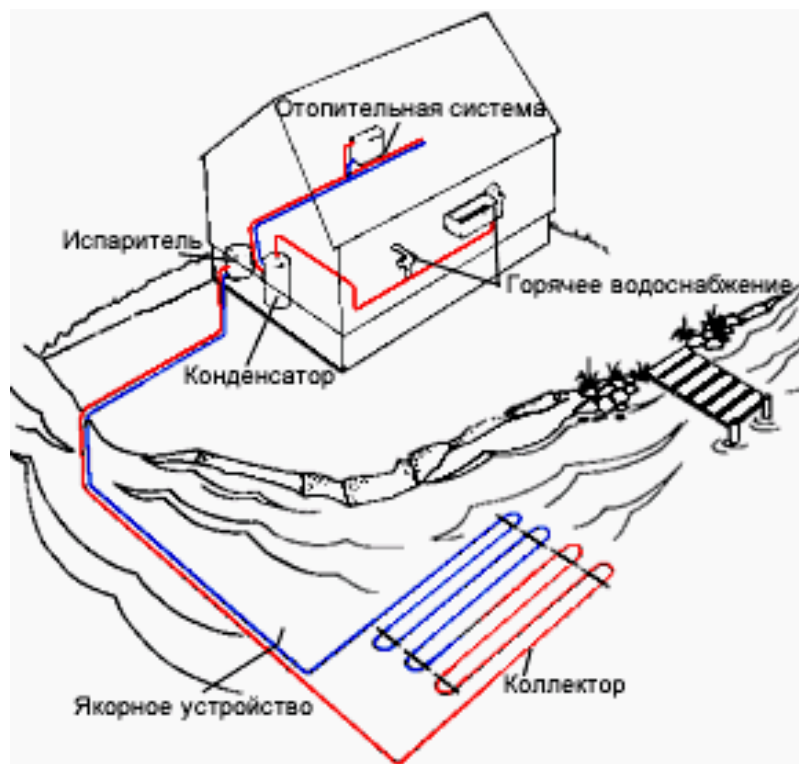


Рисунок 3.13 - Одержання тепла з водойми

**Типи промислових моделей.** По виду теплоносія у вхідному й вихідному контурах насоси ділять на шість типів: «грунт-вода», «вода-вода», «повітря-вода», «грунт-повітря», «вода-повітря», «повітря-повітря». Майже всі нові виходячі на ринок пристрої використовують тепло повітря, що виходить із приміщення. Також фільтрують і воложать при необхідності усмоктуване ззовні повітря.

**Відбір тепла від повітря.** Ефективність і вибір певного джерела теплової енергії сильно залежить від кліматичних умов, особливо, якщо джерелом відбору тепла є атмосферне повітря. По суті цей тип більше відомий у вигляді кондиціонера. У жарких країнах таких пристроїв десятки мільйонів. Для північних країн найбільш актуальний саме обігрів узимку. Системи "повітря - повітря" використовуються й узимку при температурах до мінус 25 градусів. Але їхня ефективність різко падає. При більш сильних морозах потрібно додаткове опалення.

Якщо холодоагент подається безпосередньо до джерела земного тепла - це забезпечує високу ефективність геотермальної опалювальної системи. Але робить схему надзвичайно небезпечної - тиск у контурі високий, речовина отруйна. Випарник установлюють у ґрунт горизонтально нижче глибини промерзання або в свердловині діаметром 40-60 мм пробурені вертикально або під ухилом до глибини 15-30 м. Завдяки такому інженерному рішенню пристрій теплообмінного контуру виробляється на площі всього кілька квадратних метрів, не вимагає установки проміжного теплообмінника й додаткових витрат на роботу циркуляційного насоса. Пристрій безтрубного водопідйому поєднаний із заглибним свердловинним електронасосом ЕЦВ10-63-110 наведений на рисунку 3.14.

У свердловинах діаметром 218...324мм можна істотно знизити необхідну глибину свердловини до 50...70 м, збільшити відбір теплової енергії мінімум до 700 Вт на 1 п. м. свердловини й забезпечити стабільність цілорічної експлуатації, що дозволяє застосування активного контуру первинного перетворювача теплового насоса, розміщеного в стовбурі водозабірної



свердловини (застосовується в свердловинах із погрузним насосом, з пристроєм беструбного водопідйому, що створює проточність рідини в стовбурі свердловини, збільшуючи відбір тепла не тільки від прилягаючого масиву ґрунту, але й від перекачуваної рідини).



Рисунок 3.14 - Пристрій беструбного водопідйому

**Переваги й недоліки.** До переваг теплових насосів у першу чергу варто віднести економічність: для передачі в систему опалення 1 кВт·г. теплової енергії установці необхідно затратити всього 0,2-0,35 кВт\*г. електроенергії. Тому що перетворення теплової енергії в електричну на великих електростанціях відбувається із ККД до 50 %, ефективність використання палива при застосуванні теплових насосів підвищується. Спрощуються вимоги до систем вентиляції приміщень і підвищується рівень пожежної безпеки. Всі системи функціонують із використанням замкнутих контурів і практично не вимагають експлуатаційних витрат, крім вартості електроенергії, необхідної для роботи встаткування.

Ще однією перевагою теплових насосів є можливість перемикання з режиму опалення взимку на режим кондиціонування влітку: просто замість радіаторів до зовнішнього колектора підключаються фен-койлы.

Тепловий насос надійний, його роботою управляє автоматика. У процесі експлуатації система не має потреби в спеціальному обслуговуванні, можливі маніпуляції не вимагають особливих навичок й описані в інструкції.

Важливою особливістю системи є її суцільно індивідуальний характер для кожного споживача, що полягає в оптимальному виборі стабільного джерела низькопотенційної енергії, розрахунку коефіцієнта перетворення, окупності й іншого.

Теплонасос компактний (його модуль по розмірах не перевищує звичайний холодильник) і практично безшумний. До недоліків теплових насосів, використовуваних для опалення, варто віднести велику вартість устаткування.

**Перспективи.** Для становлення теплового насоса необхідні високі первісні витрати: вартість насоса й монтажу системи становить \$300-1200 на 1 кВт необхідної потужності опалення. Час окупності теплонасосов становить 4-9 років, при терміні служби по 15-20 років до капітального ремонту.

Існує й альтернативний погляд на економічну доцільність установки теплонасосів. Так, якщо установка теплонасоса виконується на засоби взяті в кредит, економія від використання теплонасоса може бути менше, ніж вартість використання кредиту. Тому масове використання теплонасосів у приватному секторі очікується, якщо вартість теплонасосного устаткування буде порівнянна з витратами на установку газового опалення й підключення до газової мережі.

Ще більш багатообіцяючої є система, що комбінує в єдину систему теплопостачання геотермальне джерело й тепловий насос. При цьому геотермальне джерело може бути як природного (вихід геотермальних вод), так і штучного походження (свердловина з накачуванням холодної води в глибокий шар і виходом на поверхню нагрітої води).

Іншим можливим застосуванням теплового насоса може стати його комбінування з існуючими системами централізованого теплопостачання. До споживача в цьому випадку може подаватися відносно холодна вода, тепло якої перетвориться тепловим насосом у тепло з потенціалом, достатнім для

опалення. Але при цьому внаслідок меншої температури теплоносія втрати на шляху до споживача (пропорційні різниці температури теплоносія й навколишнього середовища) можуть бути значно зменшені. Також буде зменшене зношування труб центрального опалення, оскільки холодна вода має меншу корозійну активність, чим гаряча.

**Обмеження застосовності теплових насосів.** Основним недоліком теплового насоса є зворотна залежність його ефективності від різниці температур між джерелом теплоти й споживачем. Це накладає певні обмеження на використання систем типу «повітря - вода». Реальні значення ефективності сучасних теплових насосів становлять порядку 2.0 при температурі джерела - 20°C, і порядку 4.0 при температурі джерела +7°C. Це приводить до того, що для забезпечення заданого температурного режиму споживача при низьких температурах повітря необхідно використати встаткування зі значною надлишковою потужністю, що сполучено з нераціональним використанням капіталовкладень (втім, це стосується й будь-яких інших джерел теплової енергії). Рішенням цієї проблеми є застосування так називаної бівалентної схеми опалення, при якій основне (базове) навантаження несе тепловий насос, а пікові навантаження покриваються допоміжним джерелом (газовий або електрокотел). Оптимальна потужність теплонасосної установки становить 60...70 % від необхідної встановленої потужності. У цьому випадку тепловий насос забезпечує не менш 95 % потреби споживача в тепловій енергії за весь опалювальний сезон. При такій схемі середньосезонний коефіцієнт перетворення енергії для кліматичних умов Центральної Європи дорівнює порядку 3. Коефіцієнт використання первинного палива для такої системи легко визначити, виходячи з того, що ККД теплових електростанцій становить від 40 % (теплові електростанції конденсаційного типу) до 55 % (парогазові електростанції). Відповідно, для розглянутої теплонасосної установки коефіцієнт використання первинного палива лежить у межах 120 %...165%, що в 2...3 рази вище, ніж відповідні експлуатаційні характеристики газових котлів (65 %) або систем центрального опалення (50...60 %) Зрозуміло, що системи, які

використають геотермальне джерело теплоти або теплоту ґрунтових вод, вільні від цього недоліку. Наслідком цього ж недоліку є необхідність використання низькотемпературних систем опалення (системи поверхневого нагрівання типу «тепла підлога», повітряні системи опалення із застосуванням фен-койлов і т.п.). Однак це обмеження стосується тільки застарілих радіаторних систем опалення, що практично не знаходять застосування в сучасних технологіях будівництва.

***Аналіз наведеного вище технологічного рішення.***

1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні. - тепло отримане за допомогою теплового насоса використовується так само, як і тепло від звичайного електричного нагрівача.

2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів. - Тепловий насос дозволяє утилізувати тепло, яке звичайно скидається у навколишнє середовище. Цей принцип реалізовано.

3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії. - ККД теплового насоса декілька разів вище чим у систем прямого нагріву. Цей принцип реалізовано.

4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані. - використовуються ті ж самі енергоносії, що і в традиційних системах.

5) застосування систем накопичення енергії. - накопичення енергії система не передбачає.

6) Управління процесом подачі енергії на основі зворотного зв'язку із урахуванням динамічних параметрів системи. - ця можливість у безпосередньо межах системи ТН не реалізована.

### 3.6 Виробництво та використання біогазу

У таблиці 3.3 представлені результати техніко-економічного обґрунтування для біогазової установки з обсягом метантанків 2000 м<sup>3</sup> і використанням біогазу в установці комбінованого виробництва теплоти й електроенергії потужністю 160 кВт тепла, + 300 кВт електрики. Капітальні витрати включають вартість устаткування й витрати на модифікацію інфраструктури. Фінансовий ефект від впровадження установки складається з економії засобів на покупку електроенергії, теплової енергії й мінеральних добрив.

Таблиця 3.3 - Техніко-економічні показники біогазової установки

Показник	Частка закордонних комплектуючих	
	100%	40%
Капітальні витрати тис. дол.	413	280
Експлуатаційні витрати тис. дол. /рік	21	22
Економія тис. дол./рік:		
Електроенергія	41.4	41.4
Теплова енергія	5.6	5.6
Мінеральні добрива	25.0	25.0
Усього	72	72
Строк окупності, років	8.1	5.6

Біоенергетичне встаткування закордонного виробництва дороге, і далеко не всі українські підприємства мають фінансові можливості для його придбання. Доцільно почати випуск такого встаткування в Україні, а частка закордонних комплектуючих буде до 25-40 %. При цьому вартість біоенергетичного встаткування українського виробництва значно знизиться.

Прийнято, що середня щільність ТБО - 800 кг/м<sup>3</sup>, щорічний вихід свалочного газу - 5 м<sup>3</sup>/т відходів, повний строк експлуатації установки - 20 років. Собівартість електроенергії при використанні двигунів українського й закордонного виробництва становить відповідно 0.007 й 0.016 дол./кВтгод, що нижче ринкової її вартості в Україні.

Як приклад техніко-економічного обґрунтування технологій видобутку й використання свалочного газу в табл.3.4 наведені результати розрахунків для міні-електростанції потужністю 2 МВт, установленої на Луганському полігоні ТБО, що містить 1.6 млн. т відходів.

Таблиця 3.4 - Техніко-економічне обґрунтування застосування технологій видобутку й використання свалочного газу

Параметри	1	2
Обсяг полігона млн. м <sup>3</sup>	2.0	2.0
Вихід свалочного газу млн. м <sup>3</sup> /рік	8.0	8.0
Установлена потужність міні електростанції квт	2*1000	2*1000
Виробіток електроенергії ГВтч/рік	14.4	14.4
Капітальні витрати дол.	571000	1345555
Експлуатаційні витрати дол./рік:		
Амортизація	38067	89704
Прибуток (річна ставка 10%)	57100	134556
Оплата праці	3600	3600
Технічне обслуговування	5000	5000
усього	103767	232859
Собівартість енергії дол. /кВтч	0. 007	0. 016
Строк окупності, років	2.0	4.6

Двигуни: 1 - «Первомайскдизельмаш» (Україна), 2 - Caterpillar (США).

#### *Аналіз наведеного вище технологічного рішення.*

- 1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні. – не передбачено.
- 2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів. – не передбачено
- 3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії. – не передбачено.
- 4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані. – Замість викопного палива використовуються поновлювані енергетичні ресурси, які виробляються при переробці відходів. Цей принцип реалізовано.
- 5) застосування систем накопичення енергії. – В певному сенсі накопичення енергоносіїв у формі, доступній для негайного споживання може вважатися за накопичення енергії. Цей принцип реалізовано.

б) Управління процесом подачі енергії на основі зворотного зв'язку із урахуванням динамічних параметрів системи. – ця можливість у безпосередньо межах системи не реалізована.

### **3.7 Хвильові електростанції**

Найбільш перспективне застосування хвильових електростанцій (ХЕС) берегового типу (пропозиція Одеського морського університету) і наплавного типу. Об'єкти застосування - морські порти, рекреаційні й військові об'єкти, морські платформи. У світі є, хоча ще обмежений, але позитивний досвід функціонування Бергенської ХЕС (Норвегія). Економічні експлуатаційні результати дозволили спростувати раніше сформовану точку зору про неконкурентоздатність ХЕС.

У період з 2001 по 2005 р. відповідно до розробленого в Інституті проблем ринку й економіко-екологічних досліджень НАН України Національною програмою соціально-економічного розвитку Українського Причорномор'я планувалося будівництво модульних ХЕС загальною потужністю 76,6 Мвт, а з 2006 р. по 2010 р. - 93,5 Мвт. Це дозволяло заощадити 0,54 млн. т. умовного органічного палива й запобігти збитку в розмірі 1 млн.грн. Для підвищення ефективності ХЕС повинні комбінуватися з іншими енергетичними об'єктами, не підключаючись до єдиної енергосистеми, служити для енергозабезпечення локальних об'єктів і підзарядки акумуляторів постійного струму. Однак ця програма не була реалізована.

При будівництві берегових систем утилізації енергії морських хвиль основна частина витрат доводиться на будівництво несучої конструкції, що приймає на себе й формує потік енергії. На території берегових морегосподарських об'єктів у кожному разі будуються численні пірси, моли, хвилеломи й брейкватери. На їхнє спорудження затрачаються десятки мільйонів доларів. При комплексному підході ці спорудження можна

проекувати таким чином, щоб вони додатково забезпечували виробіток електроенергії з використанням енергії морських хвиль або припливів. Приклад проекту хвилелому, що здійснює утилізацію енергії хвиль за принципом Солтера наведений на малюнку 3.15.

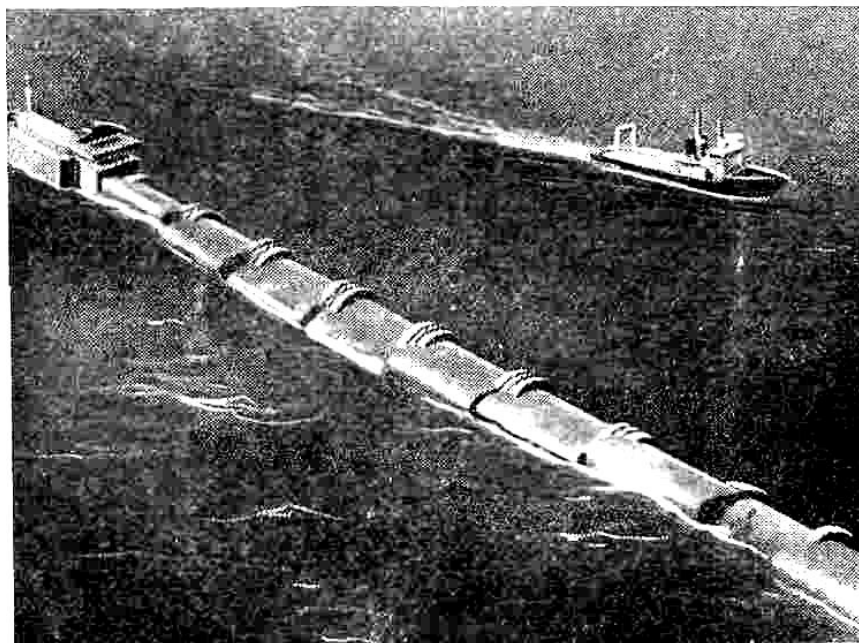


Рисунок 3.15 - Хвилелом - перетворювач енергії хвиль

Такі проекти можна інтегрувати в програми більш високого порядку масштабу області або регіону, оскільки підприємства морегосподарського комплексу при такому підході можуть ставати ключовими компонентами регіональних програм.

***Аналіз наведеного вище технологічного рішення.***

- 1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні. – не передбачено.
- 2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів. – не передбачено
- 3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії. – не передбачено.
- 4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані. – Замість викопного палива використовуються поновлювані енергетичні ресурси, які постійно створюються під впливом сонця та метеорологічних явищ. Цей принцип реалізовано.



- 5) застосування систем накопичення енергії. – немає.
- 6) Управління процесом подачі енергії на основі зворотного зв'язку із урахуванням динамічних параметрів системи. – ця можливість у безпосередньо межах системи не реалізована.

### **3.8 Приклади систем з вітрогенераторами в умовах міста**

При дослідженні шляхів і перспектив впровадження ВЕС у сегменті урбаністичної забудови необхідно враховувати ряд специфічних аспектів. Найпоширеніші вітрогенератори пропелерного типу, з розмахом крил більше 10 метрів (є навіть і більше 50 метрів) непридатні в міських умовах через ризик техногенних катастроф й їхньої високої небезпеки для життя й здоров'я людей у випадку руйнування. Крім того, обертання великих лопатей відбувається з низькою частотою, що визначається власними динамічними характеристиками системи, швидкістю вітру й потужністю навантаження на генератор. При цьому існує ймовірність генерації інфразвукових коливань, які впливають на психіку людей - що неприпустимо.

З іншого боку, комплекси будинків можуть формувати стійкі вітрові потоки, створювати зони локального посилення вітру. Це можна використати для розміщення у структурі міської забудови вітрових електрогенераторів.

#### **3.8.1 Проекти домів з вітрогенераторами**

Першим проектом великого будинку, у конструкцію якого з самого початку було включено систему вітрової генерації електроенергії був хмарочос Strata, - перший у світі будинок з вітрогенераторами, які забезпечать сам будинок частиною енергії. Хмарочос стоїть в Лондоні, так що там з'явиться ще більше туристів. До речі, в Англії, відповідно до міжнародних домовленостей,

до 2019 року повинно було бути освоєно будівництво будинків, які будуть споживати мінімум ресурсів, не виділяючи при цьому вуглекислий газ. Першим кроком у реалізації масштабного проекту є Strata вартістю в 171 мільйон доларів. На рисунках 3.16 та 3.17 показано вид у процесі будівлі.



Рисунок 3.16 - Верхівка хмарочосу Strata



Рисунок 3.17 - Будівництво хмарочосу Strata

На Близькому Сході також будуються хмарочоси з вітрогенераторами. В Австралії побудований «вертикальний пригород» - хмарочос, кожен поверх якого являє собою фрагмент зони коттеджної забудови. Удень будинок забезпечують енергією сонячні батареї, уночі - вітрогенератори. Торік у китайському місті Гуанчжоу був завершений проект найбільш «зеленого» будинку у світі (рис. 3.18).

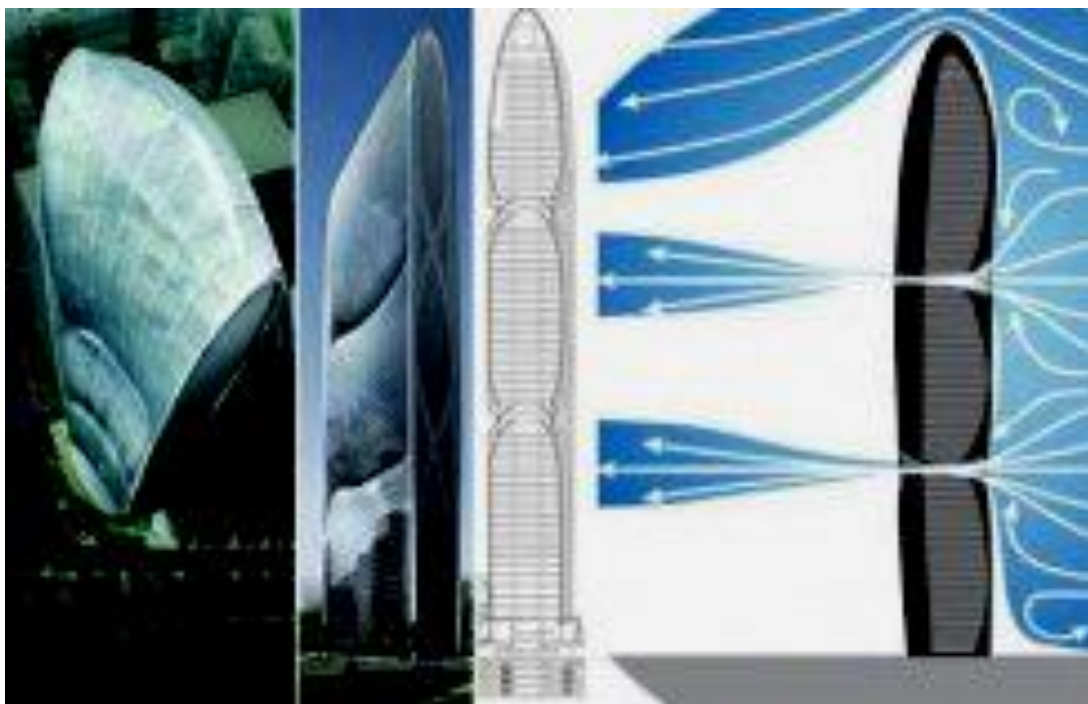


Рисунок 3.18 - Хмарочос «Перлинна ріка»

Будинок, висота якого становить 310 метрів, одержав назву «Перлинна ріка». Розробкою проекту займалися інженери із Чікаго (США). Відповідно до проекту будівництва, хмарочос використає самі останні екологічні розробки. На двох технічних поверхах хмарочоса розташовані вітрогенератори, потоки вітру до яких надходять через спеціальні отвори у фасаді будинку. Фасад у свою чергу покритий сонячними панелями, які використаються для виробітку електрики із сонячної енергії.

Під підлогою в приміщеннях тече холодна вода - така конструкція дозволяє циркулювати повітря. На даху хмарочоса встановлені також колектори для збору й очищення дощової води.

### 3.8.2 Спеціальні конструкції вітрогенераторів для міста

Технологічним рішенням, що забезпечує створення резервних джерел електроенергії в зонах вітрових аномалій сегмента урбаністичної забудови, може стати вітрогенератор без зовнішніх лопатей.

Одне з головних переваг новинки, за словами її творців, – це здатність працювати в дуже широкому діапазоні швидкостей вітру. Інше достоїнство – компактність. На знімку на рисунку 3.19 – зразок потужністю 10 кВт (фото Solar Aero Research).



Рисунок 3.19 - Вітрова турбіна Фуллера

Незвичайний вітряк, зі слів виробника - американської компанії Solar Aero Research, - буде коштувати на третину дешевше класичних вітрових

установок тієї ж потужності, а ціна на енергію від нової турбіни виявиться відповідною вартості електрики з розетки. Винахідник безлопатевого вітряка, власник патента, — це президент Solar Aero Говард Фуллер (Howard Fuller). Відповідно нову установку компанія йменує «Вітрова турбіна Фуллера» (Fuller Wind Turbine).

В основі цього пристрою лежить трохи доповнена турбіна Тесли (Tesla turbine), винайдена в 1913 році. Правда, Нікола Тесла створив свою турбіну для виробітку енергії з пари або стисненого повітря, а Говард пристосував давню ідею до «приборкування» енергії вітру.

Турбіна Тесли - це набір з безлічі тонких металевих дисків, розділених невеликими зазорами. Потік робочої рідини або газу надходить із зовнішнього краю дисків і проходить по зазорах до центра, закручуючись і захоплюючи за рахунок ефекту прикордонного шару самі диски. У центрі ж потік виходить через осьовий отвір (рисунок 3.20).

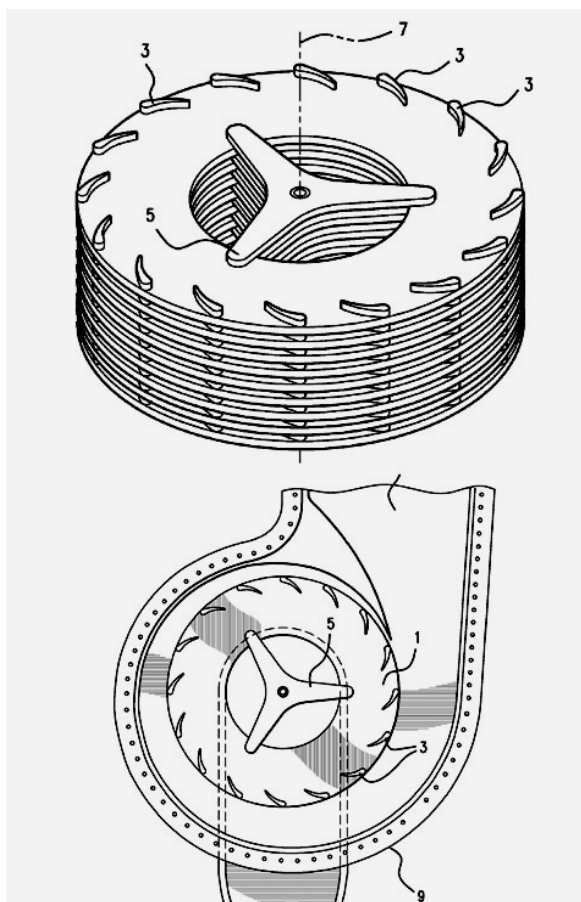


Рисунок 3.20 - Конструкція вітрової турбіна Фуллера-Тесли

У турбіні Фулера диски розділені прокладками у формі крила, що поліпшує проходження потоку, а крім того, створює додатковий крутний момент на валу. Сама ж турбіна встановлена в коробі, що захоплює повітря, щоб обрушити його плин на обертові диски (ілюстрації із сайту [freepatentsonline.com](http://freepatentsonline.com)).

По оцінці компанії, у серійному виробництві Fuller Wind Turbine буде коштувати порядку \$1,5 за ват вихідної потужності, а електрика від такої установки обійдеться покупцеві приблизно в \$0,12 за кіловат-годину.

***Аналіз наведеного вище технологічного рішення.***

- 1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні. – не передбачено.
- 2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів. – не передбачено
- 3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії. – не передбачено.
- 4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані. - Замість викопного палива використовуються поновлювані енергетичні ресурси, які відновлюються постійно під впливом сонця. Цей принцип реалізовано.
- 5) застосування систем накопичення енергії. – не передбачено.
- 6) управління процесом подачі енергії на основі зворотного зв'язку із урахуванням динамічних параметрів системи. - ця можливість у безпосередньо межах системи не реалізована.

**Вітряк с вертикальною віссю обертання Omniflow.** Прикладом конструкції вітрогенератору для міста можна вважати Інноваційний вітряк с вертикальною віссю обертання Omniflow. Спорудження з футуристичним зовнішнім виглядом, розташоване в гавані португальського міста Порто [<https://ecotechnica.com.ua/energy/veter/438-innovatsionnyj-vetryak-omniflow-vertikalnaya-turbina-s-solnechnymi-panelyami.html>] та додатково оснащений сонячними панелями для виробництва електроенергії (рис. 3.21).



Рисунок 3.21 - Інноваційний вітряк с вертикальною віссю обертання Omniflow

«Він працює як крило літака, що перетворює напрямок вітру з горизонтального у вертикальний потік, що обертає центральну турбіну й виробляє енергію», - говорить Педро Руаю, генеральний директор проекту Omniflow. - За допомогою цього пристрою ви можете забезпечувати локальною енергією свій будинок, без використання електроенергії з мережі, що надходить із теплових або атомних електростанцій, так ви сприяєте розвитку «зелених» технологій».

«Гібридний» вітряк робить енергію двома способами: високоефективні сонячні панелі генерують електрику, коли стоїть сонячна погода. Разом з тим, горизонтальні лопаті ротора працюють незалежно від напрямку вітру.

За заявою виробника, вітрова турбіна Omniflow (модель OM3.8 з ротором діаметром 1,75 м) має номінальну потужність в 1060 Вт при швидкості вітру 11 м/с і здатна виробляти пікову потужність до 3000 Вт. Обертання лопатей починається вже при швидкості вітру 1,5 м/с, а максимально припустима швидкість вітру - 45 м/с. Вітрове колесо, виготовлене з армованого поліаміду може оснащуватися сонячними модулями загальною потужністю від 70 до 800 Вт. Масив фотоелементів розділений на три незалежні зони, кожна з яких одержує окремий мікроінвертор. Конструкція вітряка наведена на рисунку 3.22.

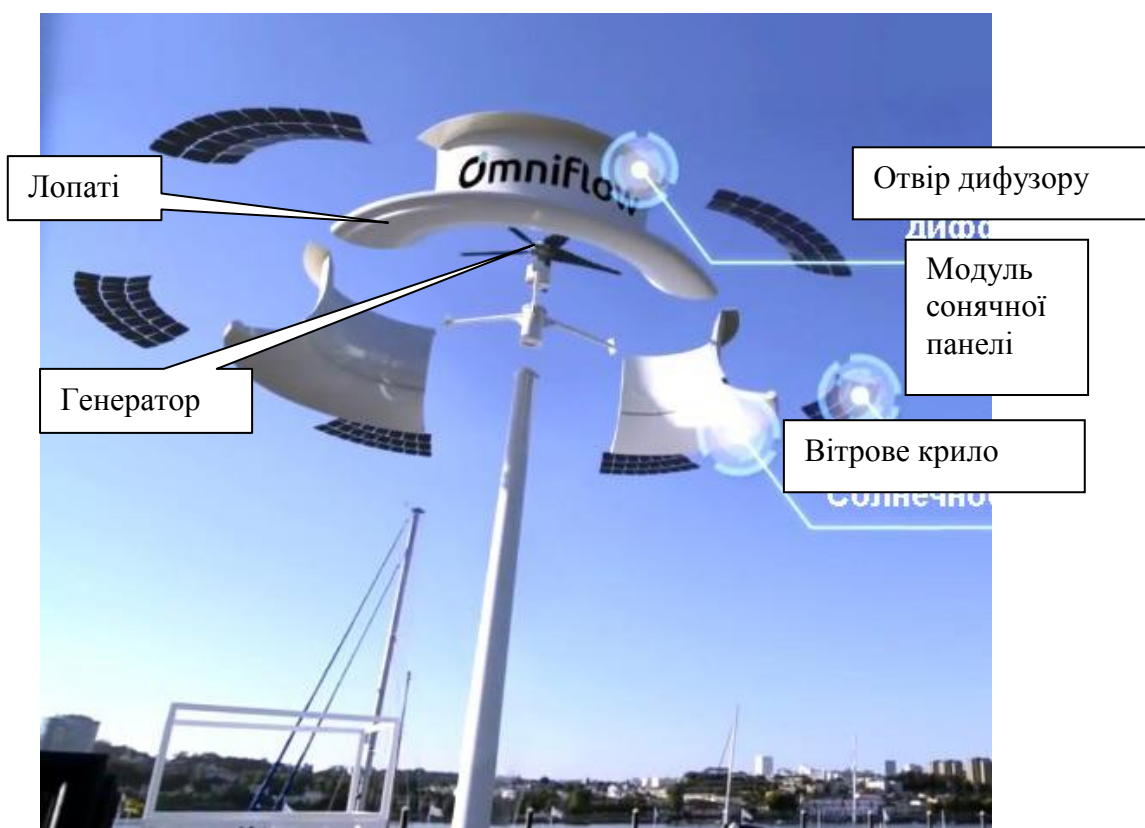


Рисунок 3.22 - Конструкція вітряка Omniflow

Ця технологія, за підтримкою європейського дослідницького проекту, може мати найрізноманітніше застосування. У місті можна використати електричне встаткування не підключаючись до суспільної електромережі. Із заходом сонця проявляється одне із самих яскравих застосувань цієї технології - автоматично включаються світлодіодні ліхтарі, використовуючи накопичену енергію розміщених у корпусі акумуляторів.

Поки що в Порто такими пристроями висвітлюються тільки пристані для морських яхт, але в майбутньому «сонячні вітряки» планується задіяти для висвітлення різних вулиць і парків міста (рис. 3.23).

***Аналіз наведеного вище технологічного рішення.***

- 1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні. – не передбачено.
- 2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів. – не передбачено
- 3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії. – не передбачено.





Рисунок 3.23 - Використання вітряка OmniFlow для освітлення вулиць

4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані. - Замість викопного палива використовуються поновлювані енергетичні ресурси, які відновлюються постійно під впливом сонця. Цей принцип реалізовано.

5) застосування систем накопичення енергії. – передбачено.

6) управління процесом подачі енергії на основі зворотного зв'язку із урахуванням динамічних параметрів системи. - ця можливість у безпосередньо межах системи не реалізована.

### 3.9 Системи накопичення енергії

Такі системи, що дозволяють акумулювати енергію коли вона в надлишку, або коли вона має низьку вартість і витратити накопичений запас, коли енергії не вистачає, або коли її вартість зростає давно використовуються у великій енергетиці, де вони реалізовані у вигляді ГАЕС (гідроакумулюючих електростанцій). Уночі, коли ГЕС робить більше енергії, чим відбирається споживачами, надлишок енергії витрачається на накачування води в додаткове

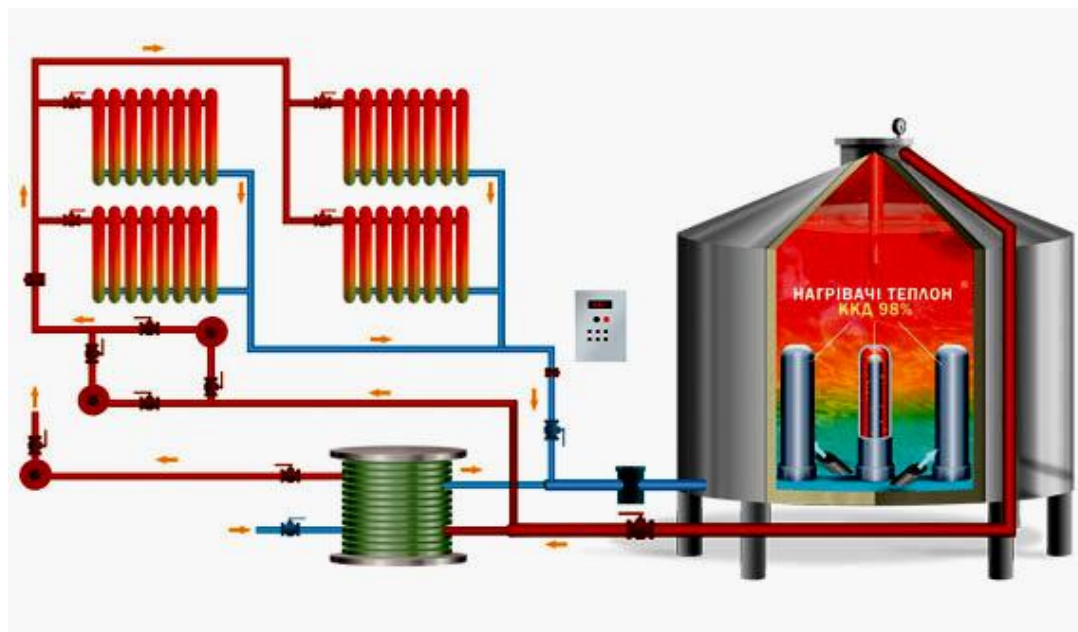
водоймище, що акумулює. Удень, коли споживання зростає, вода з водоймища, що акумулює, пускає в хід додаткові турбіни й забезпечує виробництво електроенергії.

На рівні акумулювання енергії в зоні урбаністичної забудови немає у пропозиції нічого, крім автомобільних акумуляторів і зовсім невеликих акумуляторів, що використовуються в мобільних телефонах, та накопичують невелику кількість електроенергії. Це пов'язане з тим, що застосування принципів гідроакумулюючих станцій, економічно доцільно тільки в дуже великих об'єктах. Специфіка Одеси дозволяє, при наявності надлишку енергії, накачувати морську воду в басейни, розташовані на висоті берегового обриву, а при її нестачі здійснювати скидання цієї води через турбіни. Однак наш регіон відноситься до енергодефіцитних і періоди надлишку електроенергії в центральних мережах дуже короткочасні. З огляду на високу капіталоємність проектів по гідроакумулюванню енергії такі рішення для нас поки неприйнятні за економічними показниками. Подібний проект можна було б реалізувати у випадку одержання недорогої енергії від вітру, сонця або морських хвиль.

Акумулювання електроенергії в хімічних акумуляторах стримується їхньою високою собівартістю, невеликим терміном служби й високими показниками саморозряду. У той же час поки недооцінені можливості накопичення теплової енергії. Це особливо ефективно для підприємств, які мають можливість одержувати вночі електроенергію по зниженому тарифу.

### **3.9.1 Системи опалення й гарячого водопостачання «ТЕПЛОН»**

Комплекс «ТЕПЛОН» являє собою приклад розробки інноваційних технологій. Автори розробки оформили патенти на «корисну модель» якими захищені елементи конфігурації системи й конструкція нагрівальних модулів. Компонування системи наведено на малюнку 3.24.



Склад комплексу “ТЕПЛОН”:  
 електролітичні нагрівачі “Теплон”;  
 теплоакумулююча ємність;  
 пульт автоматичного керування;  
 два циркуляційних насоси (один робочий, один резервний);  
 тритарифний лічильник електроенергії;  
 система трубопроводів і контрольно-вимірювальної апаратури;  
 запірно-вентильна арматура;  
 теплообмінник (для ГВП).

Рисунок 3.24 - Комплекс ТЕПЛОН

У комплексі “ТЕПЛОН” реалізоване унікальне технічне рішення, що не має аналогів в Україні: теплоносій у теплоакумулюючій ємності (Рис 3.25) нагрівається до температури 95°C, а подається в систему опалення й гарячого водопостачання з температурою, згідно Державних будівельних норм. Споживачі також мають можливість самостійно задати погодинні температурні режими опалення, які забезпечують максимальну економію коштів.

Нагрівач “Теплон” працює від трифазної електричної напруги 380 В, споживає електроенергію тільки вночі, є сучасним вибухо- і пожегобезпечним безшумним екологічно чистим устаткуванням для опалення й гарячого водопостачання.



Рис. 3.25 Теплоаккумулятор ТЕПЛОН

Відсутність тиску як у самих нагрівачах, так й у ємності, що акумулює, є гарантією безпеки експлуатації. На поверхні “Теплона” температура не вище 95°C, що запобігає утворенню накипу й зберігає коефіцієнт корисної дії в плинні всього строку експлуатації. Комплекс “ТЕПЛОН” - екологічно безпечна опалювальна система. Заміна традиційних котелень на опалювальний комплекс “ТЕПЛОН” дозволяє ліквідувати шкідливі викиди в атмосферу й уникнути штрафів за забруднення навколишнього середовища.

Управління процесом нагрівання теплоносія і його подача споживачеві повністю автоматизовані. Безшумність процесу нагрівання й абсолютна безпека дозволяють установлювати встаткування безпосередньо на об'єкти споживання тепла (Рис 3.26), тобто ліквідуються зовнішні тепломережі, і, отже, значні тепловтрати.

Модульний підхід до розрахунку потужності комплексу “Теплон” забезпечує безперебійність теплопостачання. У випадках аварійного відключення електроенергії комплекс “Теплон” дозволяють зберегти систему опалення від замерзання протягом декількох діб. Витрати на експлуатацію

нагрівачів “Теплон” мінімальні за рахунок раціонального використання кожної калорії й високого ККД (98%). Устаткування не вимагає міжсезонного обслуговування.



Рисунок 3.26 - Розміщення комплексу в будинку

Використання акумуляції тепла в період пільгового (нічного) тарифу на електроенергію зменшує вартість опалення до мінімально можливого рівня. Технічні характеристики комплексу “Теплон” і вартість устаткування розраховуються індивідуально для кожного об'єкта.

Нагрівач “Теплон” виготовляється відповідно до ТНУ В 28.2-31033020-001:2007. Розробка захищена патентом України. Гарантійний строк обслуговування - 3 роки.

***Аналіз наведеного вище технологічного рішення.***

1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні. – відсутність втрат на транспортування енергії безпосередньо споживачу, оскільки вона перетворюється безпосередньо на пункті споживання. Втрати електричної енергії при транспортуванні нижчі, ніж теплової. Цей принцип реалізовано.

2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів. – не передбачено, але наявність тепло акумулятора створює підґрунтя для включення у інтегровану систему тепlopостачання обладнання утилізації вторинного тепла.

3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії. – ККД системи нагріву в цілому відповідає показникам традиційних нагрівачів.

4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані. – не передбачено.

5) застосування систем накопичення енергії. – Цей принцип реалізовано.

6) Управління процесом подачі енергії на основі зворотного зв'язку із урахуванням динамічних параметрів системи. – Цей принцип реалізовано.

Виробники системи у своїй інформації представляють численні позитивні якості розробки, однак по суті в ній є лише два діючих принципи - накопичення тепла й можливість керування процесом подачі тепла. Цікавим напрямком є накопичення теплової енергії в сольових акумуляторах. Системний інтерес виникає внаслідок того, що наявність тепло акумулятора виводить усю систему енергоспоживання на якісно новий рівень, відкриваючи можливість залучення систем використання нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії.

### **3.9.2 Локальні системи опалення з накопичувачем**

Підприємство ТОВ «Асоціація радио-електрофізиків» (розроблювач А. М. Ройзен) підготувало до серійного виробництва теплоакумулюючий електронагрівальний прилад ФПТА 2-1-3-05 і його модифікації ФПТА 2-0,5-2-05 і ФПТА 2-0.8-2.5-05, що утворюють лінійку продукції за показником потужності. Основні характеристики приладів наведені у таблиці 3.5

Таблиця 3.5 - Основні характеристики приладів ФПТА

Найменування приладу	ФПТА 2-1-3-05	ФПТА 2-0.8-2.5-05	ФПТА 2-0.5-2-05
Мережа (промисл. 50 ГЦ)	380/220V, 3/1 фази	220V, 1 фаза	220V, 1 фаза
Потр.мощн.зарядки (КВт)	3.0	2.5	2.0
Запас енергії, (КДж)	64800 (18 КВт/год)	54000 (15 КВт/год)	37800 (10,5 КВт/год)
Габарити (мм)	760 x 788 x 240	660 x 788 x 240	460 x 788 x 240
Маса (кг)	94	78	63
Термін служби (років)	20	20	20

Головною відмінною рисою приладу є використання теплоємності фазового переходу евтектичної суміші. Перехід теплоакумулюючого агента під впливом високої температури поверхні ТЕНу із твердого стану в рідкий на стадії зарядки акумулятора супроводжується значним поглинанням енергії з наступним її виділенням на стадії розрядки в процесі переходу суміші з рідкого стану у твердий й подальше остигання всієї розігрітої маси.

У якості теплоакумулюючої речовини обрана евтектика з температурою плавління близько 300°C и ентальпією фазового переходу близько 300 КДж/кг/град. Гранична температура на стадії зарядки становить 400°C. Прилад оснащений електронним контролем температури й захищений від перегріву термовідключателем. Теплоакумулююче ядро оточене декількома шарами теплоізоляції, які забезпечують нормативну температуру поверхні приладу, доступну для дотику, і утворюють воздуховодні порожнини для виводу тепла. Тепло виводиться за допомогою двох малошумящих вентиляторів. Команди на вимикання вентиляторів формуються відповідно до вибору значення температури на терморегуляторі й температурою повітря у приміщенні. Якщо в ході розрядки не знадобився весь обсяг запасеної енергії, то на наступній стадії зарядки з мережі буде спожита енергія тільки для дозарядки.

Прилад здатний обігріти приміщення площею 20-22 м<sup>2</sup>. Аналогом є прибор-теплонакопичувач ТН2530 виробництва ТОВ ПКФ «Ірбіс» (м.

Єкатеринбург). У якості теплоакумулюючого ядра в цьому приладі використовується магнезит. Температура ядра становить 650°C. Фазовий перехід не використовується. Обсяг запаса енергії, визначається завчасно, відповідно до команд датчика зовнішньої температури повітря. Габарити приладу – 850 x 670 x 255, вага – 155 кг. У комплект поставки входять блок керування, датчик погодних умов, кімнатний термостат.

Ідея акумуляції енергії у процесі фазового переходу не нова. Вік цієї ідеї порядку 150-170 років. До сьогоднішнього дня були відсутні умови її реалізації. Доказом цього виводу служить закріплення методології енергозбереження у ФЗ № 261 від 23 листопада 2009 року.

Тепловий акумулятор може опалювати приміщення й накопичувати теплову енергію вночі з 23 годин до 7 годин ранку. У цей час можна використовувати двозонний або трizonний тариф. О сьомій годині ранку тепловий акумулятор перестає споживати електроенергію й продовжує опалювати приміщення за рахунок накопиченої за ніч енергії. У денний час тариф на електроенергію набагато вище. Простий арифметичний розрахунок показує, у скільки разів ми можемо зменшити платежі за опалення наших приміщень. Отримана економія від використання нічного тарифу, це далеко не вся економія, одержувана від теплових акумуляторів. При централізованому опаленні якість теплової енергії, що подається в приміщення, залежить від температури зовнішнього повітря. Інерційність системи центрального опалення настільки велика, що оперативно змінити режим цієї системи неможливо. Тому, коли ми знемагаємо від жару в приміщенні, то відкриваємо вікна й охолоджуємо повітря, створюємо для себе комфортні умови. Але за комфорт треба платити, і ми платимо, при цьому опалюємо вулицю.

Використання теплового акумулятора дозволяє не оплачувати втрати теплової енергії на теплотрасах, а ці втрати по нормативах становлять 20% (реально вони становлять набагато більшу величину). Так, в Одесі, після закриття лузановської котельні фактичні втрати на теплотрасі Лузановка становили 50% на протязі десятиліття й більше.



Попередні розрахунки показали, що перехід дитячих садів міста на систему опалення з використанням теплових акумуляторів, знизить навантаження міського бюджету по даній статті витрат в 2,71 рази. [9].

***Аналіз наведеного вище технологічного рішення.***

1) зниження прямих втрат енергії при її споживанні. – відсутність втрат на транспортування енергії безпосередньо споживачу, оскільки вона перетворюється безпосередньо на пункті споживання. Втрати електричної енергії при транспортуванні нижчі, ніж теплової. Цей принцип реалізовано.

2) утилізація вторинних енергетичних ресурсів. – не передбачено, на відміну від системи ТЕПЛОН, це рішення не створює підґрунтя для включення у інтегровану систему тепlopостачання обладнання утилізації вторинного тепла.

3) застосування інноваційних технологій, що має ККД вище, ніж у традиційних, в установках по перетворенню енергії. – ККД системи нагріву в цілому відповідає показникам традиційних нагрівачів.

4) заміщення видів застосовуваних енергоносіїв на менш дорогі, екологічно більш чисті, поновлювані. – не передбачено.

5) застосування систем накопичення енергії. – Цей принцип реалізовано.

6) Управління процесом подачі енергії на основі зворотного зв'язку із урахуванням динамічних параметрів системи. – Цей принцип реалізовано.

## РОЗДІЛ 4

### РОЗРАХУНКИ ПРОЕКТІВ НА БАЗІ РОЗРОБЛЕНОЇ МЕТОДИКИ

#### **4.1 Попередній аналіз системи енергоспоживання комплексу будинків університетського містечка ОДЕКУ**

Для проведення розрахунків у першу чергу необхідно встановити конфігурацію університетського містечка ОДЕКУ, джерела постачання енергії, види енергоносіїв та обсяги енергоспоживання за попередні роки.

Аналіз показує, що ОДЕКУ споживає енергію у формі тепла (від міської теплоцентралі (ТЦ)), електроенергію (на території дві трансформаторні підстанції (ТП)), газ – сучасна газова котельня, забезпечує опалення и гаряче водопостачання (ГВП) двох гуртожитків, а також вуглеводневе паливо для автотранспорту. Сучасний підхід до проектування комплексних систем енергоспоживання може передбачати спільний аналіз систем опалення, ГВП, подачі холодної води, відведення зливної каналізації та збирання ТБО. При описанні об'єктів, розташованих на території університетського містечка необхідно відобразити стан усіх перелічених систем.

##### **4.1.1 Загальна характеристика комплексу об'єктів**

Комплекс будинків університетського містечка ОДЕКУ включає навчальний корпус №1, навчальний корпус №2, спорткомплекс, їдальню, профілакторій, Гуртожиток №1, Гуртожиток №2, КБО. Гуртожитки та КБО відділені від інших будов вулицею Макаренко. По іншу сторону від навчальних корпусів за вулицею Абрикосова розташовується сектор індивідуальної забудови. Приблизно в 100 метрах розташована магістральна насосна станція каналізаційних мереж. План території схематично наведений на рисунку 4.1.

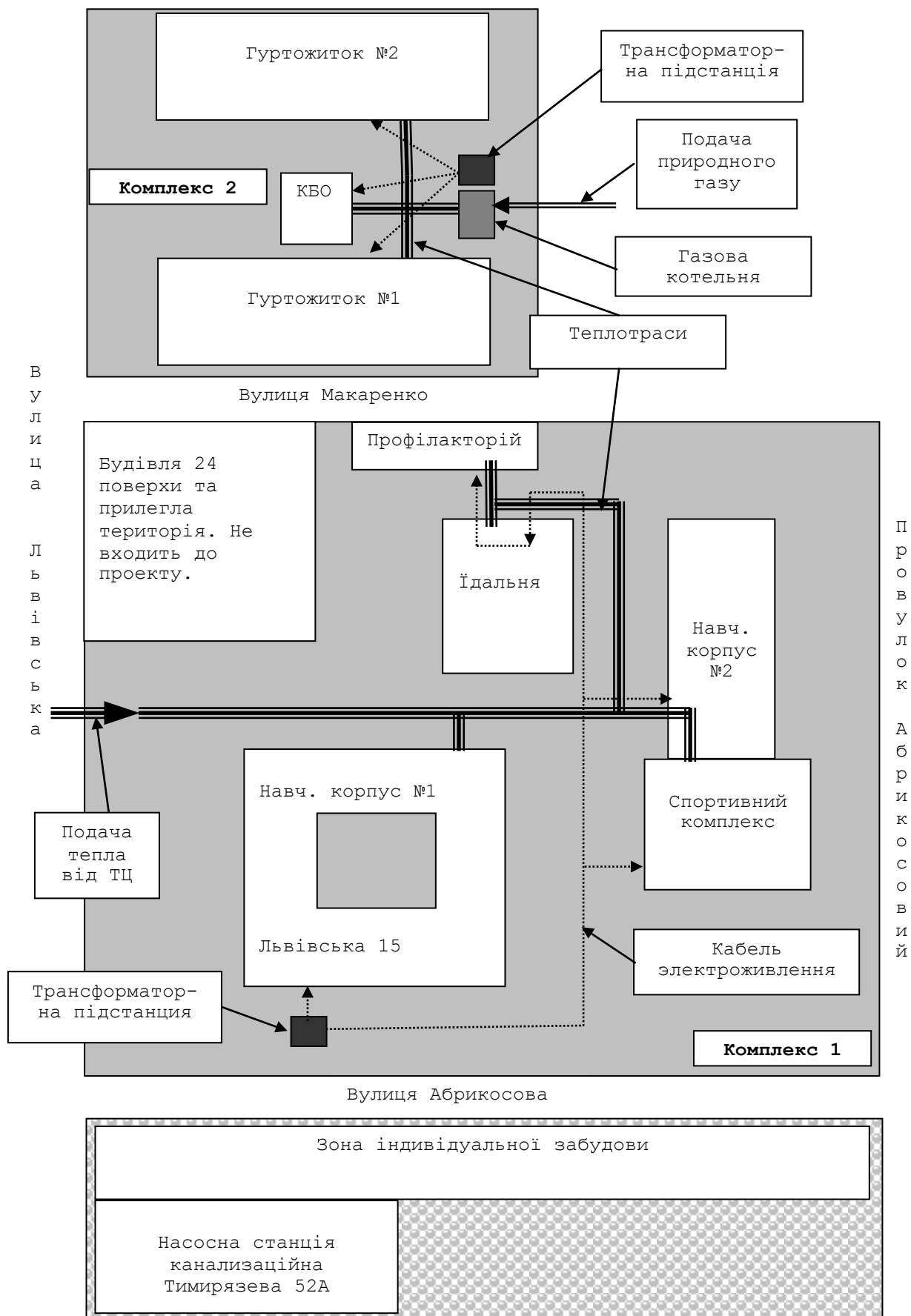


Рисунок 4.1 - План території університетського містечка ОДЕКУ

На плані показані дві трансформаторні підстанції, введення магістралі природного газу та введення теплотраси централізованого теплопостачання.

Характер використання енергоресурсів:

**1) Споживання електроенергії** (постачальник - Південна РЭС):

- освітлення приміщень, підвалів і коридорів, території;
- забезпечення електроживлення побутовий й офісної техніки;
- живлення систем сигналізації, відеоспостереження, аварійного освітлення, автоматичного пожежогасіння, локальної інформаційної мережі, внутрішньої АТС, сервера Інтернет і т.д.;
- робота електроплит (гуртожитку) і побутових опалювальних приладів;
- живлення побутових електробойлерів для підігріву води (готель, гуртожитки);
- живлення електричних промислових систем підігріву води при централізованому гарячому водопостачанні (їдальня);- живлення централізованих систем вентиляції й кондиціонування будинків;
- електроживлення ліфтів (гуртожитку, НЛК 2), підйомників (НЛК 2);
- електроживлення насосів систем опалення й водопостачання.

**2) Споживання природного газу:**

- газова котельня для центрального опалення й гарячого водопостачання гуртожитків і КБО.

**3) Споживання тепла від ТЦ** (теплоносій - гаряча вода або перегріта пара):

- у системах центрального опалення й гарячого водопостачання УЛК1, УЛК2, спорткомплекс, їдальня, профілакторій.

Обсяги споживання енергоносіїв да будівельний обсяг будинків наведені в таблиці 4.1. Подача холодної води здійснюється в усі будинки, збір твердих побутових відходів виробляється в стандартні побутові контейнери розташовані у двох зонах Комплексу 1 й в одній зоні Комплексу 2.

Таблиця 4.1 - Середні показники споживання тепла й будівельний обсяг будинків

Об'єкт	Споживання тепла за рік Гкал	Споживання на місяць (макс) Гкал	Будівельний обсяг м куб.
УЛК-1	1090	282	42000
УЛК2	705	193	37000
Їдальня	120	42	7000
Профілакторій	125	33	5568
Спорткомплекс	300	80	12000
Гурт. №1			27864
Гурт. №2	2520	510	31583

#### 4.1.2 Споживання електроенергії

Обсяг споживання електроенергії ОДЕКУ по місяцях за 2007-2015 роки наведений у таблиці 4.2. Подача електроенергії здійснюється через дві підстанції (ТП), розташовані з протилежних сторін університетського містечка. Перша з них встановлена біля НЛК-1, друга – між гуртожитками, поруч із газовою котельнею.

ТП мають два вводи електроенергії з двох незалежних магістралей, що знижує ризик повного відключення. Крім основних лічильників на ТП також є лічильники на окремих будівлях, що дозволяє встановити більш детальну картину енергоспоживання.

Таблиця 4.2 - Споживання електроенергії університетом у 2007-2015 рр (грн.). Частина 1. 2010 рік

Комплекс 1							Комплекс 2					Загальна сума по двом комплексам	
Міс.	НЛК-2	НЛК-1	Їдальня	СОК	Проф.	Усього	Міс.	Гурт,-1	Гурт,-2	КБО	Усього		
<b>2010</b>													
1	17 880	62 316	10 740	6 540	2 520	99 996	1	66 320	175 990	3 380	245 690	<b>345 686</b>	кВт
	13 564,54	48 063,18	8 221,13	4 921,48	1 901,87	76 672,20		12 215,09	31 686,25	2 637,60	46 538,94	<b>123 211,14</b>	грн
2	16 840	19 458	15 840	5 460	1 760	59 358	2	80 620	209 330	3 980	293 930	<b>353 288</b>	кВт
	13 102,96	15 753,46	12 824,02	4 211,63	1 386,19	47 278,26		16 085,16	37 690,00	3 187,18	56 962,34	<b>104 240,60</b>	грн
3	14 760	21 472	14 100	5 640	2 480	58 452	3	65 800	145 112	3 020	213 932	<b>272 384</b>	кВт
	11 518,09	17 381,36	11 297,95	4 350,47	1 912,96	46 460,83		13 102,85	26 129,40	2 418,37	41 650,62	<b>88 111,45</b>	грн
4	15 840	42 040	12 120	7 320	1 680	79 000	4	57 880	97 020	3 340	158 240	<b>237 240</b>	кВт
	12 348,26	33 365,54	9 817,65	5 646,36	1 295,88	62 473,69		11 643,41	17 467,42	2 672,10	31 782,93	<b>94 256,62</b>	грн
5	12 240	37 927	13 140	16 260	6 600	86 167	5	46 960	69 300	1 900	118 160	<b>204 327</b>	кВт
	9 897,91	31 571,37	10 644,42	13 043,77	5 303,95	70 461,42		9 603,36	12 477,82	1 581,65	23 662,83	<b>94 124,25</b>	грн
6	11 440	27 053	11 940	11 800	4 640	66 873	6	43 920	66 632	1 659	112 211	<b>179 084</b>	кВт
	9 416,30	22 653,47	10 194,28	9 635,88	3 797,42	55 697,35		8 947,87	12 043,37	1 395,88	22 387,12	<b>78 084,47</b>	грн
7	10 320	26 237	11 580	7 260	4 960	60 357	7	28 360	54 460	774	83 594	<b>143 951</b>	кВт
	8 674,80	22 611,82	10 164,50	6 035,67	4 143,07	51 629,86		5 700,38	9 809,16	667,66	16 177,20	<b>67 807,06</b>	грн
8	7 480	22 167	13 260	3 960	6 200	53 067	8	27 840	49 727	1 179	78 746	<b>131 813</b>	кВт
	6 154,70	18 745,25	11 204,58	3 226,61	5 086,56	44 417,70		5 775,98	9 191,26	997,44	15 964,68	<b>60 382,38</b>	грн
9	8 760	28 068	12 060	6 420	4 200	59 508	9	42 560	50 593	1 304	94 457	<b>153 965</b>	кВт
	7 286,04	23 935,32	10 284,24	5 284,04	3 494,21	50 283,85		8 730,14	9 261,34	1 115,54	19 107,02	<b>69 390,87</b>	грн
10	12 920	29 430	14 940	18 360	4 520	80 170	10	43 920	76 386	1 400	121 706	<b>201 876</b>	кВт
	10 737,42	24 785,14	12 827,40	15 113,95	3 734,50	67 198,41		8 873,42	13 892,81	1 197,11	23 963,34	<b>91 161,75</b>	грн
11	15 160	27 382	16 560	4 660	3 640	67 402	11	47 320	73 860	2 733	123 913	<b>191 315</b>	кВт
	12 566,11	23 273,56	14 073,31	3 836,11	3 004,85	56 753,94		9 512,50	13 433,98	2 335,18	25 281,66	<b>82 035,60</b>	грн
12						0	12	52 140			52 140	<b>52 140</b>	кВт
						0,00		10 464,70			10 464,70	<b>10 464,70</b>	грн
За год	143 640	343 550	146 280	93 680	43 200	770 350	За рік	603 640	1 068 410	24 669	1 696 719	<b>2 467 069</b>	кВт
	115 267,13	282 139,47	121 553,48	75 305,97	35 061,46	629 327,51		120 654,86	193 082,81	20 205,71	333 943,38	<b>963 270,89</b>	грн

## Продовження таблиці 4.2 - Частина 2. 2011 рік

Комплекс 1							Комплекс 2					Загальна сума по двом комплексам	
Міс.	НЛК-2	НЛК-1	Їдальня	СОК	Проф.	Усього	Міс.	Гурт,-1	Гурт,-2	КБО	Усього		
<b>2011</b>													
1	16 680					16 680	1	64 820	122 323	4 190	191 333	<b>208 013</b>	кВт
	15 526,61					15 526,61		13 159,94	22 200,49	3 758,06	39 118,49	<b>54 645,10</b>	грн
2	32 000	17 686	20 220	7 140	7 200	84 246	2	83 258	111 414	4 304	198 976	<b>283 222</b>	кВт
	29 908,97	16 548,68	18 919,68	6 479,98	6 563,23	78 420,54		23 122,19	26 235,38	4 056,38	53 413,95	<b>131 834,49</b>	грн
3	15 040	33 820	18 420	6 240	3 520	77 040	3	108 420	133 751	4 501	246 672	<b>323 712</b>	кВт
	14 163,57	32 203,20	17 539,41	5 798,71	3 271,07	72 975,96		29 669,87	31 485,24	4 343,99	65 499,10	<b>138 475,06</b>	грн
4	16 080	22 623	21 120	9 780	4 000	73 603	4	34 810	99 398	3 075	137 283	<b>210 886</b>	кВт
	15 471,62	22 242,01	20 764,26	9 303,13	3 822,24	71 603,26		14 227,74	28 062,65	3 038,72	45 329,11	<b>116 932,37</b>	грн
5	9 480	32 566	17 400	13 320	2 560	75 326	5	102 280	69 741	2 020	174 041	<b>249 367</b>	кВт
	9 551,95	33 003,15	17 633,50	13 166,02	2 545,29	75 899,91		31 460,81	19 720,86	2 073,32	53 254,99	<b>129 154,90</b>	грн
6	11 120	59 184	17 100	14 640	2 040	104 084	6	76 920	86 761	1 281	164 962	<b>269 046</b>	кВт
	11 228,37	60 632,72	17 518,66	14 679,82	2 066,63	106 126,20		25 867,58	24 518,63	1 333,26	51 719,47	<b>157 845,67</b>	грн
7	9 120	17 848	15 360	13 320	1 720	57 368	7	24 180	41 730	0	65 910	<b>123 278</b>	кВт
	9 242,77	18 535,52	15 951,60	13 356,23	1 737,08	58 823,20		5 208,37	9 288,94	0,00	14 497,31	<b>73 320,51</b>	грн
8	5 880	16 865	10 200	9 660	3 720	46 325	8	29 660	39 037	1 860	70 557	<b>116 882</b>	кВт
	5 919,47	17 714,30	10 713,69	9 686,28	3 751,14	47 784,88		6 388,76	8 745,79	1 934,77	17 069,32	<b>64 854,20</b>	грн
9	7 200	38 319	15 300	13 800	2 760	77 379	9	48 120	54 485	851	103 456	<b>180 835</b>	кВт
	7 273,76	39 523,76	15 781,16	13 837,54	2 795,23	79 211,45		10 365,05	12 104,34	886,11	23 355,50	<b>102 566,95</b>	грн
10	9 120	34 153	13 560	13 860	2 120	72 813	10	41 540	51 032	739	93 311	<b>166 124</b>	кВт
	9 211,12	35 146,51	13 954,46	13 897,70	2 138,05	74 347,84		8 947,72	11 212,21	768,74	20 928,67	<b>95 276,51</b>	грн
11	13 520	34 890	17 940	13 500	2 120	81 970	11	70 020	95 415	2 536	167 971	<b>249 941</b>	кВт
	14 295,72	37 738,61	19 404,77	14 171,76	2 234,85	87 845,71		15 082,31	20 949,05	2 760,44	38 791,80	<b>126 637,51</b>	грн
12	16 200	21 871	12 240	8 940	1 840	61 091	12	81 620	113 033	3 223	197 876	<b>258 967</b>	кВт
	17 132,53	23 736,19	13 283,79	9 399,87	1 947,45	65 499,83		17 580,95	24 713,78	3 514,18	45 808,91	<b>111 308,74</b>	грн
За год	161 440	329 825	178 860	124 200	33 600	827 925	За рік	765 648	1 018 120	28 580	1 812 348	<b>2 640 273</b>	кВт
	158 926,46	337 024,65	181 464,98	123 777,04	32 872,26	834 065,39		201 081,29	239 237,36	28 467,97	468 786,62	<b>1 302 852,01</b>	грн

## Продовження таблиці 4.2 - Частина 3. 2012 рік

Комплекс 1							Комплекс 2					Загальна сума по двом комплексам	
Міс.	НЛК-2	НЛК-1	Їдальня	СОК	Проф.	Усього	Міс.	Гурт,-1	Гурт,-2	КБО	Усього		
<b>2012</b>													
1	16 200	21 516	14 460	8 460	2 040	62 676	1	72 680	96 539	3 051	172 270	234 946	кВт
	17 524,53	24 013,97	16 138,70	9 098,22	2 208,30	68 983,72		15 655,27	21 134,99	3 406,01	40 196,27	109 179,99	грн
2	18 160	28 623	21 420	8 760	4 240	81 203	2	129 320	173 141	5 238	307 699	388 902	кВт
	19 633,21	31 626,48	23 667,56	9 420,86	4 586,87	88 934,98		27 855,53	37 722,00	5 847,38	71 424,91	160 359,89	грн
3	12 280	20 011	15 780	7 560	2 680	58 311	3	90 940	121 775	3 769	216 484	274 795	кВт
	13 784,54	23 090,67	18 208,54	8 438,77	3 011,21	66 533,73		19 588,48	26 567,23	4 366,23	50 521,94	117 055,67	грн
4	12 040	21 532	17 460	7 920	2 200	61 152	4	64 920	86 278	2 501	153 699	214 851	кВт
	13 503,10	24 148,57	19 581,74	8 882,44	2 467,34	68 583,19		13 983,77	18 897,72	2 804,92	35 686,41	104 269,60	грн
5	9 040	39 562	13 020	15 300	2 320	79 242	5	56 560	63 994	1 467	122 021	201 263	кВт
	10 138,52	44 369,88	14 602,20	17 159,26	2 601,94	88 871,80		12 183,02	13 784,30	1 645,27	27 612,59	116 484,39	грн
6	9 440	23 359	13 860	12 720	2 400	61 779	6	47 100	57 006	1 260	105 366	167 145	кВт
	10 802,97	27 317,09	16 208,53	14 450,43	2 747,04	71 526,06		10 145,34	12 279,09	1 431,41	23 855,84	95 381,90	грн
7	8 400	25 445	10 980	9 840	1 320	55 985	7	23 220	40 702	954	64 876	120 861	кВт
	9 621,22	29 876,56	12 892,22	11 178,63	1 511,51	65 080,14		5 001,59	8 767,21	1 125,65	14 894,45	79 974,59	грн
8	7 480	32 254	10 740	10 260	2 080	62 814	8	25 220	48 628	1 189	75 037	137 851	кВт
	8 573,35	37 885,28	12 615,17	11 655,77	2 380,18	73 109,75		5 432,39	10 474,48	1 403,45	17 310,32	90 420,07	грн
9	6 440	22 342	11 220	9 720	3 520	53 242	9	54 400	47 772	942	103 114	156 356	кВт
	7 393,08	26 194,69	13 154,77	11 042,31	4 037,35	61 822,20		11 717,76	10 290,08	1 112,58	23 120,42	84 942,62	грн
10	9 920	28 616	15 360	13 320	2 960	70 176	10	42 960	58 590	1 106	102 656	172 832	кВт
	11 362,16	33 325,91	17 888,12	15 132,05	3 394,68	81 102,92		9 253,58	12 620,29	1 304,41	23 178,28	104 281,20	грн
11	13 840	39 955	22 920	15 840	3 600	96 155	11	61 380	88 111	2 796	152 287	248 442	кВт
	15 794,81	46 341,17	26 583,31	17 994,87	4 128,26	110 842,42		13 221,25	18 979,10	3 296,89	35 497,24	146 339,66	грн
12	16 080	18 087	29 640	7 860	4 720	76 387	12	80 640	86 332	3 476	170 448	246 835	кВт
	18 350,36	21 079,85	34 544,45	8 929,27	5 415,13	88 319,06		17 369,86	18 595,93	3 728,03	39 693,82	128 012,88	грн
За год	139 320	321 302	196 860	127 560	34 080	819 122	За рік	749 340	968 868	27 749	1 745 957	2 565 079	кВт
	156 481,85	369 270,12	226 085,31	143 382,88	38 489,81	933 709,97		161 407,84	210 112,42	31 472,23	402 992,49	1 336 702,46	грн



## Продовження таблиці 4.2 - Частина 4. 2013 рік

Комплекс 1							Комплекс 2					Загальна сума по двом комплексам	
Міс.	НЛК-2	НЛК-1	Їдальня	СОК	Проф.	Усього	Міс.	Гурт,-1	Гурт,-2	КБО	Усього		
<b>2013</b>													
1	13 160	29 513	35 180	8 160	3 800	89 813	1	79 680	87 835	4 543	172 058	<b>261 871</b>	кВт
	15 178,52	34 581,20	41 221,42	9 362,13	4 404,19	104 747,46		17 163,02	19 349,18	5 411,74	41 923,94	<b>146 671,40</b>	грн
2	8 960	10 120	34 500	7 800	3 400	64 780	2	76 740	87 474	4 656	168 870	<b>233 650</b>	кВт
	10 332,44	11 906,88	40 591,61	8 949,10	3 935,86	75 715,89		16 529,80	19 217,50	5 551,45	41 298,75	<b>117 014,64</b>	грн
3	12 600	13 296	29 400	7 440	3 520	66 256	3	90 748	101 471	4 813	197 032	<b>263 288</b>	кВт
	15 078,64	16 395,57	36 253,81	8 860,15	4 229,57	80 817,74		19 547,11	22 192,26	5 977,22	47 716,59	<b>128 534,33</b>	грн
4						0	4	76 255	111 082		187 337	<b>187 337</b>	кВт
						0,00		16 425,32	24 294,24		40 719,56	<b>40 719,56</b>	грн
5						0	5	46 645	73 477		120 122	<b>120 122</b>	кВт
						0,00		10 047,33	16 069,82		26 117,15	<b>26 117,15</b>	грн
6						0	6				0	<b>0</b>	кВт
						0,00					0,00	<b>0,00</b>	грн
7						0	7				0	<b>0</b>	кВт
						0,00					0,00	<b>0,00</b>	грн
8						0	8				0	<b>0</b>	кВт
						0,00					0,00	<b>0,00</b>	грн
9						0	9				0	<b>0</b>	кВт
						0,00					0,00	<b>0,00</b>	грн
10	16 160	34 195	26 820	16 500	2 920	96 595	10	54 838	85 738	2 386	142 962	<b>239 557</b>	кВт
	28 760,00	47 491,00	56 220,00	23 940,00	6 440,00	162 851,00		82 257,00	128 607,00	1 907,00	212 771,00	<b>375 622,00</b>	грн
11	15 000	21 891	28 140	10 260	2 680	77 971	11	76 094	79 785	2 658	158 537	<b>236 508</b>	кВт
	1 520,00	24 706,00	31 752,00	8 926,20	1 080,00	67 984,20		114 141,00	119 677,50	2 124,00	235 942,50	<b>303 926,70</b>	грн
12	18 960	40 086	29 400	9 960	2 180	100 586	12	46 486	106 662	5 126	158 274	<b>258 860</b>	кВт
	1 880,00	32 002,00	23 470,00	8 665,20	480,00	66 497,20		69 729,00	159 993,00	4 092,00	233 814,00	<b>300 311,20</b>	грн
За год	84 840	149 101	183 440	60 120	18 500	496 001	За рік	547 486	733 524	24 182	1 305 192	<b>1 801 193</b>	кВт
	72 749,60	167 082,65	229 508,84	68 702,78	20 569,62	558 613,49		345 839,58	509 400,50	25 063,41	880 303,49	<b>1 438 916,98</b>	грн

## Продовження таблиці 4.2 - Частина 5. 2014 рік

Комплекс 1							Комплекс 2					Загальна сума по двом комплексам	
Міс.	НЛК-2	НЛК-1	Їдальня	СОК	Проф.	Усього	Міс.	Гурт,-1	Гурт,-2	КБО	Усього		
<b>2014</b>													
1	6 760	8 320	6 183	8 160	2 520	31 943	1	67 466	107 137	3 268	177 871	<b>209 814</b>	кВт
	18 416,00	22 667,00	16 846,00	7 099,20	480,00	65 508,20		101 199,00	160 705,50	2 613,00	264 517,50	<b>330 025,70</b>	грн
2	20 120	28 460	27 429	12 120	2 160	90 289	2	92 636	132 993	5 548	231 177	<b>321 466</b>	кВт
	16 996,00	24 039,00	23 172,00	10 544,40	440,00	75 191,40		138 954,00	199 489,50	4 427,00	342 870,50	<b>418 061,90</b>	грн
3	18 420	25 560	33 731	5 580	1 960	85 251	3	75 264	108 974	4 551	188 789	<b>274 040</b>	кВт
	13 068,00	18 136,00	23 936,00	4 854,60	360,00	60 354,60		112 896,00	163 461,00	3 633,00	279 990,00	<b>340 344,60</b>	грн
4	12 600	19 798	28 140	12 060	1 680	74 278	4	59 980	86 798	2 973	149 751	<b>224 029</b>	кВт
	9 784,00	15 378,00	21 851,00	10 492,20	400,00	57 905,20		89 970,00	130 197,00	2 375,00	222 542,00	<b>280 447,20</b>	грн
5	15 360	25 124	24 120	12 420	1 680	78 704	5	44 740	64 702	2 040	111 482	<b>190 186</b>	кВт
	10 398,00	17 000,00	16 327,00	10 805,40	440,00	54 970,40		67 110,00	97 053,00	1 630,00	165 793,00	<b>220 763,40</b>	грн
6	12 420	21 718	17 150	11 700	1 200	64 188	6	43 357	59 920	1 106	104 383	<b>168 571</b>	кВт
	12 936,00	22 612,00	17 859,00	10 179,00	280,00	63 866,00		65 035,50	89 880,00	884,00	155 799,50	<b>219 665,50</b>	грн
7	7 720	33 738	13 620	11 400	4 200	70 678	7	46 337	26 371	940	73 648	<b>144 326</b>	кВт
	2 920,00	36 968,00	13 075,20	9 918,00	840,00	63 721,20		69 505,50	39 556,50	752,00	109 814,00	<b>173 535,20</b>	грн
8	5 880	11 926	6 780	5 400	3 600	33 586	8	25 113	73 295	832	99 240	<b>132 826</b>	кВт
	4 320,00	21 400,00	12 169,00	4 698,00	640,00	43 227,00		37 669,50	109 942,50	666,00	148 278,00	<b>191 505,00</b>	грн
9	6 680	27 760	8 160	10 020	2 800	55 420	9	31 514	48 488	806	80 808	<b>136 228</b>	кВт
	1 440,00	16 008,00	4 723,00	8 717,40	640,00	31 528,40		47 271,00	72 732,00	575,00	120 578,00	<b>152 106,40</b>	грн
10	8 720	30 631	12 960	13 020	3 600	68 931	10	45 628	67 022	1 537	114 187	<b>183 118</b>	кВт
	2 400,00	14 982,00	6 338,00	11 327,40	720,00	35 767,40		68 442,00	100 533,00	1 230,00	170 205,00	<b>205 972,40</b>	грн
11	13 560	39 206	14 880	12 780	4 240	84 666	11	69 111	114 569	3 841	187 521	<b>272 187</b>	кВт
	1 080,00	19 603,00	9 535,00	11 118,60	760,00	42 096,60		103 666,50	171 853,50	3 073,00	278 593,00	<b>320 689,60</b>	грн
12	105 423	15 800	11 700	7 440	4 120	144 483	12	108 653	136 912	6 457	252 022	<b>396 505</b>	кВт
	34 733,00	960,00	3 946,00	6 472,80	1 040,00	47 151,80		162 979,50	205 368,00	5 166,00	373 513,50	<b>420 665,30</b>	грн
За год	233 663	288 041	204 853	122 100	33 760	882 417	За рік	709 799	1 027 181	33 899	1 770 879	<b>2 653 296</b>	кВт
	128 491,00	229 753,00	169 777,20	106 227,00	7 040,00	641 288,20		1 064 698,50	1 540 771,50	27 024,00	2 632 494,00	<b>3 273 782,20</b>	грн

## Продовження таблиці 4.2 Частина 6. 2015 рік

Комплекс 1							Комплекс 2					Загальна сума по двом комплексам	
Міс.	НЛК-2	НЛК-1	Їдальня	СОК	Проф.	Усього	Міс.	Гурт,-1	Гурт,-2	КБО	Усього		
<b>2015</b>													
1	9 160	20 836		7 380	2 960	40 336	1	64 860	117 196	2 538	184 594	<b>224 930</b>	кВт
	320,00	19 139,00		6 420,60	640,00	26 519,60		97 290,00	175 794,00	2 030,00	275 114,00	<b>301 633,60</b>	грн
2	8 240	29 753		6 480	3 200	47 673	2	67 488	102 480	4 293	174 261	<b>221 934</b>	кВт
	280,00	21 440,00		5 637,60	480,00	27 837,60		101 232,00	153 720,00	3 438,00	258 390,00	<b>286 227,60</b>	грн
3	12 840	17 037	12 910	6 660	2 800	52 247	3	81 228	121 926	4 567	207 721	<b>259 968</b>	кВт
	920,00	17 031,00	3 460,00	5 794,20	440,00	27 645,20		121 842,00	182 889,00	6 393,80	311 124,80	<b>338 770,00</b>	грн
4				10 980		10 980	4			4 808	4 808	<b>15 788</b>	кВт
				9 552,60		9 552,60				3 846,00	3 846,00	<b>13 398,60</b>	грн
5						0	5				0	<b>0</b>	кВт
						0,00					0,00	<b>0,00</b>	грн
6						0	6				0	<b>0</b>	кВт
						0,00					0,00	<b>0,00</b>	грн
7						0	7				0	<b>0</b>	кВт
						0,00					0,00	<b>0,00</b>	грн
8						0	8				0	<b>0</b>	кВт
						0,00					0,00	<b>0,00</b>	грн
9						0	9				0	<b>0</b>	кВт
						0,00					0,00	<b>0,00</b>	грн
10						0	10				0	<b>0</b>	кВт
						0,00					0,00	<b>0,00</b>	грн
11						0	11				0	<b>0</b>	кВт
						0,00					0,00	<b>0,00</b>	грн
12						0	12				0	<b>0</b>	кВт
						0,00					0,00	<b>0,00</b>	грн
За год	30 240	67 626	12 910	31 500	8 960	151 236	За рік	213 576	341 602	16 206	571 384	<b>722 620</b>	кВт
	1 520,00	57 610,00	3 460,00	27 405,00	1 560,00	91 555,00		320 364,00	512 403,00	15 707,80	848 474,80	<b>940 029,80</b>	грн

Зведені дані за об'єктами наведені у таблицях 4.3. – 4.10

Таблиця 4.3 - Зведена таблиця споживання електроенергії НЛК-1 за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	62 316	0	21 516	29 513	8 320	20 836	24 333
2	19 458	17 686	28 623	10 120	28 460	29 753	20 869
3	21 472	33 820	20 011	13 296	25 560	17 037	22 832
4	42 040	22 623	21 532	0	19 798	0	21 199
5	37 927	32 566	39 562	0	25 124	0	27 036
6	27 053	59 184	23 359	0	21 718	0	26 263
7	26 237	17 848	25 445	0	33 738	0	20 654
8	22 167	16 865	32 254	0	11 926	0	16 642
9	28 068	38 319	22 342	0	27 760	0	23 298
10	29 430	34 153	28 616	34 195	30 631	0	31 405
11	27 382	34 890	39 955	21 891	39 206	0	32 665
12	0	21 871	18 087	40 086	15 800	0	19 169

Таблиця 4.4 - Зведена таблиця споживання електроенергії НЛК-2 за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	17 880	16 680	16 200	13 160	6 760	9 160	14 136
2	16 840	32 000	18 160	8 960	20 120	8 240	19 216
3	14 760	15 040	12 280	12 600	18 420	12 840	14 620
4	15 840	16 080	12 040	0	12 600	0	11 312
5	12 240	9 480	9 040	0	15 360	0	9 224
6	11 440	11 120	9 440	0	12 420	0	8 884
7	10 320	9 120	8 400	0	7 720	0	7 112
8	7 480	5 880	7 480	0	5 880	0	5 344
9	8 760	7 200	6 440	0	6 680	0	5 816
10	12 920	9 120	9 920	16 160	8 720	0	11 368
11	15 160	13 520	13 840	15 000	13 560	0	14 216
12	0	16 200	16 080	18 960	105 423	0	31 333

Таблиця 4.5 - Зведена таблиця споживання електроенергії Їдальня за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	10 740	0	14 460	35 180	6 183	0	13 313
2	15 840	20 220	21 420	34 500	27 429	0	23 882
3	14 100	18 420	15 780	29 400	33 731	12 910	22 286
4	12 120	21 120	17 460	0	28 140	0	15 768
5	13 140	17 400	13 020	0	24 120	0	13 536
6	11 940	17 100	13 860	0	17 150	0	12 010
7	11 580	15 360	10 980	0	13 620	0	10 308
8	13 260	10 200	10 740	0	6 780	0	8 196
9	12 060	15 300	11 220	0	8 160	0	9 348
10	14 940	13 560	15 360	26 820	12 960	0	16 728
11	16 560	17 940	22 920	28 140	14 880	0	20 088
12	0	12 240	29 640	29 400	11 700	0	16 596

Таблиця 4.6 - Зведена таблиця споживання електроенергії СОК за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	6 540	0	8 460	8 160	8 160	7 380	6 264
2	5 460	7 140	8 760	7 800	12 120	6 480	8 256
3	5 640	6 240	7 560	7 440	5 580	6 660	6 492
4	7 320	9 780	7 920	0	12 060	10 980	7 416
5	16 260	13 320	15 300	0	12 420	0	11 460
6	11 800	14 640	12 720	0	11 700	0	10 172
7	7 260	13 320	9 840	0	11 400	0	8 364
8	3 960	9 660	10 260	0	5 400	0	5 856
9	6 420	13 800	9 720	0	10 020	0	7 992
10	18 360	13 860	13 320	16 500	13 020	0	15 012
11	4 660	13 500	15 840	10 260	12 780	0	11 408
12	0	8 940	7 860	9 960	7 440	0	6 840

Таблиця 4.7 - Зведена таблиця споживання електроенергії Проф. за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	2 520	0	2 040	3 800	2 520	2 960	2 176
2	1 760	7 200	4 240	3 400	2 160	3 200	3 752
3	2 480	3 520	2 680	3 520	1 960	2 800	2 832
4	1 680	4 000	2 200	0	1 680	0	1 912
5	6 600	2 560	2 320	0	1 680	0	2 632
6	4 640	2 040	2 400	0	1 200	0	2 056
7	4 960	1 720	1 320	0	4 200	0	2 440
8	6 200	3 720	2 080	0	3 600	0	3 120
9	4 200	2 760	3 520	0	2 800	0	2 656
10	4 520	2 120	2 960	2 920	3 600	0	3 224
11	3 640	2 120	3 600	2 680	4 240	0	3 256
12	0	1 840	4 720	2 180	4 120	0	2 572

Таблиця 4.8 - Зведена таблиця споживання електроенергії Гурт.-1 за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	66 320	64 820	72 680	79 680	67 466	64 860	70 193
2	80 620	83 258	129 320	76 740	92 636	67 488	92 515
3	65 800	108 420	90 940	90 748	75 264	81 228	86 234
4	57 880	34 810	64 920	76 255	59 980	0	58 769
5	46 960	102 280	56 560	46 645	44 740	0	59 437
6	43 920	76 920	47 100	0	43 357	0	42 259
7	28 360	24 180	23 220	0	46 337	0	24 419
8	27 840	29 660	25 220	0	25 113	0	21 567
9	42 560	48 120	54 400	0	31 514	0	35 319
10	43 920	41 540	42 960	54 838	45 628	0	45 777
11	47 320	70 020	61 380	76 094	69 111	0	64 785
12	52 140	81 620	80 640	46 486	108 653	0	73 908

Таблиця 4.9 - Зведена таблиця споживання електроенергії Гурт.-2 за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	175 990	122 323	96 539	87 835	107 137	117 196	117 965
2	209 330	111 414	173 141	87 474	132 993	102 480	142 870
3	145 112	133 751	121 775	101 471	108 974	121 926	122 217
4	97 020	99 398	86 278	111 082	86 798	0	96 115
5	69 300	69 741	63 994	73 477	64 702	0	68 243
6	66 632	86 761	57 006	0	59 920	0	54 064
7	54 460	41 730	40 702	0	26 371	0	32 653
8	49 727	39 037	48 628	0	73 295	0	42 137
9	50 593	54 485	47 772	0	48 488	0	40 268
10	76 386	51 032	58 590	85 738	67 022	0	67 754
11	73 860	95 415	88 111	79 785	114 569	0	90 348
12	0	113 033	86 332	106 662	136 912	0	88 588

Таблиця 4.10 - Зведена таблиця споживання електроенергії КБО за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	3 380	4 190	3 051	4 543	3 268	2 538	3 686
2	3 980	4 304	5 238	4 656	5 548	4 293	4 745
3	3 020	4 501	3 769	4 813	4 551	4 567	4 131
4	3 340	3 075	2 501	0	2 973	4 808	2 378
5	1 900	2 020	1 467	0	2 040	0	1 485
6	1 659	1 281	1 260	0	1 106	0	1 061
7	774	0	954	0	940	0	534
8	1 179	1 860	1 189	0	832	0	1 012
9	1 304	851	942	0	806	0	781
10	1 400	739	1 106	2 386	1 537	0	1 434
11	2 733	2 536	2 796	2 658	3 841	0	2 913
12	0	3 223	3 476	5 126	6 457	0	3 656

Зведені дані по середнім значенням споживання електроенергії об'єктами наведені у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 - Зведена таблиця по середнім значенням споживання електроенергії за 6 років (кВт)

Місяці	НЛК-1	НЛК-2	Їдальня	СОК	Пофілакторій	Гурт-1	Гурт-2	КБО	Усього
1	24 333	14 136	13 313	6 264	2 176	70 193	117 965	3 686	252 066
2	20 869	19 216	23 882	8 256	3 752	92 515	142 870	4 745	316 106
3	22 832	14 620	22 286	6 492	2 832	86 234	122 217	4 131	281 644
4	21 199	11 312	15 768	7 416	1 912	58 769	96 115	2 378	214 869
5	27 036	9 224	13 536	11 460	2 632	59 437	68 243	1 485	193 053
6	26 263	8 884	12 010	10 172	2 056	42 259	54 064	1 061	156 769
7	20 654	7 112	10 308	8 364	2 440	24 419	32 653	534	106 483
8	16 642	5 344	8 196	5 856	3 120	21 567	42 137	1 012	103 874
9	23 298	5 816	9 348	7 992	2 656	35 319	40 268	781	125 477
10	31 405	11 368	16 728	15 012	3 224	45 777	67 754	1 434	192 701
11	32 665	14 216	20 088	11 408	3 256	64 785	90 348	2 913	239 679
12	19 169	31 333	16 596	6 840	2 572	73 908	88 588	3 656	242 661
							Усього за рік		2 425 382

Проведений перехресний контроль значень по показникам кВт та грн. у таблиці 4.2 та відповідно у таблицях 4.3 – 4.10 показав, що деякі значення надані бухгалтерією ОДЕКУ на відповідають контрольним рівнянням та вірогідно містять помилки. У подальшій роботі буде проведено корекцію тих даних за рахунок залучення додаткових джерел інформації, але встановлені помилки не впливають суттєво на розрахункові показники на поточному етапі досліджень. Графіки за таблицями 4.3 – 4.10 наведені на рисунках 4.2 – 4.11 відповідно

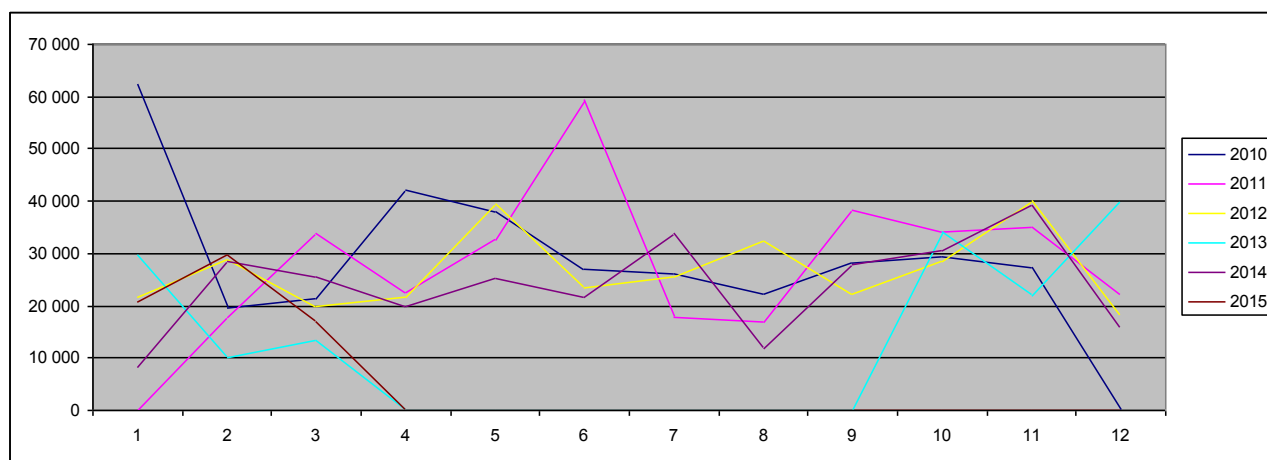


Рисунок 4.2 - Споживання електроенергії НЛК-1 за 6 років



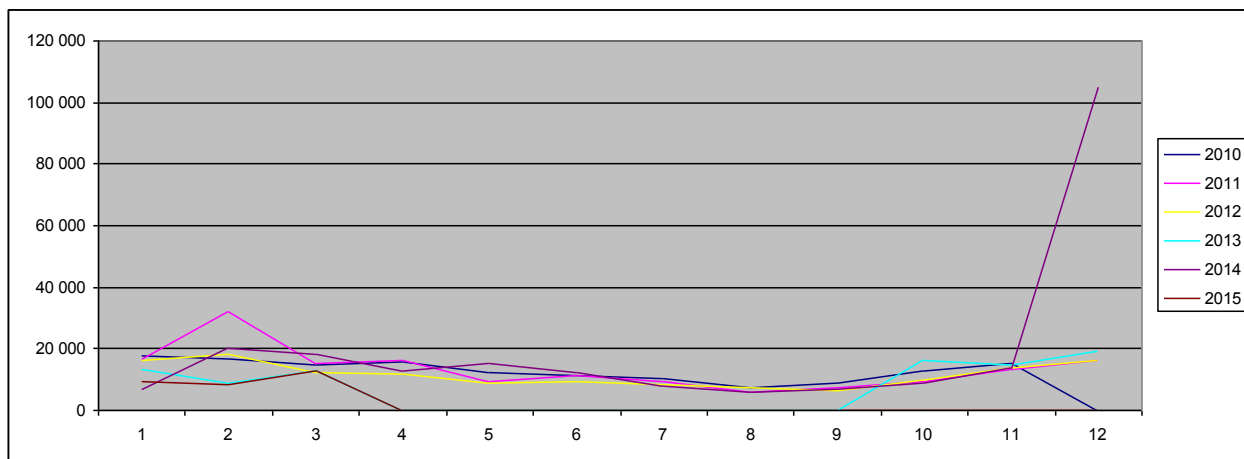


Рисунок 4.3 - Споживання електроенергії НЛК-2 за 6 років

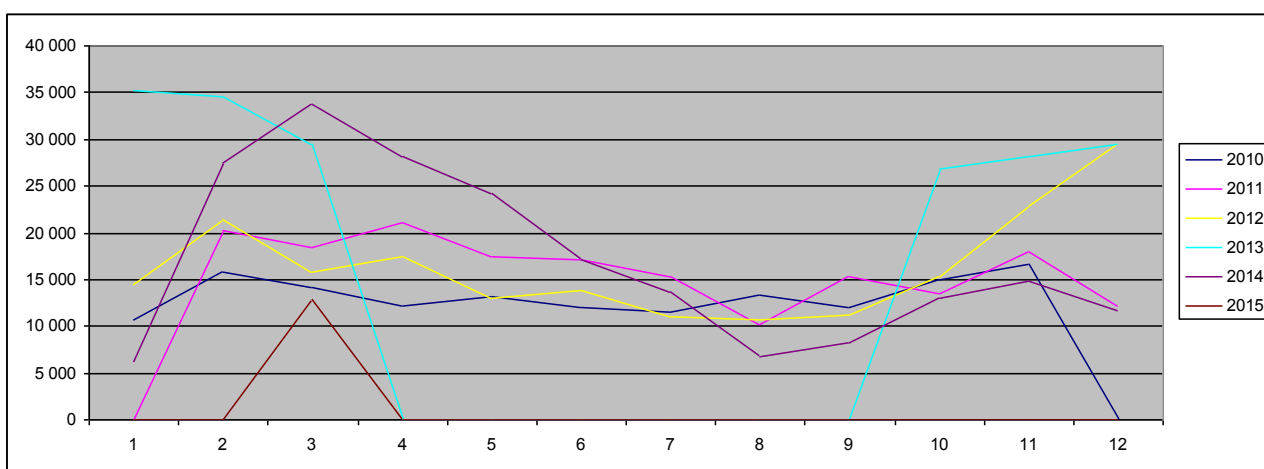


Рисунок 4.4 - Споживання електроенергії Ідальня за 6 років

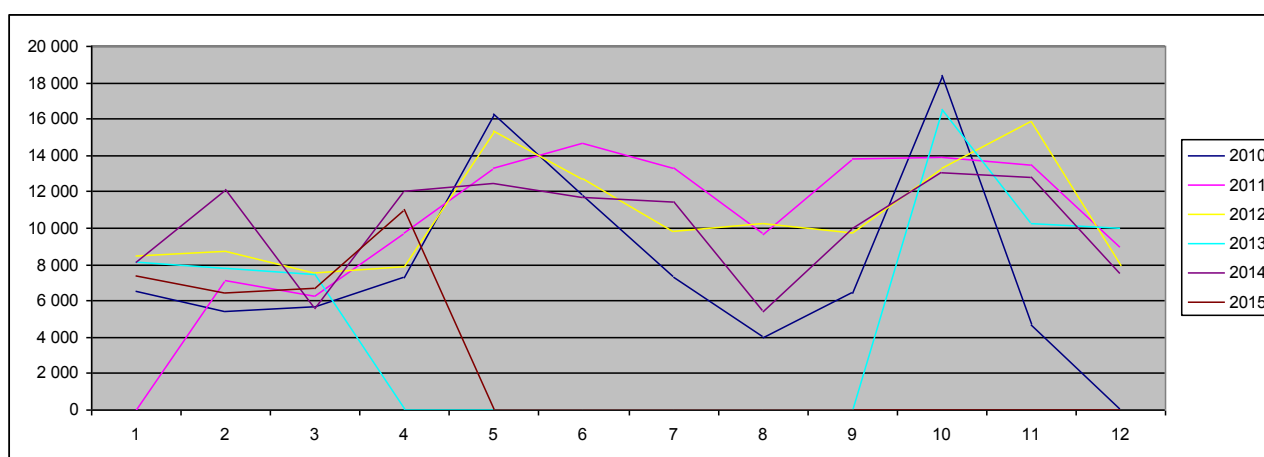


Рисунок 4.5 - Споживання електроенергії СОК за 6 років

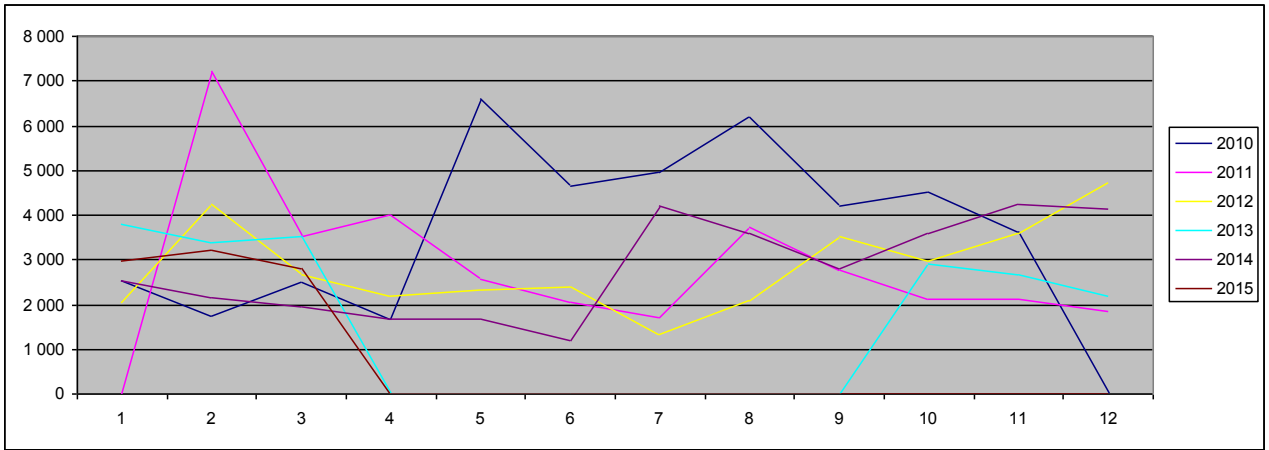


Рисунок 4.6 - Споживання електроенергії Профілакторій за 6 років

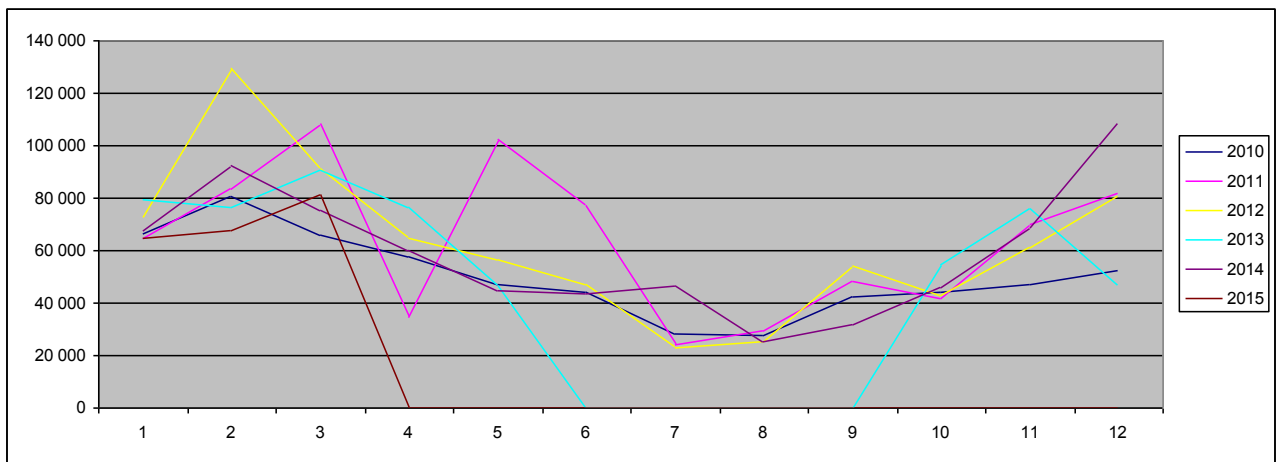


Рисунок 4.7 - Споживання електроенергії Гуртожиток 1 за 6 років

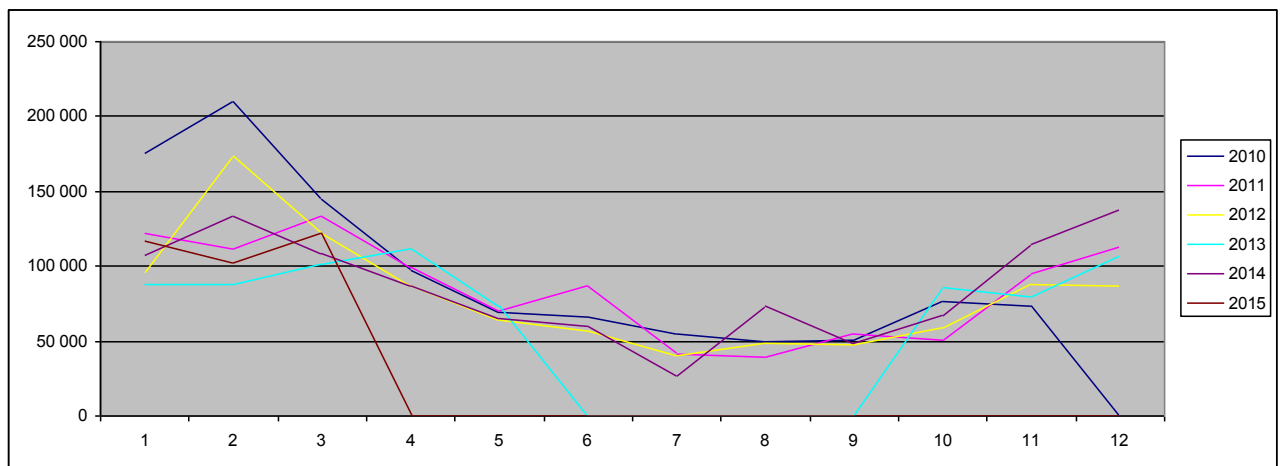


Рисунок 4.8 - Споживання електроенергії Гуртожиток 2 за 6 років

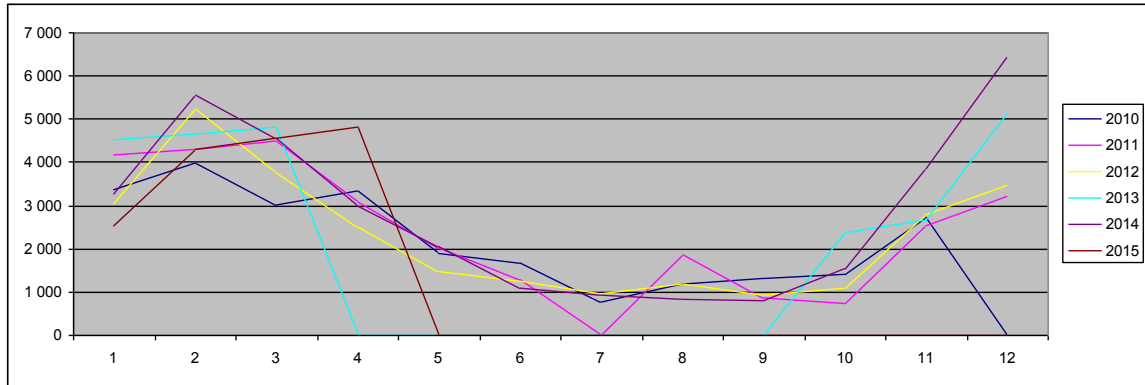


Рисунок 4.9 - Споживання електроенергії КБО за 6 років

Середні показники споживання електроенергії за 5 років усіма об'єктами та середні показники споживання ОДЕКУ у цілому наведені на рисунках 4.10 та 4.11.

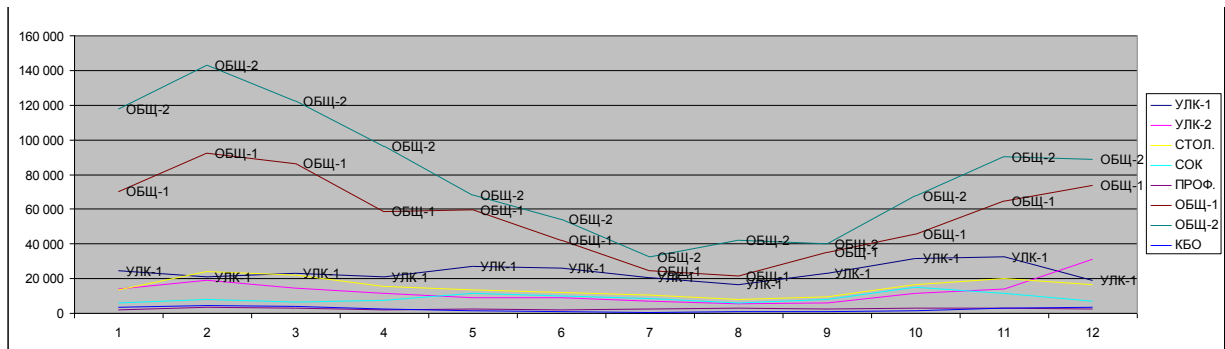


Рисунок 4.10 - Середні показники споживання електроенергії усіма об'єктами

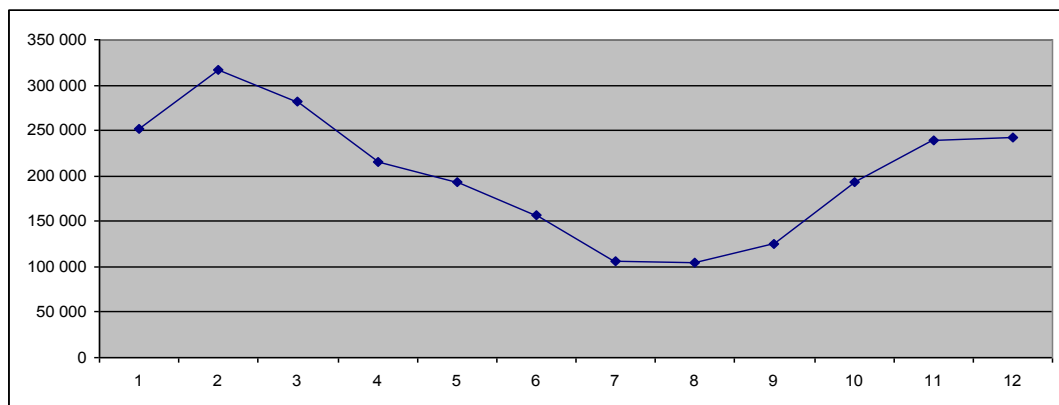


Рисунок 4.11 – Сер. показники спожив. ЕЕ за 5 років ОДЕКУ у цілому (кВт)

Тобто лідером споживання електроенергії є Гуртожиток 2. Найбільше споживання електроенергії ОДЕКУ можна очікувати у лютому та березні, найменше – у липні та серпні.

### 4.1.3 Споживання тепла

Гуртожитки й КБО (Комплекс 2) забезпечуються теплом і гарячим водопостачанням (ГВП) за рахунок використання автономної газової котельні. Інші будинки (Комплекс 1) забезпечуються теплом і ГВП від міської теплоцентралі (ТЕЦ). Тому для цих груп будинків споживання тепла враховується роздільно. Дані споживання тепла наведені в Таблицях 4.12 - 4.17. За деякі періоди отримано дані як у Гкал, так і у грн.

Таблиця 4.12 - Таблиця споживання теплової енергії за 2010 рік (Гкал)

Місяць	НЛК-1	НЛК-2	Їдальня	Проф,	СОК
1	193,158	102,6823	15,7918	17,7568	42,4091
2	201,334	153,441	23,5979	26,5343	63,3727
3	112,6244	61,376	9,4392	10,6137	25,3491
4	61,32	47,8406	7,3575	8,2731	19,7588
10	196,073	146,384	22,5128	25,3141	60,4585
11	136,94	111,69872	16,1994	19,16929	45,78259
12	223,18719	151,9815	23,3736	26,2821	62,7703
<b>За рік</b>	<b>1124,63659</b>	<b>775,40412</b>	<b>118,2722</b>	<b>133,94339</b>	<b>319,90109</b>

Таблиця 4.13 - Таблиця спожив. теплової енергії за 2011 рік (Гкал/грн)

Місяць	НЛК-1	НЛК-2	Їдальня	Проф,	СОК	
1						Гкал
2	187,026	94,3977	14,1767	16,3242	38,9875	Гкал
3	202,356	115,5176	17,7657	19,9764	47,7103	Гкал
4	140,014	78,762	12,113	13,62	32,53	Гкал
	79926,93	44606,86	6860,2	7713,69	18423,36	грн
5	136,55324	54,91922	8,4462	9,4972	22,6824	Гкал
	77336,93	31103,5	4783,5	5378,74	12846,18	грн
10	60,4546	112,48577	9,0414	19,44639	46,47509	Гкал
	60675,87	112897,47	9074,49	19517,56	46645,19	грн
11	153,8035	83,8344	23,0025	14,4932	34,6374	Гкал
	154366,42	84141,23	23086,69	14546,24	34764,18	грн
12	209,812	165,109	31,379	28,544	68,217	Гкал
	210579,96	165713,33	31493,8	28648,3	68466,81	грн
<b>За рік</b>	<b>1090,01934</b>	<b>705,02569</b>	<b>115,9245</b>	<b>121,90139</b>	<b>291,23969</b>	Гкал

Таблиця 4.14 - Таблиця спожив. теплової енергії за 2012 рік (Гкал/грн)

Місяць	НЛК-1	НЛК-2	Їдальня	Проф,	СОК	
1	192,9212	127,51922	28,8528	22,04535	52,68636	Гкал
	193627,29	127985,94	28958,4	22126,04	52879,19	грн
2	282,714	193,907	42,282	33,522	80,116	Гкал
	283748,74	194616,7	42436,75	33644,69	80409,22	грн
3	167,1391	122,23188	24,9969	21,13129	50,50183	Гкал
	167750,83	122679,25	25088,39	21208,63	50686,67	грн
4	68,45591	71,67524	10,23809	12,39112	29,61364	Гкал
	68706,46	71937,57	10275,56	12436,47	29722,03	грн
11	141,35701	75,51499	21,14099	13,05493	31,20008	Гкал
	141874,37	75791,38	21218,37	13102,7	31314,28	грн
12	137,4442	113,49	20,5558	19,62	46,89	Гкал
	137947,25	113905,37	20631,03	19691,81	47061,62	грн
<b>За рік</b>	<b>990,03142</b>	<b>704,33833</b>	<b>148,06658</b>	<b>121,76469</b>	<b>291,00791</b>	Гкал
	<b>993654,94</b>	<b>706916,21</b>	<b>148608,5</b>	<b>122210,34</b>	<b>292073,01</b>	грн

Таблиця 4.15 - Таблиця спожив. теплової енергії за 2013 рік (Гкал/грн)

Місяць	НЛК-1	НЛК-2	Їдальня	Проф,	СОК	
1	160,0268	102,3932	23,9332	17,7061	42,3052	Гкал
	160612,5	102767,95	24020,79	17766,39	42460,04	грн
2	191,4098	161,26929	28,6268	27,88002	66,63069	Гкал
	192110,36	161859,53	28731,57	27982,06	66874,56	грн
3	179,1411	136,9509	26,7919	23,6759	56,5832	Гкал
	179796,75	137452,14	26889,96	23762,55	56790,3	грн
4	91,57089	70,39532	13,69511	12,16895	29,08483	Гкал
	91906,04	70652,97	13745,23	12214,39	29191,28	грн
11	106,64974	79,014705	15,95026		32,635295	Гкал
	107040,08	79303,9	16008,64		32754,74	грн
12	119,13106	99,19341	17,81694	17,14842	40,98316	Гкал
						грн
<b>За рік</b>	<b>847,92939</b>	<b>649,216825</b>	<b>126,81421</b>	<b>98,57939</b>	<b>268,222375</b>	Гкал

Таблиця 4.16 - Таблиця споживання теплової енергії за 2014 рік (Гкал)

Місяць	НЛК-1	НЛК-2	Їдальня	Проф,	СОК
1	111,129725	103,673115	16,620275	17,92287	42,834015
2	216,036	169,589	32,31	29,318	70,068
3	122,687	99,1934	18,349	17,1484	40,9832
4	49,786	43,517	7,446	7,523	17,98
11	118,24203	96,95356	17,68397	16,7612	40,05774
12	87,9453	65,1801	13,1529	11,2682	26,9302
<i>За рік</i>	705,826055	578,106175	105,562145	99,94167	238,853155

Таблиця 4.17 - Таблиця споживання теплової енергії за 2015 рік (Гкал)

Місяць	НЛК-1	НЛК-2	Їдальня	Проф,	СОК
1	100,6391	75,046	15,0513	12,974	31,006
2	140,468	108,793	21,008	18,808	44,949
3	144,024	130,551	21,54	22,57	53,939
<i>За рік</i>	385,1311	314,39	57,5993	54,352	129,894

Зведені дані по об'єктах наведені у таблицях 4.18-4.22.

Таблиця 4.18 - Зведена таблиця спожив. теплової енергії НЛК-1 (Гкал)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	193,158	0	192,9212	160,0268	111,12973	100,6391	<b>131,4471</b>
2	201,334	187,026	282,714	191,4098	216,036	140,468	<b>215,704</b>
3	112,6244	202,356	167,1391	179,1411	122,687	144,024	<b>156,7895</b>
4	61,32	140,014	68,45591	91,57089	49,786	0	<b>82,22936</b>
5	0	136,5532	0	0	0	0	<b>27,31065</b>
6	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
7	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
8	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
9	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
10	196,073	60,4546	0	0	0	0	<b>51,30552</b>
11	136,94	153,8035	141,357	106,6497	118,24203	0	<b>131,3985</b>
12	223,1872	209,812	137,4442	119,1311	87,9453	0	<b>155,504</b>
<i>За рік</i>	1124,637	1090,019	990,0314	847,9294	705,82606	385,1311	<b>951,6886</b>

Таблиця 4.19 - Зведена таблиця спожив. теплової енергії НЛК-2 (Гкал)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	102,6823	0	127,5192	102,3932	103,67312	75,046	<b>87,25357</b>
2	153,441	94,3977	193,907	161,2693	169,589	108,793	<b>154,5208</b>
3	61,376	115,5176	122,2319	136,9509	99,1934	130,551	<b>107,054</b>
4	47,8406	78,762	71,67524	70,39532	43,517	0	<b>62,43803</b>
5	0	54,91922	0	0	0	0	<b>10,98384</b>
6	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
7	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
8	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
9	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
10	146,384	112,4858	0	0	0	0	<b>51,77395</b>
11	111,6987	83,8344	75,51499	79,01471	96,95356	0	<b>89,40328</b>
12	151,9815	165,109	113,49	99,19341	65,1801	0	<b>118,9908</b>
<b>За рік</b>	<b>775,4041</b>	<b>705,0257</b>	<b>704,3383</b>	<b>649,2168</b>	<b>578,10618</b>	<b>314,39</b>	<b>682,4182</b>

Таблиця 4.20 - Зведена таблиця спожив. теплової енергії Їдальня (Гкал)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	15,7918	0	28,8528	23,9332	16,620275	15,0513	<b>17,03962</b>
2	23,5979	14,1767	42,282	28,6268	32,31	21,008	<b>28,19868</b>
3	9,4392	17,7657	24,9969	26,7919	18,349	21,54	<b>19,46854</b>
4	7,3575	12,113	10,23809	13,69511	7,446	0	<b>10,16994</b>
5	0	8,4462	0	0	0	0	<b>1,68924</b>
6	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
7	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
8	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
9	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
10	22,5128	9,0414	0	0	0	0	<b>6,31084</b>
11	16,1994	23,0025	21,14099	15,95026	17,68397	0	<b>18,79542</b>
12	23,3736	31,379	20,5558	17,81694	13,1529	0	<b>21,25565</b>
<b>За рік</b>	<b>118,2722</b>	<b>115,9245</b>	<b>148,0666</b>	<b>126,8142</b>	<b>105,56215</b>	<b>57,5993</b>	<b>122,9279</b>

Таблиця 4.21 - Зведена таблиця спожив. теплової енергії Профіл. (Гкал)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	17,7568	0	22,04535	17,7061	17,92287	12,974	<b>15,08622</b>
2	26,5343	16,3242	33,522	27,88002	29,318	18,808	<b>26,7157</b>
3	10,6137	19,9764	21,13129	23,6759	17,1484	22,57	<b>18,50914</b>
4	8,2731	13,62	12,39112	12,16895	7,523	0	<b>10,79523</b>
5	0	9,4972	0	0	0	0	<b>1,89944</b>
6	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
7	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
8	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
9	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
10	25,3141	19,44639	0	0	0	0	<b>8,952098</b>
11	19,16929	14,4932	13,05493	0	16,7612	0	<b>12,69572</b>
12	26,2821	28,544	19,62	17,14842	11,2682	0	<b>20,57254</b>
<b>За рік</b>	<b>133,9434</b>	<b>121,9014</b>	<b>121,7647</b>	<b>98,57939</b>	<b>99,94167</b>	<b>54,352</b>	<b>115,2261</b>

Таблиця 4.22 - Зведена таблиця спожив. теплової енергії СОК (Гкал)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	42,4091	0	52,68636	42,3052	42,834015	31,006	<b>36,04694</b>
2	63,3727	38,9875	80,116	66,63069	70,068	44,949	<b>63,83498</b>
3	25,3491	47,7103	50,50183	56,5832	40,9832	53,939	<b>44,22553</b>
4	19,7588	32,53	29,61364	29,08483	17,98	0	<b>25,79345</b>
5	0	22,6824	0	0	0	0	<b>4,53648</b>
6	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
7	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
8	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
9	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
10	60,4585	46,47509	0	0	0	0	<b>21,38672</b>
11	45,78259	34,6374	31,20008	32,6353	40,05774	0	<b>36,86262</b>
12	62,7703	68,217	46,89	40,98316	26,9302	0	<b>49,15813</b>
<b>За рік</b>	<b>319,9011</b>	<b>291,2397</b>	<b>291,0079</b>	<b>268,2224</b>	<b>238,85316</b>	<b>129,894</b>	<b>281,8448</b>

На рисунках 4.12 – 4.16 наведено графіки споживання теплової енергії

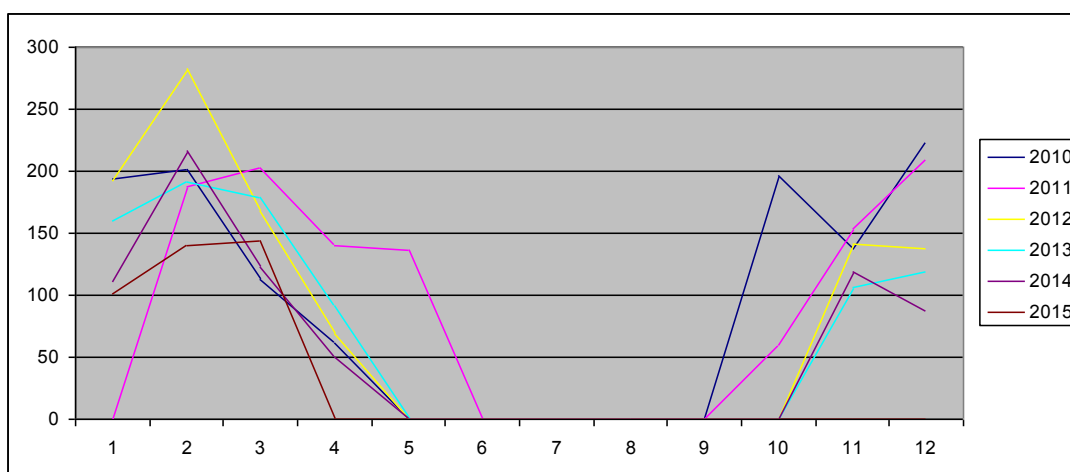


Рисунок 4.12 - Споживання теплової енергії УЛК-1 за 6 років

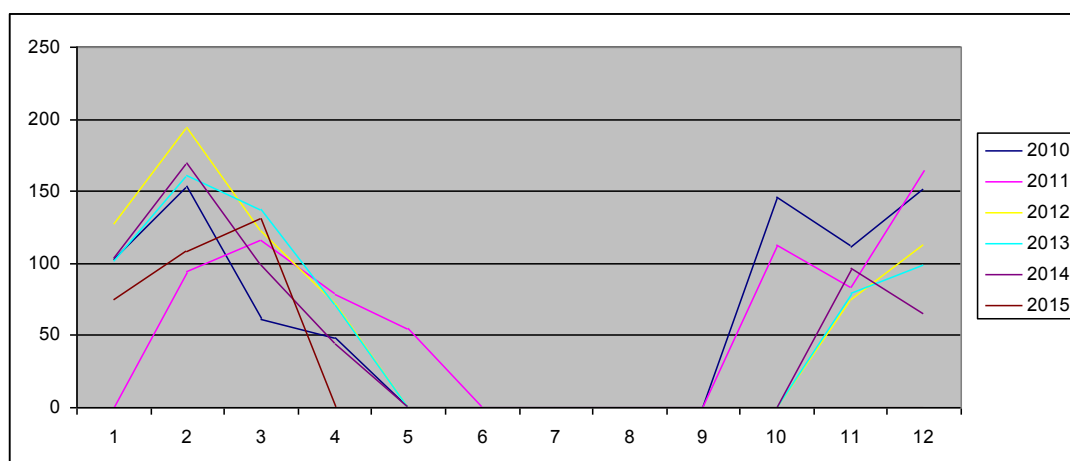


Рисунок 4.13 - Споживання теплової енергії УЛК-2 за 6 років



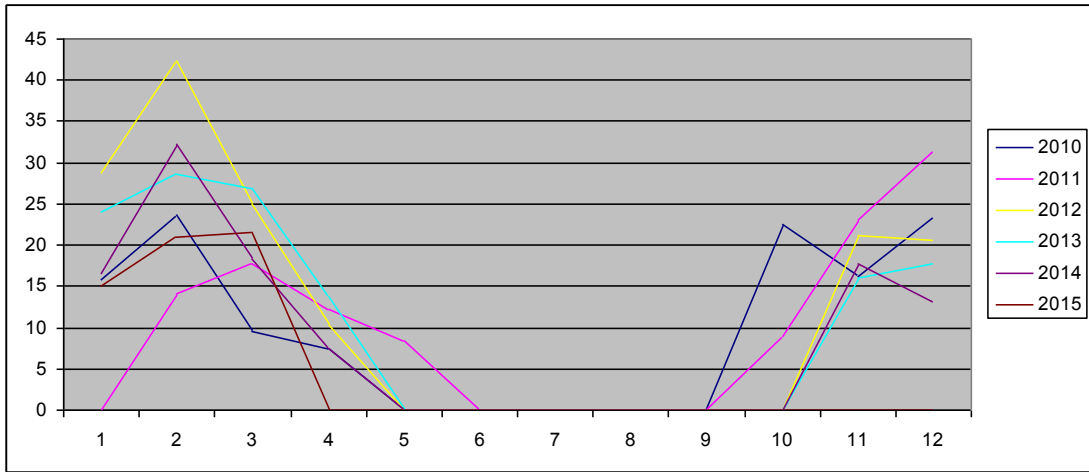


Рисунок 4.14 - Споживання теплової енергії Ідальня за 6 років

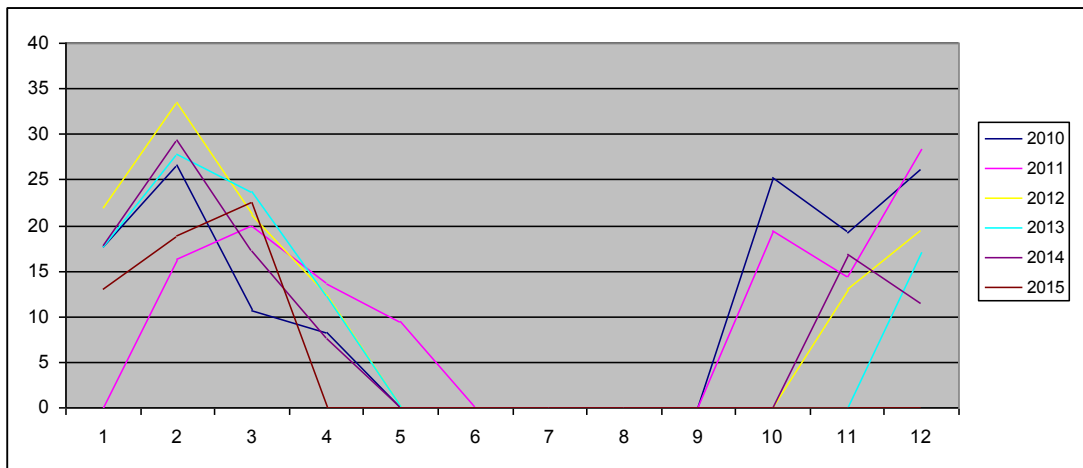


Рисунок 4.15 - Споживання теплової енергії Профілакторій за 6 років

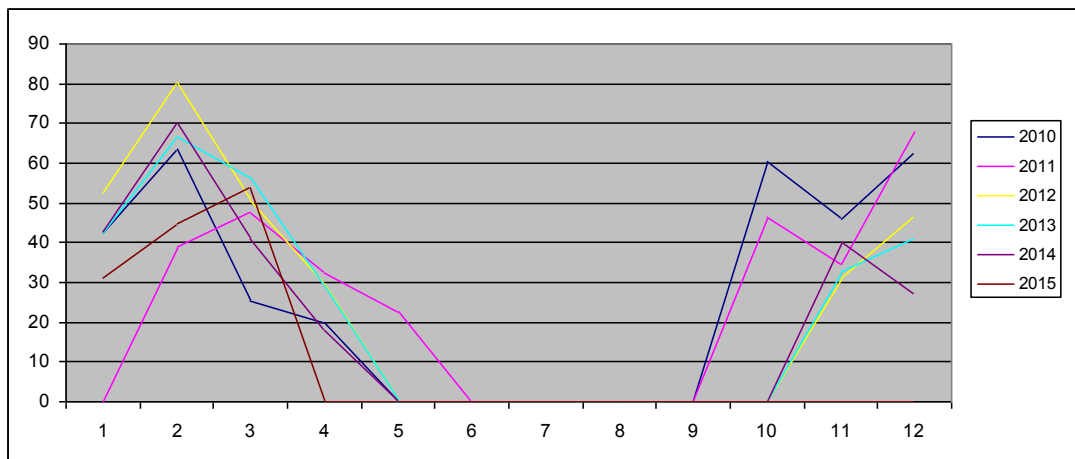


Рисунок 4.16 - Споживання теплової енергії СОК за 6 років

У таблиці 4.23 надано середні значення споживання тепла по усім об'єктам

Таблиця 4.23 - Таблиця середніх значень споживання теплової енергії по усім об'єктам першого комплексу (Гкал)

	НЛК-1	НЛК-2	Їдальн.,	Профіл,	СОК,	Усього
1	131,4471	87,25357	17,03962	15,08622	36,046935	286,8735
2	215,704	154,5208	28,19868	26,7157	63,834978	488,9741
3	156,7895	107,054	19,46854	18,50914	44,225526	346,0467
4	82,22936	62,43803	10,16994	10,79523	25,793454	191,426
5	27,31065	10,98384	1,68924	1,89944	4,53648	46,41965
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	51,30552	51,77395	6,31084	8,952098	21,386718	139,7291
11	131,3985	89,40328	18,79542	12,69572	36,862621	289,1555
12	155,504	118,9908	21,25565	20,57254	49,158132	365,4811
<b>За рік</b>	<b>951,6886</b>	<b>682,4182</b>	<b>122,9279</b>	<b>115,2261</b>	<b>281,84484</b>	<b>2154,106</b>

Графік середніх значень наведено на рисунку 4.17, середнє споживання по об'єктам – на рисунку 4.18.

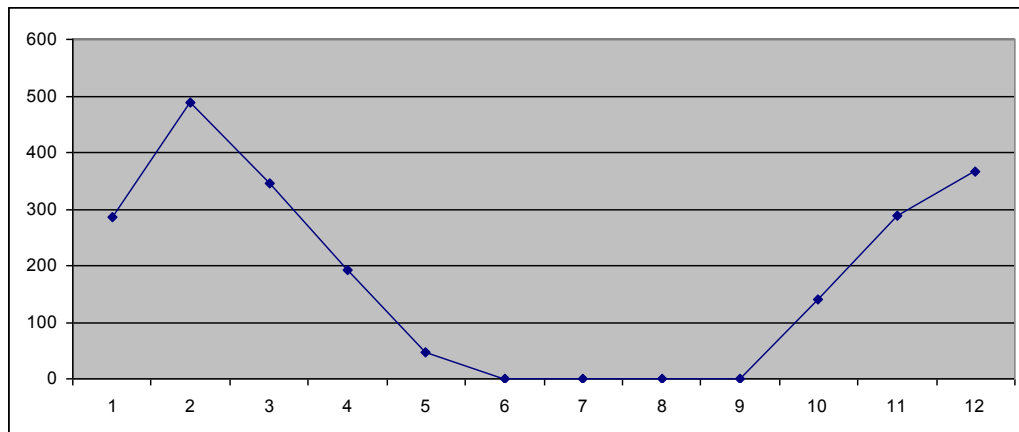


Рисунок 4.17 - Середнє споживання теплової енергії ОДЕКУ за 6 років

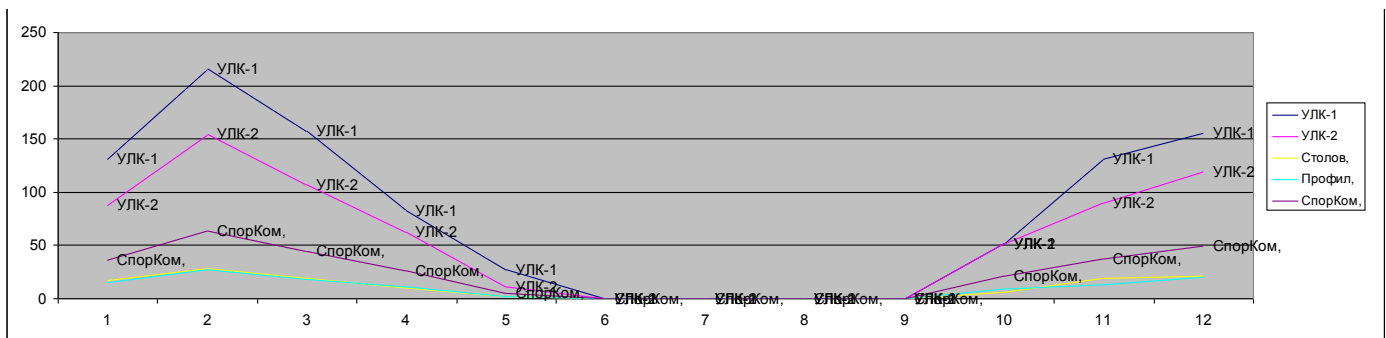


Рисунок 4.18 - Середнє споживання теплової енергії всіма об'єктами першого комплексу будівель ОДЕКУ за 6 років по місяцям

Зведена таблиця сумарного споживання тепла у 2010-2014 роках та графік сумарного споживання наведені у таблиці 4.24 та на рисунку 4.19 відповідно.

Таблиця 4.24 - Сумарне споживання теплової енергії ОДЕКУ у 2010-2014 роках (Гкал)

2010 рік	2011 рік	2012 рік	2013 рік	2014 рік
2472,157	2324,111	2255,209	1990,762	1728,2892

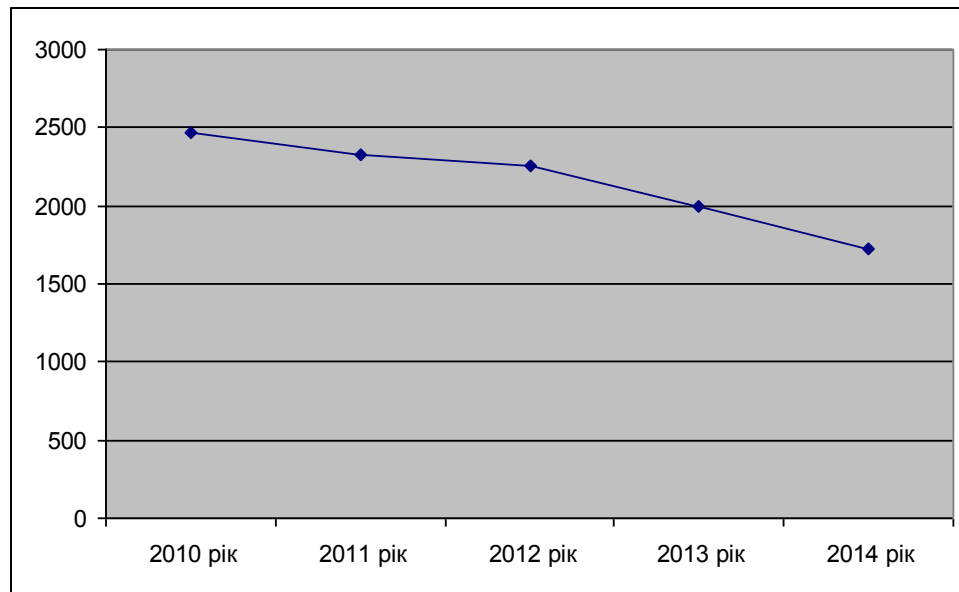


Рисунок 4.19 - Сумарне споживання теплової енергії Комплексу 1 ОДЕКУ

З графіков видно, що максимальне споживання тепла ОДЕКУ спостерігається у лютому. З квітня до вересня споживання тепла нульове. Більше за усіх тепла споживає НЛК-1. На протязі 5 років щорічно відбувається зниження споживання тепла. Це можна пояснити різними температурними умовами, впровадженням енергозбереження або зниженням середніх температур у будівлях. Нажаль даних для надання подібної оцінки поки що отримати не вдалося.

#### 4.1.4 Споживання газу

Опалення гуртожитків і КБО забезпечує сучасна газова котельня (виробництва Італії). Це було економічно привабливо, оскільки для опалення гуртожитків газ закупувався за пільговою ціною «для населення». Відповідно вартість опалення виходила нижче, ніж при використанні тепла по міському тарифу. Однак підвищення тарифу для населення потребує детального аналізу нових умов, які зараз проявляються на ринку енергоносіїв.

Обсяги споживання газу з 2008 по 2013 роки наведені у таблиці 4.20. Графіки споживання наведені на рисунках 4.25-4.27

Таблиця 4.20 - Споживання газу ОДЕКУ (м куб)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2008-2013
1	-	35 570	50 780	43 774	42 091	40 290			35 418
2	53 268	43 792	47 806	53 227	51 787	31 098			46 830
3	51 107	48 540	50 070	45 051	39 754	28 383			43 818
4	20 657	18 522	31 305	37 604	28 801	19 779			26 111
5	5 181	13 776	-	1 399	8 915	2 132			5 234
6	1 048	3 603	-	7 186	3 789				2 604
7	-	2 445	-	3 401	380				1 038
8	-	3 425	-	4 182	66	467			1 357
9	-	6 892	-	6 912	159				2 327
10	1 756	12 046	-	20 105	5 419	24 584			10 652
11	31 531	35 908	15 137	36 040	25 778				24 066
12	47 338	42 350	44 788	41 704	19 973	37 092			38 874
<b>Усього</b>	<b>211 886</b>	<b>231 299</b>	<b>189 106</b>	<b>256 811</b>	<b>184 821</b>	<b>143 535</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>202 910</b>

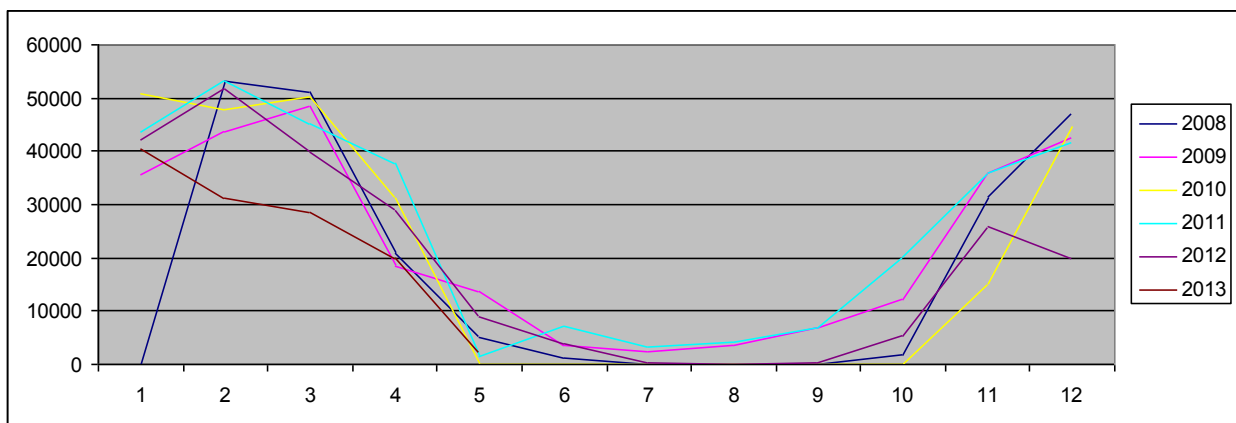


Рисунок 4.25 - Споживання газу Комплексу 2 ОДЕКУ 2008-2013 роки

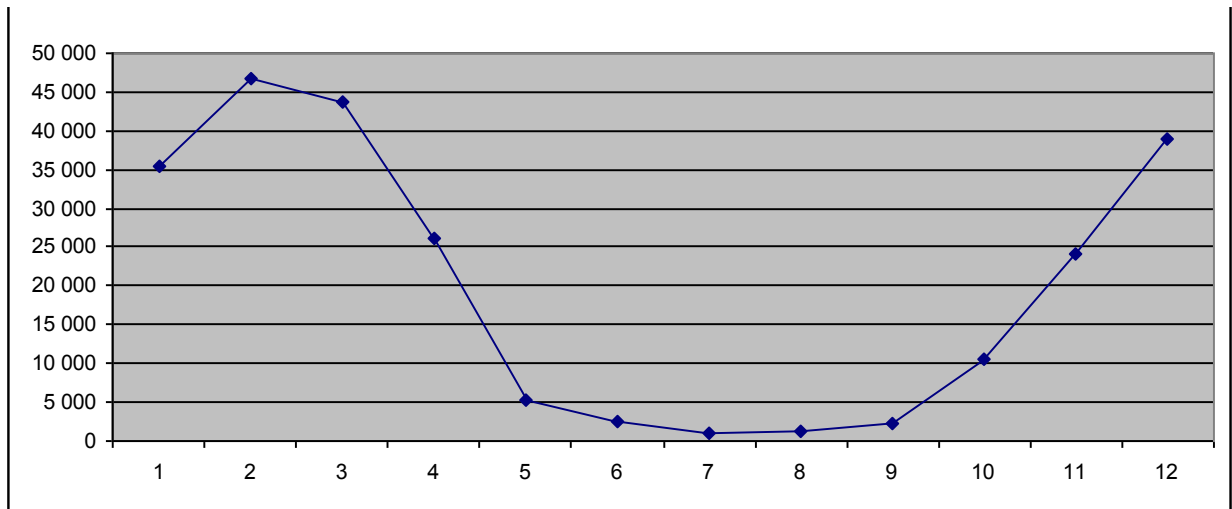


Рисунок 4.26 - Середнє споживання газу ОДЕКУ 2008-2013 роки

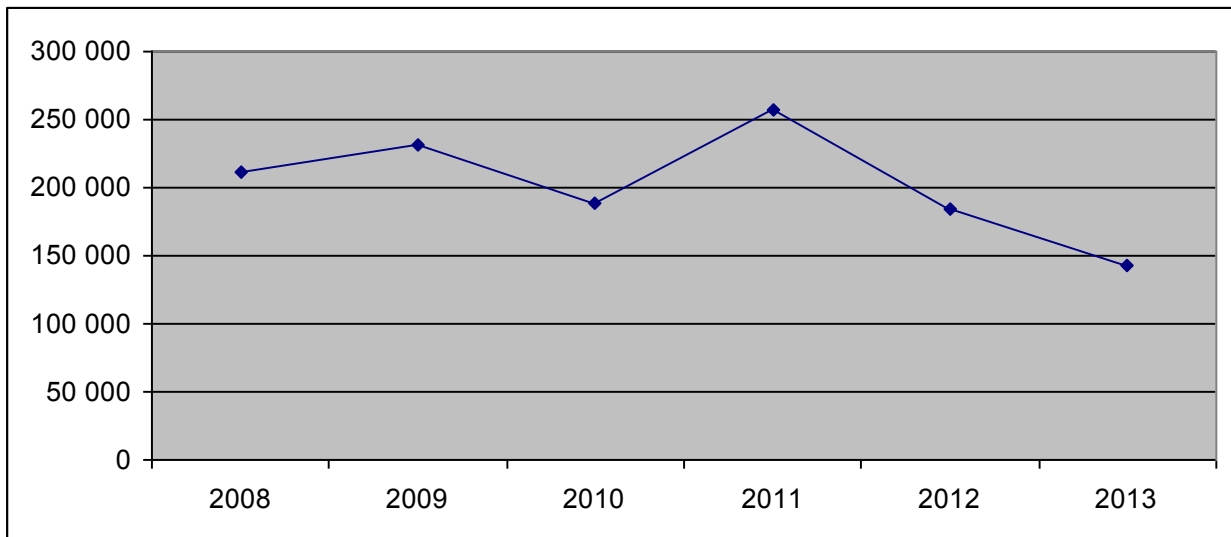


Рисунок 4.27 - Сумарне споживання газу ОДЕКУ 2008-2013 роки

#### 4.1.5 Оцінка показників енергоспоживання

Проведений аналіз показників енергоспоживання за минулі роки беззаперечно дозволив набути цінного досвіду та встановити опорні значення, на базі яких вже стає можливим розробка пропозицій програми «Енергоефективний університет». З іншого боку виявилось, що деталізація показників недостатня як у напрямку часу, так і у напрямку простору. Щомісячна фіксація показників лічильників підходить для вирішення задач бухгалтерського обліку, але не дає можливості відстежити коливання

енергоспоживання, наприклад, на протязі доби. Це не дає змоги оцінити перспективи використання двотарифних або три тарифних лічильників, неможна оцінити перспективи впровадження систем для альтернативних джерел енергії, наприклад сонячних колекторів. Відсутність роздільного обліку витрат тепла по гуртожиткам, або електроенергії по усім будівлям також не дозволяють планувати заходи з енергомодернізації на достатньо високому рівні.

Також повстає питання методики оцінки показників. З урахуванням сучасних європейських стандартів EN 15603 «Енергоефективність будівель. Загальне споживання енергії та встановлення номінальних енергетичних характеристик» та EN 15217 «Енергоефективність будівель. Методи викладення енергетичних характеристик будівель та сертифікація енергоспоживання будівель» було запропоновано власну методику, яка складається з методів аналізу циклів та аналізу потоків.

## **4.2 Огляд європейських стандартів EN 15603 та EN 15217**

У рамках європейського проекту CENSE визначені технічні рекомендації з ряду стандартів, у тому числі по двох основним, у яких сформульовані вимоги до енергетичних характеристик будинків: EN 15603 «Енергоефективність будинків. Загальне споживання енергії та визначення номінальних енергетичних характеристик» і EN 15217 «Енергоефективність будинків. Методи вираження енергетичних характеристик будинків і сертифікація енергоспоживання будинків».

**Комплексний підхід.** Оцінка загальних енергетичних характеристик будинку включає кілька послідовних етапів, які можна наочно представити у вигляді піраміди (мал. 1). Для всіх рівнів піраміди необхідно використати єдині терміни, визначення й позначення: «потреба в енергії», «інженерне встаткування будинку», «використання допоміжної енергії», «відновлювані втрати системи» (рекуперація), «первинна енергія» й «поновлювана енергія».

Верхній рівень піраміди являє собою основний результат: енергетичні характеристики EP й енергетичний сертифікат будинку.

Другий рівень містить вхідні дані для першого рівня: це один або кілька числових показників енергетичних характеристик будинку (наприклад, загальне енергоспоживання на м<sup>2</sup> площі кондиціонованих приміщень), класифікація й спосіб вираження мінімальних вимог до енергетичних характеристик EP<sub>max</sub>.

Третій рівень описує принципи й процедури оцінки витрати різних енергоносіїв (електрики, газу, нафти або дерева) при їхньому об'єднанні в єдине значення енергії, що поставляє в будинок і відводи з його. Його можна виразити, приміром, у вигляді повної первинної енергії EP або викидів вуглекислого газу ECO<sub>2</sub>.

Четвертий рівень визначає категорії для типів будинку (наприклад, офісні, житлові або торговельні приміщення), а також розміри будинку.

П'ятий рівень описує процедури виявлення структури споживання будинком енергії й структури енерговтрат будинку, що націлений на одержання чітких даних про застосування енергії.

Шостий рівень відбиває потреби будинку в енергії й використання енергії для кожного процесу (опалення, охолодження й т.д.) і взаємодія між ними.

На сьомому рівні представлені вхідні дані для наступних компонентів: характеристики теплопередачі, інфільтрація повітря, природна освітленість приміщення, енергоефективність компонентів системи, а також ефективність освітлювальних приладів.

Стандарти по розрахункових умовах включають зовнішні кліматичні умови, умови в приміщенні (тепловий і зоровий комфорт, якість повітря в приміщенні й т.д.), стандартні експлуатаційні вимоги (по кількості людей у приміщенні) і обмеження державного законодавства.

Європейський стандарт EN 15603 «Енергоефективність будинків. Загальне споживання енергії й визначення номінальних енергетичних характеристик».

Директива EPBD вимагає наявності єдиної структури й методики розрахунку комплексних енергетичних характеристик будинків. Енергетичні характеристики будинки являють собою сумарне значення розрахункової або фактичної енергій, що покриває потреби різних енергетичних процесів. Це значення буде відбиватися в одному або декількох числових показниках, що приймають в увагу теплозахист, проектні характеристики у відношенні кліматичних змінних. Щоб мати можливість зіставлення різних джерел енергії, необхідно також розрахувати загальне значення.

Європейський стандарт EN 15603 задає загальну структуру оцінки загального енергоспоживання в будинку, а також методику, яку варто використати при визначенні номінальних енергетичних характеристик. Даний документ перераховує енергетичні процеси, номінальні значення ефективності яких повинні визначатися як для існуючих, так і для проєктованих будинків такими способами:

- оцінкою загального енергоспоживання в будинку;
- розрахунком загальних номінальних енергетичних характеристик (первинна енергія, викиди CO<sub>2</sub>, вартість енергії).

У даному стандарті рівняються значення інших стандартів, які задають розрахунок енергоспоживання в будинку. Він ураховує енергію, вироблену в самому будинку, частина якої може приділятися для використання на іншому об'єкті. У стандарті приводяться зведена таблиця для загального енергоспоживання в будинку, а також визначаються ті види використання енергії, які необхідно прийняти в увагу при завданні номінальних значень енергоефективності для нових й існуючих будинків, а також методики:

- обчислення стандартної розрахункової номінальної енергетичної характеристики при стандартному способі енергоспоживання, не з огляду на поведження людей у приміщенні, фактичні погодні умови та інші реальні фактори;
- оцінки фактичних (вимірюваних) номінальних енергетичних характеристик на підставі що поставляє й відводить енергії, що;



- підвищення вірогідності розрахункової моделі будинку шляхом порівняння з фактичним енергоспоживанням;
- оцінки енергоефективності при можливій модернізації.

Європейський стандарт EN 15217 «Енергоефективність будинків. Методи вираження енергетичних характеристик будинків і сертифікація енергоспоживання будинків».

Даний стандарт проясняє різні можливі підходи до сертифікації й визначає:

- загальні індикатори вираження енергетичних характеристик усього будинку, включаючи системи опалення, вентиляції, кондиціонування, гарячого водопостачання для побутових потреб, а також освітлювальні системи. Сюди ставляться різні можливі показники, а також методи їхньої стандартизації;
- способи вираження енергетичних характеристик будинку для проектування нових будинків або реконструкції існуючих;
- процедури, що визначають довідкові значення й орієнтовні показники;
- способи розробки схем сертифікації енергоспоживання.

Вибір відповідних варіантів здійснюється кожним державою-членом.

Основна причина подібного різноманіття - те, що більшість держав-членів має невеликий досвід або взагалі не має досвіду практичної сертифікації енергетичних характеристик будинків. Сертифікат покликаний відбити різноманітні аспекти якості, деякі з яких суперечливі. Очікується, що в найближчі роки відгук від раніше отриманого досвіду створить основу для майбутньої однаковості.

Робочими групами проекту CENSE на підставі серії опитувань і спеціалізованих семінарів були підготовлені технічні рекомендації з удосконалення європейських стандартів EN 15603 й EN 15217.

Опитування проводилися за допомогою опитного аркуша, представленого в спрощеній формі (відповідь вимагає всього кілька хвилин) і, що розсилає по електронній пошті контактним особам у проекті CENSE: представникам 27 країн ЄС і Швейцарії. Опитний аркуш дозволяє одержати інформацію для майбутніх дій, поширити інформацію про нього й розширити

його застосування, а також сформувані необхідні дані для перегляду стандарту з метою його більше широкого застосування в рядовому проектуванні.

У цілому респонденти підтверджують необхідність використання стандартів EN 15603 й EN 15217 у будівельному законодавстві країн ЄС. Ці стандарти охоплюють всі важливі питання, вони докладні й досить конкретні. Також більшість респондентів задоволена кількістю нормативних варіантів, представлених у стандартах і не виступає за внесення корінних змін або додатковий вихідної інформації. І, незважаючи на те, що структура стандартів EN 15603 й EN 15217 чітко вибудована й зрозуміла, більша частина респондентів заявила про необхідність короткого викладу на державному рівні, у результаті чого лише обрані уривки стандартів CEN були включені в державну методику.

У рамках проекту пройшло кілька семінарів, основним завданням яких було проведення обговорень для одержання додаткового відгуку й (або) додаткових результатів по даному питанню. У результаті попередні результати опитування послужили основою для живого обговорення. Зокрема, була почата спроба виявити й обговорити питання, що впливають зі змісту стандартів й їхнього впровадження.

Потрібна реструктуризація стандартів, у результаті якої повинне відбутися чіткий поділ між єдиними обов'язковими процедурами, зафіксованими в стандартах, і додатковими процедурами, які вибираються на державному рівні. Також варто відокремити інформаційні додатки для виділення Технічного звіту (звітів).

Таким чином, на державному/регіональному рівні буде простіше прийняти стандарти CEN «як є» - при необхідності в перекладі на державний/регіональну мову.

Авторам методик для державних/регіональних будівельних правил буде легше стежити за підготовкою стандартів CEN, обмінюватися інформацією й досвідом з колегами з інших країн, а також передбачати стандарти CEN при складанні або перегляді процедур на державному/регіональному рівні.

Потім державні процедури можуть формально містити в собі відповідність стандартам CEN і короткі регіональні додатки (з перерахуванням регіональних варіантів вибору й вихідних даних). Для задоволення потреби в короткій державній методиці (наприклад, з інформаційним викладом) можна передбачити державний заявочний документ, що поєднує зміст стандартів CEN з регіональними варіантами вибору й вихідних даних.

Першочерговим завданням є просування єдиної модульної структури стандарту EN 15603 для застосування у всіх державах-членах, а також для розробки ієрархії й зв'язків між модульними елементами. У зв'язку із цим є більша потреба в розробці єдиної позиції по деталізації процедур розрахунку - наприклад, при визначенні інтервалу між підрахунками (раз на місяць, раз у годину) і складності процедур розрахунку. Звичайно подібний вибір залежить від типу об'єкта й від особливих граничних значень.

Щоб розробити єдиний комплект стандартів, який би задовольняв вимогам держав-членів й інших зацікавлених сторін, необхідно прийти до єдиної думки стосовно типів об'єктів і розрахункових умов.

У зв'язку із цим слід зазначити, що діапазон об'єктів великий: від типових житлових до складних нежилих будинків, від старих будинків з мінімумом інформації про властивості компонентів до нових будинків високої енергоефективністю.

Розробка єдиної позиції по даних питаннях повинна стати одним з основних пріоритетів у розробці другого покоління стандартів CEN для Директиви EPBD, що по своїй суті повинна передбачати дискусії по перегляду окремих стандартів.

### **4.3 Метод циклів та метод потоків**

В порядку імплементації європейського підходу до оцінки енергоспоживання було розроблено метод циклів та метод потоків.

Метод потоків передбачає:

- виявлення усіх видів енергоносіїв, які споживає система;
- виявлення усіх цілей для досягнення яких використовують енергоносії.

Серед цілей необхідно виділити первинні – безпосередньо пов'язані із функціонуванням об'єкту, та вторинні – принципово не потрібні для забезпечення реалізації функцій об'єкту, але необхідні для реалізації обраної технології енергоспоживання;

- виявлення технологій, які при цьому використовуються;
- виявлення потоків ВЕР (вторинних енергетичних ресурсів), які генеруються в ході звичайного енергоспоживання та функціонування об'єктів.
- виявлення технологій, які можуть перетворити енергію ВЕР у форми, зручні для споживання;
- виявити перспективні альтернативи для енергоносіїв та технологій, які використовуються на поточний момент.

Метод циклів передбачає:

- аналіз типових циклів у роботі об'єктів та змін у енергоспоживанні на їх протязі. Це цикл сезонів року, цикл місяця, цикл тижня, цикл доби;
- виявлення специфічних циклів та характеру їх прояву;
- виявлення конфігурації енергопотоків у кожному періоді циклу.

Після отримання опису енергопотоків та циклів, а також переліку технологій можна переходити до розробки оптимальної концепції енергоспоживання

#### **4.4 Проект енергомодернізації Ліцею**

На першому році досліджень було проаналізовано форми споживання енергоносіїв університетським містечком ОДЕКУ, та проведено розробку методики створення проекту оптимального енергоспоживання. Для відпрацювання методики, перевірки її результативності та її оптимізації бажано провести розрахунки по декільком реальним об'єктам та проаналізувати отримані результати.

До ректора ОДЕКУ звернулася директор одного з ліцеїв міста Одеса з проханням надати пропозиції щодо енергомодернізації будівлі ліцею. В межах проведення досліджень та відпрацювання методики було розроблено проект енергомодернізації будинку ліцею.

#### 4.4.1 Окреслення вхідних даних для проекту енергомодернізації будинку ліцею

Основні напрямки енергоспоживання. Головним напрямком витрати енергоносіїв є опалення будинку протягом 6 місяців опалювального періоду. На другому місці стоїть споживання електроенергії на потреби освітлення й для роботи технологічного устаткування. Третім напрямком є забезпечення гарячого водопостачання (ГВП).

Для зниження споживання електрики в даний момент є небагато варіантів - заміна світильників на світлодіодні, установка автоматичних систем включення освітлення з використанням датчиків руху, установка сонячних фотоелектричних панелей й акумуляторних блоків на стовпах освітлення території біля будинку, використання вітрових електрогенераторів.

Істотної економії, що дозволяє знизити поточні витрати більш ніж на 50% і при цьому компенсувати капіталовкладення швидше чим за 10 років можна сподіватися тільки для системи опалення. Це тим більше перспективно, з огляду на те, що витрати на опалення будинку, обсягом близько 21 000 м куб перевищують 60% всіх витрат на енергоносії. У даний момент будинок опалюється від міської ТЕЦ. Витрата теплової енергії за 2016 рік наведений у таблиці 4.21. Вона приблизно відповідає витратам в попередні роки.

Таблиця 4.21 - Витрати теплової енергії на опалення й ГВС

Місяць	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
Витрата теплової енергії (Гкал)	97,34	118,71	90,31	13,77						14,62	43,48	100,15

Загальна кількість спожитої теплової енергії в 2016 році склала 478,38 Гкал за що по тарифі 1415,112 грн. за Гкал, установленому в Одесі зараз, необхідно було б оплатити 676 961,28 грн.

Виходячи з наявних статистичних даних, можна чекати, що проведення енергомодернізації скоротить ці витрати більш ніж удвічі. Ще одним важливим аспектом є підвищення якості тепlopостачання й забезпечення пожежної безпеки. Практика показує, що якщо в холодний період опалення будинку низькоефективне або нерівномірне, персонал використовує електричні обігрівачі, які значно підвищують витрати електроенергії. Недавня пожежа в піонерському таборі «Вікторія» показала, наскільки важливо забезпечити будинок ще й ефективними системами пожежогасіння.

Таким чином, доцільно реалізувати комплексний проект, що дозволив би не просто знизити витрати на енергоносії, але й підвищити якість роботи систем, поліпшити системи пожежної безпеки, знизити споживання води, використати джерела поновлюваної енергії.

Технології оптимізації теплоспоживання припускають застосування як пасивних, так й активних методів. Уже стали звичними заходи щодо поліпшення теплоізоляції будинків, заміні вікон на більш ефективні й установці тамбурів на входи в будинки. Ще в 2013 році на конференції МОН з питань енергоефективності був представлений досвід Київського Національного Університету Технологій і Дизайну по застосуванню системи динамічного керування опаленням. Економія в різні періоди опалювального сезону склала від 30 до 60%.

Зараз усе ширше впроваджуються системи, що використовують поновлювані й альтернативні джерела енергії - сонячну, вітрову, біогаз й інших. Ще два напрямки підвищення енергоефективності - використання більш ефективних технологій (теплові насоси) і енергоакуюлюючих систем. Крім безпосередньої економії, застосування акумуляторів теплової й електричної енергії відкриває широкі можливості для використання безкоштовної енергії сонця й вітру, оскільки компенсує такий їхній недолік як мінливість генерації.

Виходячи з особливостей будинку й типу діючих систем енергоспоживання фахівцями ОГЭКУ розроблена пропозиція по оптимізації комплексу енергоспоживання будинку. За основу взята комплексна концепція оптимізації, у якій запропоновані всі, актуальні в цей час технологічні рішення із урахуванням уже наявних на ринку пропозицій, компоненти оптимальної системи енергоспоживання. Показано способи об'єднання компонентів у єдиний комплекс. Повна конфігурація інженерних систем енергоспоживання, водопостачання й пожежобезопасности, зображена на рисунку 4.28.

У проєкті важливо знайти баланс між підвищенням енергоефективності й обмеженням обсягу інвестування в реконструкцію. Оскільки обсяг витрат поки що не визначений, заходи щодо підвищення енергоефективності згруповані в кілька етапів. У першу чергу запропоновані ті рішення, які забезпечать максимальний економічний й екологічний ефект і припускають відносно короткий строк окупності. Далі наведені ті системи, які забезпечать незначне підвищення ефективності, або вимагають тривалого часу для повернення вкладених інвестицій. Устаткування першої черги проєкту є тією базовою структурою, на яку згодом можна буде нарощувати додаткові компоненти. Це створює технічну можливість проведення енергомодернізації в кілька етапів по мірі рішення завдань по її фінансуванню.

Основою комплексу є система теплової акумуляції, що буде одержувати тепло від електронагрівачів, що працюють тільки в нічний період, коли за тритарифним лічильником можна платити 25% від чинного тарифу. Застосування цієї системи дасть до 90% економії поточних витрат. Вона комплектується електронним блоком керування й насосами примусової циркуляції енергоносія. Для додаткового зниження витрат на нагрівання води також передбачені сонячні колектори на даху будинку й система утилізації тепла каналізаційних стоків за допомогою теплового насоса. Для забезпечення диверсифікованості джерел енергії й зниження капітальних витрат зберігається можливість опалення будинку за допомогою ТЕЦ, як це відбувається сьогодні.

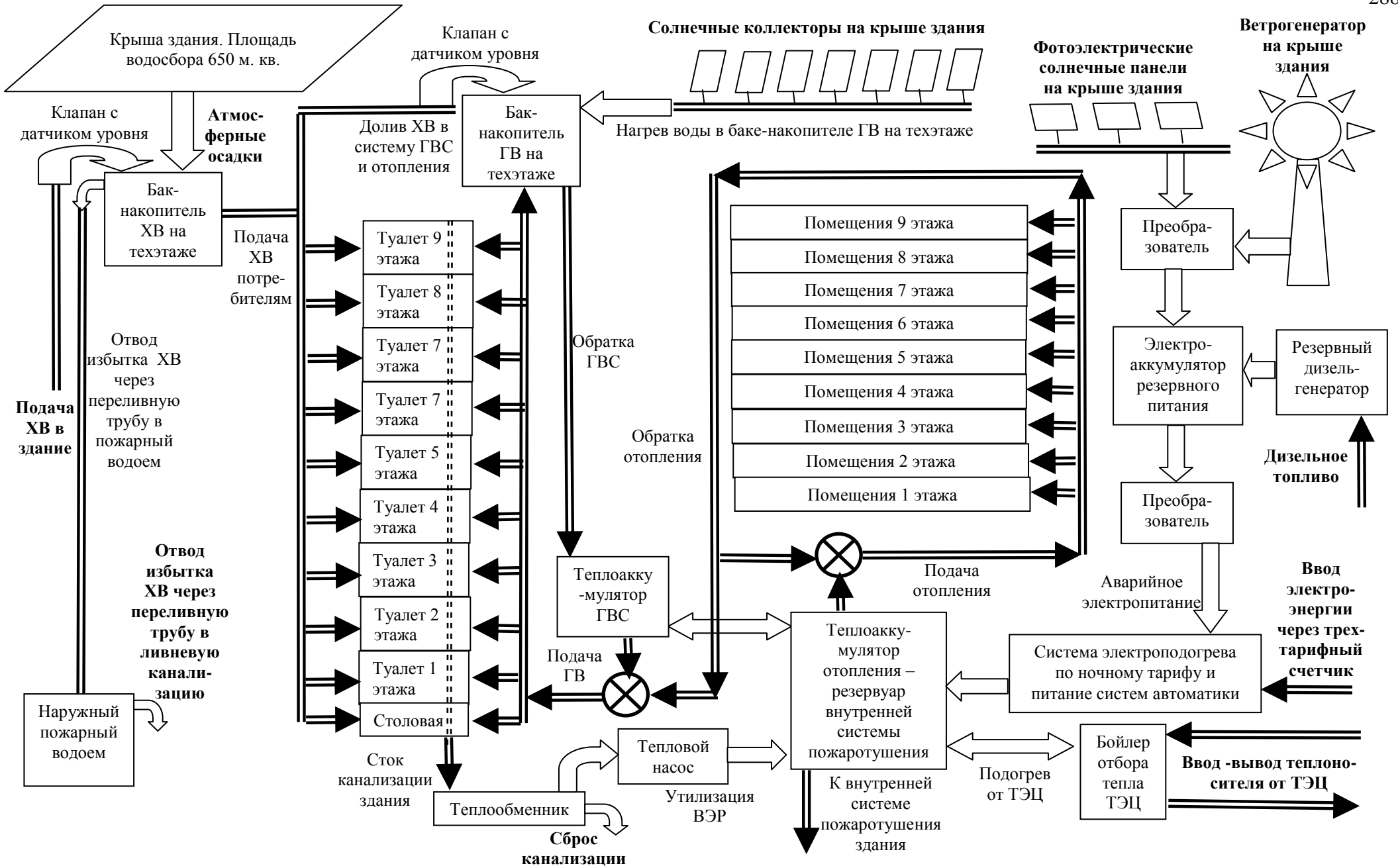


Рисунок 4.28 - Конфігурація інженерних систем енергоспоживання, водопостачання й





**Аналіз розрахункових даних.** Відповідно до попередніх розрахунків, у будинку можна використати теплоакumuлюючу систему з потужністю нагрівачів 450 кВт й обсягом теплоаккумулятора 60 м куб. Така система в комплекті із блоком керування, циркуляційними насосами й іншим супутнім устаткуванням за цінами вересня 2017 року буде коштувати близько 2 млн. грн. Для забезпечення гарячого тепlopостачання в теплий період і додаткової економії на даху пропонується встановити додатково 50 м кв сонячних колекторів.

Дані моделювання показали, що при витраті тепла 2016 року час включення нагрівачів складе 934 години. Це дозволяє подати в систему 361,4 ГВт теплової енергії (сума оплати за електрику 183 881,25 грн.). Додатково в періоди пікового навантаження виникає необхідність одержання енергії від ТЭЦ (62,6 ГВт, 88 444,50 грн.). Загальна сума витрат на оплату тепла ТЭЦ й електрики виходить 232 325,75 грн. за рік, що на 404 635,53 грн. менше ніж фактично сплачене за тепло ТЭЦ в 2016 році. Економія по базовому компоненті системи становить майже 60%.

При проведенні енергомодернізації найімовірніше прийдеться виконати поточний, а подекуди й капітальний ремонт інженерних систем, установлених ще при Радянському Союзі. Крім того, необхідно виконати роботи з підключення нової системи до електромережі й змінити схему підключення до ТЕЦ. Попередній кошторис наведений у Таблиці 4.24. У ній даються орієнтовні витрати на реалізацію компонентів проекту й виконання супровідних робіт.

Кошторис розділений на два етапи. У перший включені тільки ті складові, без яких неможливо одержати функціонально повну систему, і які забезпечують основну частину економії, а також припускають невеликий строк окупності. У другий етап включені всі додаткові опції проекту. У реальності можна додати в перший етап будь-які компоненти із другого. Після проведення ремонту систем й утеплення будинку енергоспоживання стане менше, ніж зараз, тому реальний строк окупності буде менше розрахункового.

Таблиця 4.24 - Попередній кошторис

<b>Перший етап</b>	
<b>Теплоаккумуляторна система опалення</b>	
Потужність нагрівачів (кВт)	450
Ємність теплоаккумулятора (м куб)	60
<b>Вартість системи</b>	<b>1 950 000,00</b>
<b>Сонячні колектори</b>	
Площа м кв	50
<b>Вартість системи</b>	<b>750 000,00</b>
Енергомоніторинг будинку й виявлення проблемних зон для наступного утеплення	40 000,00
Вартість розробки й затвердження проекту узгодження проектів діючої системи опалення та електростанції	35 000,00
Вартість будівельних робіт і матеріалів по облаштуваності приміщень під монтаж казанів	350 000,00
Вартість додаткових сантехнічних робіт з урахуванням матеріалів.	80 000,00
Вартість додаткових електроробіт по підключенню модулів і підводці електроживлення з урахуванням матеріалів	80 000,00
Виготовлення бака опалювального на техповерх	90 000,00
Ремонт й очищення опалювальної системи будинку	300 000,00
Ремонт системи ГВП, заміна труб	120 000,00
Дизель-генератор 10 кВт	120 000,00
Акумулятори аварійного живлення	94 500,00
Інвертор аварійного живлення	64 800,00
Утеплення будинку	200 000,00
<b>Усього</b>	<b>4 274 300,00</b>
<b>Економія в рік</b>	<b>404 635,53</b>
<b>Строк окупності без обліку зниження енергопотерь (років)</b>	<b>10,6</b>
<b>Другий етап</b>	
Ремонт зовнішнього пожежного резервуара	50 000,00
Виготовлення бака збору ХВ на техповерх	30 000,00
Виготовлення системи утилізації атмосферних опадів і відводу надлишку води в пожежну водойму	50 000,00
Виготовлення теплообмінника для утилізації тепла стічних вод	40 000,00
Ремонт системи каналізації	80 000,00
Тепловий насос для утилізації тепла стічних вод	150 000,00
<b>Установка системи одержання енергії від сонячних фотоелектричних панелей</b>	
<b>Потужність кВт</b>	50,00
<b>Вартість</b>	<b>1 100 000,00</b>
<b>Вітрогенератори</b>	
<b>Потужність (кВт)</b>	<b>3,00</b>
<b>Кількість</b>	<b>4,00</b>
<b>Вартість</b>	<b>1 296 000,00</b>
<b>Усього</b>	<b>2 796 000,00</b>
<b>Загальний обсяг інвестицій</b>	<b>7 070 300,00</b>

У наведеному розрахунку представлені орієнтовні дані за вартістю енергомодернізації й ремонту інженерних систем на основі середньориночних даних. У випадку, прийняття рішення про реалізацію проекту, будуть проведені робота з уточнення кошторису з урахуванням пропозицій конкретних виконавців робіт і постачальників устаткування й матеріалів.

Потужність системи аварійного електроживлення, фотоелектричних сонячних батарей, ветрогенераторов може бути нижче, ніж пропонується в кошторисі. Це знизить обсяг інвестування. Потужність сонячної електростанції може бути вище, ніж пропонується в кошторисі. Економічна ефективність і строк повернення інвестицій для компонентів другого етапу проекту будуть розраховані при розробці більше конкретизованого проекту. Вартість фотоелектричних і вітрових систем зараз знижується й надалі можна чекати що їхня рентабельність підвищиться.

#### **4.4.2 Застосування інструментів моделювання та розрахунок надходження сонячної енергії**

Під час розробки пропозиції було створено комп'ютерну модель енергоспоживання для систем опалення та ГВП. Методом інтерполяції з додаванням дисперсії для моделювання коливань енергоспоживання внаслідок змін погодних умов розраховано щоденний графік теплоспоживання. Моделювання показало, що можна забезпечити потреби у гарячій воді поза опалювальним сезоном виключно за рахунок використання сонячних колекторів. Інтенсивність сонячного випромінювання - середній місячний рівень сонячної радіації (сонячна постійна) в містах України (кВтч/м<sup>2</sup>/день) наведена у таблиці 2.9.

Це дозволило розрахувати середньодобові витрати тепла на опалення та ГВП, внесок сонячних колекторів. Результати наведено у таблиці 4.25. На основі отриманих даних було відтворено безперервний ряд значень витрат тепла за весь рік з дисперсією 50%. Річний цикл для зменшення впливу перехідних процесів зручно розглядати від 1 липня до 30 червня. Моделювання повного річного циклу наведено в таблицях 4.26-4.31.

Таблица 4.25 - Среднедневные затраты тепла на отопление та ГВП, вносok сонячних колекторів

	Отоп-ление	Среднесуточное потребление тепла на отопление(Гкал)	Макс. потребление тепла дисперсия 50%	Расход ХВ	ГВС (25% от ХВ)	Средне-суточное потребление ГВ	Т хол воды	Q для нагрева до 60 град (Гкал)	Норма солнечной энергии в ккал/м2/день	Получение солнечной энергии в Гкал/день
Липень		0,00	0,00	96	24	0,77	20	0,04	5193,4336	0,0934818
Серпень		0,00	0,00	84	21	0,68	20	0,04	4582,9472	0,082493
Вересень		0,00	0,00	162	40,5	1,35	16	0,044	3379,1712	0,0608251
Жовтень	14,62	0,91	1,37	262	65,5	2,11	14	0,046	2166,7968	0,0390023
Листопад	43,48	1,45	2,17	235	58,75	1,96	12	0,048	1169,3824	0,0210489
Грудень	100,15	3,23	4,85	246	61,5	1,98	10	0,05	894,2336	0,0160962
Січень	97,34	3,14	4,71	194	48,5	1,56	10	0,05	1074,8	0,0193464
Лютий	118,71	4,24	6,36	206	51,5	1,84	10	0,05	1814,2624	0,0326567
Березень	90,31	2,91	4,37	252	63	2,03	12	0,048	2648,3072	0,0476695
Квітень	13,77	0,92	1,38	278	69,5	2,32	14	0,046	3766,0992	0,0677898
Травень		0,00	0,00	166	41,5	1,34	16	0,044	4858,096	0,0874457
Червень		0,00	0,00	208	52	1,73	18	0,042	5030,064	0,0905412















Використання моделі повного річного циклу дозволяє врахувати динамічні характеристики попиту на споживання теплової енергії. Для зниження обсягу інвестування передбачається, що у періоди пікового навантаження система споживає дорожчу енергію ТЕЦ, але це економічно обґрунтовано, оскільки можна майже вдвічі зменшити потужність власної електростанції, та, відповідно капітальні вкладенні на енергомодернізацію. Недоцільно впроваджувати систему максимальної потужності, оскільки її використання із максимальним навантаженням буде відбуватися менше ніж 5% часу опалювального сезону.

Електробойлер працює не більше 7 часів на добу – у період мінімуму споживання за нічним тарифом. Для перевірки, що є вигіднішим – споживати енергію від ТЕЦ чи додатково підігрівати систему електробойлером по звичайному тарифу до моделі додано стовпчики розрахунку часів роботи електробойлера замість ТЕЦ. Аналіз показав, що за тепло ТЕЦ за діючим тарифом 1415,112 грн/Гкал буде потрібно заплатити 231 370,81 грн., а за додаткову електроенергію за тарифом 1,785 грн/кВт - 339 935,40 грн. Тобто це невигідно. Структура внеску усіх трьох джерел енергії наведена на рисунку 4.29. Основна частина енергії поступає від електробойлера (63%). В періоди пікового споживання інтенсивно йде відбір тепла від ТЕЦ (33% річного споживання). Енергія сонця покриває лише 4% від потреби, але це дозволяє повністю відмовитися від традиційних джерел енергії поза опалювальним періодом.

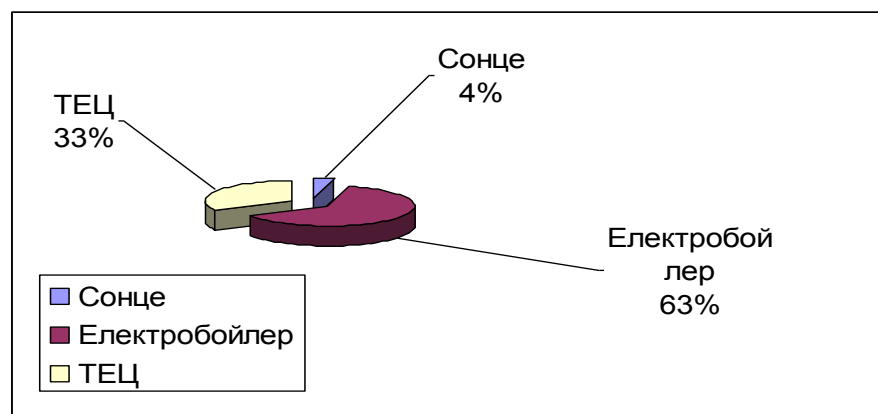


Рисунок 4.29 - Доля джерел енергії у загальному балансі споживання.

#### 4.4.3 Аналіз альтернатив

Розробка комп'ютерної моделі дала змогу порівняти декілька альтернативних рішень. Було проведено моделювання для площі сонячних колекторів від 40 до 500 м кв. Аналіз показав, що в умовах одеси створення системи опалення та ГВП, яка цілком базується на використанні сонячних колекторів неможливо. Це пов'язано із річним циклом коливань середньої потужності сонячного випромінювання. Саме на той період, коли потреба у теплі максимально зростає, випадає сезонний мінімум сонячної радіації. Для досліджуваного об'єкту встановлено, що оптимальна площа сонячних колекторів знаходиться між 40 та 50 м кв., що дозволяє повністю забовільнити потреби у ГВП за межами опалювального сезону, та навіть не вмикати систему електропідігріву. В період опалювального сезону колектори у деякій мірі компенсують частку витрат тепла, але основою забезпечення економічного опалення та ГВП є система електронагріву за нічним тарифом та акумуляції тепла.

Ще одним цікавим питанням було встановлення впливу дисперсії добових витрат тепла на фоні річного циклу споживання. Порівняння показало, що наявність коливань погодних умов, які моделюються введенням компоненту дисперсії енергоспоживання суттєво впливає на необхідну потужність нагрівачів системи та ємність тепло акумулятора. При перевірених показника дисперсії необхідна потужність зростала до +20% від варіанту, де дисперсія не враховувалася.

Універсальна багатофункціональна система енергоспоживання, запропонована для будівлі ліцею, дозволила з'ясувати, що при практичній реалізації сучасної системи енергоспоживання можливо встановлення різноманітних критеріїв оптимізації, та фокусування на різних альтернативних напрямках.

По-перше це може бути максимізація економії коштів.

По-друге – використання альтернативних систем енергопостачання – сонце, вітер та максимізація екологічних показників.

По-третє – створення системі підвищеної надійності та комфортності, у якій будуть реалізовані додаткові сервісні функції, яких немає в традиційних системах, - аварійні, пожежні, автономні, забезпечення диверсифікації джерел енергопостачання, підвищення комфорту та т.і.

В процесі роботи було удосконалено методику аналізу, створено інструменти моделювання та врахування локальних особливостей об'єкту.

#### **4.5 Розрахунок проекту енергомодернізації фрагменту комплексу об'єктів ОДЕКУ – системи ГВП гуртожитку**

На основі розробленої методики було проведено розрахунки по фрагментам системи енергоспоживання університетського містечка ОДЕКУ. Важливо розуміти, що втрати енергії та погіршення стану навколишнього середовища відбуваються не тільки там, де розташована будівля, для якої проводиться розробка концепції підвищення енергоефективності. Наприклад, при оцінюванні ефективності опалювальної системи центрального опалення, недостатньо розрахувати ККД системи будівлі. Необхідно також врахувати розмір втрат на теплотрасах (тепла та води), які можуть навіть бути більшими ніж прямі витрати на опалення будівлі. Необхідно врахувати ККД теплового котла на міській ТЕС, викиди у атмосферу при згорянні палива, вартість утилізації золи, вплив на клімат планети та ін. Тому важливо не просто внести зміни у інженерні системи будівлі щоб зменшити втрати енергоносіїв, але й розібратися звідки надходять ці енергоносії, чи немає можливості перейти на щось більш екологічне, поновлюване або взагалі передбачити систему утилізації вторинних енергоресурсів, які на жаль поки що просто скидаються у навколишнє середовище, стаючи при цьому додатковим фактором тиску на екологію.

Для отримання результатів з оцінки перспектив застосування тих чи інших технологічних рішень, оцінки обсягу інвестування, строку окупності та аналізу питань, які повстають при впровадженні таких технологічних рішень і було проведено розрахунки сегментарних проектів проведення часткової енергомодернізації деяких будівель університетського містечка ОДЕКУ.

На четвертому році виконання наукової кафедральної теми проведено розрахунок трьох проектів, усі вони пов'язані із використанням енергії сонця та вітру. Це проект модернізації системи ГВП у гуртожитку із використанням сонячних колекторів та вітрогенераторів та два варанти спорудження СЕС. Перший – для гуртожитку (без застосування зеленого тарифу). Другий – для НЛК-2 (із застосуванням зеленого тарифу).

#### **4.5.1 Розрахунок показників проекту реконструкції системи ГВП гуртожитку із використанням сонячних колекторів**

Метою дослідження є пошук сучасного підходу до розробки технічного завдання на проектування системи оптимального енергоспоживання, уточнення завдань моніторингу на різних етапах реалізації проекту. Це є тим більш актуальним, що зустрічаються посилення на приклади, коли буває достатньо навіть без суттєвих капіталовкладень, тільки на базі даних ретельного моніторингу та якісного енергоаудиту, впровадити мінімальні технічні новації та адміністративні заходи щоб отримати суттєве зниження витрат енергоносіїв.

Об'єктом дослідження є дані, надані з Одеського Державного Екологічного Університету, що накопичуються у процесі розробки проекту «Енергоефективний університет». Предметом дослідження є технічні рішення, завдання, методи енергоспоживання, часові цикли енергоспоживання та інші дані, що характеризують діючу систему та

технологічні рішення і можливості інвестування для оптимізації існуючих технічних рішень.

Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення механізму управління процесами енергоспоживання в ОДЕКУ, інших навчальних закладах та бюджетних установах України для покращення як екологічного так й економічного стану цих установ, а також можуть бути застосовані про вдосконаленні програми «Енергоефективний університет», при підготовці заявок на гранти чи виділення коштів в межах цільових програм фінансування.

Гуртожитки є місцем компактного проживання великої кількості людей, молоді, тому становить інтерес диверсифікованість джерел забезпечення подачі енергії на випадок надзвичайної ситуації. Крім прямого економічного ефекту необхідно враховувати:

- соціальну складову - підвищення якості експлуатаційних показників (забезпечити цілодобову подачу ГВ, що відповідає побутовим стандартам, виключити періоди припинення ГВП, забезпечити температуру в приміщеннях у межах літніх і зимових нормативів);

- екологічну складову - зниження викидів у природне середовище (тепло безпосередньо з будинків ОГЭКУ й зниження споживання нафти, газу, вугілля при виробітку на ТЕС тепла й електрики через загальне зниження енергоспоживання університетом);

- впровадження принципів стійкого розвитку - заміщення непоновлюваних джерел енергії поновлюваними (продовження строку використання непоновлюваних ресурсів Людством).

Модернізація й диверсифікованість системи енергоспоживання ОДЕКУ має приводити до наступних результатів:

- знижує відбір тепла із ТЦ й, відповідно витрати на опалення;
- знижує витрати електроенергії на локальне охолодження приміщень улітку й локальне опалення приміщень узимку, на нагрівання теплоносія електрикою при використанні нічного тарифу, що разом з додатковою



генерацією електроенергії за допомогою сонячних батарей, вітрогенераторів, двигунів Стірлінга дозволяє заощаджувати витрати на електрику;

- утилізація енергії вторинних енергоресурсів (ВЕР) крім економічного ефекту знижує рівень впливу на навколишнє середовище. Зниження відбору тепла ТЦ зменшує кількість спалюваного на ТЕС газу й, відповідно, викиди у навколишнє середовище (екологічність);

- запровадження в дію альтернативних систем опалення при збереженні можливості підключення ТЦ і газової котельні забезпечує диверсифікованість і вибір найбільш перспективного варіанта енергопостачання залежно від поточних умов.

- підвищується рівень соціальних показників. Створюється синергетичний ефект, що дає принципово нові можливості й підвищує рівень комфортності й безпеки в будинках;

- створюється матеріально-технічна база для всебічного вивчення сучасних технологій студентами різних спеціальностей і проведення наукової праці співробітниками університету;

- забезпечується виконання вимог МОН про необхідність зв'язати науку й практику в дослідницьких наукових установах, а також дослідження й практику в навчальних ВНЗ, брати участь у формуванні соціальної свідомості громадян. Розширюється навчальна база. Досягається якісно новий рівень навчання, коли студент уже в університеті може познайомитися із сучасними технологіями та реальними практичними завданнями;

- Поширення знань про принципи енергозбереження, впровадження дбайливого відношення до енергоресурсів й у цілому до природних багатств у практику повсякденного життя людей формує відповідний рівень культури в суспільстві, виховує якості Громадянина й Людини;

- всі зазначені вище аспекти означають, що на практиці реалізуються принципи стійкого розвитку.

#### **4.5.2 Технологічна концепція оптимального енергоспоживання у межах обраного напрямку енергомодернізації**

Ситуація по обох гуртожитках приблизно схожа. Подача теплоносія здійснюється від локальної газовій котельні, що опалює оба гуртожитки та забезпечує подачу гарячої води до душових кабін. Витрати ГВ високі, тому що працюють душові й крани в господарських приміщеннях. Установка двоконтурних сонячних колекторів дозволить обходитися без відбору тепла із ТЦ більшість місяців у році й забезпечити наявність ГВ у плинні всього року. Є проблема з різким збільшенням витрати ГВ у пікові періоди. Це зв'язано не тільки з великою кількістю користувачів, але й тим, що немає постійної циркуляції в системі подачі гарячої води. При відсутності циркуляції вода остигає й споживач при відсутності локального водоміра просто «спускає» воду поки не піде досить гаряча. Це веде до перевитрати гарячої й холодної води. Необхідно забезпечити циркуляційну систему ГВС із баком-накопичувачем, що дозволить згладжувати витрати. Наявність такого бака дає гарну можливість підключення сонячних колекторів і забезпечення додаткового нагрівання за їх рахунок. Тобто необхідна модернізація системи ГВП.

У першу чергу було розглянуто питання оптимального масштабу системи. Тут актуальні питання гнучкості управління, зручності ремонту, обсягу інвестування. Також враховуються технічні питання – занадто великий розмір системи її ускладнює, занадто малий – робить збитковою, та завищує процент додаткових витрат. Наприклад, якщо системі потрібен насос, і насос може забезпечити обслуговування тридцяти споживачів, для п'яти споживачів прийдеться однаково встановлювати насос і відносна вартість зростає. Товщина шару теплоізоляції бойлера буде однаковою і для 20 літрів води і для двох тон.

Проведений аналіз показав, що оптимальним є обсяг ГВП на одну чи дві вертикалі блоків від першого поверху до останнього, або для житлового

будинку – на один під'їзд. В такій ситуації інженерні системи загального користування можна розмістити у підвалі, на технічному поверсі та на даху. Управління системою буде гнучке та логічне, немає надмірних додаткових витрат.

Наступним питанням був вибір технологічних рішень. Одещина є одним із найбільш перспективних регіонів України для використання сонячної енергії, яка ефективніше всього перетворюється саме на тепло. Також можна встановити вітрогенератори та теплові насоси для утилізації вторинних потоків тепла. Всі альтернативні джерела енергії мають одну спільну рису – вони відзначаються значними коливаннями потоку енергії і дуже часто їх енергії бракує саме тоді, коли у ній відчувається найбільша потреба. Це означає, що у склад системи по-перше має входити теплоаккумулятор, по-друге необхідно передбачити резервне стабільне джерело енергії, навіть і не самої дешевої, за рахунок якої буде забезпечуватися тепlopостачання у період її нестачі. Оскільки теплоаккумулятор дозволяє планувати періоди споживання енергії від зовнішнього резервного джерела, було прийнято технічне рішення використання системи електропідігріву за двозонним (тризонним) тарифом у нічні часи.

Одним з найефективніших шляхів підвищення енергоефективності є впровадження системи регулювання потоку тепла для оптимізації енергоспоживання. Для систем опалення, залежно від початкового стану системи, тільки цей шлях може дати від 20 до 60 відсотків економії енергоспоживання у натуральних показниках. Для ГВП його ефективність нижча, але використання цього методу оптимізації теж доцільно.

В ході розробки пропозиції не розробляються нові технічні рішення, а ставиться питання формування оптимальної конфігурації вже існуючих та представлених на сучасному ринку технологій. Це дозволяє у стислі строки отримати практичні рішення, які дадуть відчутні економічні результати,

забезпечать зниження витрат університетів та населення на ГВП, що буде мати позитивні економічні, екологічні та соціальні наслідки.

Для забезпечення фінансування реалізації проекту можна також скористатися з підтримки цільової програми МОН для фінансування заходів підвищення енергоефективності в університетах. У більш широкому сенсі проект втілює положення Паризької угоди націлені на зменшення викидів сполучень вуглецю, протидії парниковому ефекту та глобальному потеплінню. Застосування сонячної енергії для забезпечення гарячого водопостачання вирішує саме такі проблеми.

#### **4.5.3 Базова конфігурація системи та встановлення експлуатаційних показників**

Базова конфігурація системи наведена на рисунку 4.30. Система проектується таким чином, щоб поза опалювальним сезоном використовувати практично лише сонячну енергію. Взимку, коли інтенсивність сонячного випромінювання зменшується, а витрати тепла зростають, система додатково споживає електроенергію. Також передбачено встановлення системи автоматичного регулювання нагріву. Додатковими джерелами енергії можуть бути вітрогенератори.

Отримана від них електрична енергія може бути спрямована як на безпосередній нагрів теплоносія, так і на живлення насосів, систем автоматики, освітлення робочих приміщень. Значна частина тепла системи звичайно втрачається разом із каналізаційними водами. В системі передбачено встановлення теплообміннику, в якому за допомогою теплового насосу це тепло повертається у теплонакопичувач.

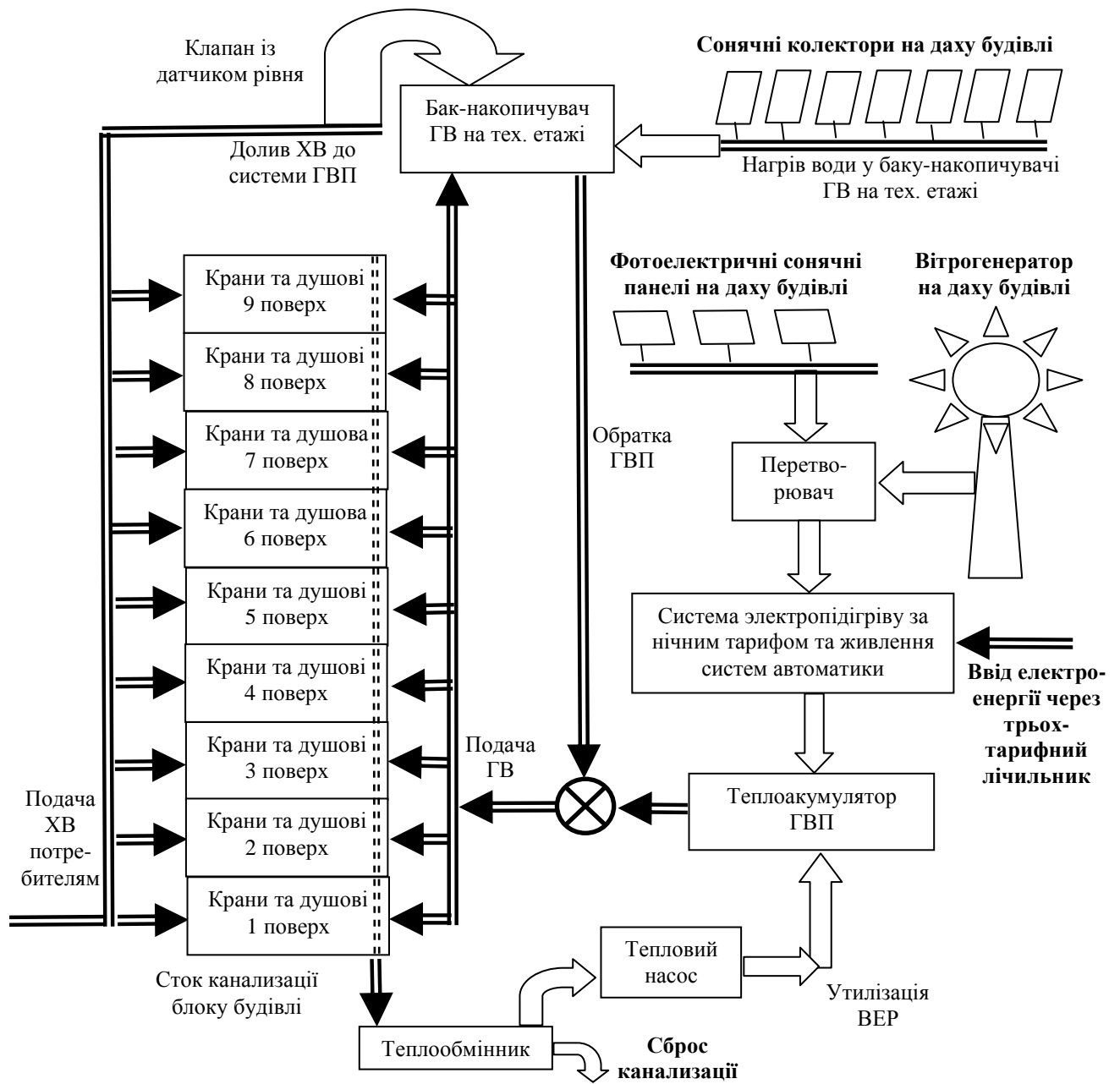


Рис. 4.30 Конфігурація інженерних систем енергоспоживання та водопостачання для ГВП

Метеорологічні фактори є визначальними для вітро- і геліоенергетики (сонячна енергія). Рішення про доцільність застосування вітро- і геліоустановок у тім або іншому місці, визначення їхніх оптимальних параметрів і планування режиму роботи, оцінка утилізованої ними енергії, оцінка економічної ефективності їхньої експлуатації в різні сезони року й різний час доби в певнім місці, планування заходів щодо захисту їх від дій «шкідливих» метеорологічних явищ - все це істотно залежить від метеорологічних умов у даному місці. При цьому основну роль грає кліматологічна інформація, що характеризує середні багаторічні умови.

Першим кроком необхідно встановити кількість тепла, яку об'єкт споживає на добу. Вона не буде залежати від виду теплоносія. Згідно СНиП 2.04.01-85\* [<http://plastbak.kiev.ua/snipy/17-snip-20401-85-vnutrennij-vodoprovod-i-kanaliz/57-snip-20401-85-prilozhenie-3-norma-rasxoda-vody-potrebitelyami>] проведено розрахунок (Таблиця 4.32), згідно якому необхідно забезпечити 8,96 м куб гарячої води з температурою 60 градусів Цельсію на добу.

Кількість теплоти, необхідну для нагріву холодної води від температур 10 градусів до 60 градусів розраховуємо згідно загальноприйнятій формулі

$$Q=983,18*(60-T) \quad (4.1)$$

де 983,18 – об'ємна вага води (кг/куб. м)

Таблиця 4.32 - Розрахунок потреби гарячої води на добу

Кількість мешканців у блоці гуртожитку	14	чел
Норма витрати води для гуртожитку іздушовими у блоці	140	л
% витрат гарячої води із загального обсягу	50	%
Норма витрат гарячої води для гуртожитку іздушовими у блоці	80	л
Витрати гарячої води на добу на один блок	1120	л
Кількість жилих поверхів у гуртожитку	8	
Витрати гарячої води на добу на одну вертикаль блоків	8960	л
	8,96	м куб

Добова потреба тепла для прийнятих умов складає 440 465 Ккал. Розрахунок наведено у таблиці 4.33. Звичайно, фактично цей параметр не буде постійним, оскільки у різні місяці температура води буде різною, але розрахунок дозволяє оцінити потужність системи для фіксованого набору умов та порівняти різні джерела енергії.

Таблиця 4.33 - Розрахунок потреби тепла на добу

Початкова температура	10	°C
Кінцева температура	60	°C
Кількість теплоти на метр кубічний	49 159	Ккал
Кількість теплоти на обсяг споживання	440 465	Ккал

У якості еталонного типу енергоносія приймемо електроенергію (ЕЕ). Тим більше, що для гуртожитків діє пільговий тариф 0,9 грн за кВт (включаючи ПДВ). Системи із електропідігрівом та великою ємністю тепло акумулятора та ефективною теплоізоляцією мають високий ККД – до 98 відсотків. Розрахунок наведено у таблиці 4.34. На добу система буде витратити на ЕЕ 468,18 грн.

Таблиця 4.34 - Розрахунок вартості електроенергії на добу

1 кВт*ч	864	Ккал
КПД	98	%
Планові витрати електроенергії на добу	520,2011	кВт*час
Вартість ЕЕ на добу	468,181	грн

Для порівняння можна розрахувати витрати на тепло при використанні теплоцентралі. Для університету зараз діє тариф 1239,00 грн за Гкал (з ПДВ). Навіть якщо прийняти ККД 100%, вартість тепла буде 545,74 грн/добу.

Окремим питанням необхідно розглянути динаміку тарифів на різні енергоносії. На рисунку 4.31 наведено графік динаміки тарифів на ЕЕ, тепло ТЦ та газ, приведених до вартості 1 Гкал тепла без урахування ККД інженерної системи подачі тепла помісячно з жовтня 2012 року до травня 2018 року.

Як видно з графіку, до березня 2015 року оптимальним енергоресурсом (без урахування екологічного компоненту) був природний газ. В 2017 році на

фоні зниження Світових цін на енергоносії він знову вийшов на лідируючу позицію, але у світлі останніх заяв представників Газпрому про відміну скидок та підвищенні цін на газ, а також на фоні поступового підвищення цін на нафту, можна очікувати, що своє лідерство газ знову втратить. Газпром прогнозує ціну поставок свого газу до Європи у 2018 році на рівні \$230 за тис. кубометрів [<http://biz.liga.net/ekonomika/tek/novosti/gazprom-nazval-tsenu-gaza-dlya-evropy-na-2018-god>], а для України тариф, традиційно, встановлюється вище. Також заявлене суттєве підвищення цін на тепло ТЕЦ. Тобто оптимальним енергоносієм на майбутнє можна вважати саме електроенергію.

Для розрахунку економії від використання сонячних колекторів розроблено модель споживання тепла помісячно. У результаті моделювання встановлено, що система виходить на наступні технічні параметри:

Площа сонячних колекторів =	100	м кв
ККД системи сонячного підігріву=	70	%
Місткість теплоакумулятора =	4	м куб
Потужність електробойлера =	48	кВт

Змодельовані обсяги споживання помісячно наведені у таблиці 4.35.

Як видно з таблиці, річна економія становить 84 499,87 грн/рік, а річні витрати 65 797,63 грн/рік, тобто економія більше 50%. Альтернативні та поновлювані джерела енергії дійсно забезпечують значну економію поточних витрат, але перешкодою на шляху їх широкого впровадження є високі інвестиційні витрати, і, як наслідок – довгий термін окупності.

Пошук у мережі ІНТЕРНЕТ пропозицій з встановлення вакуумних сонячних колекторів показав, що можна розраховувати на питому вартість 6000 грн/м кв. Моделювання показало, що при нашому обсязі споживання оптимально використання системи площею 100 м кв. Також було обчислено витрати на створення всієї системи – тепло накопичувач, насоси, сантехнічне та електричне обладнання.



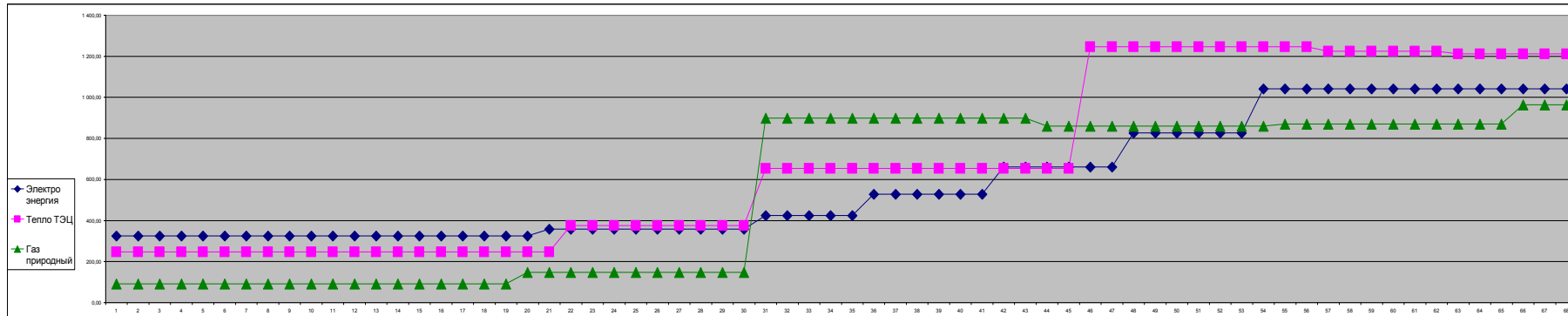


Рисунок 4.31 - Графік динаміки тарифів на ЕЕ, тепло ТЦ та газ, приведених до вартості 1 Гкал тепла без урахування ККД інженерної системи подачі тепла помісячно з жовтня 2012 року до травня 2018 року

Таблиця 4.35 - Розрахунок вартості електроенергії на добу

	Средне- добовое потреб- ление ГВ (м куб)	Т хол воды	Q для нагріву до 60 град (Гкал)	Живлення електробо- лера (кВт*час на місяць)	Закупка ЕЕ на місяць	Норма сонячної енергії в ккал/м2/ день	Отримання сонячної енергії в Гкал/день	Догрів за рахунок ЕЕ (Гкал/ день)	Витрати ЕЕ (кВт*час)	Закупка ЕЕ на місяць	Економія на місяць
Липень	9,00	18	0,3716	430,1413	12 000,94	5193,4336	0,3635	0,0081	9,3770	261,62	11 739,32
Серпень	9,00	18	0,3716	430,1413	12 000,94	4582,9472	0,3208	0,0508	58,8377	1 641,57	10 359,37
Вересень	9,00	16	0,3893	450,6242	12 572,41	3379,1712	0,2365	0,1528	176,8487	4 774,92	7 797,50
Жовтень	9,00	14	0,4070	471,1071	13 143,89	2166,7968	0,1517	0,2554	295,5564	8 246,02	4 897,86
Листопад	9,00	10	0,4424	512,0729	14 286,83	1169,3824	0,0819	0,3606	417,3313	11 267,94	3 018,89
Грудень	9,00	8	0,4601	532,5558	14 858,31	894,2336	0,0626	0,3975	460,1064	12 836,97	2 021,34
Січень	2,00	6	0,1062	122,8975	3 428,84	1074,8000	0,0752	0,0309	35,8188	999,34	2 429,50
Лютий	9,00	6	0,4778	553,0388	15 429,78	1814,2624	0,1270	0,3508	406,0499	10 232,46	5 197,32
Березень	9,00	10	0,4424	512,0729	14 286,83	2648,3072	0,1854	0,2570	297,5110	8 300,56	5 986,28
Квітень	9,00	12	0,4247	491,5900	13 715,36	3766,0992	0,2636	0,1611	186,4662	5 034,59	8 680,77
Травень	9,00	16	0,3893	450,6242	12 572,41	4858,0960	0,3401	0,0493	57,0284	1 591,09	10 981,32
Червень	9,00	18	0,3716	430,1413	12 000,94	5030,0640	0,3521	0,0195	22,6129	610,55	11 390,39
				<b>За рік</b>	<b>150 297,50</b>			<b>Витрати на ЕЕ на рік</b>	<b>65 797,63</b>		грн
	<b>Обсяг споживання ЕЕ на рік</b>			<b>5 387,01</b>	кВт	<b>Обсяг споживання ЕЕ на рік</b>		<b>2 423,54</b>	кВт	<b>Економія на рік</b>	<b>84 499,87</b> грн

Як видно з рисунку 4.30, Конфігурація системи, передбачає встановлення ще двох додаткових джерел постачання тепла та електроенергії. Це вітрогенератори та тепловий насос для утилізації ВЕР тепла каналізаційних стоків. За цими напрямками ринок значно менше розвинутий та такого зниження цін, як спостерігається для сонячних колекторів поки що немає.

Моделювання економічних показників виявило, що залучення цих систем на поточному етапі дає незначну економію та суттєво збільшує термін окупності. Сьогодні доцільно запроектувати у системі можливість підключення цих додаткових джерел поновлюваної енергії, але їх реалізацію відкласти до того часу, коли зміняться тарифи на енергоносії та пропозиції на ринку обладнання.

Беззаперечно, встановлення таких систем вже зараз дало б змогу дослідити реальні експлуатаційні показники та отримати цінний досвід для подальшого розвитку концепції. Але це можливо лише за умов залучення спеціального додаткового фінансування на ці цілі у вигляді гранту або спеціальної програми від державного, обласного чи міського бюджету.

#### **4.5.4 Розрахунок інвестиційних показників системи та висновки з проведеного розрахунку проекту**

За умов отримання фінансування проект може бути негайно впроваджений у гуртожитку ОДЕКУ, з подальшим поширенням досвіду побудови та експлуатації таких систем на житлові будинки Одеси та України. Основні інвестиційні показники наведені у таблиці 4.36. Строк окупності у 8,7 років можна вважати цілком прийнятним.

Проведене дослідження системи енергоспоживання гуртожитків Одеського державного екологічного університету. Із використанням напрацьованої в ході виконання кафедральної наукової теми

«Енергоефективний університет» бази технологій, та методів дослідження проведено аналіз можливостей та потенціалу енергомодернізації.

Запропоновано технологічну концепцію системи. Створено розрахункову модель, за допомогою якої промодельовано діяльність системи на протязі періоду одного року. Для більш детального проектування необхідно з початку отримати більш розширену інформацію.

Таблиця 4.36 - Розрахунок інвестиційних показників

Потужність нагрівачів (кВт)	48	кВт
Ємність теплоакумулятора (м куб)	4	м куб
Бак та сантехніка	29 000,00	грн
Нагрівачі та блок управління	29 000,00	грн
Насоси 2 шт	13 176,00	грн
Монтажні роботи, залучені спеціалісти (сантехніка)	4 000,00	грн
Сумарна вартість внутрішньої частини системи	<b>75 176,00</b>	<b>грн</b>
<b>Сонячні колектори</b>		
Площадь м кв	100	м кв
Вартість системи	<b>600 000,00</b>	<b>грн</b>
Вартість додаткових сантехнічних робіт та матеріалів.	10 000,00	грн
Вартість додаткових електроробіт по підключенню модулів и подводке електропитання та матеріалов	10 000,00	грн
Виготовлення бака на тех. поверх	10 000,00	грн
Ремонт системи ГВП, заміна труб	30 000,00	грн
	<b>Усього</b>	<b>735 176,00</b>
	<b>Економія на рік</b>	<b>84 499,87</b>
	<b>Строк окупності (років)</b>	<b>8,7</b>

По-перше необхідно забезпечити енергоаудит будинку. Такі виміри виконуються у відповідності до затверджених методик по мірі необхідності та є одноразовими. Для виконання таких вимірів обладнання можна орендувати, або навіть залучити сторонніх спеціалістів з сертифікованих вимірювальних центрів.

По-друге необхідно до розробки остаточного виду концепції енергомодернізації за період не менше року проводити виміри споживання усіх енергоносіїв на усіх об'єкті декілька разів на добу, що дозволить створити ясну картину енергоспоживання на оцінити доцільність тих чи інших мір підвищення енергоефективності. Ці ж дані ляжуть у основу економічних розрахунків для залучення інвестиційних коштів.

По-третє необхідно сформувавши детальне технічне завдання, на базі якого спеціалізована проектна організація зможе розробити детальний робочий кошторис.

Останній, та мабуть що найважливіший крок – пошук джерела фінансування, бо розрахована сума навіть на перший етап перевищує весь річний бюджет установи.

Однак, вже на базі тієї обмеженої інформації, яку можна отримати до проведення зазначених рекомендованих заходів, запропоновано практичну методику оцінки показників експлуатації об'єкту, моделювання обсягів тепло споживання у різні періоди року. Проведено розрахунки на базі інноваційної технічної конфігурації локального тепlopункту та системи гарячого водопостачання з використанням тепло акумуляторів, сонячних колекторів, сучасних електронагрівачів та системи управління теплоспоживанням із зворотнім зв'язком.

#### **4.6 Розрахунок показників проектів розміщення на будівлях ОДЕКУ сонячних електростанцій**

Важливим питанням при формуванні технологічної бази енергомодернізації є врахування сучасних тенденцій розвитку технологій. Обсяг виробництва сонячних фотопанелей настільки зріс за останні роки, що виникли умови для значного зростання їх технічних параметрів та зниження собівартості. Зараз кращі зразки серійного обладнання вийшли на рівень ефективності 18% ККД або навіть трохи більше, однак постійно надходить інформація про суттєве збільшення цього показника вже у найближчому майбутньому. Експериментальні зразки можуть перевищувати показник у 20%, а інноваційні наукові розробки показують ще більші результати. Так наприклад у найсвіжішій публікації ресурсу AZO Cleantech, (<https://tech.liga.net/technology/novosti/effektivnost-solnechnyh-paneley-povyshayut-do-rekordnyh-275>), надається наступна інформація:

«Учені розробили новий матеріал, що самостійно збирається в потрібну конфігурацію електрода сонячної панелі. Його вже купила японська компанія, щоб вивести його на ринок, пише AZO Cleantech. З одного грама кремнію сучасні технології дозволяють виготовити кілька квадратних сантиметрів сонячної панелі. Розроблений ученими Університету Каунаса матеріал дозволяє з одного грама кремнію одержати 1000 квадратних метрів поверхні сонячних панелей. Особливістю нової розробки є здатність самостійно формувати для електрода дуже тонкий шар порядку 1-2 нанометрів. Застосовуючи його для високоефективних перовскитних сонячних панелей», які зараз є лідером ринку, - можна значно знизити їхню ціну.

«Новий матеріал, заснований на карбазольних головних групах з фосфоновими кислотними якірними групами. Завдяки цьому вони добре прикріплюються до поверхні з оксиду. Невелика товщина шаруючи дозволяє поліпшити якість поверхні сонячної панелі й підвищити її ефективність. Існуючий рекорд для монолітної перовскитної панелі встановлений на рівні 23,26%. Комбінація кремній-перовскитної технології з новим матеріалом підвищує ефективність до 27,5%», що на 30% вище показників кращих серійних виробів на ринку.

"Перовскитні сонячні панелі є майбутнім сонячної енергетики, тому що вони дешевше й потенційно більше ефективні. Однак майже досягнуті межі комерційних кремнієвих сонячних панелей. Більше того, запаси кремнію напівпровідникової якості закінчуються", - говорить глава групи розроблювачів матеріалу професор Витаутас Гетаутис. Ліцензію на виробництво купила японська компанія. Вона планує вивести матеріал на ринок у найближчі кілька років».

Безпосередньо в цій роботі увага приділяється питанню розробки концепції проведення енергомодернізації та доцільності встановлення сонячних панелей для отримання електричної енергії при впровадженні заходів з підвищення енергоефективності у навчально-лабораторному корпусі №2 ОДЕКУ. Окремий інтерес представляє розгляд можливості для

університету продавати надлишок електроенергії за «зеленим тарифом». У разі, якщо це можливо – можна очікувати кращих економічних показників проекту енергомодернізації, у першу чергу – зниження строку окупності.

Зараз вже розроблено досить ефективні методики проведення енергомодернізації з метою зниження енерговитрат та негативного впливу на навколишнє середовище. Для державних установ діє система енергосервісних контрактів, для ОСМД запропонована програма компенсації до 70% витрат на проведення заходів з реконструкції будівлі, є регіональні та муніципальні програми, програми міжнародної співпраці. Зараз активно розвивається альтернативна енергетика. В першу чергу це сонячні електростанції та електровітрогенератори.

Є підстави припустити, що зараз доцільно проаналізувати перспективність впровадження таких екологічних технологій енергогенерації як компонента програми енергомодернізації будівлі. Для цього необхідно провести вивчення ринку технологій та досвіду вже реалізованих проектів, оцінити специфіку наших об'єктів - будівель ОДЕКУ та запропонувати інноваційне рішення оптимальної системи енергоспоживання.

Обсяг споживання електроенергії ОДЕКУ по місяцях за 2007-2015 роки проаналізовано у попередніх звітах. Подача електроенергії здійснюється через дві підстанції (ТП), розташовані з протилежних сторін університетського містечка. Перша з них встановлена біля НЛК-1, друга - між гуртожитками, поруч із газовою котельнею.

ТП мають два вводи електроенергії з двох незалежних магістралей, що знижує ризик повного відключення. Крім основних лічильників на ТП також є лічильники на окремих будівлях, що дозволяє встановити більш детальну картину енергоспоживання. Зведені дані за об'єктами НЛК-3 та Гуртожиток№2 наведені у таблицях 4.37. -4.38. Зведені дані по середнім значенням споживання електроенергії об'єктами наведені у таблиці 4.39.

Середні показники споживання електроенергії за 5 років усіма об'єктами та середні показники споживання ОДЕКУ у цілому наведені на рисунку 4.32.

Таблиця 4.37 - Зведена таблиця спожив. електроен. НЛК-2 за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	17 880	16 680	16 200	13 160	6 760	9 160	14 136
2	16 840	32 000	18 160	8 960	20 120	8 240	19216
3	14 760	15 040	12 280	12 600	18 420	12 840	14 620
4	15 840	16 080	12 040	0	12 600	0	11 312
5	12 240	9 480	9 040	0	15 360	0	9 224
6	11 440	11 120	9 440	0	12 420	0	8 884
7	10 320	9 120	8 400	0	7 720	0	7 112
8	7 480	5 880	7 480	0	5 880	0	5 344
9	8 760	7 200	6 440	0	6 680	0	5 816
10	12 920	9 120	9 920	16 160	8 720	0	11 368
11	15 160	13 520	13 840	15 000	13 560	0	14216
12	0	16 200	16 080	18 960	105 423	0	31 333

Таблиця 4.38 - Зведена таблиця спожив. електроен. Гурт.-2 за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	175 990	122 323	96 539	87 835	107 137	117 196	117 965
2	209 330	111414	173 141	87 474	132 993	102 480	142 870
	145 112	133 751	121 775	101471	108 974	121 926	122 217
4	97 020	99 398	86 278	111 082	86 798	0	96 115
5	69 300	69 741	63 994	73 477	64 702	0	68 243
6	66 632	86 761	57 006	0	59 920	0	54 064
7	54 460	41 730	40 702	0	26 371	0	32 653
8	49 727	39 037	48 628	0	73 295	0	42 137
9	50 593	54 485	47 772	0	48 488	0	40 268
10	76 386	51 032	58 590	85 738	67 022	0	67 754
11	73 860	95 415	88 111	79 785	114 569	0	90 348
12	0	113 033	86 332	106 662	136 912	0	88 588

Таблиця 4.39 - Зведена таблиця по середнім значенням споживання електроенергії за 6 років (кВт)

Місяць	НЛК-	НЛК-	їдальня	сок	Пофілакторі	Гурт-	Гурт-2	КБО	Усього
1	24 333	14 136	13 313	6 264	2 176	70	117	3	252 066
2	20 869	19216	23 882	8 256	3 752	92	142	4	316 106
3	22 832	14 620	22 286	6 492	2 832	86	122	4	281 644
4	21 199	11 312	15 768	7 416	1 912	58	96 115	2	214 869
5	27 036	9 224	13 536	11	2 632	59	68 243	1	193 053
6	26 263	8 884	12 010	10	2 056	42	54 064	1	156 769
7	20 654	7 112	10 308	8 364	2 440	24	32 653	534	106 483
8	16 642	5 344	8 196	5 856	3 120	21	42 137	1	103 874
9	23 298	5 816	9 348	7 992	2 656	35	40 268	781	125 477
10	31 405	11 368	16 728	15	3 224	45	67 754	1	192 701
11	32 665	14216	20 088	11	3 256	64	90 348	2	239 679
12	19 169	31 333	16 596	6 840	2 572	73	88 588	3	242 661
							Усього за рік		2 425 382

Тобто лідером споживання електроенергії є Гуртожиток 2. Найбільше споживання електроенергії ОДЕКУ можна очікувати у лютому та березні, найменше - у липні та серпні.

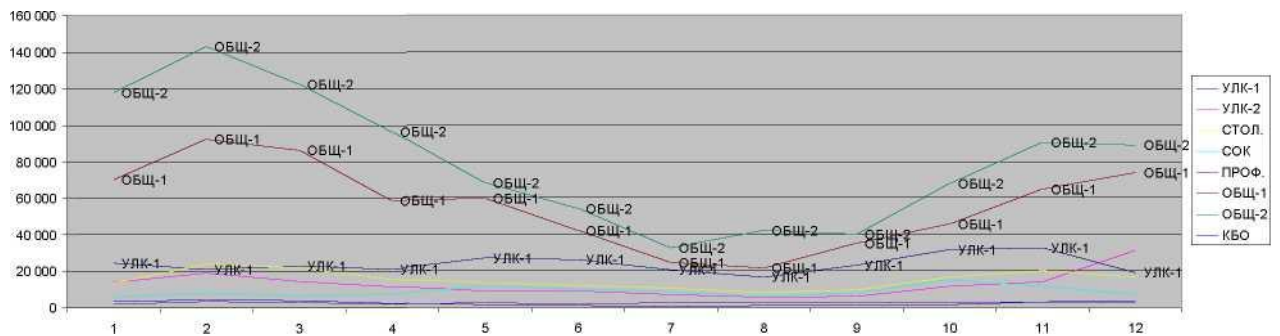


Рисунок 4.32 - Середні показники споживання електроенергії за 5 років усіма об'єктами

#### 4.6.1 Досвід впровадження сонячних електростанцій на будівлях у місті Одеса

Було опрацьовано матеріали з встановлення сонячної ЕС із опцією підключення до мережі електропостачання та використанням зеленого тарифу та без неї. Для подальшої роботи були відмічені наступні приклади та виробничі показники:

- Сонячна електростанція потужністю 15 кВт;

Зелений тариф дає можливість заробляти на продажі електроенергії 0.18 € / кВт·ч. Такі розцінки діють до початку 2020 року, потім зелений тариф зменшиться до 0.16 € / кВт·ч для нових сонячних електростанцій. Для тих, хто встигне встановити у 2019 році, ціна буде зафіксована до 2030 року.

Реалізація проекту проходила в 4 етапи.

- Дах покритий металочерепицею. Є два схили на південь загальною площею 80 м<sup>2</sup>.

- Нахил даху - 30 градусів.

- Допуск потужності домогосподарства 13 кВт.



- За даними власника, домогосподарство споживає близько 9000 кВт у рік.

Для того, щоб панелі могли одержувати максимальну кількість сонячного світла, обрано два скати даху на південь. Загальна площа поверхні склала близько 80 м<sup>2</sup>, на яких можна встановити фотомодулі потужністю близько 15 кВт під зелений тариф.

Обрано фотомодулі (сонячні панелі) компанії AVi-Solar AV320-60M, 320 Wp, Mono. Даний фотомодуль має високий для сонячних панелей ККД - 18%. Такий показник отриманий за рахунок технології PERC й Half-cell, які дозволяють сонячним панелям поглинати більше світла. Таким чином, загальна потужність СЕС склала 14.88 кВт. Характеристики панелей наведено у таблиці 4.40.

Таблиця 4.40 – Хар-ки панелей AVi-Solar AV320-60M, 320 Wp, Mono

Країна виробник:	Тайвань
Номинальна потужність, (P <sub>max</sub> ) Вт:	320
Тип фотомодуля:	Кристалічні фотомодулі
Тип кремнію:	Монокристалл
Кількість осередків:	60 (6×10)
Струм короткого замикання, (I <sub>sc</sub> ) А:	9.12
Максимальний струм, (I <sub>mp</sub> ) А:	15
ККД фотомодуля, %:	18
Робоча температура навкол. середовища, °С	-40 о ... +85 о
Распределительная коробка:	IP67 з bypass-діодами
З'єднувачі:	MC4-сумісні
Ступінь захисту:	IP 67
Матеріал профілю:	Анодирований алюміній
Кабель підключення:	TUV, довжина 900мм, 4.0мм <sup>2</sup>
Покриття фотомодуля:	3,2 мм загартоване з низьким змістом заліза
Габарити, мм:	1650*992*35
Вартість дол.. США	125
Вартість грн..	3400
Вага, кг:	19
Гарантія, мес:	120

Як основний елемент мережної станції обрано німецький інвертор REFUsol з високим ККД - 98,4%, широким діапазоном робочої напруги, малошумною роботою, ємною й мобільною системою моніторингу.

Для підключення сонячної системи необхідно встановити новий електричний щит і підключити інвертор (рисунок 4.33). Захист по постійному й змінному струмі має бути заздалегідь зібраний і підготовлений. Після монтажу основного блоку з автоматикою до нього здійснюється подача електрики.



Рисунок 4.33 - Новий електричний щит і інвертор

На даху встановили кріплення, до яких приєднується металопрофіль. Потім на нього встановлюються сонячні панелі (фотомодулі). Далі встановлюється металопрофіль, полоси якого додатково з'єднані між собою алюмінієвими вставками без втрати надійності конструкції. Варто відзначити, що вивід правильного рівня всієї площі металоконструкції впливає на зовнішній вигляд всієї системи фотом одулів (рисунок 4.34).

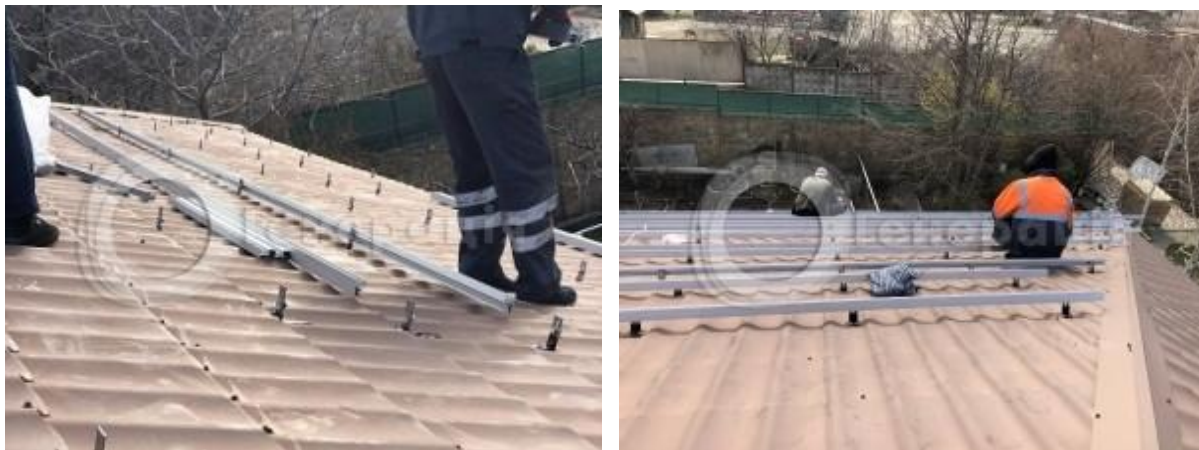


Рисунок 4.34 - Установка системы кріплення на даху.

Фотомодулі закріплюються на металлопрофілі. Електричні кабелі проводяться від полів фотомодулів до інвертора таким чином, щоб їх не було видно (рисунок 4.35).



Рисунок 4.35 - Установка панелей на кріплення на даху.

Сформовано три поля фотомодулів (два під зелений тариф й один для власного використання), з'єднаних послідовно. Таке з'єднання припускає зв'язок коннекторів від + до - і так далі. Відповідно, кабелі з кожного поля + й - ідуть далі до інвертора й формують так званий стринг. Далі йде прокладка кабелів до стрингам інвертора. Рівень фотомодулів додатково при установці

доводиться коректувати, тому що по даху є нерівності. Повністю встановлена система панелей наведена на рисунку 4.36.

Після того, як усе було підключено, зроблено пробний запуск сонячної станції. Далі приїзд працівників енергопостачальної компанії (районного РЭС) для установки двонаправленого лічильника, настроювання інвертора й робочого запуску станції. Стежити за роботою й прибутковістю сонячної електростанції можна навіть із мобільного додатка.



Рисунок 4.36 - Повністю встановлена система панелей

Для того, щоб розуміти наскільки вигідної буде така електростанція, проводять попередні розрахунки.

Сонячних днів у році (Одеса): 250-300.

Потужність станції: 13 кВт.

Ціна електроенергії по зеленому тарифі 0.18 € / кВт·ч.

Потенційний заробіток близько 70 000 грн у рік.

За таких умов станція окупить себе приблизно за 5 років і буде приносити чистий прибуток ще мінімум 20 років. В мережі ІНТЕРНЕТ пропонують онлайн калькулятор прибутковості СЭС, що допоможе розрахувати скільки можна заробляти, якщо встановити сонячну

електростанцію для свого будинку або бізнесу один з варіантів - <https://generacia.energy/kalkuljator/>.

Такі розрахунки, надані виробником СЕС, за максимальним показником потужності СЕС не відповідають дійсності, бо не враховують кліматичні показники. В реальності потужність генерації буде у декілька разів нижче, оскільки сонячна радіація не завжди дорівнює максимальним значення внаслідок погодних умов.

В іншому проекті, без підключення до зеленого тарифу, було поставлене завдання установити на даху нежилого будинку сонячні панелі, щоб зменшити витрати бізнесу на електроенергію. Фото будинку із СЕС наведено на рисунку 4.37.



Рисунок 4.37 - Фото будинку із СЕС

Власне споживання електроенергії на об'єкті: ~ 25 Мвт на місяць. Будинок має плоский дах. Це означає, що для максимальної ефективності фотомодулів не можна встановлювати сонячні панелі прямо на поверхню даху. Кут нахилу повинен бути 20 градусів, щоб фотомодулі виробили максимальну кількість енергії й витримували вітрові навантаження. Після огляду об'єкта було розроблено креслення металоконструкцій, які потрібно було заздалегідь установити на даху.

Споживання електроенергії будинку набагато перевищує можливу потужність сонячної електростанції, яку можна встановити на обмеженій площі даху. Усього використали для цього проекту 68 фотомодулів по 330 Вт фірми Jасolar. Загальна потужність такої станції становить приблизно 22 кВт. Для підключення до мережі використали інвертор Fronius Symo 20.0-3-M з технологією SnapINverter, можливістю передачі даних (моніторинг) і ККД 98%. Оскільки установка фотомодулів вимагала попереднього монтажу металоконструкцій, весь процес був розділений на кілька етапів:

1. Проектування й виготовлення металоконструкцій. Власники будинку замовили виготовлення металоконструкцій, на які потім були встановлені фотомодулі.

2. Установка інвертора й прокладки кабелів. Перед монтажем сонячних панелей, встановили інвертор, підключили до електромережі й заклали кабелі, які приєднуються до самих фотомодулів.

3. Установка фотомодулів. По мірі того, як на даху монтувалися металоконструкції, на них встановлювали сонячні панелі й приєднували їх до системи. Загальна площа всіх панелей СЕС склала 115 м<sup>2</sup>, загальна площа покрівлі - 400 м<sup>2</sup>.

4. Запуск і моніторинг. Після тестування й підключення, налаштовано дистанційний моніторинг станції - його можна здійснювати в режимі онлайн із телефону або комп'ютера, потрібний тільки доступ в інтернет.

Споживання електроенергії у будівлі ~ 25 Мвт на місяць.

Потужність станції: 22,44 кВт

Виробітка енергії ~ 2200 кВт на місяць

Вартість інвестиції в СЕС: \$19 120 (разом з металоконструкціями)

По розрахунках незалежного ресурсу PVgis, така сонячна станція буде генерувати приблизно 27 300 кВт у рік, що заощадить власникові 79 170 грн щорічно. Отже, станція допомагає заощаджувати приблизно 10% при оплаті за електроенергію. Строк окупності менше 8 років. Питомі інвестиційні витрати 852 доллара на 1 кВт.

## 4.6.2 Розробка проекту розміщення СЕС на Гуртожитку-2.

### Базова конфігурація системи

Система може бути спроектована таким чином, щоб поза опалювальним сезоном використовувати як джерело тепла лише сонячну енергію. Взимку, коли інтенсивність сонячного випромінювання зменшується, а витрати тепла зростають, система додатково споживає електроенергію та природний газ. Також передбачено встановлення системи автоматичного регулювання нагріву. Додатковими джерелами енергії є сонячні колектори, сонячні панелі та вітрогенератори.

Отримана від них електрична енергія може бути спрямована як на безпосередній нагрів теплоносія, так і на живлення насосів, систем автоматики, освітлення робочих приміщень. Значна частина тепла системи звичайно втрачається разом із каналізаційними водами. В системі можна передбачити встановлення теплообмінника, в якому за допомогою теплового насосу це тепло повертається у теплонакопичувач.

Середньомісячний рівень сонячної радіації для Одеси (у ккал/м<sup>2</sup>/день) за останні 22 роки за даними НАСА наведено у Таблиці 2.9. За допомогою цього параметру при площі абсорберу однієї сонячної вакуумної трубки діаметром 58мм и довжиною 1800мм яка складає 0.13м<sup>2</sup> можна розрахувати приблизну потужність системи. Наприклад колектор на 20 трубок буде виробляти в день:  $20 \text{ трубок} * 0.13\text{м}^2 * 3.1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2/\text{день} = 8.06 \text{ кВтч}$  в день.

Конфігурація інженерних систем енергоспоживання та водопостачання наведена вище на рисунку 4.30, але не було опрацьовано напрямок розрахунку параметрів сонячної електростанції. Саме цей розрахунок і буде наведено далі.

Як було показано у попередніх розділах, розробка концепції енергомодернізації Гуртожитку-2 є складним комплексним завданням, а його рішення є багатоваріантним та залежить від багатьох факторів. За результатами попереднього аналізу встановлено, що Гуртожиток-2 є найбільшими споживачем електроенергії в ОДЕКУ на протязі усього року.

При цьому при проведенні енергомодернізації є досить докладні методики як розраховувати економію в споживанні тепла на опалення, а от у питанні електроспоживання є перспективи впровадження інноваційних технологій та застосування поновлюваних джерел енергії та чіткого розуміння складу заходів немає.

При впровадженні інноваційних технологій ключовим питанням звичайно є не технологічні питання а вартість та строк окупності новацій. Саме у такому ключі і необхідно виконати розрахунки. Для встановлення вихідних параметрів розрахунків необхідно оцінити наявну інформацію. У першому розділі надаються зведені дані споживання електроенергії Гуртожитку-2 за 6 років (2010-2015 роки). На жаль отримати більш актуальну вибірку не вдалося, однак для опрацювання методики розрахунків це не має принципового значення.

Попередній аналіз даних у таблиці показує, що там відсутні дані для деяких місяців, при тому, що нульове споживання електроенергії для Гуртожитку-2 неможливо принципово. Оскільки дані отримані з бухгалтерського обліку, можна припустити, що такі аномалії пов'язані із специфікою ведення обліку та проведення платежів і не відповідають фактичному енергоспоживанню. Для розрахунку вихідних даних, вказану таблицю необхідно нормалізувати. Дані місяців, де інформація відсутня або значно вибивається з середньостатистичного рівня можна замінити на значення, отримані від осереднення достовірних показників. Нормалізовані дані наведені у таблиці 4.41.

Для розрахунку робочої потужності електричного обладнання корпусу необхідно встановити середню та максимальну потребу електроенергії на годину (таблиця 4.42). При розрахунку середньодобового споживання не враховується, що у вихідні дні споживання менше ніж у робочі, тому показник виходить дещо заниженим. При розрахунку середнього динного споживання не враховується що у неробочий час також споживається електроенергія, тому показник виходить дещо завищеним. В цілому можна вважати, що вплив цих двох тенденцій взаємокомпенсується.



Таблиця 4.41 - Нормалізована зведена таблиця споживання електроенергії гуртожитком-2 за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	175990	122323	96539	87835	107137	117196	117837
2	209330	111414	173141	87474	132993	102480	136139
3	145112	133751	121775	101471	108974	121926	122168
4	97020	99398	86278	111082	86798	96115	96115
5	69300	69741	63994	73477	64702	68243	68243
6	66632	86761	57006	67580	59920	67580	67580
7	54460	41730	40702	40816	26371	40816	40816
8	49727	39037	48628	52672	73295	52672	52672
9	50593	54485	47772	50335	48488	50335	50335
10	76386	51032	58590	85738	67022	67754	67754
11	73860	95415	88111	79785	114569	90348	90348
12	110735	113033	86332	106662	136912	110735	110735

Як видно з таблиці, найбільше споживання приходить на лютий та березень. Таке збільшення витрат електроенергії можна пояснити широким використанням електропідігрівальних приладів внаслідок неякісної роботи централізованої системи опалення та зростання потреб у освітленні приміщень. Зменшення споживання у січні зумовлене тим, що у останні роки на період січня навчальний процес припиняється. Також зрозуміло, що у нічні часи споживання дещо знижується, також і вранці, коли студенти на заняттях, витрати електроенергії падають. Однак детально дослідити такий цикл неможливо, бо отримати вихідні дані не вдалося.

Витрати електроенергії скоротяться внаслідок модернізації системи опалення та заміни ламп системи освітлення на світлодіодні, однак можна очікувати, що середній показник погодинного електроспоживання скоротиться не більше, ніж на 20%. Тобто, можна розраховувати, що середнє річне споживання електричної енергії за годину буде майже 100 кВт/год. Щоб розрахувати пікове навантаження необхідно подвоїти максимальний середній за місяць показник. Це дає пікове навантаження - до 400 кВт/годину. Середньодобове споживання на протязі року змінюється від 1 317 до 4 862 кВт. Пікове можна очікувати на рівні 8 000 кВт.

Таблиця 4.42 - Деталізований розрахунок споживання електроенергії (кВт)

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середньомісячне споживання	117	136	122									110
ЕЕ	837	139	168	96 115	68 243	67 580	40 816	52 672	50 335	67 754	90 348	735
Число днів	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Середньодобове споживання	429,2	621,0	462,0	471,3	371,9	370,2	286,8	215,5	242,3	366,7	473,9	551,0
Число робочих годин	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Середньогодинне споживання	158,4	202,6	164,2	133,5	91,7	93,9	54,9	70,8	69,9	91,1	125,5	148,8

### 4.6.3 Розробка пропозиції по конфігурації СЕС

Гуртожиток-2 має досить велику площу даху та звернений на південь вузькою стороною будівлі. Південний фасад виходить на тихий провулок, а з іншої сторони провулку починається сектор коттеджної забудови, що виключає можливість затінення. Відстань від фасаду до провулку така, що це практично унеможливорює вандалізм та розбиття сонячних панелей з хуліганських мотивів. Знімок зверху будівлі та прилеглої території наведено на рисунку 4.38.



Рисунок 4.38 - Будівля Гуртожитку-2 та прилегла територія

Як видно з фото, дах має розміри 16x86 метрів (1386 м<sup>2</sup>). Можна розраховувати, що на даху можна встановити до 850 м<sup>2</sup> сонячних панелей або колекторів. Проведені при роботі над науковою темою попередні розрахунки системи ГВП, з використанням сонячних колекторів показали, що на ці потреби необхідно виділити під сонячні колектори системи підігріву гарячої води від 150 до 250 м<sup>2</sup>. Тобто максимальна площа сонячних панелей на даху - до 700 м<sup>2</sup> сонячних панелей СЕС.

У розділі 2 були наведені характеристики сучасних панелей АVi-801ag АВ320-60М, 320 \Ур, Мопо. Розмір панелі складає 1650\*992\*35 мм, відповідно площа 1,64 м<sup>2</sup>. ККД 18%, потужність 320 Вт. Потужність на 1 м<sup>2</sup> дорівнює 169,2 Вт, але це означає, що максимальна потужність не буде перевищувати вказане значення, але фактична потужність буде залежати від інтенсивності сонячного випромінювання.

Потенційні можливості енергетики, заснованої на використанні сонячного випромінювання, надзвичайно великі, однак потужність випромінювання змінюється у залежності від географічного положення (географічна широта) та кліматичного фактору. Середньомісячний рівень сонячної радіації в Одесі за останні 22 роки за даними НАСА наведений вище у таблиці 3.\_\_\_\_. Дані показують, що мінімальне значення для Одеси 1,04 кВт\*ч/м /день, а максимальне 6,04 кВт\*ч/м /день. При ККД 18%, з одного м сонячної панелі за добу можна отримати від 0,2 до 1,0 кВт електроенергії. Тривалість світового дня змінюється на протязі року від 8,5 годин у грудні до 15,5 годин у червні. Якщо прийняти ефективну тривалість світового дня на 0,5 години менше його астрономічної тривалості, середня за годину ефективність сонячних панелей буде змінюватися від 23,5 до 72,5 Вт/год на протязі року, при піковій потужності до 170 Вт/год/м . Пікова потужність приблизно у 2,5 рази перевищує середнє значення що відповідає практичному досвіду.

Потужність СЕС буде залежати від характеристик сонячних панелей, інтенсивності сонячного випромінювання та площі масиву панелей. Якщо встановити на даху сумарно 700 м панелей (427 панелей), середньодобова

продуктивність буде змінюватися від 131 до 761 кВт/добу на протязі року (при піковій потужності до 1785 кВт/добу. Якщо порівняти із розрахованими у попередньому параграфі показниками - від 1 317 до 4 862 кВт на добу, видно, що така СЕС буде забезпечувати потреби будівлі тільки у літні місяці. Виходом може бути встановлення додаткових модулів СЕС на південному фасаді шляхом побудови вертикальної несучої конструкції із опорою на стіну гуртожитка.

#### 4.6.4 Фасадний модуль СЕС

Південна стіна будівлі має ширину 16 м. висота поверхів разом із перекриттям 2,9 м. Висота цоколя 1,6 м, висота технічного поверху 1,5 м. Тобто сумарна висота стіни приблизно 29 м. Зовнішній вигляд фасаду наведений на рисунку 4.39.

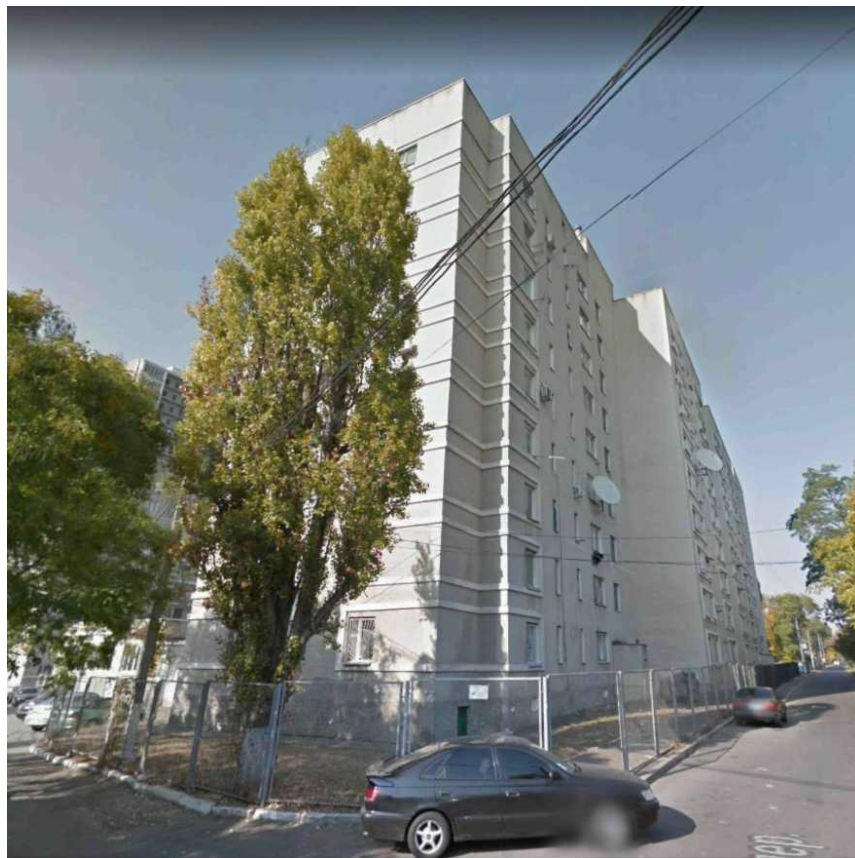


Рис. 4.39. Зовнішній вигляд південного фасаду

Конструкція фасаду не розрахована на розміщення додаткового навантаження та на має кабель-каналів, у яких було б можливо прокласти лінії з'єднання панелей у єдину систему. Це означає, що необхідно буде побудувати зовнішній силовий каркас, на якому будуть закріплені сонячні панелі. Для того, щоб не порушити систему природного освітлення приміщень, необхідно узгодити розміщення панелей та вікон. Силовий каркас та панелі можуть створити дещо схоже на вентиляований фасад. Кабельна система з'єднання панелей у такому випадку може бути розташована безпосередньо на каркасі. Ще одним неочікуваним застосуванням конструкції вертикальної СЕС може стати можливість її використання у якості пожежного виходу для виведення персоналу з небезпечної зони поза межами будівлі на будь-якому поверсі. Креслення секції фасаду та силового каркасу наведено на рисунку 4.40.

Для оптимального прийняття сонячного випромінювання панелі встановлюються під кутом 20-30 градусів від горизонталі. Як видно з креслення, на фасаді можна розмістити 10 ліній панелей, так, щоб верхня лінія не затінювала нижню та не перекривала вікна. При ширині секції фасаду 16 м та довжині панелі 1.64 м, можна встановити 10 панелей у лінії, що дає 100 панелей на стіні, або 164 м<sup>2</sup>. Якщо провести розрахунки для сумарної площі 864 м<sup>2</sup> (527 панелей), аналогічно тим, що виконувалися для 700 м<sup>2</sup>, отримаємо середній обсяг генерації від 162 до 939 кВт/добу на протязі року по середнім показникам та пікову потужність генерації 168 кВт на годину. Нажаль при максимальній конфігурації СЕС взимку також не забезпечується середньодобова потреба у 4862,1 кВт/добу, причому майже у 5 разів.

Як видно на кресленні, несуча конструкція складається з 5 вертикальних колон, на яких монтуються легкі горизонтально наклонні монтажні рами під кутом 20 градусів до горизонталі опорні площадки. На трикутних елементах жорсткості формується з зовнішньої сторони колон нижня опорна полоса рами для закріплення фотопанелей. З внутрішньої сторони між колонами та стіною монтуються технологічні помости для періодичного обслуговування та очищення панелей. Такі

помости проходять під підвіконням на усіх поверхах з другого до сьомого та можуть виконувати функції пожежних рятувальних сходів.

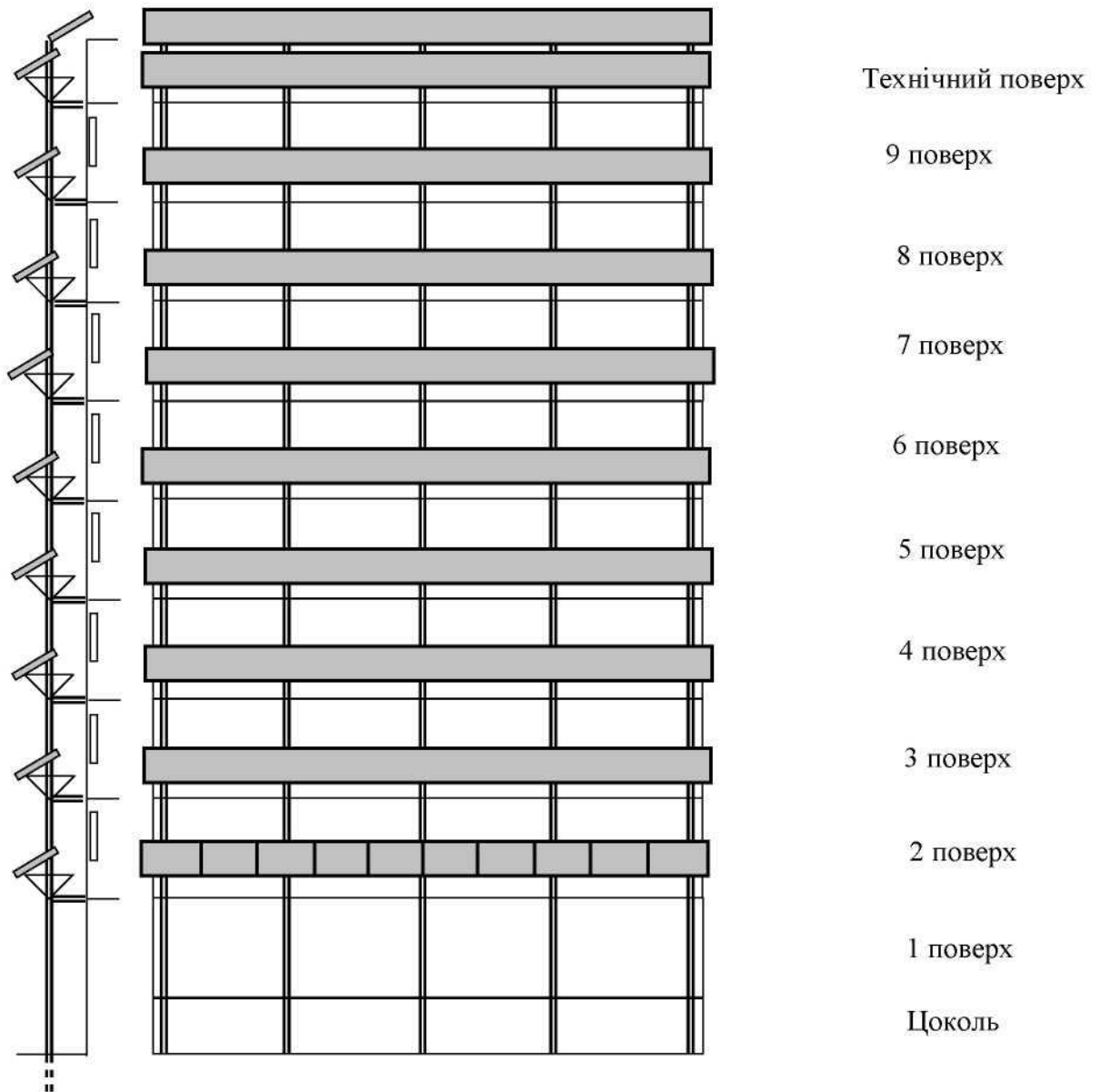


Рисунок 4.40 - Креслення секції фасаду та силового каркасу

Ще одним ІНТЕРНЕТ-ресурсом для проведення розрахунку енергетичного потенціалу СЕС є міжнародний портал <https://re.jrc.ec.europa.eu>. Калькулятор розміщено за посиланням [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html). Програма видає прогнозний обсяг генерації на місяць. Для порівняння результатів розрахуємо спочатку обсяг місячної генерації для грудня та для червня по вже застосованій

методиці. Кількість днів у місяці становить 31 та 30 відповідно, отже виходить місячний обсяг генерації у грудні 5 580 кВт/міс, а у червні 31 200 кВт/міс.

Вихідні дані для розрахунку наведені на рисунку 4.41. Результати моделювання наведені на графіку на рисунку 4.42. Розбіжність максимального та мінімального значення дещо менша, ніж у виконаному вище розрахунку, але у цілому порядок величин збігається.

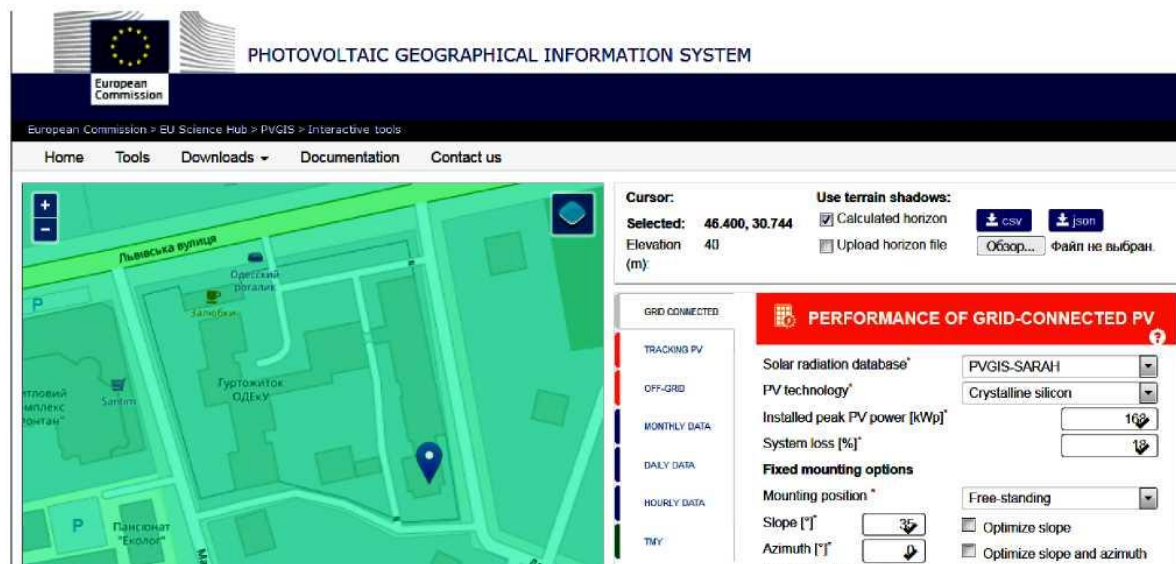


Рисунок 4.41 - Вихідні дані для розрахунку

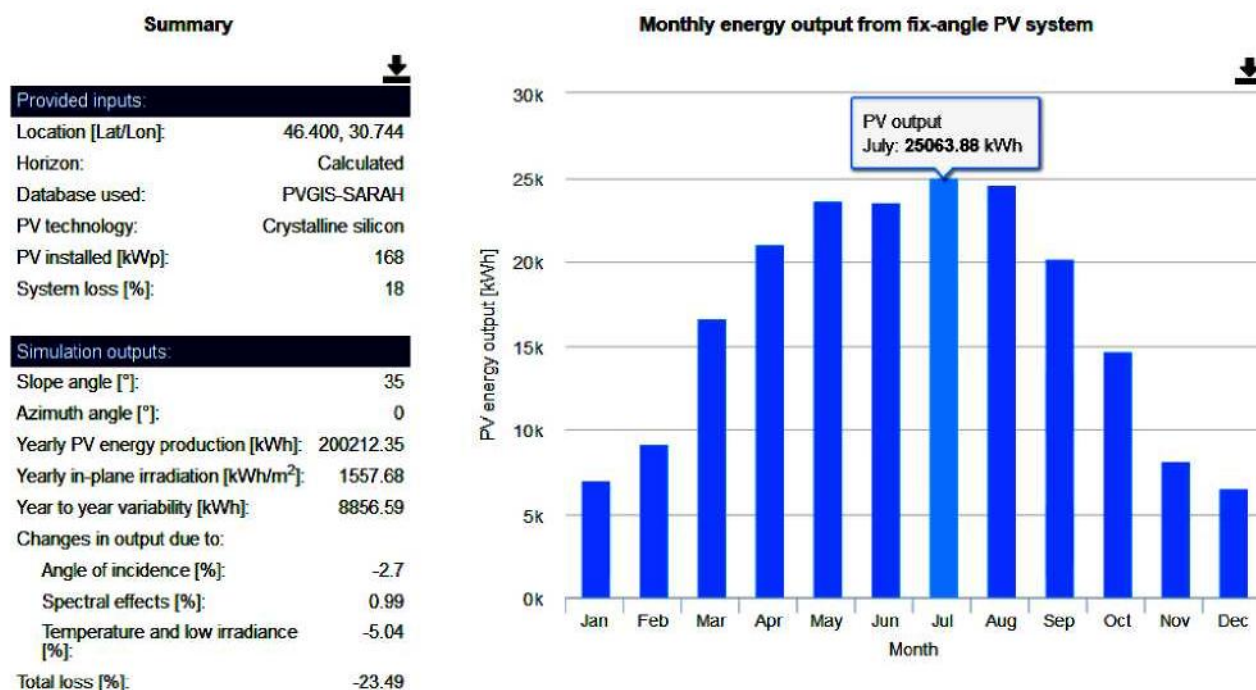


Рисунок 4.42 - Результати обчислення моделі роботи СЕС



#### **4.6.5 Розрахунок економічних показників та пропозиції щодо плану впровадження сучасних технологій енергоспоживання**

Результати розрахунків наведені у таблиці 4.43. Мінімальне добове споживання за статистичними показниками спостерігається у липні, та дорівнює 40 816 кВт/місяць. У червні - 67 580 кВт/місяць. В той же час максимальна генерація у червні за нашим розрахунком буде 27 293 кВт/міс, а за даними РНОТООУОБТАІС ОЕООКАРНІСАБ ШТОКМАіТСЖ ЗУЗТЕМ - 25063,88 кВт/міс. Тобто генерація не покриває навіть 50% в оптимальному періоді. Це означає, що продаж надлишків енергії за зеленим тарифом у цьому випадку неможливий. Можна розраховувати тільки на економію за рахунок зменшення закупівлі електроенергії у місцевій мережі.

У грудні можна очікувати при статистичному рівні споживання ПО 735 кВт/міс, генерації 5 013 кВт/міс, що становить лише 5% від потреби. При тарифі 3,24 грн/кВт з урахуванням ПДВ, річна економія складає 653 483,16 грн/рік.

Максимальна потужність станції становить 168 кВт. Враховуючи необхідність виготовлення несучої конструкції для модулів на фасаді, питому вартість можна прийняти у 950 долларів за кВт. Загальна вартість будівництва СЕС може скласти 159 600 долларів СІП А. або 3 735 000 грн. При наведеному вище розмірі річної економії, строк окупності становить менше 6 років.

Виходячи з результатів проведених досліджень можна сформулювати пропозиції щодо плану впровадження сучасних технологій енергоспоживання у Гуртожитку-2. Додатково до стандартного пакету заходів, які є обов'язковими при проведенні енергомодернізації будинків із централізованим опаленням:

Встановлення вузла комерційного обліку теплової енергії;

Встановлення або модернізація індивідуального теплового пункту;

Теплоізоляція або заміна трубопроводів систем внутрішнього тепlopостачання та гарячого водopостачання у неопалювальних приміщеннях;

Таблиця 4.43 - Деталізований розрахунок споживання електроенергії після встановлення СЕС

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середньомісячне споживання ЕЕ за даними бухгалтерії (кВт)	117 837	136 139	122 168	96 115	68 243	67 580	40 816	52 672	50 335	67 754	90 348	110 735
Середньомісячна інтенсивність сонячної радіації (кВт*ч/м2/день)	1,25	2,11	3,08	4,38	5,65	5,85	6,04	5,33	3,93	2,52	1,36	1,04
Площа панелей СЕС	864	864	864	864	864	864	864	864	864	864	864	864
Кількість днів на місяць	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
ККД панелей	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Прогнозований обсяг генерації (кВт/місяць)	6 026	9 188	14 849	20 435	27 239	27 293	29 119	25 696	18 335	12 149	6 345	5 013
Тариф на закупівлю електроенергії	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24
Сума економії на закупівлі	19	29	48	66	88	88	94	83	59	39	20	16
	525,54	769,51	110,92	210,46	255,42	431,78	347,39	256,89	408,02	363,48	558,50	245,25

Гідравлічне балансування системи опалення;

Промивання устаткування системи внутрішнього теплопостачання;

Комплекс робіт з теплоізоляції зовнішніх стін;

- Комплекс робіт з теплоізоляції покриття опалювальних та неопалювальних горищ (технічних поверхів), покриття мансардного типу та/або суміщених покриттів;

- Комплекс робіт з теплоізоляції перекриття над проїздами танеопалювальними підвалами або/та утеплення цоколя;

Заміна або ремонт зовнішніх дверей або/та облаштування тамбурів зовнішнього входу;

Заміна або ремонт блоків віконних та блоків балконних дверних у приміщеннях (місцях) загального користування будівлі;

- Заміна освітлювальних приборів на світлодіодні.

Необхідно включити до плану енергомодернізації всановлення СЕС на криші та фасаді будівлі. Після проведення енергомодернізації споживання електроенергії має скоротитися, що додатково збільшить рентабельність цього заходу та зменшить термін окупності.

Оскільки недостатній обсяг генерації знімає питання продажу електроенергії за зеленим тарифом, університет не потребує укладення договору із ліцензованим суб'єктом підприємницької діяльності, учасником ОРЕ договір про оренду території та площі будівель для ведення підприємницької діяльності з генерації сонячної електричної енергії. Також зменшуються вимоги до технологічного обладнання, що веде до зниження обсягу інвестицій.

#### **4.6.6 Висновки з проведених розрахунків проекту**

Проведене дослідження системи енергоспоживання гуртожитків Одеського державного екологічного університету. Із використанням

напрацьованої в ході виконання кафедральної наукової теми «Розробка концепції «Енергоефективний університет» для Одеського державного екологічного університету» бази технологій, та методів дослідження проведено аналіз можливостей та потенціалу енергомодернізації.

Запропоновано технологічну концепцію системи. Створено розрахункову модель, за допомогою якої промодельовано діяльність системи на протязі періоду одного року. Для більш детального проектування необхідно з початку отримати більш розширену інформацію.

По-перше необхідно забезпечити енергоаудит будинку. Такі виміри виконуються у відповідності до затверджених методик по мірі необхідності та є одноразовими. Для виконання таких вимірів обладнання можна орендувати, або навіть залучити сторонніх спеціалістів з сертифікованих вимірювальних центрів.

По-друге необхідно до розробки остаточного виду концепції енергомодернізації за період не менше року проводити виміри споживання усіх енергоносіїв на усіх об'єкті декілька разів на добу, що дозволить створити ясну картину енергоспоживання на оцінити доцільність тих чи інших мір підвищення енергоефективності. Ці ж дані ляжуть у основу економічних розрахунків для залучення інвестиційних коштів.

По-третє необхідно сформулювати детальне технічне завдання, на базі якого спеціалізована проектна організація зможе розробити детальний робочий кошторис.

Останній, та мабуть що найважливіший крок - пошук джерела фінансування, бо розрахована сума навіть на перший етап перевищує річний бюджет університету.

Однак, вже на базі тієї обмеженої інформації, яку можна отримати до проведення зазначених рекомендованих заходів, проведено оцінку експлуатаційних показників об'єкту у частині енергоспоживання, запропоновано низку заходів з підвищення енергоефективності. Окремо увага була приділена розрахунку перспектив впровадження інноваційної

технології з використання альтернативних джерел енергії - встановлення на будівлі Гуртожитку №2 сонячної електростанції. Проведено розрахунки на базі параметрів, отриманих при ознайомленні із аналогічними вже реалізованими проектами.

Розрахунки показали перспективність такого заходу. Генерація сонячної електроенергії суттєво знижує закупівлю електроенергії, особливо в період з квітня до вересня місяця. Очікуваний період окупності впровадження іновачії - 6 років, однак зараз на ринку технологій проявляється тенденція зниження вартості обладнання та підвищення його ефективності. Це означає, що на момент реалізації проекту вихідні дані можуть змінитися, що забезпечить скорочення строку окупності.

## **4.7 Розробка проекту розміщення СЕС на НЛК-2**

### **4.7.1 Обсяги споживання енергоносіїв НЛК-2**

На основі попереднього аналізу енергопотоків та сформованої загальної концепції необхідно розробити технологічну концепцію оптимального енергоспоживання із застосуванням нетрадиційних і поновлюваних енергоресурсів, інноваційних технологій і замкнених циклів для НЛК-2. Таблиці споживання електроенергії НЛК-2 та ОДЕКУ наведені у таблицях 4.44 та 4.45.

Графік роботи корпусу, велика площа вільного даху та наявність сучасних інноваційних концепцій дають можливість допустити, що перспективним буде встановлення на будівлі НЛК-2 сонячної електростанції. Необхідно провести оцінку впровадження нових технологій у напрямку споживання електроенергії. Графік споживання електроенергії за 6 років наведено на рисунку 4.43.

Таблиця 4.44 - Зведена таблиця спожив. електроен. НЛК-2 за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	17 880	16 680	16 200	13 160	6 760	9 160	14 136
2	16 840	32 000	18 160	8 960	20 120	8 240	19 216
3	14 760	15 040	12 280	12 600	18 420	12 840	14 620
4	15 840	16 080	12 040	0	12 600	0	11 312
5	12 240	9 480	9 040	0	15 360	0	9 224
6	11 440	11 120	9 440	0	12 420	0	8 884
7	10 320	9 120	8 400	0	7 720	0	7 112
8	7 480	5 880	7 480	0	5 880	0	5 344
9	8 760	7 200	6 440	0	6 680	0	5 816
10	12 920	9 120	9 920	16 160	8 720	0	11 368
11	15 160	13 520	13 840	15 000	13 560	0	14 216
12	0	16 200	16 080	18 960	105 423	0	31 333

Таблиця 4.45 - Зведена таблиця по середнім значенням споживання електроенергії за 6 років (кВт)

Місяці	НЛК-1	НЛК-2	Їдальня	СОК	Пофілакторій	Гурт-1	Гурт-2	КБО	Усього
1	24 333	14 136	13 313	6 264	2 176	70 193	117 965	3 686	252 066
2	20 869	19 216	23 882	8 256	3 752	92 515	142 870	4 745	316 106
3	22 832	14 620	22 286	6 492	2 832	86 234	122 217	4 131	281 644
4	21 199	11 312	15 768	7 416	1 912	58 769	96 115	2 378	214 869
5	27 036	9 224	13 536	11 460	2 632	59 437	68 243	1 485	193 053
6	26 263	8 884	12 010	10 172	2 056	42 259	54 064	1 061	156 769
7	20 654	7 112	10 308	8 364	2 440	24 419	32 653	534	106 483
8	16 642	5 344	8 196	5 856	3 120	21 567	42 137	1 012	103 874
9	23 298	5 816	9 348	7 992	2 656	35 319	40 268	781	125 477
10	31 405	11 368	16 728	15 012	3 224	45 777	67 754	1 434	192 701
11	32 665	14 216	20 088	11 408	3 256	64 785	90 348	2 913	239 679
12	19 169	31 333	16 596	6 840	2 572	73 908	88 588	3 656	242 661
							Усього за рік		2 425 382

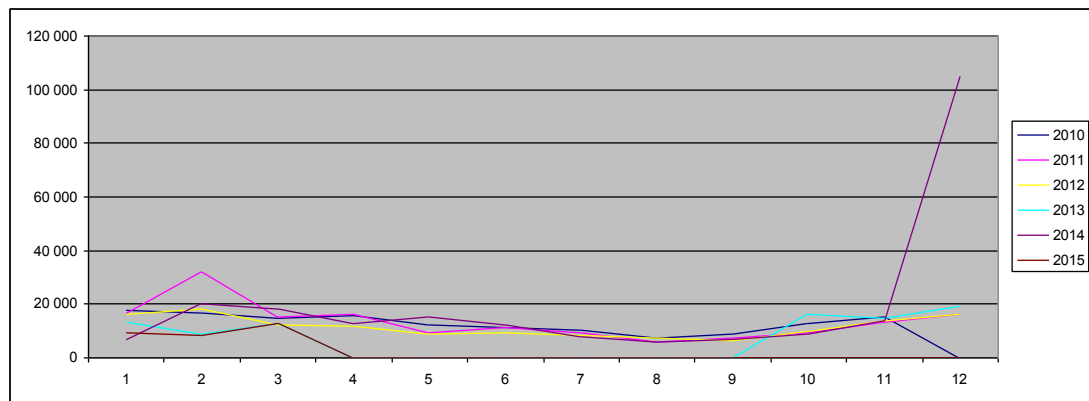


Рисунок 4.43 - Споживання електроенергії НЛК-2 за 6 років

#### 4.7.2 Технологічна концепція енергомодернізації НЛК-2

Відповідно до методики, розробленої в ході виконання наукової теми «Розробка концепції «Енергоефективний університет» для Одеського державного екологічного університету» необхідно сформулювати потенційні напрямки енергомодернізації НЛК-2 за напрямками енергоспоживання та відповідно циклам енергоспоживання на протязі року. Відповідно форм споживання енергії ці напрямки будуть наступними:

##### **Опалення приміщень:**

Подача тепла від ТЦ.

- пасивні міри – будинок новий. Кардинальних заходів для пасивного утеплення не потрібно.

- активні міри – модернізація системи централізованої вентиляції на рекуперативну, впровадження адаптивного механізму подачі тепла, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі та зниження різниці температур подаваного теплоносія й обратки, регулювання подачі теплоносія по зонах за допомогою автоматичних балансувальних клапанів залежно від різниці температур, часу доби, напрямку вітру й інших показників.

В перспективі можлива установка теплонакопичувачів та економічних локальних систем електроопалення працюючих за нічним тарифом. У підвалі будинку є пожежна ємність на 50 м куб., на базі якої можна недорого створити теплоакумулятор.

##### **Освітлення:**

- пасивні міри – заміна світильників на енергозберігаючі.

- активні міри – установка програмованих систем керування освітленням з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізації, рівня освітленості в приміщенні.

##### **Живлення електроустаткування й приладів:**

Велика площа незатіненого даху та звернена на південь стіна будинку дозволяють розмістити сонячні батареї для виробітку електрики, Це може

бути більш перспективним, якщо вдасться підключити сонячну станцію до центральної мережі та отримати пільги «зеленого тарифу» в такому випадку немає потреби у накопиченні енергії. Надлишок енергії подається у мережу по «зеленому тарифу». В періоди, коли енергії сонця не вистачає живлення відбувається від централізованої мережі. Якщо встановити додатково досить потужні електроакумулятори, то може вдасться забезпечити повністю автономне електроживлення будівлі, з використанням звичайної електричної мережі електроенергії у якості резервного каналу. Для зниження впливу добової циклічності сонячного випромінювання доцільно у комплексі із сонячними панелями встановити вітрогенератори. Наявність аномальних стаціонарних повітряних потоків між будинками дозволяє припустити позитивні перспективи застосування вітрогенераторів електрики, але питання вимагає додаткового практичного дослідження й економічної оцінки. Будинки високі із центральним розташуванням труб зливу дощових вод. Це дозволяє встановити гідротурбіну як джерело електроенергії, однак при кліматичних характеристиках Одеси очікувати швидкої окупності такого обладнання не можна.

#### **Кондиціонування приміщень:**

На поточний час централізована система клімат-контролю у будівлі відсутня. Декілька кабінетів обладнані звичайними побутовими кондиціонерами. Оскільки у будівлі встановлена централізована система приточної та виточної вентиляції те є вільні приміщення на технічному поверсі, є технічна можливість розробити та встановити систему клімат-контролю із застосуванням рекуперативних систем вентиляції, що дозволяє в жаркий період здійснювати централізований клімат-контроль, а взимку додатково підігрівати повітря у приміщеннях. Це може знизити використання локальних систем кондиціонування влітку (економія електроенергії) зменшити тепловтрати на опалення взимку (економія тепла ТЕЦ) та підвищити комфорт у приміщеннях у жаркий період року.



**ГВП:**

У будинку витрата ГВ невелика. Влітку ГВ не подається, що знижує комфорт персоналу й студентів. Узимку нагрівання йде за рахунок відбору тепла в бойлері від теплоносія ТЦ. Установка двоконтурних сонячних колекторів дозволить обходитися без відбору тепла із ТЦ дванадцять місяців на рік та забезпечить наявність ГВ у плинні всього року.

**4.7.3 Встановлення напрямку проведення розрахунків та вихідних даних**

Як було показано у попередніх розділах, розробка концепції енергомодернізації НЛК-2 є складним комплексним завданням, а його рішення є многоваріантним та залежить від багатьох факторів. В межах цієї магістерської кваліфікаційної роботи можна провести розрахунки лише частини такого комплексного проекту. За результатами попереднього аналізу встановлено, що найбільшими за обсягом напрямками споживання енергії для НЛК-2 є споживання тепла в опалювальний період та електроенергії на протязі усього року. При цьому при проведенні енергомодернізації розраховувати на значну економію в споживанні тепла на опалення не можна, а от у питанні електроспоживання є перспективи впровадження інноваційних технологій та застосування поновлюваних джерел енергії.

При впровадженні інноваційних технологій ключовим питанням звичайно є не технологічні питання а вартість та строк окупності новацій. Саме у такому ключі і необхідно виконати розрахунки. Для встановлення вихідних параметрів розрахунків необхідно оцінити наявну інформацію. У другому розділі надаються зведені дані споживання електроенергії НЛК-2 за 6 років (2010-2015 роки). На жаль отримати більш актуальну вибірку не вдалося, однак для опрацювання методики розрахунків це не має принципового значення.

Попередній аналіз даних у таблиці показує, що там відсутні дані для деяких місяців, при тому, що нульове споживання електроенергії для НЛК-2 неможливо принципово. Також показник споживання електроенергії за 12 місяць 2014 року майже у 6 разів перевищує аналогічні показники з інших років, що також невірогідно. Оскільки дані отримані з бухгалтерського обліку, можна припустити, що такі аномалії пов'язані із специфікою ведення обліку та проведення платежів і не відповідають фактичному енергоспоживанню. Для розрахунку вихідних даних, вказану таблицю необхідно нормалізувати. Дані місяців, де інформація відсутня або значно вибивається з середньостатистичного рівня можна замінити на значення, отримані від осереднення достовірних показників. Нормалізовані дані наведені у таблиці 4.46.

Таблиця 4.46 - Нормалізована зведена таблиця споживання електроенергії НЛК-2 за 6 років

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Середнє 2010-2014
1	17 880	16 680	16 200	13 160	6 760	9 160	13 307
2	16 840	32 000	18 160	8 960	20 120	8 240	17 387
3	14 760	15 040	12 280	12 600	18 420	12 840	14 323
4	15 840	16 080	12 040	14 140	12 600	14 140	14 140
5	12 240	9 480	9 040	11 530	15 360	11 530	11 530
6	11 440	11 120	9 440	11 105	12 420	11 105	11 105
7	10 320	9 120	8 400	8 890	7 720	8 890	8 890
8	7 480	5 880	7 480	6 680	5 880	6 680	6 680
9	8 760	7 200	6 440	7 270	6 680	7 270	7 270
10	12 920	9 120	9 920	16 160	8 720	11 368	11 368
11	15 160	13 520	13 840	15 000	13 560	14 216	14 216
12	17 080	16 200	16 080	18 960	17 080	17 080	17 080

Для розрахунку робочої потужності електричного обладнання корпусу необхідно встановити середню та максимальну потребу електроенергії на годину (таблиця 4.47). При розрахунку середньодобового споживання не враховується, що у вихідні дні споживання менше ніж у робочі, тому показник виходить дещо заниженим.

Таблиця 4.47 - Деталізований розрахунок споживання електроенергії (кВт)

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середньомісячне споживання												
ЕЕ	13 307	17 387	14 323	14 140	11 530	11 105	8 890	6 680	7 270	11 368	14 216	17 080
Число днів	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Середньодобове споживання	429,2	621,0	462,0	471,3	371,9	370,2	286,8	215,5	242,3	366,7	473,9	551,0
Число робочих годин	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Середньогодинне споживання	53,7	77,6	57,8	58,9	46,5	46,3	35,8	26,9	30,3	45,8	59,2	68,9

При розрахунку середньогодинного споживання не враховується що у неробочий час також споживається електроенергія, тому показник виходить дещо завищеним. В цілому можна вважати, що вплив цих двох тенденцій взаємокомпенсується.

Як видно з таблиці, найбільше споживання приходить на лютий та грудень. Таке збільшення витрат електроенергії можна пояснити широким використанням персоналом електропідігрівальних приладів внаслідок неякісної роботи централізованої системи опалення, а також зростання потреб у освітленні приміщень. Зменшення споживання у січні зумовлене тим, що у останні роки на період січня заняття не проводяться, а персонал відправляється у відпустку.

Зрозуміло, що витрати електроенергії скоротяться внаслідок модернізації системи опалення та заміни ламп системи освітлення на світлодіодні, однак можна очікувати, що середній показник погодинного електроспоживання не стане менше ніж 40 кВт на годину. Тобто, плануючи проведення енергомодернізації можна розраховувати, що середнє енергоспоживання електричної енергії у робочий час буде 40 кВт/год, та розрахункове пікове навантаження – до 100 кВт/год.

#### **4.7.4 Розробка пропозиції по конфігурації СЕС**

НЛК-2 має досить велику площу даху та в декілька раз більшу площу фасаду, зверненого на південь. Дуже сприятливими обставинами є те, що поперше південний фасад виходить на тихий провулок, а безпосередньо під ним знаходиться технічна територія, де немає руху персоналу; по-друге з іншої сторони провулку починається сектор коттеджної забудови, що виключає можливість затінення. Відстань від фасаду до провулку така, що це практично унеможливує вандалізм та розбиття сонячних панелей з хуліганських мотивів.

Знімок зверху будівлі та прилеглої території наведено на рисунку 4.44. Як видно з фото, дах розділений на три сегменти, розміром 20x18 метрів (360 м<sup>2</sup>)

кожний. Можна розраховувати, що на кожному сегменті можна встановити до 250 м<sup>2</sup> сонячних панелей або колекторів. Східний сегмент доцільно виділити під сонячні колектори системи підігріву гарячої води, оскільки на технічному поверсі є вільні приміщення для розміщення інженерних систем, а центральний та західний сегменти – під встановлення 500 м<sup>2</sup> сонячних панелей СЕС.

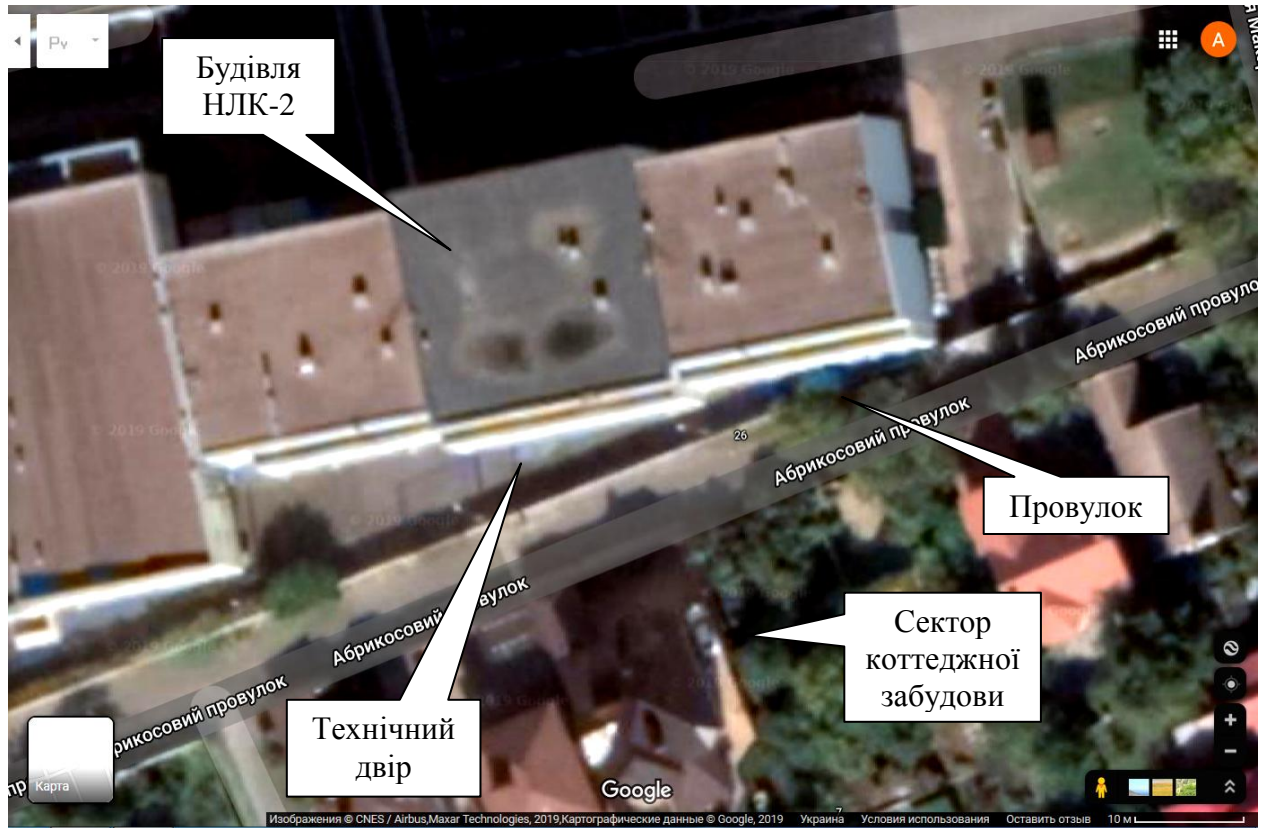


Рисунок 4.44 - Будівля НЛК-2 та прилегла територія

У розділі 2 наведені характеристики сучасних панелей ABi-Solar AB320-60M, 320 Wp, Mono. Розмір панелі складає 1650\*992\*35 мм, відповідно площа 1,64 м<sup>2</sup>. ККД 18%, потужність 320 Вт. Потужність на 1 м<sup>2</sup> дорівнює 169,2 Вт. Це означає, що максимальна потужність не буде перевищувати вказане значення, але фактична потужність буде залежати від інтенсивності сонячного випромінювання.

Потенційні можливості енергетики, заснованої на використанні сонячного випромінювання, надзвичайно великі: використання всього лише 0,0125 % цієї кількості енергії Сонця могло б забезпечити всі сьогоденні потреби світової енергетики, а використання 0.5 % - повністю покрити потреби

на перспективу. Однак потужність випромінювання змінюється у залежності від географічного положення (географічна широта) та кліматичного фактору. Середньомісячний рівень сонячної радіації у Одесі за останні 22 роки за даними НАСА наведений у таблиці 2.9.

Дані показують, що мінімальне значення складає 1,04 кВт\*ч/м<sup>2</sup>/день, а максимальне 6,04 кВт\*ч/м<sup>2</sup>/день. При ККД 18%, з одного м<sup>2</sup> сонячної панелі за добу буде отримано від 0,2 до 1,0 кВт електроенергії залежно від пори року та погодних умов. Тривалість світового дня змінюється на протязі року від 8,5 годин у грудні до 15,5 годин у червні. Якщо прийняти ефективну тривалість світового дня на 0,5 години менше, середня за годину ефективність сонячних панелей буде змінюватися від 23,5 до 72,5 Вт/год на протязі року, при піковій потужності 170 Вт/год/м<sup>2</sup>.

Потужність СЕС буде залежати від характеристик сонячних панелей, інтенсивності сонячного випромінювання та площі масиву панелей. Якщо встановити на даху сумарно 500 м<sup>2</sup> панелей (304 панелі), середньодобова продуктивність буде змінюватися від 93 до 543 кВт/добу на протязі року. Якщо порівняти із розрахованими у попередньому параграфі показниками - середнє енергоспоживання електричної енергії у робочий час 40 кВт/год, та розрахункове пікове навантаження – до 100 кВт/год, тобто середня потреба у електроенергії 320 кВт/добу, видно, що саме взимку така СЕС не буде забезпечувати потреби будівлі. Виходом може бути встановлення додаткових модулів СЕС на фасад шляхом побудови вертикальної несучої конструкції.

#### **4.7.5 Фасадні модулі СЕС**

Фасад будівлі розділений на три вертикальні секції, шириною по 20 м. висота поверхів, крім другого, 3,5 м. Висота другого поверху – 5 м. Висота цоколя 1,6 м, висота технічного поверху 2м. Відповідно і вертикальна частина СЕС може складатися з трьох фасадних модулів. Зовнішній вигляд фасаду наведений на рисунку 4.45.



Рисунок 4.45 - Зовнішній вигляд фасаду

Конструкція фасаду не розрахована на розміщення додаткового навантаження та не має кабель-каналів, у яких було б можливо прокласти лінії з'єднання панелей у єдину систему. Це означає, що необхідно буде побудувати зовнішній силовий каркас, на якому будуть закріплені сонячні панелі. Для того, щоб не порушити систему природного освітлення приміщень, необхідно узгодити розміщення панелей та вікон.

Силовий каркас та панелі можуть створити дещо схоже на вентиляований фасад. Кабельна система з'єднання панелей у такому випадку може бути розташована безпосередньо на каркасі. Ще одним неочікуваним застосуванням конструкції вертикальної СЕС може стати можливість її використання у якості пожежного виходу для виведення персоналу з небезпечної зони поза межами будівлі на будь-якому поверсі. Креслення секції фасаду та силового каркасу наведено на рисунку 4.46.

Для оптимального прийняття сонячного випромінювання панелі встановлюються під кутом 20-30 градусів від горизонталі. Як видно з креслення, на фасаді можна розмістити 8 ліній панелей, так, щоб верхня лінія не затінювала нижню та не перекривала вікна. При ширині секції фасаду 20 м та довжині панелі 1.64 м, можна встановити 12 панелей у лінії, що дає 96

панелей на одній секції фасаду, або 153 м<sup>2</sup>. На трьох секціях відповідно буде встановлено приблизно 460 м<sup>2</sup> сонячних панелей (288 панелі). Якщо провести розрахунки для сумарної площі 960 м<sup>2</sup> (592 панелей), аналогічно тим, що виконувалися для 500 м<sup>2</sup>, отримаємо середній обсяг генерації від 180 до 1040 кВт/добу на протязі року по середнім показникам та пікову потужність генерації 177 кВт на годину. Нажаль навіть при максимальній конфігурації СЕС взимку також не забезпечується середньодобова потреба у 320 кВт/добу, однак різниця значно скоротилася.

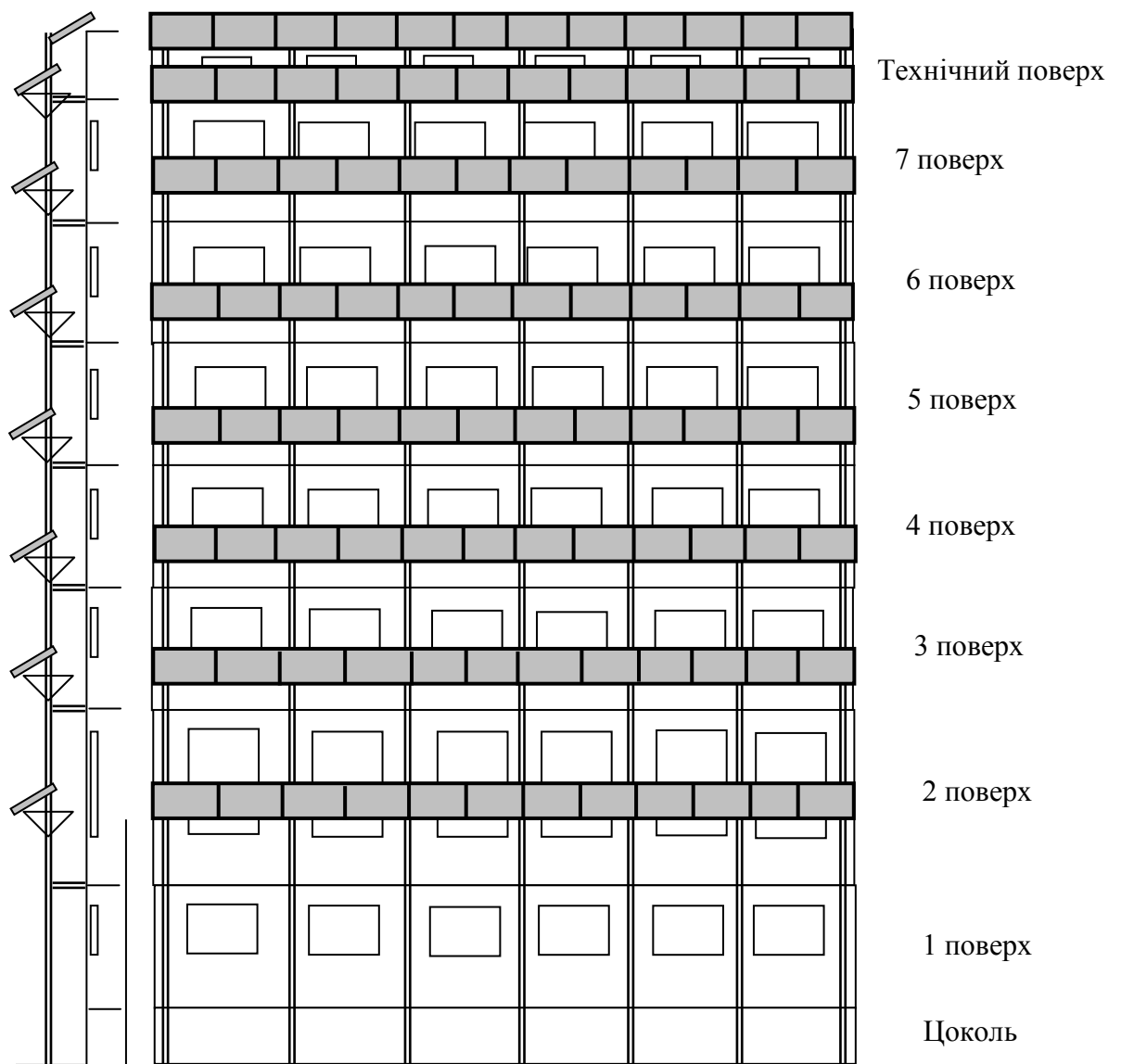


Рисунок 4.46 - Креслення секції фасаду та силового каркасу

Як видно на кресленні, несуча конструкція складається з 7 вертикальних колон, на яких монтуються легкі горизонтальні наклонні під кутом 20 градусів



до горизонталі опорні площадки. На трикутних елементах жорсткості формується з зовнішньої сторони колон нижня опорна полоса для закріплення фотопанелей. З внутрішньої сторони між колонами та стіною монтуються технологічні помости для періодичного обслуговування та очищення панелей. Такі помости проходять під підвіконням на усіх поверхах з другого до сьомого та можуть виконувати функції пожежних рятувальних сходів.

Ще одним ІНТЕРНЕТ-ресурсом для проведення розрахунку енергетичного потенціалу СЕС є міжнародний портал <https://re.jrc.ec.europa.eu>. Калькулятор розміщено за посиланням [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html). Програма видає прогнозний обсяг генерації на місяць. Для порівняння результатів розрахуємо спочатку обсяг місячної генерації для грудня та для червня по вже застосованій методиці. Кількість днів у місяці становить 31 та 30 відповідно, отже виходить місячний обсяг генерації у грудні 5 580 кВт/міс, а у червні 31 200 кВт/міс.

Вихідні дані для розрахунку наведені на рисунку 4.47

**PERFORMANCE OFF GRID-CONNECTED PV**

Solar radiation database\* PVGIS-SARAH

PV technology\* Crystalline silicon

Installed peak PV power [kWp]\* 177

System loss [%]\* 10

**Fixed mounting options**

Mounting position\* Building integrated

Slope [°]\* 30

Azimuth [°]\* 0

Optimize slope

Optimize slope and azimuth

Рисунок 4.47 - Вихідні дані для розрахунку

Результати моделювання наведені на графіку на рисунку 4.48. Розбіжність максимального та мінімального значення дещо менша, ніж у виконаному вище розрахунку, але у цілому порядок величин збігається.

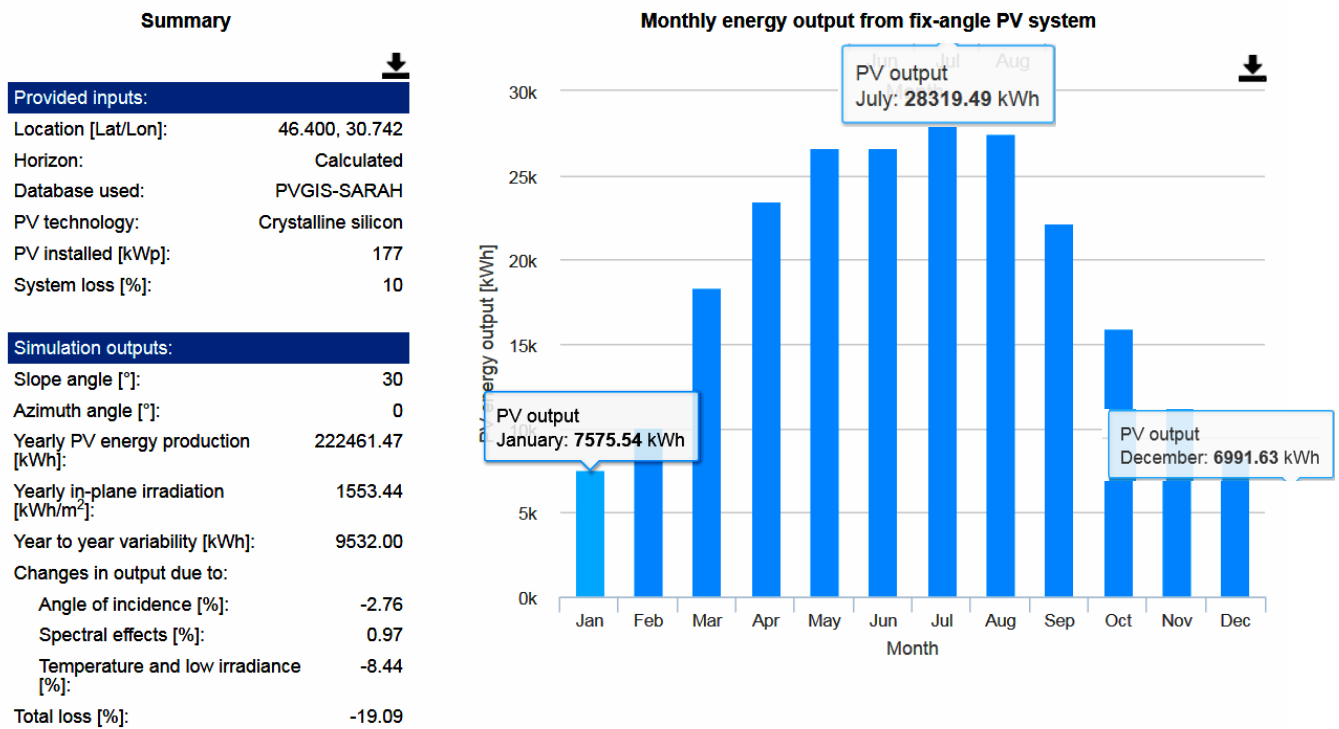


Рис. 4.48. Результати обчислення моделі роботи СЕС

#### 4.7.6 Розрахунок економічних показників та пропозиції щодо плану впровадження сучасних технологій енергоспоживання

Схема розрахунку економічних показників виходить досить складною. По-перше сонячна енергія дозволяє знизити обсяг закупівлі електроенергії з мережі. По-друге надлишок генерації буде передаватися до мережі за зеленим тарифом. Надлишок генерації буде максимальним у літній період, а також по вихідним та святковим дням на протязі всього року. Тобто 2/7 місячної генерації генерації не будуть споживатися у будівлі НЛК-2 а будуть продаватися за зеленим тарифом. Залишок необхідно відняти від місячної потреби будівлі в електроенергії, і якщо результат буде від'ємним – ця кількість буде продаватися за зеленим тарифом. Якщо позитивним – ця кількість буде докупатися з мережі. Результати розрахунків наведені у таблиці 4.48. Сумарна річна економія складає 901 729,42 грн/рік.

Таблиця 4.48 - Деталізований розрахунок споживання електроенергії після встановлення СЕС

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середньомісячне споживання ЕЕ за даними бухгалтерії (кВт)	13 307	17 387	14 323	14 140	11 530	11 105	8 890	6 680	7 270	11 368	14 216	17 080
Середньомісячна інтенсивність сонячної радіації (кВт*ч/м2/день)	1,25	2,11	3,08	4,38	5,65	5,85	6,04	5,33	3,93	2,52	1,36	1,04
Площа панелей СЕС	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960	960
Кількість днів на місяць	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
ККД панелей	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Прогнозований обсяг генерації (кВт)	6	10	16	22	30	30	32	28	20	13	7	5
Продаж 2/7 по зеленому тарифу за рахунок вихідних днів	696,00	209,02	498,94	705,92	265,92	326,40	355,07	551,74	373,12	499,14	050,24	571,07
Залишок енергії для власного використання	1	2	4	6	8	8	9	8	5	3	2	1
Різниця між споживанням та генерацією	913,14	916,86	713,98	487,41	647,41	664,69	244,31	157,64	820,89	856,90	014,35	591,73
Економія енергії для власного споживання	4	7	11	16	21	21	23	20	14	9	5	3
Продаж енергії за зеленим тарифом	782,86	292,16	784,96	218,51	618,51	661,71	110,77	394,10	552,23	642,24	035,89	979,34
Тариф на закупівлю електроенергії Зелений тариф на 2020 рік	8	10	2	-2	-10	-10	-14	-13	-7	1	9	13
Сума економії на закупівлі	524,14	094,84	538,04	078,51	088,51	556,71	220,77	714,10	282,23	725,76	180,11	100,66
Отримано за зеленим тарифом	4	7	11	14	11	11	8	6	7	9	5	3
Сумарний дохід	782,86	292,16	784,96	140,00	530,00	105,00	890,00	680,00	270,00	642,24	035,89	979,34
	1	2	4	8	18	19	23	21	13	3	2	1
	913,14	916,86	713,98	565,92	735,92	221,40	465,07	871,74	103,12	856,90	014,35	591,73
	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24
	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68
	15	23	38	45	37	35	28	21	23	31	16	12
	496,46	626,60	183,27	813,60	357,20	980,20	803,60	643,20	554,80	240,86	316,27	893,05
	8	13	22	40	87	89	109	102	61	18	9	7
	953,51	650,92	061,45	088,51	684,11	956,15	816,54	359,76	322,60	050,27	427,18	449,32
	24	37	60	85	125	125	138	124	84	49	25	20
	449,97	277,52	244,72	902,11	041,31	936,35	620,14	002,96	877,40	291,13	743,45	342,37

Максимальна потужність станції становить 177 кВт. Враховуючи необхідність виготовлення несучої конструкції для модулів на фасаді, питому вартість можна прийняти у 1000 долларів за кВт. Загальна вартість будівництва СЕС може скласти 177 000 долларів США, або 4 159 500 грн. При розмірі річного доходу 901 729,42 грн/рік, строк окупності становить до 5 років.

Виходячи з результатів проведених досліджень можна сформулювати пропозиції щодо плану впровадження сучасних технологій енергоспоживання у НЛК-2. Додатково до стандартного пакету заходів, які є обов'язковими при проведенні енергомодернізації будинків із централізованим опаленням:

- Встановлення вузла комерційного обліку теплової енергії;
- Встановлення або модернізація індивідуального теплового пункту;
- Теплоізоляція або заміна трубопроводів систем внутрішнього тепlopостачання та гарячого водopостачання у неопалювальних приміщеннях;
- Гідравлічне балансування системи опалення;
- Промивання устаткування системи внутрішнього тепlopостачання;
- Комплекс робіт з теплоізоляції зовнішніх стін;
- Комплекс робіт з теплоізоляції покриття опалювальних та неопалювальних горищ (технічних поверхів), покриття мансардного типу та/або суміщених покриттів;
- Комплекс робіт з теплоізоляції перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами або/та утеплення цоколя;
- Заміна або ремонт зовнішніх дверей або/та облаштування тамбурів зовнішнього входу;
- Заміна або ремонт блоків віконних та блоків балконних дверних у приміщеннях (місцях) загального користування будівлі;
- Заміна освітлювальних приборів на світлодіодні.

Необхідно включити до плану енергоможернізації встановлення СЕС на криші та фасаді будівлі. Після проведення енергомодернізації споживання електроенергії має скоротитися, що додатково збільшить рентабельність цього заходу та зменшить термін окупності. Ще одним важливим питанням є дотримання вимог діючого законодавства при виробництві та продажу електроенергії за зеленим тарифом. Відповідно до Умов та Правил здійснення підприємницької діяльності з виробництва електричної енергії, затверджених постановою НКРЕ від 08.02.1996 № 3, виробляти та продавати електроенергію за «зеленим» тарифом можуть лише суб'єкти підприємницької діяльності (приватні підприємці або підприємства). Також, згідно із Законом України «Про електроенергетику», виробництво електроенергії з відновлюваних джерел енергії підлягає ліцензуванню. Відповідно до Порядку встановлення, перегляду та припинення дії "зеленого" тарифу на електричну енергію для суб'єктів господарської діяльності та приватних домогосподарств, затвердженого постановою НКРЕКП від 02.11.2012 № 1421 (зі змінами) встановлення «зеленого» тарифу здійснюється лише для тих суб'єктів господарювання, які отримали ліцензію на виробництво електроенергії. Порядок видачі ліцензії на виробництво електроенергії з відновлюваних джерел енергії встановлюється Законом України «Про ліцензування видів господарської діяльності». Перелік документів, які подаються для одержання ліцензії, визначено Статтею 11 зазначеного закону.

Відповідно до Договору ОРЕ, ДП «Енергоринок» як оптовий постачальник повинен забезпечити закупівлю електроенергії у виробників електроенергії в межах Договору ОРЕ (оптовий ринок електроенергії) і двосторонніх договорів з виробниками електроенергії. Такі двосторонні угоди можуть бути укладені тільки з виробниками електроенергії, які є членами ОРЕ. Таким чином, кожен виробник електроенергії з альтернативних джерел повинен отримати позитивне рішення Ради ОРЕ про його вступ в ОРЕ. Після отримання позитивного рішення постачальник

електроенергії може стати членом ОРЕ і підписати угоду про членство. Тільки ліцензовані виробники електроенергії можуть подавати заяву на членство в ОРЕ. «Зелений» тариф не встановлюється автоматично після введення в експлуатацію електростанції або навіть після укладення договору на продаж електроенергії з ДП «Енергоринок». Крім того, на встановлення «зеленого» тарифу мають право тільки електростанції, що були введені в експлуатацію та підключені до енергосистеми. Нарешті, тільки ліцензовані виробники електроенергії можуть клопотати про встановлення «зеленого» тарифу.

Всі показані вище питання дуже складні, крім того, університет не є суб'єктом підприємницької діяльності, тому для забезпечення продажу надлишків енергії за зеленим тарифом ОДЕКУ буде необхідно укласти договір із ліцензованим суб'єктом підприємницької діяльності, учасником ОРЕ договір про оренду території та площі будівель для ведення підприємницької діяльності з генерації сонячної електричної енергії.

Іншим виходом може стати підключення до мережі СЕС інших споживачів у межах університету – НЛК-1 та Спортивного комплексу. У такому випадку, коли СЕС генерує велику кількість енергії – ця енергія все рівно цілком іде на потреби університету та продажі за зеленим тарифом немає. Таке рішення суттєво спрощує організаційний компонент впровадження проекту, та дещо знижає вимоги до обладнання, оскільки зникає потреба узгодження параметрів енергії, яку генерує СЕС та параметрів локальної мережі електропостачання. З іншого боку економія від переходу на електроенергію власного виробництва нижча, ніж дохід від продажу енергії за зеленим тарифом, отже така ситуація веде до зниження загальної рентабельності проекту та зростання строку окупності.

Оцінити сукупний результат впливу вказаних протилежних тенденцій можна тільки для конкретного проекту. На базі загальних даних це неможливо.

#### 4.7.7 Висновки з проведених розрахунків проекту

Проведене дослідження системи енергоспоживання Одеського державного екологічного університету в цілому, та зокрема НЛК-2. Із використанням напрацьованої в ході виконання кафедральної наукової теми «Розробка концепції «Енергоефективний університет» для Одеського державного екологічного університету» бази технологій, бази даних з енергоспоживання та методів дослідження, проведено аналіз можливостей та потенціалу енергомодернізації НЛК-2. Встановлено, що одним з найбільш перспективних заходів при проведенні енергомодернізації цієї будівлі може стати розміщення на даху та на південному фасаді сонячної електростанції із піковою потужністю 177 кВт.

Запропоновано компоновочне рішення та технологічну концепцію системи. На основі опрацювання досвіду встановлення аналогічних СЕС в Одеському регіоні проведено розрахунки, які показали перспективність впровадження такої інноваційної системи. СЕС може бути виконана у складі до 5 секцій. Дві по 250 м<sup>2</sup> на двох з трьох сегментів горизонтального даху будівлі та до трьох секцій по 153 м<sup>2</sup> – на трьох сегментах південного фасаду будівлі. Якщо СЕС буде побудована у максимальній конфігурації, її потужність буде забезпечувати потребу у енергії повністю 6 місяців на рік. У ті місяці, коли інтенсивність сонячного випромінювання зменшується дефіцит електроенергії покривається за рахунок закупівлі з місцевої електромережі.

Враховуючи нестабільність надходження випромінювання від сонця та залежність потужності генерації СЕС від погодних умов, необхідність відбору енергії від місцевої мережі може виникати у ліьому місяці року. У ті періоди, коли генерація перевищує власні потреби її надлишок продається у місцеву мережу по зеленому тарифу. У розрахунках використовувалося знижене значення зеленого тарифу, яке очікується у 2020 році.

Орієнтовна вартість СЕС, разом з витратами на монтаж та запуск, встановлена по методжу аналогів, виходячи з розцінки 1000 дол США за 1 кВт СЕС, та прийнята на рівні 4 159 500 грн. Очікуваний річний прибуток складається:

- з економії енергоспоживання за рахунок заміщення енергії, яка зараз закупається з електромережі на електроенергію сонячної генерації;
- з продажу надлишков енергії, та енергії, яка генерується у вихідні та святкові дні.


Обсяг очікуваного річного прибутку оцінюється у 901 729,42 грн/рік, що забезпечує строк окупності менше 5 років. За таких умов можна рекомендувати включити заходи по встановленню такої СЕС до плану енергомодернізації будівлі. По іншим видам енергії будівля є стандартною, тобто план енергомодернізації формується відповідно до затверджених методик.

Оскільки існують суттєві обмеження на продаж надлишків генерації електроенергії із поновлюваних джерел, сам університет не може укласти відповідні договори та продавати надлишки електроенергії за зеленим тарифом, тому при проведенні такого варіанту енергомодернізації обов'язковою умовою буде залучення суб'єкта підприємницької діяльності на умовах заключення договору оренду території та площі будівель та постачання ОДЕКУ електроенергії. Якщо біде прийняте рішення що процедура залучення партнера, який має право продавати енергію за зеленим тарифом занадто складна – можна весь обсяг генерації витратити на енергопостачання різних об'єктів університетського містечка ОДЕКУ. Потреба у електроенергії містечка в цілому настільки велика, що навіть у пікові періоди максимуму генерації, ця потреба буде задовольнятися лише частково.



УДК 620.9:697.31  
№ держреєстрації 0116 U002042

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
(ОДЕКУ)  
м. Одеса, вул. Львівська, 15  
тел. (0482) 32-67-35

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з НР  
д-р. геогр. наук., проф.  
Тучковенко Ю.С.  
«» 2020р.

**ЗВІТ**  
**ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**  
**«Розробка концепції «Енергоефективний університет» для**  
**Одеського державного екологічного університету»**  
(фінальний)  
Частина 3

Керівник НДР, відповідальний виконавець  
Зав. лаб ІСМ кафедри публічного управління  
та менеджменту природоохоронної діяльності  
ст. викладач.

 О.С.Чернишов

2020

Рукопис закінчено 11 грудня 2020 р.

Результати цієї роботи розглянуто на засіданні Науково-технічної ради ОДЕКУ,  
Протокол № 7 від 22.12.2020 р.

## ЗМІСТ

### ЧАСТИНА 3

ЗМІСТ	362
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ОДЕКУ ТА ФОРМУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЇ	364
5.1 Динаміка енергоспоживання в межах річного циклу	364
5.1.1 Холодний період	364
5.1.2 Жаркий період	367
5.1.3 Перехідні періоди	370
5.2 Формування концепції енергомодернізації	372
5.3 Розробка технологічної концепції оптимального енергоспоживання	375
5.3.1 Технологічна концепція енергомодернізації НЛК-1	375
5.3.2 Технологічна концепція енергомодернізації НЛК-2	377
5.3.3 Технологічна концепція енергомодернізації ІДАЛЬНЯ	378
5.3.4 Технологічна концепція енергомодернізації ПРОФІЛАКТОРІЙ	380
5.3.5 Технологічна концепція енергомодернізації СОК	382
5.3.6 Технологічна концепція енергомодернізації ГУРТОЖИТОК 1 та 2	383
5.3.7 Технологічні аспекти концепції енергомодернізації ОДЕКУ	385
РОЗДІЛ 6. ПРОЕКТ «ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»	388
6.1 Завдання проекту	388
6.2 Стратегічні напрямки	392
6.3 Етапи реалізації та джерела фінансування проекту	394
6.4 Пропозиції щодо системи моніторингу споживання енергоносіїв	397
6.5 План дій по створенню системи моніторингу та впровадженню проекту «Енергоефективний університет»	400
РОЗДІЛ 7. МІЖНАРОДНА СПІВПРАЦЯ У НАПРЯМКУ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ У ГАЛУЗІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	402
7.1. Проект із партнером «Баварський дім Одеса»	402
7.2. Проект ГІЗ	405
РОЗДІЛ 8. ШЛЯХИ ФІНАНСУВАННЯ ПРОЕКТІВ ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЇ В УКРАЇНІ ТА АНАЛІЗ СТАНУ ЗАКОНОДАВЧОЇ БАЗИ УКРАЇНИ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЕКТІВ У СФЕРІ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ	408
8.1. Перспективи та алгоритм застосування механізму ЕСКО-контрактів для фінансування енергомодернізації будівель ОДЕКУ	411
8.1.1. Огляд стану енергоспоживання в Україні в сфері ЖКГ та бюджетних установ	412
8.1.2. ЕСКО. Основні визначення та поняття	415

8.1.3. Сфера діяльності енергосервісних компаній та наявні ризики	419
8.1.4. Ризики що несе енергосервісна компанія	420
8.1.5. Ризики, що несе замовник	423
8.1.6. Важливі аспекти укладання енергосервісних договорів	424
8.1.7. Бізнес-моделі енергосервісних контрактів	425
8.1.8. Моделі енергосервісних перфоманс контрактів	431
8.1.9. Правові основи діяльності ЕСКО	442
8.1.10. Проблеми укладання Енергосервісних договорів в бюджетних установах	445
8.1.11. Досвід діяльності ЕСКО в Україні	453
8.1.12 Програма Держенергоефективності для бюджетних установ	458
8.1.13 Виконання енергосервісних договорів та реалізація заходів енергозбереження	465
8.2. Розробка пропозицій щодо підготовки ЕСКО-контракту для енергомодернізації ОДЕКУ	471
8.3. Оцінка можливості заключення ЕСКО-контракту для енергомодернізації будівель ОДЕКУ	482
<b>РОЗДІЛ 9. ЗАКОНОДАВЧА БАЗА УКРАЇНИ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЕКТІВ У СФЕРІ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ</b>	486
<b>ВИСНОВКИ</b>	493
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b>	496
<b>ДОДАТКИ</b>	502
Додаток А. Договір про співпрацю із громадською організацією «Баварський дім Одеса»	503
Додаток Б. Пропозиція БД щодо структури енергетичного Атласу Одеської області	508
Додаток В. Пропозиція від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг	513
Додаток Г. Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг	519
Додаток Д. План БД реалізації спільного проекту ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг	531
Додаток Ж. Університети України – ключові суб'єкти підготовки висококваліфікованих енергоаудиторів для Фонду енергоефективності	532
Додаток К. ПРОГРАМА ТРЕНІНГУ	533
Додаток Л. Наказ про створення атестаційної комісії ОДЕКУ	538
Додаток М. РОБОЧА ПРОГРАМА Курсів підготовки Фахівців із сертифікації енергетичної ефективності будівель та споруд	539

## РОЗДІЛ 5

### АНАЛІЗ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ОДЕКУ ТА ФОРМУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ ЕНЕРГОМОДЕРНІЗАЦІЇ

#### 5.1 Динаміка енергоспоживання в межах річного циклу

Динаміка енергоспоживання розглядається відповідно запропонованого у цій науковій роботі методу циклів. У першу чергу інтерес представляє вивчення зміни енергоспоживання в плинні року. Тут можна виділити три типових періоди споживання.

Холодний період (опалювальний сезон)

Жаркий період (надлишок тепла)

Перехідні періоди (весна й осінь)

##### 5.1.1 Холодний період

###### *Споживання електроенергії:*

- освітлення приміщень (кабінетів, аудиторій і коридорів) - з 9 до 18 годин;
- освітлення території - з 5 до 10 і з 17 до 23 годин;
- освітлення кімнат у гуртожитках - з 7 до 9 і з 16 до 24 годин;
- забезпечення електроживлення побутової й офісної техніки в Комплексі 1 (в основному з 9 до 18 годин);
- забезпечення електроживлення побутової й офісної техніки в Комплексі 2 (в основному з 7 до 10 годин і з 14 до 24 годин);

- живлення систем сигналізації, відеоспостереження, аварійного освітлення, автоматичного пожежогасіння, локальної інформаційної мережі, внутрішньої АТС, сервера Інтернет і т.д. - цілодобово;

- робота електроплит (гуртожитку) і побутових опалювальних приладів - з 7 до 10 годин і з 14 до 24 годин;

- живлення побутових електробойлерів для підігріву води (готель, гуртожитки) - цілодобово;

- живлення електричних промислових систем підігріву води при централізованому гарячому водопостачанні й промислових електроплитах (їдальня) - з 7 до 19;

- живлення централізованих систем вентиляції й кондиціонування будинків - цілодобово;

- електроживлення ліфтів (гуртожитку, УЛК 2), підйомників (УЛК 2) - цілодобово;

- електроживлення насосів систем опалення й водопостачання - цілодобово.

#### ***Споживання природного газу:***

- газова котельня для центрального опалення й гарячого водопостачання гуртожитків і КБО - цілодобово;

#### ***Споживання тепла від ТЦ:***

- у системах центрального опалення й гарячого водопостачання УЛК1, УЛК2, спорткомплекс, їдальня, профілакторій - цілодобово;

Загальна характеристика енергопотоків наступна:

***Споживання.*** Основним напрямком є опалення будинків (від усіх використовуваних енергоносіїв, на всіх рівнях - починаючи від системи централізованого теплопостачання й закінчуючи побутовими електрокалориферами). Отримане тепло розсіюється в навколишнє середовище - тепловтрати. На другому місці стоїть освітлення, на третьому - побутова й офісна техніка. Вся спожита енергія розсіюється в навколишнє середовище у формі світла й тепла. У гуртожитках істотна складова витрати

тепла пов'язана із ГВП. Через високу витрату гарячої води в періоди пікового споживання спостерігається істотне зниження експлуатаційних характеристик подаваної гарячої води в цей час. Не забезпечується нормативне значення температури 60 градусів. Енергія, витрачена на ГВП уходить з каналізаційними стоками.

**Альтернативні джерела енергії.** Сонячна енергія взимку поблизу мінімуму. Вітрова енергія поблизу максимуму стабільно. Є стабільні низькопотенційні середовища - холодна вода в системі подачі води й холодне повітря, які можна використати для холодильників систем рекуперації енергії. Для одержання тепла можна спалювати паливні пелети або інше альтернативне паливо, для опалення будинку ідальні таке встаткування особливо перспективно, якщо використати його для спалювання горючого сміття - відходи дерева зі столярної майстерні, картонні впакування, піддони, ящики й т.д. Ще альтернативних джерела теплової енергії пов'язані із застосуванням теплових насосів. Перше дозволяє одержати тепло від минаючого повз територію університету магістрального каналізаційного колектора. Є технологія установки проточного теплообмінника й відбору тепла. Другий - зняття додаткового тепла із труби обратки ТЦ. Оскільки фактично цей теплоносій завжди приходить назад на ТЕС із низькою температурою через втрати на магістралях, відбір частини тепла при скиданні теплоносія в обратку магістралі ніяк не позначиться на його характеристиках на уведенні в ТЕС. Це тепло може використатися для догрєва теплоносія в системі, опалення окремих об'єктів або ГВП. Одержання електроенергії можливо за рахунок ветрогенераторов.

**Втрати енергії.** Основний канал втрат енергії - втрати опалювального тепла через теплоізоляцію будинків, системи вентиляції й при провітрюванні через вікна. Другий канал - через каналізаційну систему з побутовими стоками. Отже, перспективне застосування систем утилізації ВЕР для повернення енергії в систему (рекуперативна централізована вентиляція,

теплові насоси). Пасивне поліпшення теплоізоляції будинків також істотно знижує втрати.

**Надлишок енергії.** Відсутній. Тому всі системи утилізації енерговитрат і одержання додаткової енергії можна націлити на виробіток тепла для опалення з метою зменшення його закупівель.

**Використання інноваційних технологій.** Рекуперативні системи централізованої вентиляції - компенсація втрат через систему вентиляції. Теплові насоси для відбору тепла від магістрального каналізаційного колектора, каналізаційних стоків будинків, обратки ТЦ для потреб опалення й ГВС. Сонячні колектори для забезпечення ГВП. Вітрові генератори електрики. Котли на паливних пелетах і смітті для ГВП. У високих будинках із внутрішнім водостоком з даху можна використати невеликі гідротурбіни для генерації електрики. Застосування теплоаккумуляторів для накопичення тепла. Застосування двигунів Стірлінга для генерації електроенергії. Використання адаптивних алгоритмів подачі тепла для опалення й ГВП. Використання прогнозних моделей, що враховують характеристики інерційності об'єктів і майбутні зміни навколишнього середовища.

### 5.1.2 Жаркий період

#### **Споживання електроенергії:**

- освітлення приміщень (кабінетів, аудиторій і коридорів) - небагато;
- освітлення території - з 20 до 23 годин;
- освітлення кімнат у гуртожитках - з 17 до 24 годин;
- забезпечення електроживлення побутовий й офісної техніки в Комплексі 1 (в основному з 9 до 18 годин);
- забезпечення електроживлення побутовий й офісної техніки в Комплексі 2 (в основному з 7 до 10 годин і з 14 до 24 годин);

- живлення систем сигналізації, відеоспостереження, аварійного освітлення, автоматичного пожежогасіння, локальної інформаційної мережі, внутрішньої АТС, сервера Інтернет і т.д. - цілодобово;

- робота електроплит (гуртожитку) і побутових опалювальних приладів - з 7 до 10 годин і з 14 до 24 годин;

- живлення побутових електробойлерів для підігріву води (готель, гуртожитки) - цілодобово;

- живлення електричних промислових систем підігріву води при централізованому гарячому водопостачанні (їдальня) - з 7 до 19;

- живлення централізованих систем вентиляції й кондиціонування будинків - цілодобово;

- електроживлення ліфтів (гуртожитку, УЛК 2), підйомників (УЛК 2) - цілодобово;

- електроживлення насосів систем опалення й водопостачання - - тільки подача води - цілодобово.

#### ***Споживання природного газу:***

- газова котельня для центрального опалення й гарячого водопостачання гуртожитків і КБО - тільки гаряче водопостачання гуртожитків - є періоди зупинки котельні (на кілька тижнів), у період яких ГВП гуртожитків припиняється. У періоди роботи - ГВП цілодобово;

#### ***Споживання тепла від ТЦ (теплоносій - гаряча вода або перегріта пара):***

- у системах центрального опалення й гарячого водопостачання УЛК1, УЛК2, спорткомплекс, їдальня, профілакторій - поза опалювальним сезоном споживання немає;

Загальна характеристика енергопотоків наступна:

***Споживання.*** основним напрямком є споживання електрики для живлення побутові й офісної техніки. На другому місці стоїть кондиціонування приміщень і на третьому - освітлення. У результаті енергія переходить у форму світла й тепла й розсіюється в навколишнє середовище.



**Альтернативні джерела енергії.** Сонячна енергія поблизу максимуму, стабільно. Вітрова енергія поблизу мінімуму, нестабільно. Можливість використати різницю тисків з освітленої й тіньової сторони будинку. Тобто можна використати сонячну енергію для виробітку тепла на ГВП й електроенергії. Робота котла на пелетах і смітті також може забезпечити ГВП. Відбір тепла від магістрального каналізаційного колектора й системи каналізаційних стоків будинків можливий, але необхідно забезпечити охолодження холодильника системи.

**Втрати енергії.** Основний канал втрат енергії - втрати тепла, що відводить від систем кондиціонування, холодильників. Відносно невеликі.

**Надлишок енергії.** Надлишок тепла в приміщеннях і на теплообмінниках систем кондиціонування й холодильниках. Надлишок сонячної енергії. При використанні централізованих систем вентиляції й перетворювачів тепла в холод вирішується завдання економічного кондиціонування будинків. Двигуни Стирлінга дозволяють перетворити надлишок низькопотенційного тепла в рух й електрику. Пасивне поліпшення теплоізоляції будинків знижує приплив зовнішнього тепла й поліпшує тепловий баланс. Оскільки є істотний надлишок теплової енергії доцільно всі системи утилізації енерговтрат націлити на збір теплової енергії і її повернення в систему ГВП і кондиціонування щоб знизити споживання газу й електрики, що витрачають на ці цілі.

**Використання інноваційних технологій.** Рекуперативні системи централізованої вентиляції - відбір тепла для генерації холоду, ГВП або накопичення в теплоаккумуляторі. Теплові насоси для кондиціонування будинків. Сонячні колектори для забезпечення ГВП. Сонячні батареї для генерації електроенергії. Вітрові генератори електрики. Казани на паливних пелетах і смітті для ГВП. У високих будинках із внутрішнім водостоком з даху можна використати невеликі гідротурбіни для генерації електрики. Застосування теплоаккумуляторів для накопичення тепла. Застосування двигунів Стирлінга для генерації електроенергії.

### 5.1.3 Перехідні періоди

#### *Споживання електроенергії:*

- освітлення приміщень (кабінетів, аудиторій і коридорів) - з 16 до 18;
- освітлення території - з 18 до 23 годин;
- освітлення кімнат у гуртожитках - з 16 до 24 годин;
- забезпечення електроживлення побутової й офісної техніки в Комплексі 1 (в основному з 9 до 18 годин);
- забезпечення електроживлення побутової й офісної техніки в Комплексі 2 (в основному з 7 до 10 годин і з 14 до 24 годин);
- живлення систем сигналізації, відеоспостереження, аварійного освітлення, автоматичного пожежогасіння, локальної інформаційної мережі, внутрішньої АТС, сервера Інтернет і т.д. - цілодобово;
- робота електроплит (гуртожитку) і побутових опалювальних приладів - з 7 до 10 годин і з 14 до 24 годин;
- живлення побутових електробойлерів для підігріву води (готель, гуртожитки) - цілодобово;
- живлення промислових електроплит й електричних промислових систем підігріву води при централізованому гарячому водопостачанні (їдальня) - з 7 до 17;
- живлення централізованих систем вентиляції й кондиціонування будинків - цілодобово;
- електроживлення ліфтів (гуртожитку, УЛК 2), підйомників (УЛК 2) - цілодобово;
- електроживлення насосів систем опалення й водопостачання - тільки подача води - цілодобово.

#### *Споживання природного газу:*

- газова котельня для центрального опалення й гарячого водопостачання гуртожитків і КБО - тільки гаряче водопостачання гуртожитків - цілодобово;

**Споживання тепла від ТЦ** (теплоносій - гаряча вода або перегріта пара):

- у системах центрального опалення й гарячого водопостачання УЛК1, УЛК2, спорткомплекс, їдальня, профілакторій - немає;

Загальна характеристика енергопотоків наступна:

**Споживання.** основним напрямком використання енергії є електрика для живлення побутові й офісної техніки. На другому місці стоїть освітлення. У результаті енергія переходить у форму світла й тепла й розсіюється в навколишнє середовище.

**Альтернативні джерела енергії.** Сонячна енергія середня, нестабільно. Вітрова енергія, нестабільно. Відбір тепла від магістрального каналізаційного колектора й системи каналізаційних стоків будинків можливий. Робота котла на пелетах і смітті може забезпечити ГВП.

**Втрати енергії.** В основному мають нестабільний характер. Важко поєднуються в потік, який дозволяє утилізацію. Основні канали втрат енергії - втрати гарячої води з каналізаційними стоками, втрати тепла із приміщень, розсіювання тепла на теплообмінниках холодильників. Вплив пасивної теплоізоляції незначний.

**Надлишок енергії.** Надлишок тепла на теплообмінниках систем кондиціонування й холодильниках. Тепло в приміщеннях буває як у надлишку, так й у дефіциті. Вплив пасивної теплоізоляції незначний. Оптимально використання систем, що акумулюють, що дозволяє накопичувати енергію коли вона в надлишку й витратити при недоліку.

**Використання інноваційних технологій.** Рекуперативні системи централізованої вентиляції - компенсація втрат через систему вентиляції або відбір тепла для генерації холоду. Теплові насоси для відбору тепла від магістрального каналізаційного колектора, каналізаційних стоків будинків, обратки ТЦ для потреб опалення й ГВП. Сонячні колектори для забезпечення ГВП. Вітрові генератори електрики. Котли на паливних пелетах і смітті для ГВП. У високих будинках із внутрішнім водостоком з даху можна

використати невеликі гідротурбіни для генерації електрики. Застосування теплоаккумуляторів для накопичення тепла. Застосування двигунів Стірлінга для генерації електроенергії. Використання адаптивних алгоритмів подачі тепла для опалення й ГВП. Використання прогнозних моделей, що враховують характеристики інерційності об'єктів і майбутні зміни навколишнього середовища.

## **5.2 Формування концепції енергомодернізації**

При формуванні концепції оптимізації енергоспоживання основними напрямками їхні впровадження є:

- зниження прямих втрат енергії (пасивна теплоізоляція будинків - стіни й заміна вікон);
- підвищення ефективності перетворення й використання енергії (сучасні конструкції з більше високим КПД і зниженим рівнем викидів у природне середовище);
- утилізація вторинних енергоресурсів і впровадження систем замкнутого циклу енергоспоживання (рекуперативні системи вентиляції, теплові насоси для відбору тепла від каналізаційних стоків, теплові генератори холоду для кондиціонування влітку, спалювання відходів для одержання тепла);
- перехід на менш дорогі й дефіцитні енергоносії (спирт і газ замість бензину й дизельного палива й т.д.);
- використання альтернативних і поновлюваних джерел енергії (сонячні й вітрові системи, паливні пелети, відбір тепла від навколишнього середовища тепловими насосами, гідрогенератори електрики в системі зливового стоку, приливно-відливні та хвильові генератори і т.д.);
- використання адаптивних алгоритмів подачі тепла для опалення й ГВП (керування відбором тепла від магістралі або режиму роботи локальних

систем нагріву залежно від поточних показників температури в приміщеннях).

- використання прогнозних моделей, що враховують характеристики інерційності об'єктів і майбутні зміни навколишнього середовища (забезпечення температури теплоносія в системі опалення залежно від прогнозу рівня тепловтрат, інерційності системи опалення й поточної температури в приміщеннях).

- використання теплоаккумуляторів або інших інтегруючих систем (нагрівання теплоносія сонячною енергією в період максимальної інсоляції і її збереження на весь період споживання, нагрівання електробойлера в період «нічного тарифу» і витрата тепла в плинні повного добового циклу, нагромадження надлишку тепла і його використання для генерації холоду або електроенергії).

Університет є державною установою, гуртожитки - місцем компактного проживання великої кількості людей, молоді, тому становить інтерес диверсифікованість джерел забезпечення подачі енергії на випадок надзвичайної ситуації. Крім прямого економічного ефекту необхідно враховувати:

- соціальну складову - підвищення якості експлуатаційних показників (забезпечити цілодобову подачу ГВ, що відповідає побутовим стандартам, виключити періоди припинення ГВП, забезпечити температуру в приміщеннях у межах літніх і зимових нормативів);

- екологічну складову - зниження викидів у природне середовище (тепло безпосередньо з будинків ОГЭКУ й зниження споживання нафти, газу, вугілля при виробітку на ТЕС тепла й електрики через загальне зниження енергоспоживання університетом);

- впровадження принципів стійкого розвитку - заміщення непоновлюваних джерел енергії поновлюваними (продовження строку використання непоновлюваних ресурсів Людством).

Модернізація й диверсифікованість системи енергоспоживання ОДЕКУ має приводити до наступних результатів:

- знижує відбір тепла із ТЦ й, відповідно витрати на опалення;
- знижує витрати електроенергії на локальне охолодження приміщень улітку й локальне опалення приміщень узимку, на нагрівання теплоносія електрикою при використанні нічного тарифу, що разом з додатковою генерацією електроенергії за допомогою сонячних батарей, вітрогенераторів, двигунів Стірлінга дозволяє заощаджувати витрати на електрику;
- утилізація енергії вторинних енергоресурсів (ВЭР) крім економічного ефекту знижує рівень впливу на навколишнє середовище. Зниження відбору тепла ТЦ зменшує кількість спалюваного на ТЕС газу й, відповідно, викиди у навколишнє середовище (екологічність);
- запровадження в дію альтернативних систем опалення при збереженні можливості підключення ТЦ і газової котельні забезпечує диверсифікованість і вибір найбільш перспективного варіанта енергопостачання залежно від поточних умов.
- підвищується рівень соціальних показників. Створюється синергетичний ефект, що дає принципово нові можливості й підвищує рівень комфортності й безпеки в будинках;
- створюється матеріально-технічна база для всебічного вивчення сучасних технологій студентами різних спеціальностей і проведення наукової праці співробітниками університету;
- забезпечується виконання вимог МОН про необхідність зв'язати науку й практику в дослідницьких наукових установах, а також дослідження й практику в навчальних ВНЗ, брати участь у формуванні соціальної свідомості громадян. Розширюється навчальна база. Досягається якісно новий рівень навчання, коли студент уже в університеті може познайомитися із сучасними технологіями та реальними практичними завданнями;
- Поширення знань про принципи енергозбереження, впровадження дбайливого відношення до енергоресурсів й у цілому до природних багатств

у практику повсякденного життя людей формує відповідний рівень культури в суспільстві, виховує якості Громадянина й Людини;

- всі зазначені вище якості означають, що на практиці реалізуються принципи стійкого розвитку.

Найбільш ефективним є керування опаленням. Установка керованих вентилів та циркуляційних насосів у системі опалення, дозволить на початковому періоді опалювального сезону провадити періодичні відключення зовнішньої подачі енергоносія й заощадити до 30% від звичайного споживання тепла, а тепло становить до 70% всіх витрат на енергопостачання.

### **5.3 Розробка технологічної концепції оптимального енергоспоживання**

На основі попереднього аналізу енергопотоків та сформованої загальної концепції можна розробити базову первісну технологічну концепцію оптимального енергоспоживання із застосуванням нетрадиційних і поновлюваних енергоресурсів, інноваційних технологій і замкнутих циклів для комплексу університетського містечка. Дана концепція обов'язково буде коректуватися в міру розширення бази практичних вимірів і проведення еколого-економічної оцінки потенціалу впровадження інновацій.

#### **5.3.1 Технологічна концепція енергомодернізації НЛК-1**

##### ***Опалення приміщень:***

Подача тепла від ТЦ.

- пасивні міри – утеплення стін, заміна вікон, установка подвійних вхідних дверей із пружинами, заміна радіаторів на більше ефективні, забезпечення оптимальної конвекції в зоні нагрівання.

- активні міри – модернізація системи централізованої вентиляції на рекуперативну, впровадження адаптивного механізму подачі тепла, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі й зниження різниці температур подаваного теплоносія й обратки, регулювання подачі теплоносія по зонах залежно від часу доби, напрямку вітру й інших показників.

В перспективі можлива установка теплонакопичувачів та економічних локальних систем електроопалення працюючих за нічним тарифом.

***Освітлення:***

- пасивні міри – заміна світильників на енергозберігаючі.  
 - активні міри – установка програмованих систем керування освітленням з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізації, рівня освітленості в приміщенні.

***Живлення електроустаткування й приладів:***

На даному етапі зміни не передбачені. Велика площа незатіненого даху дозволяє розмістити сонячні батареї для виробітку електрики, але економічний ефект на поточний момент гіпотетично буде негативним. Наявність аномальних стаціонарних повітряних потоків між будинками дозволяє припустити позитивні перспективи застосування вітрогенераторів електрики, але питання вимагає додаткового практичного дослідження й економічної оцінки.

***Кондиціонування приміщень:***

Застосування рекуперативних систем вентиляції дозволяє в жаркий період здійснювати централізований клімат-контроль, що може знизити використання локальних систем кондиціонування.

***ГВП:***

У будинку витрати ГВ невеликі. Улітку ГВ не подається, що знижує комфорт персоналу й студентів. Взимку нагрівання йде за рахунок відбору тепла в бойлері від теплоносія ТЦ. Установка двоконтурних сонячних колекторів дозволить обходитися без відбору тепла із ТЦ дванадцять місяців у році та забезпечити наявність ГВ у плинні всього року.



### 5.3.2 Технологічна концепція енергомодернізації НЛК-2

#### ***Опалення приміщень:***

Подача тепла від ТЦ.

- пасивні міри – будинок новий. Кардинальних заходів для пасивного утеплення не потрібно.

- активні міри – модернізація системи централізованої вентиляції на рекуперативну, впровадження адаптивного механізму подачі тепла, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі та зниження різниці температур подаваного теплоносія й обратки, регулювання подачі теплоносія по зонах залежно від часу доби, напрямку вітру й інших показників.

В перспективі можлива установка теплонакопичувачів та економічних локальних систем електроопалення працюючих за нічним тарифом. У підвалі будинку є пожежна ємність на 50 м куб., на базі якої можна недорого створити теплоакумулятор.

#### ***Освітлення:***

- пасивні міри – заміна світильників на енергозберігаючі.

- активні міри – установка програмованих систем керування освітленням з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізації, рівня освітленості в приміщенні.

#### ***Живлення електроустаткування й приладів:***

Будинок високий із центральним розташуванням труб зливу дощових вод. Це дозволяє встановити гідротурбінну як джерело електроенергії. Цю електрику можна використати для живлення циркуляційних насосів системи опалення, зарядки акумуляторів систем сигналізації й аварійного освітлення. Велика площа незатіненого даху та звернена на південь стіна будинку дозволяють розмістити сонячні батареї для виробітку електрики, Це може бути перспективним, якщо вдасться забезпечити повністю автономне електроживлення будівлі, з використанням звичайного каналу подачі електроенергії у якості резервного. Наявність аномальних стаціонарних

повітряних потоків між будинками дозволяє припустити позитивні перспективи застосування вітрогенераторів електрики, але питання вимагає додаткового практичного дослідження й економічної оцінки.

***Кондиціонування приміщень:***

Застосування рекуперативних систем вентиляції дозволяє в жаркий період здійснювати централізований клімат-контроль, що може знизити використання локальних систем кондиціонування.

***ГВП:***

У будинку витрата ГВ невеликої. Улітку ГВ не подається, що знижує комфорт персоналу й студентів. Узимку нагрівання йде за рахунок відбору тепла в бойлері від теплоносія ТЦ. Установка двоконтурних сонячних колекторів дозволить обходитися без відбору тепла із ТЦ дванадцять місяців у році й забезпечити наявність ГВ у плинні всього року.

### **5.3.3 Технологічна концепція енергомодернізації ІДАЛЬНЯ**

***Опалення приміщень:***

Подача тепла від ТЦ.

- пасивні міри – утеплення стін, заміна вікон, установка подвійних вхідних дверей із пружинами, заміна радіаторів на більше ефективні, забезпечення оптимальної конвекції в зоні нагрівання.

- активні міри – модернізація системи централізованої вентиляції на рекуперативну, впровадження адаптивного механізму подачі тепла, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі та зниження різниці температур подаваного теплоносія й обратки, регулювання подачі теплоносія по зонах залежно від часу доби, напрямку вітру та інших показників.

В перспективі можлива установка теплонакопичувачів та економічних локальних систем електроопалення працюючих за нічним тарифом.

Будинок двоповерховий. Є незайняті підсобні приміщення, тепlopункт. Перспективним рішенням є установка опалювального котла на пелетах з бойлером-теплонакопичувачем, що допускає електронагрів у період «нічного тарифу». Крім пелет можна буде спалювати частину сміття - картон, опилки, відходи деревини, списані меблі, спиляні вітки дерев, упакування від отриманих їдальнею продуктів, поламані піддони й т.д. Такий котел забезпечить опалення в плинні більшої частини опалювального сезону. На піку холодів можна буде перемкнутися на тепло від ТЦ, а котел використати тільки на ГВП для кухні й персоналу. Улітку котел також дозволить забезпечити безперебійну подачу ГВ дешевше, ніж використовувані зараз пластинчасті проточні електронагрівники.

***Освітлення:***

- пасивні міри – заміна світильників на енергозберігаючі.
- активні міри – установка програмованих систем керування освітленням з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізації, рівня освітленості в приміщенні.

***Живлення електроустаткування й приладів:***

Більша частина даху влітку затінюється будинком УЛК-2, що не дозволяє розміщати сонячні батареї для виробітку електрики. Наявність аномальних стаціонарних повітряних потоків між будинками дозволяє припустити позитивні перспективи застосування вітрогенераторів електрики, але питання вимагає додаткового практичного дослідження й економічної оцінки.

***Кондиціонування приміщень:***

Застосування рекуперативних систем вентиляції дозволяє в жаркий період здійснювати централізований клімат-контроль, що може знизити використання локальних систем кондиціонування.

***ГВП:***

У будинку витрати ГВ середні, тому що має працювати кухня. Улітку ГВ подається за допомогою пластинчастого проточного електронагрівника,

що не занадто дешево. Узимку передбачений відбір тепла від ТЦ, але на цей час бойлер може бути в неробочому стані. Установка двоконтурних сонячних колекторів не дивлячись на затінення даху будинком УЛК-2 можлива з північного краю даху.

### **5.3.4 Технологічна концепція енергомодернізації профілакторію**

#### ***Опалення приміщень:***

Подача тепла від ТЦ.

- пасивні міри – будинок новий. Кардинальних заходів для пасивного утеплення не потрібно.

- активні міри – модернізація системи централізованої вентиляції на рекуперативну, впровадження адаптивного механізму подачі тепла, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі та зниження різниці температур подаваного теплоносія й обратки, регулювання подачі теплоносія по зонах залежно від часу доби, напрямку вітру й інших показників.

В перспективі можлива установка теплонакопичувачів та економічних локальних систем електроопалення працюючих за нічним тарифом. У підвалі будинку є пожежна ємність на 24 м куб., на базі якої можна недорого створити теплоакумулятор.

#### ***Освітлення:***

- пасивні міри – заміна світильників на енергозберігаючі.

- активні міри – установка програмованих систем керування освітленням з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізації, рівня освітленості в приміщенні.

#### ***Живлення електроустаткування й приладів:***

Будинок 5 поверхів, із центральним розташуванням труб зливу зливових вод. Це дозволяє встановити гідротурбінку як джерело електроенергії. Цю електрику можна використати для живлення

циркуляційних насосів системи опалення, зарядки акумуляторів систем сигналізації та аварійного освітлення. Велика площа незатіненого даху дозволяє розмістити сонячні батареї для виробітку електрики, але економічний ефект на дійсний момент гіпотетично буде негативним. Наявність аномальних стаціонарних повітряних потоків між будинками дозволяє припустити позитивні перспективи застосування вітрогенераторів електрики, але питання вимагає додаткового практичного дослідження й економічної оцінки.

#### ***Кондиціонування приміщень:***

Застосування рекуперативних систем вентиляції дозволяє в жаркий період здійснювати централізований клімат-контроль, що може знизити використання локальних систем кондиціонування. Компактність будинку дозволяє створити систему подвійного призначення - опалення взимку, кондиціонування влітку.

#### ***ГВП:***

У будинку витрата ГВ потенціально велика. При заселенні профілакторію вода витрачається на роботу душових. У цей час нагрівання здійснюється відносно великим побутовим електробойлером, економічні характеристики неоптимальні. Узимку нагрівання йде за рахунок відбору тепла в бойлері від теплоносія ТЦ. Установка двоконтурних сонячних колекторів дозволить обходитися без відбору тепла із ТЦ десять місяців у році й забезпечити наявність ГВ у плинні всього року. Використання теплового насоса також може дати гарні результати.

#### ***Лабораторія:***

Половина підвалу профілакторію може бути використана для розміщення лабораторії інноваційних технологій енергоспоживання. До лабораторії буде примикати приміщення, де розташований пожежний резервуар, теплопункт, уведення холодної води й магістраль каналізації. Є можливість облаштуваності окремого входу з торця будинку й установка внутрішніх дверей для поділу підвалу. Будинок профілакторію може стати

експериментальним полігоном для апробації взаємодії різних технологій, оцінки їх експлуатаційних й економічних показників. Невеликі розміри будинку дозволяють формувати функціонально повні системи з невеликими витратами.

### **5.3.5 Технологічна концепція енергомодернізації СОК**

#### ***Опалення приміщень:***

Подача тепла від ТЦ.

- пасивні міри – будинок новий. Кардинальних заходів для пасивного утеплення не потрібно.

- активні міри – модернізація системи централізованої вентиляції на рекуперативну, впровадження адаптивного механізму подачі тепла, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі й зниження різниці температур подаваного теплоносія й зворотного потоку, регулювання подачі теплоносія по зонах залежно від часу доби, напрямку вітру й інших показників.

Важнішим фактором є наявність басейну, що працює круглий рік. Це, можливо, самий масштабний споживач тепла в університетському містечку. Сам басейн є величезним теплоаккумулятором. Є принципова можливість створення двоступінчастої інноваційної системи опалення, побудованої із застосуванням теплових насосів. Первинний відбір тепла може йти від магістрального каналізаційного колектора або ґрунтових вод та забезпечувати нагрівання води басейну до температури 22-24 градуса. Вода, яку зливають для фільтрації, у проміжному резервуарі може прохолоджуватися до 15-17 градусів, віддаючи тепло для опалення УЛК-2 (нагрівання теплоносія до 50-60 градусів). Потім перед подачею в басейн знову нагрівається до 25 градусів. Також можлива установка на даху великої кількості двоконтурних сонячних колекторів для нагрівання басейну.

#### ***Освітлення:***

- пасивні міри – заміна світильників на енергозберігаючі.
- активні міри – установка програмувальних систем керування висвітленням з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізація, рівня освітленості в приміщенні.

***Живлення електроустаткування й приладів:***

Велика площа незатіненого даху дозволяє розмістити сонячні батареї для виробітку електрики, але економічний ефект на дійсний момент гіпотетично буде негативним. Наявність аномальних стаціонарних повітряних потоків між будинками дозволяє припустити позитивні перспективи застосування вітрогенераторів електрики, але питання вимагає додаткового практичного дослідження та економічної оцінки.

***Кондиціонування приміщень:***

Застосування рекуперативних систем вентиляції дозволяє в жаркий період здійснювати централізований клімат-контроль, що може знизити використання локальних систем кондиціонування. Така система особливо доцільна для приміщення басейну, де відбувається активний випар і відбір тепла із дзеркала басейну. Повернення цього тепла в систему може дати істотну економію, також можливо одержання дистильованої води з теплообмінника.

***ГВП:***

Витрати ГВ високі, тому що працюють душові. Установка двоконтурних сонячних колекторів дозволить обходитися без відбору тепла із ТЦ більшість місяців у році й забезпечити наявність ГВ у плинні всього року.

**5.3.6 Технологічна концепція енергомодернізації ГУРТОЖИТОК 1 та 2**

Ситуація по обох гуртожитках приблизно схожа. Подача теплоносія здійснюється від локальної газовій котельні, що опалює оба гуртожитки

### ***Опалення приміщень:***

- пасивні міри – утеплення стін, заміна вікон, установка подвійних вхідних дверей із пружинами, заміна радіаторів на більш ефективні, забезпечення оптимальної конвекції в зоні нагрівання.

- активні міри – системи централізованої вентиляції відсутні, відповідно рекуперація неможлива. Впровадження адаптивного механізму подачі тепла на тепловпунктах будинків, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі та зниження різниці температур подаваного теплоносія й обратки, регулювання подачі теплоносія по зонах залежно від часу доби, напрямку вітру й інших показників, дозволять значно скоротити споживання тепла й поліпшити стабільність температури в приміщеннях. Ще одним значним якісним поліпшенням ситуації може стати установка централізованої системи кондиціонування/опалення для забезпечення комфортних температур у жаркий період, але це зв'язано зі значними капітальними витратами.

### ***Освітлення:***

- пасивні міри – заміна світильників на енергозберігаючі.

- активні міри – установка програмованих систем керування освітленням з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізації, рівня освітленості в приміщенні.

- адміністративні міри - оскільки основна частина будинків - житловий фонд гуртожитків, установлення режиму енергоспоживання може забезпечити деяку економію електрики.

### ***Живлення електроустаткування й приладів:***

Електроустаткування й прилади в будинках є власністю мешканців. Застосування для них особливих режимів електроживлення недоцільно. Можна використати нетрадиційні джерела енергії для забезпечення роботи системи аварійного освітлення. Велика площа незатіненого даху дозволяє розмістити сонячні батареї для виробітку електрики, але економічний ефект на дійсний момент гіпотетично буде негативним. Наявність аномальних



стаціонарних повітряних потоків між будинками дозволяє припустити позитивні перспективи застосування вітрогенераторів електрики, але питання вимагає додаткового практичного дослідження й економічної оцінки.

### ***ГВП:***

Витрати ГВ високі, тому що працюють душеві й крани в господарських приміщеннях. Установка двоконтурних сонячних колекторів дозволить обходитися без відбору тепла із ТЦ більшість місяців у році й забезпечити наявність ГВ у плинні всього року. Є проблема з різким збільшенням витрати ГВ у пікові періоди. Це зв'язано не тільки з великою кількістю користувачів, але й тим, що немає постійної циркуляції в системі подачі гарячої води. При відсутності циркуляції вода остигає й споживач при відсутності локального водоміра просто «спускає» воду поки не піде досить гаряча. Це веде до перевитрати гарячої й холодної води. Необхідно забезпечити циркуляційну систему ГВС із баком-накопичувачем, що дозволить згладжувати перегами витрати. Наявність такого бака дає гарну можливість підключення сонячних колекторів і забезпечення додаткового нагрівання за рахунок їх. Тобто в першу чергу необхідна модернізація системи ГВП.

### **5.3.7 Технологічні аспекти концепції енергомодернізації ОДЕКУ**

По технічному проекту впровадження інноваційних технологій опалення й енергоспоживання проводилися консультації та вже є попередні результати.

#### ***Тепловий насос***

Для комплексу будинків між вулицями Абрикосова й Макаренко перспективи застосування теплового насоса оцінюються як реальні. Коефіцієнт перетворення може перебувати в інтервалі 3-5. Для гуртожитків, через втрати на транспортуванні тепла, воно буде нижче і для застосування теплових насосів буде доцільніше використати інше джерело опорного тепла.

Є пропозиція по відбору тепла із зворотної труби ТЦ, що ще потрібно досліджувати.

У кожному разі мова може йти не про повну відмову від газової котельні, а про істотне скорочення тривалості періоду її використання (з декількох місяців до декількох тижнів).

### ***Вітрогенератори***

Конфігурація будинків комплексу університетського містечка ОДЕКУ при фонових характеристиках поля вітру дозволяє виявити аномальні зони підвищеної вітрової активності на нашій території. Це дозволяє встановити вітрогенератори, ефективність яких буде вище, ніж середня по регіоні. Тут необхідно вирішити завдання пошуку оптимальних пунктів установки генераторів виходячи з локальної вітрової активності, технічної можливості монтажу, безпеки для студентів і співробітників, а також вибрати оптимальну конструкцію устаткування.

### ***Сонячна енергія***

Університет має у своєму розпорядженні досить велику площу дахів будинків, доступ до яких добре контролюється, що дозволяє розмістити енергогенеруюче сонячне устаткування, що дає значимий внесок у загальний баланс енергоспоживання. Необхідно вирішити завдання на вибір методів інтеграції устаткування в комплексну систему енергоспоживання ОДЕКУ та вибору конкретних моделей устаткування.

Відносно сонячних колекторів для нагріву води технічні рішення вже є, і система гарантує значний економічний ефект за умов впровадження теплонакопичення. Фотовольтаїка дешевшає і зараз вже можливе економічно вигідне застосування сонячних батарей на даху будівель. Однак проблема виникає при поєднанні сонячної електрики із тою, що надходить від РЕС. Проект стає простішим, коли сонячні батареї у змозі забезпечити на протязі досить довгого періоду на добу живлення будівлі у повному обсязі. Тоді система цілком перемикається або на сонячну електрику, або на РЕС. Одночасне живлення будівлі від двох джерел постачання електрики

приводить до суттєвого ускладнення систем і, як наслідок, подорожчання. Це підвищує інвестиційні витрати та може зробити таку модернізацію економічно непривабливою.

### ***Утилізація енергії стоку дощових зливових вод***

Для утилізації енергії стоку зливових вод установлюють електричні генератори з гідравлічним приводом у нижній точці вертикального сегмента зливової каналізації висотних будинків (10 м і вище) зі стоком внутрішнього типу. Найбільш перспективним об'єктом є УЛК2. На сьогодні ця ідея є інноваційною і типові рішення на ринку технологій відсутні. Тож необхідно вирішити завдання на вибір методів інтеграції такого устаткування в комплексну систему енергоспоживання ОДЭКУ й вибору конкретних моделей. Також цікавою є перспектива застосування дощової води для поповнення запасів у пожежній водоймі.

## **РОЗДІЛ 6**

### **ПРОЕКТ «ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

У цьому розділі надається перша версія робочого варіанту проекту «Енергоефективний університет» саме у формі, яка передбачається методами керування проектами. Проект має починатися з декларації, яка становить собою суспільній договір між керівництвом та персоналом ОДЕКУ.

Декларація:

Колектив ОГЭКУ заявляє про свою прихильність принципам стійкого розвитку й оптимального енергоспоживання. Ми вважаємо, що вивчення ефективних методів збереження й раціональної витрати енергоносіїв входить у сферу наших інтересів і готові докладати зусиль, щоб досягти успіхів на цьому напрямку.

#### **6.1 Завдання проекту**

На шляху вдосконалювання системи енергоспоживання необхідно визначити орієнтири в різних аспектах прояву ефективності. Це :

- економічний аспект – Необхідно знизити витрати в абсолютному й питомому вираженні розраховуючи на одиницю персоналу й студентів і на одиницю будівельного обсягу приміщень. Відповідно до наявних оцінок, такі показники в Україні в 2-4 рази гірше, ніж у Європі. Програма вдосконалювання системи енергоспоживання ставить завдання забезпечити показники ефективності енергоспоживання, що відповідають європейським нормам. При цьому необхідно знайти оптимальний баланс між капітальними витратами, необхідними на модернізацію, і зниженням експлуатаційних витрат, отриманим у результаті модернізації. Крім безпосередньо інвестування в устаткування необхідно впроваджувати організаційні

механізми й оптимальні алгоритми керування, що дозволяє одержувати економічний ефект із мінімальними витратами. Забезпечення інвестування у важких економічних умовах сучасної України потребує пошуку відповідних механізмів і шляхів залучення коштів.

- екологічний аспект – вибираючи засоби для досягнення економічної ефективності ми віддаємо перевагу екологічно чистим технологіям і застосуванню поновлюваних джерел енергії. Технології, що наносять шкоду природному середовищу й негативно впливають на її стан ми, вважаємо абсолютно неприйнятними. Проводячи модернізацію системи енергоспоживання, ми орієнтуємося на використання принципів збільшення коефіцієнта корисного використання енергоносіїв, утилізації вторинних енергоресурсів, переходу на замкнуті цикли використання енергії. Ми прагнемо не тільки знизити споживання енергії, але й кількість викидів у навколишнє середовище енергії та шкідливих компонентів, що утворюються при її виробництві й використанні.

- соціальний аспект – зниження енергоспоживання не повинне приводити до погіршення експлуатаційних характеристик будинків і споруджень, порушенню нормативних показників опалення, гарячого водопостачання, освітлення й інших. Ми будемо домагатися, щоб проведення модернізації систем енергоспоживання приводило не тільки до зниження показників споживання, але й до підвищення комфортності для споживачів. Зокрема це означає безумовне забезпечення показників температури в навчальних, службових і житлових приміщеннях (гуртожитках), поліпшення діючої системи гарячого водопостачання буде вироблятися таким чином, щоб воно забезпечувало потреби проживаючих у плинні всього добового циклу відповідно до діючих експлуатаційних нормативів на протязі усього року.

- культурний аспект – дбайливе відношення до природних ресурсів, усвідомлене відношення до участі в заощадженні навколишнього середовища це обов'язкові відмінні риси свідомості членів соціуму, орієнтованих на

концепцію стійкого розвитку. Співіснування об'єктів природи й людства, чисельність якого неухильно збільшується, повинне будуватися на формуванні відповідної культури взаємодії. Тому найважливішим завданням на шляху вдосконалювання енергоспоживання є виховання відповідного рівня культури в споживачів, адміністративних працівників і технічного персоналу. Створювана система оптимального енергоспоживання університетського містечка повинна органічно «вмонтуватися» у його оточення.

- науковий аспект – сучасний ринок технологій енергоспоживання пропонує широкий вибір рішень. Споживач зазнає труднощів вибору оптимального рішення, оцінки показників застосування тієї або іншої технології, розрахунку економічного й екологічного ефекту від її впровадження, реального прогнозу обсягу інвестицій і майбутніх експлуатаційних показників для всього комплексу. Є такі технології, перспектива комплексного використання яких виглядає дуже привабливо, однак немає даних по практичній реалізації таких рішень. Недостатньо пророблені питання узгодження нормативної бази, одержання дозволів й інші організаційні компоненти. Вимагають практичного відпрацювання методи моніторингу показників й економіко-екологічних розрахунків. Все це свідчить про широке поле наукової діяльності в напрямку забезпечення впровадження систем оптимального енергоспоживання. Впроваджуючи таку систему в ОГЭКУ, ми будемо докладно аналізувати процес, узагальнювати отримані знання й на їхній основі розробляти наукові рекомендації для широкого кола споживачів. Науковий продукт може бути отриманий у вигляді:

1. методик моніторингу й розрахунків із практичними матеріалами по їхньому застосуванню;
2. у вигляді статистичних таблиць практичних показників експлуатації для різних типових об'єктів, які можна буде використати при плануванні модернізації аналогічних об'єктів;

3. у вигляді практичних результатів апробації різних технологічних рішень і рекомендацій щодо особливостей їхнього застосування;

4. методик аналізу стану об'єктів і формування для них концепції оптимальної системи енергоспоживання;

5. комплексних методик керування енергоспоживанням для різних варіантів технологічного рішення завдань оптимального енергоспоживання.

6. освітніх програм – питання, які необхідно вирішувати при розробці й впровадженні систем оптимального енергоспоживання, тісно пов'язані з напрямками освітньої діяльності ОГЭКУ:

При формуванні наукової програми необхідно врахувати що:

- моніторинг показників відповідає напрямку роботи кафедри АСМОС;
- облік показників природного середовища й кліматичних процесів - різних кафедр Гідрометинститута;

- керування системами, розробка програм, обробка й візуалізація даних, моделювання процесів - питання комп'ютерних наук й обчислювальної математики, тобто відповідних кафедр університету;

- еколого-економічна оцінка, аналіз доцільності заходів з позицій економіки, забезпечення інвестування, розробка принципів керування персоналом і мотивації споживачів - сфера діяльності кафедр економіки природокористування й менеджменту природоохоронної діяльності.

Є й інші питання, які могли б досліджувати різні кафедри університету.

Використання матеріалів, отриманих у ході безпосередньої практичної діяльності по розробці й впровадженню системи оптимального енергоспоживання, у навчальній роботі дозволить розширити базу практичних знань, одержуваних студентами, познайомити їх із завданнями, з якими їм, можливо, прийде зустрітися після закінчення вузу. Це підвищить якість утворення і його зв'язок з реальною практичною діяльністю за фахом. Участь у реалізації програми ефективного енергоспоживання розширить діапазон напрямків наукової діяльності студентів у період навчання.

## 6.2 Стратегічні напрямки

1. Розробка принципів і створення системи моніторингу процесів енергоспоживання, включаючи збір інформації, фіксацію, обробку, зберігання, фіксацію фонових показників природного середовища, статистичний аналіз, еколого-економічний аналіз, візуалізацію результатів аналізу. Організаційна й технічна реалізація такої системи. Формування опорного масиву даних по стані «до модернізації» і масивів даних за наступні періоди. Система повинна бути спроектована, створена, уведена в експлуатацію й активно працювати щодня й цілодобово поки існує університет.

2. Розробка й впровадження оптимальної системи керування енергоспоживанням на основі сучасних інформаційних технологій, технологій керування й технологій виконавчих механізмів систем керування. Основою для розробки стане оцінка даних моніторингу по поточному стану діючої системи і її показників. Вбудовування в систему керування обліку змін поточних показників стану природного середовища й прогностичних даних про очікувані зміни погоди та стану системи енергоспоживання. Створення системи оперативного аналізу показників енергоспоживання й порівняння ефективності за різні періоди на підставі збережених даних. Система повинна бути спроектована, створена, введена в експлуатацію й активно працювати щодня й цілодобово поки існує університет.

3. Розробка технологічної концепції оптимального енергоспоживання із застосуванням нетрадиційних і поновлюваних енергоресурсів, інноваційних технологій і замкнених циклів для комплексу університетського містечка й довгострокової програми її реалізації. Концепція розробляється зараз на початкових етапах. Положення концепції систематично переглядаються й коректуються в міру нагромадження досвіду експлуатації, появи на ринку нових технологій, зміни цін, зміни стану природного середовища й зміни пріоритетів суспільної свідомості, зміни законодавчої бази й інших.



4. Розробка організаційно – технічних принципів системи динамічного керування енергоспоживанням і форми її реалізації в умовах університетського містечка. Конкретизація та корекція технічного й адміністративного компонентів системи. Узгодження процесів впровадження такої системи керування й модернізації технічної бази. Формування штатів, оцінка потреб фінансування поточних витрат і графіка капітального інвестування. Дані принципи ляжуть в основу технічних завдань на проектування компонентів системи оптимального енергоспоживання.

5. Розробка й реалізація схеми інвестування процесу модернізації. Підготовка заявок на гранти, цільове інвестування, кредитування, лізинг. Розробка спеціальних форм інвестування у формі перерозподілу статей діючого фонду витрат за узгодженням з МОН. Оскільки процес удосконалювання енергоефективності не може скінчитися принципово ніколи, відповідно й забезпечення джерел його фінансування також є постійним процесом.

6. Інформаційно-просвітительська діяльність - пропаганда екологічних і технологічних знань, активної індивідуальної позиції особистості в соціумі, що забезпечують рішення поставлених завдань. Формування у свідомості персоналу університету, викладачів і студентів усвідомленої прихильності принципам стійкого розвитку й оптимального енергоспоживання. Університет повинен стати центром компанії по ознайомленню широких верств населення зі станом енергоспоживання в Україні й у Світі, проблемах цієї області, соціально-економічних наслідках, які ми відчуваємо сьогодні й тих, які очікують нас у перспективі.

7. Створення лабораторії інноваційних технологій енергоспоживання яка стане практичною базою наукової й навчальної діяльності університету в даному напрямку. У лабораторії необхідно реалізувати системи, що використовують сонячну, вітрову й інші види поновлюваної енергії, різноманітні варіанти ВЕР. На практиці вивчити особливості застосування й економічні показники теплових насосів, теплоаккумуляторів, автоматизованих

систем керування енергоспоживанням й іншими інноваційними технологіями. У міру нагромадження досвіду й появи нових технологій програма роботи лабораторії буде розширюватися.

8. Розробка і створення інтегрованої системи утилізації відходів для університетського містечка ОДЕКУ. Створити передумови для утилізації хімічних джерел живлення, люмінесцентних ламп, що містять ртуть або інші шкідливі речовини, сортування побутових відходів, переробки частини відходів на місці в рамках систем замкнутих виробничих циклів. Проблема переробки сміття вічні як сама цивілізація й університет може внести свій внесок у її оптимальне рішення.

9. Забезпечити передумови зниження забруднення природного середовища транспортними засобами й розширення використання екологічно чистого транспорту.

10. Створення госпрозрахункового центра аудита й консультування з питань аналізу еколого-економічних показників енергоспоживання, і виробітку рекомендацій оптимізації цих показників на основі результатів наукової діяльності університету в даному напрямку. Центр може співробітничати з будь-якими суб'єктами такої діяльності як на платній, так і на безкоштовній основі. Існує потреба в такому аналізі великої кількості об'єктів.

### **6.3 Етапи реалізації та джерела фінансування проекту**

1 етап - створення системи моніторингу, еколого-економічна оцінка показників енергоспоживання (поточний стан), прямого й непрямого забруднення природного середовища. Створення Лабораторії інноваційних технологій енергоспоживання. Розробка технологічної концепції оптимального енергоспоживання, системи керування енергоспоживанням,

інтегрованої системи енергоспоживання й утилізації відходів і технічних умов на реалізацію всіх цих компонентів.

2 етап – Формування фонду інвестування модернізації й створення першої черги інтегрованої системи, монтаж і запуск в експлуатацію устаткування. Розробка методик та алгоритмів функціонування системи, оцінка нових експлуатаційних показників, аналіз тенденцій зміни показників системи в цілому та ефективності окремих технологій. Всі роботи повинні відповідати стратегічному плану побудови оптимальної системи енергоспоживання. У міру появи фінансування до вже створеної інфраструктури будуть підключатися наступні модулі. У першу чергу необхідно реалізувати схеми оптимального керування, оскільки вони дозволяють при мінімальному втручанні в технічну частину й мінімальне інвестування одержувати відчутний і швидкий економічний ефект. Створення госпрозрахункового центра аудита й консультування, узагальнення накопиченого досвіду на основі власних даних й інформації замовників.

3 етап і наступні етапи – експлуатація інтегрованої системи енергоспоживання та утилізації відходів, моніторинг практичних показників, порівняння розрахункових і реальних результатів, оцінка ефективності інновацій. Пошук джерел інвестування й впровадження технологічних інновацій наступних етапів. Корекція програми ефективного енергоспоживання на основі досвіду практичної експлуатації й у зв'язку з появою на ринку нових технологій і продуктів.

Джерела фінансування проекту

- власні кошти університету;
- цільові кошти на капітальні витрати, отримані в рамках фінансування від МОН;
- позабюджетні кошти університету, доходи від госпрозрахункової діяльності;

- спеціальні схеми цільового фінансування за узгодженням з МОН (університет кредитує проведення модернізації, різниця у величині поточних експлуатаційних витрат до модернізації й після використовується для погашення кредиту - санкціонується зміна цільового призначення).

- кошти регіональних і загальноукраїнських цільових фондів і програм, програми енергоефективності Одеської області та міста Одеси;

- міжнародні гранти й цільове інвестування від ЕБРР або аналогічних організацій;

- добровільні пожертвування й благодійні внески, відрахування від діяльності госпрозрахункових центрів, створених при університеті.

Концепція фінансування проекту. Проведення масштабної енергомодернізації усіх будівель університетського містечка ОДЕКУ є дуже затратним проектом. За рахунок власних коштів або фінансування МОН за сучасних умов розраховувати на фінансування такого проекту неможна. З іншого боку проект є грант опозитивним і є перспектива отримання міжнародної допомоги на реалізацію більшої його частини. Однак отримання грантів потребує ретельної підготовки та розрахунків.

Зібраний масив даних та дані про роботу діючої системи енергоспоживання не дозволяють обчислити як поточні показники енергоспоживання, так і перспективи впровадження новацій.

На поточний час доцільно прийняти наступну концепцію:

- за рахунок власних коштів університету, фінансування МОН та залучення спонсорів (постачальників технологічного обладнання за умов проведення рекламних акцій їх обладнання) забезпечити проектування та впровадження детальної автоматизованої системи моніторингу.

- узагальнити результати моніторингу та розробити технічний план енергомодернізації

- розрахувати економічні та екологічні показники, деталізувати перелік постачальників та типи обладнання.

- підготувати пропозиції на отримання грантів для подальшої реалізації проекту.

Додатковим аргументом на користь залучення коштів зі сторони має стати максимальна публічність, розвиток молодіжного екологічного руху, проведення акцій. Платформою для такої діяльності має стати Лабораторія дослідження інноваційних технологій енергоспоживання.

#### **6.4 Пропозиції щодо системи моніторингу споживання енергоносіїв**

Вище було проаналізовано деталі концепції «Енергоефективний університет» та встановлені масиви даних, які можливо отримати при діючій системі фіксації показників енергоспоживання. На поточний час моніторинг означає звичайний бухгалтерський облік витрат енергоносіїв за місячний період з метою обчислення обсягу витрат, а потім із урахуванням діючих тарифів відбувається обчислення обсягу платежів за спожиту у минулому місяці енергію.

Нова концепція системи моніторингу має забезпечити декілька цілей.

По-перше необхідно забезпечити попередній енергоаудит будинків. Для аудиту необхідні як дані постійних спостережень, які дозволяють встановити показники енергоспоживання на протязі циклів (добового, тижневого, сезонного), так і одноразові технічні дослідження для встановлення поточного стану показників будівель, які поступово змінюються, але на протязі одного-двох років можуть вважатися за постійні. Такі виміри виконуються у відповідності до затверджених методик по мірі необхідності та є одноразовими. Для виконання таких вимірів обладнання можна орендувати, або навіть залучити сторонніх спеціалістів з сертифікованих вимірювальних центрів.

По-друге необхідно до розробки остаточного виду концепції енергомодернізації за період не менше року проводити виміри споживання

усіх енергоносіїв на усіх об'єктах декілька разів на добу, що дозволить створити ясну картину енергоспоживання у часі та просторі та оцінити доцільність тих чи інших мір підвищення енергоефективності. Ці ж дані ляжуть у основу економічних розрахунків для залучення інвестиційних коштів.

По-третє після впровадження заходів з підвищення енергоефективності система моніторингу має цілодобово відстежувати стан енергоспоживання усіх енергоносіїв на усіх об'єктах та забезпечувати корекцію самого процесу енергоспоживання. В такому разі можна стверджувати, що системи моніторингу та автоматичного керування мають бути інтегровані одна у другу.

Для ефективного керування з позицій енергоефективності необхідно забезпечити зв'язаний моніторинг енергоспоживання, параметрів усередині приміщень і навколишнього середовища. Кількість строків виміру необхідно збільшити до декількох разів у добу, у перспективі цей процес повинен бути автоматизований. При автоматичних вимірах є можливість реалізації квазіпостійного моніторингу, коли періодичність отримання інформації частіша, ніж період інерційності системи. Необхідно організувати автоматизований банк даних для зберігання й обробки моніторингової інформації, її аналізу з різним ступенем деталізації.

Наявна мережа датчиків дозволяє одержати інформацію про споживання енергоносіїв в основному у точках вводу і їх завдання – забезпечення розрахунків із постачальником. Одержання даних про подальше використання енергії потребує установки додаткових датчиків в основних приміщеннях будинків. Інформацію про параметри природного середовища можна одержати на базі стандартних методик метеовимірів, але необхідно створити систему спільної реєстрації із однаковим періодом, що зробить можливою одночасну обробку даних.

Фіксацію, обробку, зберігання, даних можна вести на звичайному персональному комп'ютері. Тут же можна проводити оцінку впливу фонових

показників природного середовища, статистичний аналіз, еколого-економічний аналіз, візуалізацію результатів аналізу. Технічна реалізація такої системи буде означати розширення наявної мережі датчиків, забезпечення передачі інформації вручну, а в перспективі - по наявних і додаткових фізичних лініях зв'язку (телефонні й комп'ютерні мережі) або по радіоканалі або каналу GPRS.

Формування опорного масиву даних станом «до модернізації» і масивів даних за попередні періоди можна провести на основі збереженої бухгалтерської інформації. Узгодження рівня деталізації проводиться простою інтерполяцією значень.

Організаційна робота буде включати розподіл обов'язків серед технічного персоналу, викладачів, адміністративних працівників університету. Необхідно буде сформулювати функціональні обов'язки й створити систему контролю їхнього виконання.

Введення технології керування енергоспоживанням з використанням даних моніторингу дозволить із мінімальними витратами швидко одержати економічний ефект. Основою для розробки технології стане оцінка даних моніторингу по поточному стані діючої системи і її показників у порівнянні із середньоєвропейськими. Вбудовування в систему керування обліку зміни поточних показників стану природного середовища й прогностичних даних про очікувані зміни погоди збільшить позитивний ефект. Створення системи оперативного аналізу показників енергоспоживання й порівняння ефективності за різні періоди на підставі збережених даних дозволить виявляти проблеми ще на стадії їхнього виникнення й вирішувати їх на ранніх стадіях з мінімальними витратами й втратами.

## **6.5 План дій по створенню системи моніторингу та впровадженню проекту «Енергоефективний університет»**

На основі встановлених якісних характеристик енергопотоків та структури циклів енергоспоживання можна переходити до розробки структури системи моніторингу. На цьому етапі необхідно поглиблювати ступінь опрацювання інформації щодо конструктивних та будівельних показників системи енергоспоживання університетського містечка ОДЕКУ. Це дозволить чітко встановити які саме контрольні прилади вже встановлені, де вони встановлені, які технічні характеристики цих приладів та методики отримання інформації. Ці дані дозволять сформулювати потреби у встановленні додаткового обладнання, вибрати типи конкретних приборів, розробити методику вимірювання, форму реєстрації даних, систему їх аналізу та збереження.

Важним питанням є планування та виконання адміністративних дій. Оскільки в ОДЕКУ немає спеціального штату для проведення енергомодернізації, керівництво університету повинно визначитися хто буде виконувати які функції для забезпечення цих дій. Необхідно забезпечити адміністративну підтримку новацій.

Першим кроком має стати розробка план-графіку на найближчий період та створення механізму контролю за його виконанням. Також необхідно визначити яким чином цей план-графік буде коректуватися у разі потреби та подовжуватися на наступні періоди.

Для початку дій з розробки системи моніторингу необхідно дати завдання технічним спеціалістам з експлуатації будівель (служба головного інженера т головного енергетика) підготувати огляд системи споживання енергоносіїв у ОДЕКУ та засобів моніторингу енергопотоків.

В обзорі необхідно висвітлити наступні питання:

1. Засоби контролю вхідних енергопотоків (електрика, тепла енергія, газ)



- схема системи енергоспоживання ОДЕКУ, розташування точок вводу енергоносіїв, конфігурація внутрішніх магістралей, наявність пунктів регулювання (вентилі, насоси, лічильники, тепlopункти і т.і.)

- тип и місце встановлення датчиків, точність вимірів, частота зняття показників, форма зберігання інформації, види її подальшої обробки, систематизації, аналізу;

- зведена таблиця споживання енергоносіїв за останні три роки помісячно по усім видам енергоносіїв.

2. Засоби контролю внутрішніх енергопотоків (по окремим будівлям комплексів 1 та 2 ОДЕКУ);

- конфігурація систем ГВП (гарячого водопостачання)

- тип та розміщення датчиків, точність вимірів, частота зняття показників;

- зведена таблиця споживання енергоносіїв за останні три роки, усі дані у повному обсязі.

3 Засоби контролю ВЕР (вторинні енергоресурси)

- перелік вже ідентифікованих ВЕР;

- наявність діючих систем центральної відточної вентиляції

- тип та розміщення датчиків, точність вимірів, частота зняття показників;

- зведена таблиця споживання енергоносіїв за останні три роки, усі дані у повному обсязі.;

- конфігурація систем сточної та ливневої каналізації, а також дані по показникам середнього розходу стоку помісячно;

- наявність внутрішніх лівневих відводів з дахів будинків.

4. Наявність систем використання АЕ (альтернативних енергоресурсів) – вітрової, сонячної, ґрунтового тепла, термальних вод,

У випадку, якщо з питань, які мають бути висвітлені в обзори, інформації немає, це повинно так і бути вказано в тексті обзору.

## РОЗДІЛ 7

### МІЖНАРОДНА СПІВПРАЦЯ У НАПРЯМКУ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

#### 7.1 Проект із партнером «Баварський дім Одеса»

Міжнародна співпраця у галузі енергоефективності є потужним важелем забезпечення прогресу у цьому напрямку. Така діяльність розглядається як перспективний компонент розробки наукової теми «Енергоефективний університет» з позицій обміну досвідом впровадження технологічних та організаційних рішень, а також у питаннях пошуку джерел фінансування програм енергоефективності.

На початку 2017 року ОДЕКУ було запропоновано взяти участь у спільній програмі із німецькими партнерами, яку реалізувало ТОВ «Українсько-Баварський Менеджмент Трейнінг-центр» (Баварський дім Одеса). Скан договору про співпрацю наведений у Додатку 1 до цього звіту.

Баварською Стороною було запропоновано створення оновленої версії Енергетичного Атласу Одеської області за наступною структурою:

#### **Теми для енергетичного атласу**

##### 1. Енергетична політика

##### а) Відповідальні особи

\* Персони й пол. напрямок (рег./всеукраїнск.)

##### б) Енергетична стратегія 2020 у порівнянні з 2030

\* Які відбулися зміни в новій стратегії?

##### в) Субвенціонування цін на електроенергію

\* Актуальна ситуація/Тенденція

д) Дії в рамках членства в Європейському Енергетичному Співтоваристві

- \* Актуальні міри, проекти

е) Програми по зниженню енергоспоживання

- \* Газ, Вугілля;

2. Енергетичний ринок України (Одеська область, ситуаційний аналіз)

а) Енергетичний ринок

- \* Структура енерг. сектору й зміни (Монополія - Газ/Електрика...)

- \* Держ. регулювання й контроль

- \* Ціни: для операторів енергомережі/споживачів, складові ціни/розвиток цін

- \* Інвестиції внутрішні/зовнішні

б) Одержання дозволів / Закони

- \* Одеська область / Всеукр.

- \* Корупція

с) Виробництво енергії в Одеській області

- \* Енергетичний мікс

- \* Розвиток

д) Енергетична потреба в Одеській області

- \* Приватні господарства. Суспільні установи, підприємства

- \* Оцінка потенціалу економії (в %)

е) Енергетична інфраструктура в Одеській області

- \* Величина, стан і проблеми енергомережі

- \* Актуальні заходи щодо модернізації

3. Законні передумови

а) Програми підтримки й закони

- \* У загальному для поновлюваних енергій / окремо для видів ВЕ

- \* Зелений тариф, Local Content, правила НКРЕКП

- \* Бонифікація підключення для приватних господарств і підприємств

## b) Податки й Податкові пільги

\* Зміни з 2013

## c) Міжнародні бар'єри

\* Прямі/непрямі перешкоди для іноземних інвесторів

\* Інвестиційна безпека (повернення капіталу)

## 4. Виробництво поновлюваної енергії в Одеській області

## a) Потенціал для розвитку ВЕ

## b) Ємність / потенціал поновлюваних ресурсів в Одеській області

\* Злаки, соя, вітер, сонце, геотерм.

\* Внутрішній ринок для біопалива.

## c) Наявні установки й проекти

\* Наявні й потенційні місця розташування

## d) Перешкоди для реалізації

\* Географічні передумови

\* Юридичні передумови (наприклад, для вибору місця)

## e) Досвід

## Успіх ВЕ в Одеській області

## 5. Енергоефективність і потенціал економії

## a) Потенціал економії - будівлі (общ.)

\* Самі більші втрати енергії

\* Енергетично й економічно доцільні санації (вкл. Розрахунок)

\* Енергетична санація: чи Існують консультанти, продукти, підприємства виконавці? Якщо ні, де найбільша недостача?

## b) Частки господарства

\* (Ізоляція, Відновлення вікон, заміна генератора на більш ефективний продукт ...)

\* Потенціал цих і подальших заходів

\* Проблеми (економічні-, технічні-, специфічні)

### с) Суспільні будинки

- \* Готовність в економії енергії
- \* Є чи лічильники?
- \* Актуальні заходи для зниження потреби в енергії
- \* Поводження користувачів: Є чи програми участі в прибутку від економії?
- \* Проблеми (економічні-, технічні-, специфічні)

### д) Підприємства

- \* Промислові галузі в Одеській області
- \* Енергоєфективність підприємств
- \* Готовність в економії енергії

В ході виконання спільного проекту було заплановано проведення конференції в Україні та конференції у Німеччині. ОДЕКУ було подано пропозиції щодо удосконалення структури Атласу, розвитку співпраці та створення спільної програми впровадження проектів у галузі енергоефективності у регіоні. Тексти наведені у Додатках 2,3 та 4.

Німецькі партнери розробили План реалізації проекту (Додаток 5). Було подано документи на виїзд до Німеччини для участі у конференції, але внаслідок проблем із фінансуванням проекту його реалізацію було припинено.

## 7.2 Проект ГІЗ

У 2019 році колектив виконвців наукової кафедральної теми прийняв участь у спільному проекті Держенергоефективності та GIZ з підготовки енергоаудиторів. Прийнято участь у декількох заходах – конференціях та семінарах. Три співробітника пройшли навчання на 9-денних курсах викладачів.

10-12 квітня 2019 року проходив урочистий захід «Університети України - платформа для підготовки висококваліфікованих енергоаудиторів для роботи з Фондом енергоефективності».

Захід був проведений у рамках реалізації проекту «Підтримка національного Фонду енергоефективності й програми екологічних реформ (S2I) в Україні» Вице-прем'єрминистром, Міністром регіонального розвитку, будівництва й ЖКГ України Г. Зубко. Проект реалізується в рамках співробітництва між Урядом України й Урядом Німеччини та підписаної Угоди між Міністерством регіонального розвитку, будівництва й ЖКГ України та Німецькою організацією міжнародного співробітництва GIZ.

Захід складався із чотирьох частин:

1. Офіційні доповіді

- Ректора КПІ Згуровського
- Вице-прем'єрміністра, Міністра регіонального розвитку, будівництва й ЖКХ України Г. Зубко,
- інформаційна доповідь в.о. директора Фонду енергоефективності Ю. Головатюк-Унгуряну.

У доповідях була представлена інформація про проект «Підтримка національного Фонду енергоефективності й програми екологічних реформ (S2I) в Україні» взагалі та зокрема програми, що починається даним заходом, створення навчальних центрів підготовки енергоаудиторів для рішення завдань Міністерства регіонального розвитку, будівництва й ЖКГ. Зокрема у своїй доповіді в.о. директора Фонду енергоефективності Ю. Головатюк-Унгуряну згадала, що існує програма грантів ФЕЕ на комплексні технологічні рішення в сфері енергоефективності. Зараз готую матеріал і буду виходити на ФЕЕ, - пробувати податися від ОДЕКУ на такий грант.

2. Презентація програми підготовки енергоаудиторів для роботи з Фондом ЕЕ проведена керівником проекту GIZ Робертом Кюнне.

Після цього була проведена публічна церемонія підпису карти України із указанням міст й університетів - учасників програми. Міністр особисто

зустрічав представників університетів у карти, вручав маркер і вони залишали підписи напроти назви свого університету. Від Одеського Політехнічного університету підписував професор Фомічов, від ОДЕКУ - я.

3. Доповіді за концепцією програми підготовки фахівців і виступи колег з Австрії, Польщі, Латвії й України. Були викладені організаційні аспекти й показані результати інших країн при реалізації аналогічних програм. Польща запропонувала додаткову програму стажування й підвищення кваліфікації для найбільш досвідчених уже діючих енергоаудиторів на базі польської організації енергоефективності.

#### 4. Спілкування в кулуарах по закінченні пленарної частини.

Було підкреслено, що існує серйозне розходження між методами реалізації проектів ЕЕ в промисловості, держустановах і муніципальному секторі й у ЖКГ, де приходиться мати справу з неорганізованим населенням. Створення даних курсів - принципово новий проект, орієнтований саме Міністерством регіонального розвитку, будівництва й ЖКГ. Будуть представлені повністю розроблені комплексні програми навчання, методики, устаткування для оснащення навчальних лабораторій, що буде передано на баланс університетів назавжди. Якщо університет уже має діючі курси навчання й комісію по сертифікації енергоаудиторів, можна створювати ще одні курси паралельно, а можна перевести діючі курси на нову програму, що пропонується в даному проекті. Документ, надаваний по закінченні курсів і проходженні сертифікації буде звичайний, стандартний, такий же як і при проходженні сертифікації раніше. Як буде Минрегион одержувати підтвердження що енергоаудитор навчено саме по їхній програмі поки що не встановлено.

Проект почався після підписання угод GIZ - Міністерство регіонального розвитку, будівництва й ЖКГ. Потім Міністерство регіонального розвитку, будівництва й ЖКГ - університети. Матеріали проекту наведені к Додатках до Звіту.

## РОЗДІЛ 8

### ШЛЯХИ ФІНАНСУВАННЯ ЕНЕРГОПРОЕКТІВ

В Україні вже існує декілька програм фінансової підтримки проектів енергомодернізації. Для розуміння проблеми залучення таких програм для проведення заходів з енергомодернізації необхідно встановити, які класи об'єктів можуть підпадати під такі заходи. Організаційно-правові засади проведення енергомодернізації залежать від призначення об'єкту, форми власності, його розташування та розмірів. За цими ознаками в першу чергу можна виділити такі групи як:

- об'єкти державної власності (виробничі чи громадські);
- об'єкти комунальної власності
- приватні об'єкти виробничого призначення;
- об'єкти персональної власності;
- малі за розмірами або великі за розмірами об'єкти;
- житлові будинки та ін.

У кожному випадку ситуація буде залежати від усього комплексу ознак. Для стимулювання проведення заходів з підвищення енергоефективності на різних рівнях приймаються програми підтримки та фінансування. Однак такі програми є відповідними тільки для чітко окресленого класу об'єктів. Наприклад зараз діє дуже приваблива програма компенсації 70% витрат на проведення енергомодернізації та супутнього ремонту будівлі від Європейських фондів підтримки. До тогож там висунуто вимогу, що власне фінансування проекту має бути не менше, ніж 20%. Тобто ще 10% можна компенсувати за рахунок інших програм підтримки. Але така програма діє виключно для ОСББ. Якщо житловий будинок відноситься до сфери управління управляючої компанії або кооператива – під дію такої програми він не підпадає.



Для кожної форми власності необхідно узгодити окрему частину дічої в Україні нормативно-правової бази, бо суми за виконання робіт сплачуються великі, ризики невідповідного виконання договору також великі.

З іншого боку ринок енергосервісних проектів є справді величезний. Кількість об'єктів у сфері державної власності за оцінками Держенергоефективності у 2018 році містив приблизно 70 000 будівель бюджетних установ, а вартість цього обсягу була 4-8 млрд. євро. Ще на порядок більший ринок оновлення систем енергоспоживання та запобігання енерговитратам у житловому фонді. Тільки у Одесі діють 8 комунальних підприємств, на балансі яких перебувають комунальні житлові будинки (див. таблицю 8.1).

Таблиця 8.1 - Житлові будинки на балансі комун. підприємств Одеси

КП ЖКС	Квартир	Будинків	Площа	Площа	Середнє число квартир у будинку
			будинків загальна	будинків житлова	
ПортоФранко	35 649	1 555	2 187 452	1 352 945	23
Фонтанский	37 747	1 181	1 999 990	1 239 442	32
Північний	41 900	379	1 842 636	1 090 706	111
Черемушки	36 750	707	1 697 830	1 068 394	52
Вузівський	30 625	608	1 562 837	947 547	50
Чорноморський	27 004	358	1 445 914	864 138	75
Пересыпський	17 916	963	833 982	485 349	19
Хмельницький	19 264	827	808 840	494 333	23
<b>Усього</b>	<b>246 855</b>		<b>12 379 483</b>	<b>7 542 854</b>	

Як видно з таблиці, найбільша частка багатоквартирних будинків у КП ЖКС «Північний». Також багато багатоквартирних будинків у Чорноморському, Черемушках і Вузівському.

Відповідно до діючого рішення Одеської міської Ради, мінімальним сегментом будинку, що може бути відділений від існуючої системи опалення, і де може бути встановлений локальний тепlopункт, є парадна. Наприклад КП ЖКС Черемушки має на балансі 707 будинків, загальною площею 1 697 830 м кв., жилою – 1 068 394 м кв. З них 274 - п'ятиповерхові будинки (в основному «хрущевки») становлять більше 60% площі (1 048 877 й 686 028 відповідно). При тарифі 30 грн. за м кв. житлової площі, мешканці

п'ятиповерхових будинків КП ЖКС Черемушки на місяць платять більше 20,5 млн. грн. Якщо економія складе 50%, то за п'ять місяців опалювального сезону це більше 52 мільйонів гривень (2 млн. євро).

У КП ЖКС Чорноморському переважають 9-поверхові будинки (196 з 358). В основному це т. зв. «чешки». Їхня площа становить близько 80% усього житлового фонду (717 575 жилою площі). Економія за опалювальний сезон може скласти більше 54 млн. грн.

Якщо прийняти середнє значення 4 квартири на поверх, то в згадуваних 5-поверхових будинках є приблизно 1180 парадних, а в 9-поверхових – ще 620. Це 1800 об'єктів енергомодернізації. При строку окупності в 5 років, середній бюджет одного об'єкта складе близько 300 000 гривень (близько 10 700 євро). Загальна оцінка обсягу ринку тільки у Одесі близько 30 млн євро при мінімальному бюджеті тільки у частині опалення. Але ж при енергомодернізації також проводиться реконструкція системи гарячого водопостачання (ГВП), вентиляції, освітлення.

Також важливим напрямком є проведення енергомодернізації у будівлях котеджного будівництва, на виробничих об'єктах.

Суттєвою проблемою для укладання договорів із бюджетними установами було обмеження строку дії договорів до одного року та вимога проводити аукціон ПРОЗОРО із критерієм мінімальних витрат. За п'ять років роботи у сфері законодавчих та нормативних питань Деорженергоефективності розробило та впровадило цілий пакет документів.

Прийнято Закони України

№ 327-VIII від 09.04.2015 (із змінами 2017 року) щодо визначення механізмів енергосервісу (у тому числі особливостей здійснення публічних закупівель енергосервісу),

№ 328-VIII від 09.04.2015 щодо можливості розпорядників бюджетних коштів брати довгострокові зобов'язання за енергосервісом (зміни до Бюджетного Кодексу України),

Прийнято необхідні підзаконні Акти:

Кабінетом Міністрів України затверджено Примірний енергосервісний договір (ПОСТАНОВА від 21 жовтня 2015 р. № 845)

ДСТУ «Методика визначення базового рівня споживання (у разі недотримання санітарних та інших умов)» затверджено наказом Мінрегіону від 27.07.2015 №178

Наказ Мінфіну №996 від 06.11.15. - Класифікатор видатків доповнено: 2276 «Оплата енергосервісу»

Наказ Мінфіну №1118 від 04.12.15. - Кошторис видатків бюджетних установ можливо формувати з урахуванням видатків на оплату енергосервісу

Наказ Мінфіну №1117 від 04.12.15. - Інструкцію застосування економічної класифікації видатків бюджету доповнено кодом 2276 «Оплата енергосервісу»

### **8.1 Перспективи та алгоритм застосування механізму ЕСКО-контрактів для фінансування енергомодернізації будівель ОДЕКУ**

У кінці 2017 року та на початку 2018 року було прийнято низку нормативних документів, які створили можливість для державних установ, та, зокрема, університетів, заключати енергосервісні контракти на багаторічний термін. На початку 2018 року МОН провело конференцію для представників університетів з метою поширення досвіду у цьому напрямку. Нові можливості стали наслідком декількох років підготовчої роботи Фонду енергоефективності. Застосування енергосервісних контрактів дає змогу вирішувати проблему зниження обсягу споживання енергоносіїв та зниження забруднення навколишнього середовища без використання коштів державної установи, зокрема університету. Однак для цього необхідно провести ретельну підготовку, яка дозволить потенційному інвестору - енергосервісній компанії, оцінити перспективи заключення договору, обрати необхідні технології та розрахувати обсяг інвестицій та строк окупності. Необхідно

визначити перелік об'єктів - будівель університету, встановити межі об'єктів, види енергоносіїв, які до них подаються, обсяг та графіки енергоспоживання.

Результатом цього дослідження повинні стати оцінка перспектив заключення енергосервісного контракту, методика підготовки пакету документів для подачі замовлення на укладання енергосервісного контракту та приклад підготовки таких документів із використанням даних, наданих технічними службами університету та його бухгалтерією.

### **8.1.1 Огляд стану енергоспоживання в Україні в сфері ЖКГ та бюджетних установ**

Приналежність енергозбереження та енергоефективності до пріоритетних напрямів енергетичної політики українського уряду обумовлено надзвичайно високим рівнем споживання енергоресурсів в Україні на одиницю ВВП, а також залежність від російського газу та зношеність енергетичної інфраструктури. В рамках базового сценарію розвитку економіки згідно з Енергетичною стратегією України на період до 2030 року, внаслідок реалізації заходів збільшення енергоефективності має бути досягнуто зниження показника енергоємності ВВП майже на 60%. При цьому стимулювання розвитку енергосервісних компаній (ЕСКО) як інструмента втілення енергоефективних заходів, відповідно до Стратегії, шляхом створення відповідної нормативної бази та впровадження механізмів енергосервісних перформанс контрактів (Energy Performance Contracting, EPC) має бути одним з основних напрямків державної політики у сфері енергоефективності.

Найбільшими кінцевими споживачами енергії в Україні 2013 року, за даними Енергетичного балансу України за 2013 рік, стали: промисловість (близько 31,5%), побутовий (житловий) сектор (майже 34%) і транспорт

(понад 16%). Загальне кінцеве споживання енергії в побутовому секторі сягнуло майже 23,5 млн. тонн нафтового еквіваленту (т н.е.).

У 2013 році структура кінцевого енергоспоживання у побутовому секторі за видами палива мала такий вигляд: природний газ - 57,52% від загального енергоспоживання, електроенергія - 15,15%, теплова енергія - 19,86%, біопаливо та відходи - 4,24%, вугілля і торф - 3,11%, нафта і нафтопродукти - 0,12% (рисунок 5.1). Отже, можна відмітити, що домогосподарства використовують переважно природний газ та електроенергію. Однак нові енергоефективні технології в житловому секторі поки ще широко не впроваджуються через відсутність належних стимулів.

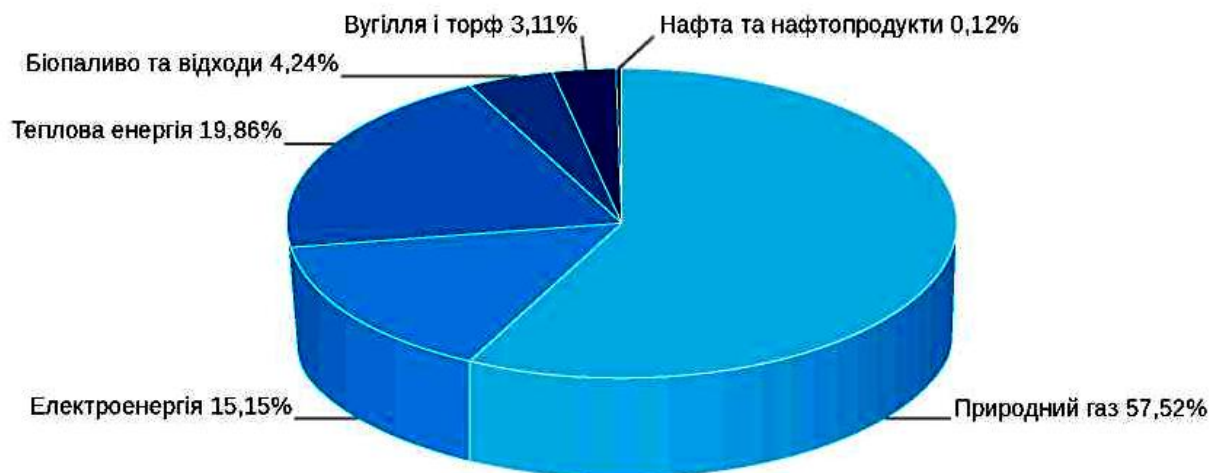


Рисунок 8.1 - Структура кінцевого енергоспоживання у побутовому секторі за видами палива в 2013 році

Згідно із статистичними даними, житловий фонд споживає 70% теплової енергії, при цьому через низькі теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій житлових будинків масової забудови, втрачається близько 40% виробленої теплової енергії (це третину загального житлового фонду), в мережах тепlopостачання втрачається до 25%.<sup>3</sup>

Багато проблем у житловому секторі пов'язані з незадовільним станом конструктивних елементів більшості споруд масової забудови 60-х - 80-х років, їх неефективним утриманням та низькими енергозберігаючими

характеристиками. Основний житловий фонд в Україні створювали в період, коли витрати на енергоспоживання субсидувалися державою, а ціни на енергоносії були ще відносно низькі. Внаслідок цього не було необхідності думати про енергозбереження. За оцінками фахівців Світового банку у житловому секторі України потенціал скорочення споживання природного газу й теплової енергії, становить близько 50%. Міжнародне енергетичне агентство оцінює у абсолютних показниках потенціал енергозбереження України в 27 млн т н.е.

Підвищення енергоефективності в житловому секторі можливе за умови проведення комплексу відповідних заходів. Одним з інструментів для втілення таких заходів згідно з «Національним планом дій з енергоефективності на період до 2020 року», є залучення ЕСКО. За дорученням Уряду України, Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України опрацювало з представниками міжнародних фінансових організацій і з обраними українськими банками, (ПАТ «Укресімбанк» та Державним ощадним банком України АТ «Ощадбанк»), досвід реалізації проектів з енергозбереження із використанням інструменту ЕСКО, які підтвердили ефективність та економічну доцільність реалізації проектів через механізм енергосервісних контрактів.

Аналогічно виглядає ситуація і в сегменті будівель бюджетних установ. Лише деякі з них розміщуються у сучасних будівлях із високими показниками енергоефективності. Зовсім недавно в Одесі відбулася жахлива пожежа в будівлі, в якій розміщувалися декілька бюджетних установ, включаючи Інститут морської біології НАН України та коледж. Основною причиною пожежі вважають незадовільну роботу систем опалення, та, як наслідок – використання нештатних нагрівальних пристроїв при незадовільному стані електромережі будівлі.

Керівництво бюджетних установ звичайно не має ні коштів, ні кваліфікації для якісного усунення проблем у сфері енергоспоживання. Тим більш не можна очікувати такої кваліфікації у звичайних мешканців

житлових будинків. Таким чином зрозуміло, що покращення стану в галузі енергоспоживання це не тільки питання економічної ефективності, екологічного підходу та впровадження принципів сталого розвитку, але й питання безпеки життєдіяльності.

### **8.1.2 ЕСКО. Основні визначення та поняття**

ЕСКО почали з'являтися вперше в Сполучених Штатах Америки в 70-ті роки минулого століття у зв'язку з енергетичною кризою. Можна вважати, що першим прикладом ЕСКО була фірма Time Energy (Техас), яка представила пристрій автоматичного увімкнення й вимкнення світла та іншого обладнання («таймер») для забезпечення зниження енергоспоживання. Однак продажі зростали повільно. Потенційний покупець сумнівався, чи зможе реально економити. Для стимулювання продаж Time Energy розпочала встановлювати замовнику обладнання авансом в обмін на відсоток за фактично отримані заощадження. По суті це й була класична схема ЕСКО.

Модель ЕСКО незабаром набула поширення в багатьох інших країнах світу. Зараз діяльність ЕСКО у різних країнах спрямована на впровадження енергоощадних заходів з метою підвищення ефективності процесів енергопостачання та енергоспоживання. Перелік заходів включає виробництво/когенерацію енергії та її постачання, опалення, вентиляцію та кондиціонування повітря, освітлення, технологічні процеси, рекуперацію скидного тепла, створення систем управління споживанням енергії, підвищення теплотехнічних показників будівель тощо.

Поняття «ЕСКО» наведено в Директиві Європейського Парламенту та Ради Європейського Союзу 2006/32/ЄС від 5 квітня 2006 р. «Про енергетичну ефективність і енергетичні послуги». Згідно з цим документом, енергосервісна компанія (ЕСКО) - це фізична або юридична особа, яка надає

енергетичні послуги та (або) інші заходи з покращення енергоефективності на об'єктах або в приміщеннях користувача і при цьому бере на себе певну частку фінансового ризику. Сплата за надані послуги базується (в цілому або частково) на досягненні покращення показників енергоефективності та на відповідності іншим узгодженим критеріям виконання.

З 5 червня 2014 р. для країн ЄС ця Директива була замінена Директивою 2012/27/ЄС про енергоефективність від 25 жовтня 2012 р. У жовтні 2015 року в рамках Енергетичного Співтовариства було прийняте рішення щодо імплементації Директиви 2012/27/ЄС стосовно енергетичної ефективності, в тому числі для України. Директива 2012/27/ЄС вже не містить визначення "ЕСКО", замінюючи його поняттям "постачальник енергетичних послуг". який визначається як фізична або юридична особа, яка надає енергетичні послуги чи інші заходи з покращення енергоефективності на об'єкті або у приміщенні кінцевого споживача.

Директива 2012/27/ЄС визначає також поняття "енергетичні послуги" як «матеріальні переваги, користь або благо, отримані внаслідок використання енергії за допомогою ефективних технологій та/або дій, які можуть охоплювати операції, технічне забезпечення і контроль, необхідні для надання послуг на підставі контракту, і які за звичайних умов достовірно приводять до покращення раціонального використання енергії та/або збереження первинної енергії, які можна перевірити, виміряти або обчислити».

Визначення поняття «енергосервісна компанія» в українському законодавстві надається в наказі Міністерства з питань житлово-комунального господарства України «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо створення системи економічного стимулювання реалізації енергоощадних заходів на підприємствах житлово-комунального господарства». Згідно цьому наказу енергосервісна компанія це «суб'єкт господарювання, який здійснює енергоощадні заходи повністю або частково за рахунок власних, позикових або залучених коштів і забезпечує



гарантоване досягнення економії паливно-енергетичних ресурсів та води впродовж терміну реалізації енергоощадних заходів».

На практиці існують два типи договорів з підвищення енергоефективності «енергосервісний контракт» (ЕСК) та «енергосервісний перформанс контракт» (ЕПК).

- ЕСК - це контракт, «предметом якого є здійснення виконавцем заходів, спрямованих на енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності у використанні енергетичних ресурсів замовником; при цьому розмір винагороди виконавця (ЕСКО) напряму залежить від обсягу економії, отриманої замовником від таких дій».

- Енергосервісний перформанс контракт - це договірна угода між бенефіціаром і постачальником заходів «щодо підвищення енергоефективності, які перевіряються і відстежуються протягом усього строку дії договору, при цьому інвестиції (роботи, поставка або послуги) в такі заходи відшкодовуються в залежності від рівня підвищення енергетичної ефективності, зазначеного в контракті, або іншого критерію енергетичного перформансу, наприклад, розміру фінансових заощаджень».

Враховуючи, що вище було показано, що енергосервісна компанія це суб'єкт господарювання, який впроваджує енергоефективні заходи з використанням моделі енергетичного контрактингу, а також компанія, що пропонує енергетичні послуги, які можуть включати розробку та реалізацію проектів з енергозбереження (а також з відновлюваної енергії), і в багатьох випадках такі проекти реалізуються «під ключ», ЕСКО властиві такі характеристики:

- Винагорода ЕСКО прямо пов'язана з досягнутою економією енергії.
- ЕСКО може фінансувати або допомагати в організації фінансування енергоефективних проектів, надаючи гарантії заощаджень.

Економія, досягнута ЕСКО-компанією за результатами виконання договору в рамках реалізації енергосервісних послуг включає такі компоненти:

- економію витрат на паливо/енергію;
- економію витрат на персонал;
- економію витрат на обслуговування;
- економію інших експлуатаційних витрат (матеріали, вода тощо).

Типовий перелік послуг ЕСКО включає:

- енергетичне обстеження (енергетичний аудит);
- техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів енергозбереження та підвищення енергоефективності;
- надання або забезпечення фінансового та інвестиційного менеджменту;
- управління фінансовими й технічними ризиками, пов'язаними із впровадженням енергоощадних заходів;
- інжиніринг (впровадження), управління монтажем та нагляд за втіленням енергоощадних заходів;
- постачання та монтаж обладнання; експлуатація і технічне обслуговування, інші заходи.

Аналіз практики реалізації договорів на пілотних об'єктах показує, що найбільшого позитивного ефекту від реалізації проектів з використанням механізму енергосервісу можна досягнути за умови дотримання таких принципів:

- заходи щодо підвищення енергоефективності оплачуються (окупаються) з досягнутої економії енергоресурсів;
- проект повністю виконує спеціалізована компанія - ЕСКО;
- інвестиції, обслуговування боргу та вартість енергетичних послуг виплачує ЕСКО (або бенефіціар) протягом терміну, встановленого в контракті після досягнення річної економії експлуатаційних витрат;
- перформанс контракт укладають на термін, необхідний для повного відшкодування коштів, витрачених на реалізацію заходів з енергозбереження;
- ЕСКО бере на себе фінансові та технічні ризики;

- оскільки ЕСКО-компанія має необхідний досвід проведення заходів з енергомодернізації та кваліфікований персонал, це гарантує сталість економії витрат на енергоресурси та інших експлуатаційних витрат.

### **8.1.3 Сфера діяльності енергосервісних компаній та наявні ризики**

В розвинених країнах світу ЕСКО-компанії відіграють важливу роль в освоєнні потенціалу енергоефективності. Відповідно до нормальної практики, послуги ЕСКО, - це єдиний комплекс заходів, які оплачує замовник за рахунок економії (заощадження) енергоресурсів та коштів, витрачених на їх закупівлю. Замовники енергосервісу несуть незначний технічний ризик тому що ЕСКО-компанія гарантує таку економію і те, що витрати на енергоспоживання після реалізації енергоощадних заходів не перевищуватимуть заздалегідь обумовлених показників. Це означає, що під час підготовки контракту сторони мають визначити такі показники, встановити чи це фінансова економія у грошовому еквіваленті, чи економія паливно-енергетичних ресурсів у натуральному вигляді. Якщо проектного рівня енергозбереження за період реалізації контракту досягти не вдається, за умовами контракту ЕСКО не отримує винагороди в повному розмірі. Контракт укладають на конкретний період, (до 10 років), протягом якого відбувається повернення інвестицій, які надаються через ЕСКО.

У кожній окремій країні пріоритетність діяльності ЕСКО за секторами економіки відрізняється та залежить від ринкових умов. Частіше основними замовниками послуг ЕСКО є державний або муніципальний сегменти, але це може бути промисловість чи житловий сектор. Державний та муніципальний сектор зазвичай займають переважну частку в портфелі проектів ЕСКО, оскільки це дає можливість отримувати доступ до фінансових ресурсів під державні гарантії та дозволяє забезпечити скорочення бюджетних коштів на утримання державних та муніципальних об'єктів. В Україні доля

муніципального сектору різко зросла після поширення децентралізації та передачі значних фінансових потоків до місцевих бюджетів. В країнах де доля державного бюджету у загальному балансі невелика, у замовленнях ЕСКО переважають промислові проекти, внаслідок економічних інтересів власників підприємств знизити енергетичну складову собівартості продукції.

Досвід впровадження ЕСКО в розвинених країнах є важливим прикладом перспективності цього напрямку в Україні. Він показує, що може відігравати важливу роль у підвищенні енергоефективності житлово-комунального та промислового секторів країни, які мають великий потенціал енергозбереження. Енергосервісні контракти пов'язані із певними невід'ємними ризиками. Ці ризики стосуються як ЕСКО-компанії, так і замовника.

#### **8.1.4 Ризики що несе енергосервісна компанія**

Компанія бере на себе великий ступінь ризику, гарантуючи досягнення наміченої енергоефективності об'єкта замовника і отримує оплату за надані послуги за результатами підвищення енергоефективності. Основні ризики ЕСКО:

- бізнес-ризик - пов'язані з помилками або прорахунками при виборі бізнес-моделі реалізації проекту, невірним визначенням показників прибутковості, зміною законодавчої бази та політичної ситуації в країні, помилковим вибором партнерів або учасників проекту, ймовірністю невиконання учасниками своїх зобов'язань;

- фінансові ризик - пов'язані з вірогідністю зменшення вартості фінансових ресурсів (грошових коштів) через інфляцію, несприятливу кон'юнктуру ринку товарів, послуг, матеріалів;

- технічні ризики – пов’язані із можливістю прийняття неправильних технічних рішень, неправильної експлуатації або непередбаченого виходу з ладу обладнання.

Помилкове визначення запланованого обсягу заощаджень може бути наслідком використання некоректних вихідних даних для розрахунку базових показників енергоспоживання, або споживання ресурсів після впровадження енергоефективних заходів. Наприклад, якщо у початковій фазі було проведено неякісний енергоаудит. Це може статися якщо замовник раніше проводив енергоаудит із залученням іншого виконавця, і не хоче повторних витрат. Щоб уникнути помилок новий виконавець має повне право не довіряти такому енергоаудиту, оскільки немає жодних гарантій, що він був проведений якісно. Якщо до заходу ЕСКО на об'єкт, енергоаудит здійснювала інша компанія, його результати можна прийняти до відома, але доцільно провести його верифікацію або навіть провести повторний енергоаудит.

Визначення «базової лінії» споживання енергоресурсів має надзвичайно велике значення, воно має бути коректне та об'єктивне, оскільки помилки в її визначенні можуть унеможливити досягнення запланованих показників енергетичної ефективності, призвести до конфлікту під час реалізації договору між ЕСКО та замовником. Існує ризик судового вирішення спорів або розриву договору. На практиці ЕСКО-компанія може зіткнутися з такою проблемою, як відсутність на об'єкті засобів обліку споживання теплової енергії або достовірних даних про рівень енергоспоживання за попередні роки, які необхідні для визначення «базової лінії». Це класичний ризик ЕСКО-компанії, бо саме вона зацікавлена правильно визначити та узгодити із замовником показники споживання паливно-енергетичних ресурсів, оцінити можливі заощадження і, відповідно, отримати вкладені кошти та прибуток за здійснені заходи і досягнуту економію.

Зміни вартості енергетичних ресурсів звичайно відбуваються у напрямку зростання тарифів за комунальні послуги, а не їх зниження. В такому разі є практика закладати в договорі прогностичні показники підвищення цін на енергоносії або відповідних тарифів.

Важливим ризиком, з яким стикається виконавець, є загроза порушення замовником умов розрахунків за виконані роботи. Такий ризик може виникати, коли помітивши економію від впроваджених ЕСКО енергоефективних заходів, замовник починає шукати можливості розраховуватися не за встановленими згідно із договором умовами, а за фактичними показниками споживання. Якщо це відбудеться, ЕСКО не отримає повернення вкладених інвестицій і належного прибутку. Щоб уникнути такої ситуації, необхідно ретельно скласти ЕС контракт, в якому будуть чітко прописані не тільки загальні обов'язки як виконавця, так і замовника, а також порядок розрахунків відповідно до змін актичного енергоспоживання та тарифів на енергоносії. Окремо необхідно встановити відповідальність за невиконання зобов'язань.

Наступним є ризик неплатоспроможності замовника. Строк реалізації робіт з енергомодернізації є відносно коротким, а трок реалізації ЕСКО-контракту у повному обсязі та повного розрахунку між сторонами може бути довгим та навіть перевищувати 10 років. Це довгий період. У випадку, коли замовник стає банкрутом, то він зазвичай у першу чергу керується власними інтересами та не здатний повернути інвестиції. Цей ризик можна розділити із трьою стороною - інвестором, яким може бути фінансова установа, лізингове товариство, виробник енергоощадного обладнання тощо; ЕСКО буде нести цей ризик одноособово у тому разі, коли виступає перед замовником у ролі інвестора, який фінансує проект. З цієї причини потенційний інвестор (або ЕСКО-компанія) мають впевнитися в кредитоспроможності замовника енергосервісу на досить довгий період. ЕСКО часто намагаються працювати з бюджетними установами саме щоб

уникнути цього ризику, бо у такому разі гарантом на довгостроковий період виступає держава.

Є, також, технічний (технологічний) ризик недотримання замовником або організацією, яка експлуатує системи енергоспоживання, правил використання обладнання. Цей ризик ЕСКО може зменшити за допомогою навчання технічного персоналу, заключення на себе договору з експлуатації обладнання на період до завершення дії ЕСКО-контракту та проведення остаточного розрахунку за договором, або створення умов, за яких замовник буде також зацікавлений в досягненні економії.

### **8.1.5 Ризики, що несе замовник**

У першу чергу ці ризики, пов'язані саме з вибором ЕСКО-компанії – партнера за доовором та недосконалістю законодавчої бази. При виборі партнера виникає ризик, що замовник потрапить на некваліфікованого виконавця. Щоб уникнути цього, потрібно отримати з максимальної кількості джерел відомості про потенціальних партнерів - підприємства, які працюють на ринку енергосервісу. Здійснюючи вибір виконавця у першу чергу необхідно з'ясувати наявність у компанії позитивного досвіду реалізації енергоефективних проектів та ознайомитися із відгуками від попередніх замовників. Необхідно дізнатися, чи забезпечене підприємство кваліфікованими фахівцями. При розробці тексту контракту потрібно отримати детальну інформацію про умови виконання робіт та проведення розрахунків.

Для зменшення цього ризику в Україні для бюджетних установ Держенергоефективності створено централізований портал обслуговування процедури заключення ЕСКО контрактів. Створені умови для прозорого механізму відбору компаній ЕСКО.

### 8.1.6 Важливі аспекти укладання енергосервісних договорів

Визначення методології оцінки економії енергії є ключовим питанням енергосервісного договору. В реальності, при експлуатації будівлі, внутрішні умови можуть не відповідати діючим нормам експлуатації. Це може проявлятися у недостатньо високій температурі у приміщеннях зимою, або занадто високою влітку. Може бути недостатньо інтенсивна вентиляція, що призводить до надлишкового забруднення повітря. Після проведення енергомодернізації параметри можуть «вийти у норму», але при цьому фактична економія буде занадто малою. Щоб врахувати таку колізію, при розрахунку економії у якості «відправної крапки» використовують не фактичне споживання енергоносіїв, а розрахункову «базову лінію» споживання енергоресурсів (складаючи договір, сторони мають визначитися, які показники та за який період вони беруть за основу - це предмет обговорення та узгодження). Також сторони мають враховувати під час визначення «базової лінії» можливі зміни режиму споживання енергії. Це може відбутися у разі збільшення або зменшення обсягів виробництва на підприємстві, збільшенні кількості персоналу або скороченні штату установи.

Щоб уникнути непорозумінь, в договорі рекомендовано схематично описати механізм досягнення економії енергії та обсяг інвестування грошових коштів. При фіксації в ЕСК базового енергоспоживання, обов'язково слід визначати за якими приладами обліку це проводиться та де вони встановлені (або будуть встановлені). Встановлення засобів обліку споживання вже може приводити до зменшення розміру оплати та витрат енергоносіїв чи води. Така економія, досягнута за рахунок їх встановлення, не може вважатися здобутком ЕСК, бо це - перехід від розрахункового обліку споживання до фактичного. Встановлення лічильників не є енергоефективним заходом, це дає економію коштів, порівняно з оплатою за нормативами, але, проблема реалізації потенціалу зменшення



енергоспоживання не вирішується. При укладенні контракту, ЕСКО має пропонувати реальні механізми, спрямовані на реальне підвищення енергоефективності будівлі.

Наступним важливим питанням, яке обов'язково треба визначити в договорі, є умови розподілу між замовником та виконавцем у період дії договору після проведення енергомодернізації заощаджених грошових коштів. Умови розподілу можуть встановлюватися у абсолютних значеннях, або у відсотках. При визначенні терміну дії договору, може бути зазначено, що він завершується раніше вказаного строку у разі дострокового відшкодування повної вартості проекту.

В умовах договору може передбачатися передача замовнику енергоефективного обладнання, придбаного під час виконання договору за кошти ЕСКО. Може бути також передбачене право замовника після завершення робіт викупити в ЕСКО обладнання «за залишковою ціною».

### **8.1.7 Бізнес-моделі енергосервісних контрактів**

Аналіз типових контрактів дозволяє сформулювати Бізнес-моделі ЕСК на основі порядку та особливостей реалізації комплексу технічних і технологічних заходів, які спрямовані на економію коштів на оплату спожитих енергетичних ресурсів. Отримання цієї економії - основний стимул вкладати кошти в енергоощадні заходи. Необхідно щоб економія коштів від збереження енергії перевищувала витрати на самі енергоощадні заходи за заявлений період окупності. Крім скорочення витрат на оплату енергоресурсів, для бізнес-моделі ЕСК важливі такі вигоди, як збільшення ринкової вартості нерухомості, підвищення комфортності перебування в модернізованих будівлях, а також продовження їх експлуатаційного терміну. Загальна бізнес-модель ЕСК наведена на рисунку 8.2.

Енергосервісні проекти переважно фінансуються за рахунок довгострокових кредитів.

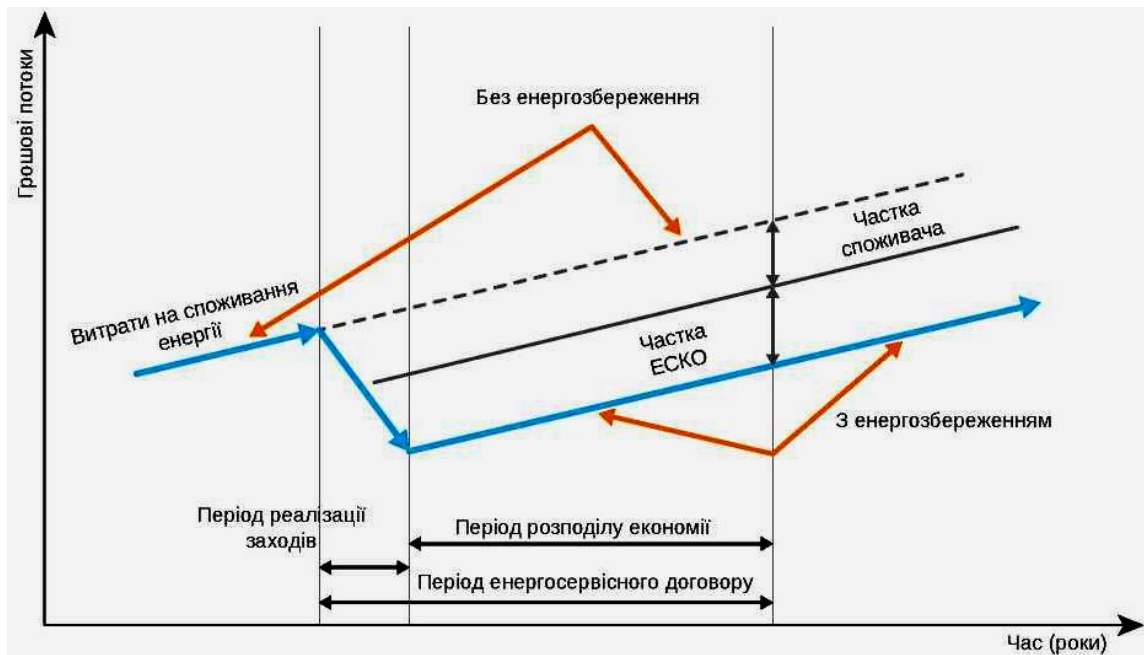


Рисунок 8.2 - Загальна бізнес-модель ЕСКО

**Модель прямого фінансування.** У цій моделі (представлено на рисунку 8.3) запропоновано реалізацію проектів підвищення енергоефективності здійснювати з використанням кредитних ресурсів Міжнародної фінансової інституції (МФІ) шляхом прямого фінансування ЕСКО. За практикою західних країн, що ця модель є найсприятливішою для реалізації проектів підвищення енергоефективності будинків бюджетної сфери. Основні етапи реалізації моделі прямого фінансування наступні:

- ЕСКО-компанія укладає один або кілька однотипних ЕС контрактів на підвищення енергоефективності будинків бюджетної сфери;
- МФІ надає довгостроковий кредит ЕСКО;
- за рахунок залучених кредитних ресурсів компанія реалізує комплекс заходів з підвищення енергоефективності;



Рисунок 8.3 - Реалізація енергоощадних заходів за прямого фінансув. ЕСКО

- ЕСКО-компанія сплачує кредит і відсотки за ним за рахунок економії, отриманої внаслідок скорочення споживання енергоресурсів в період дії контракту.

Для отримання коштів за моделлю прямого фінансування необхідно, щоб ЕСКО була досить великою компанією, або входило до структури великого холдингу. Також необхідно надати ліквідне забезпечення для отримання кредиту.

Коли цю модель фінансування використовують в Україні позичальниками кредитних ресурсів звичайно є або виконавчий орган територіальної громади на підставі рішення відповідного органу самоврядування, або великі суб'єкти господарювання - комунальні підприємства теплоенергетики, водопостачання та водовідведення. Фінансування відбувається під муніципальні гарантії, оформлені згідно із встановленим порядком.

**Модель фінансування спеціалізованим фондом.** Модель представлена на рисунку 5.4 та означає використання коштів МФІ разом із коштами бюджетів регіонального чи муніципального рівня. Також можлива участь комерційних банків та приватних компаній.

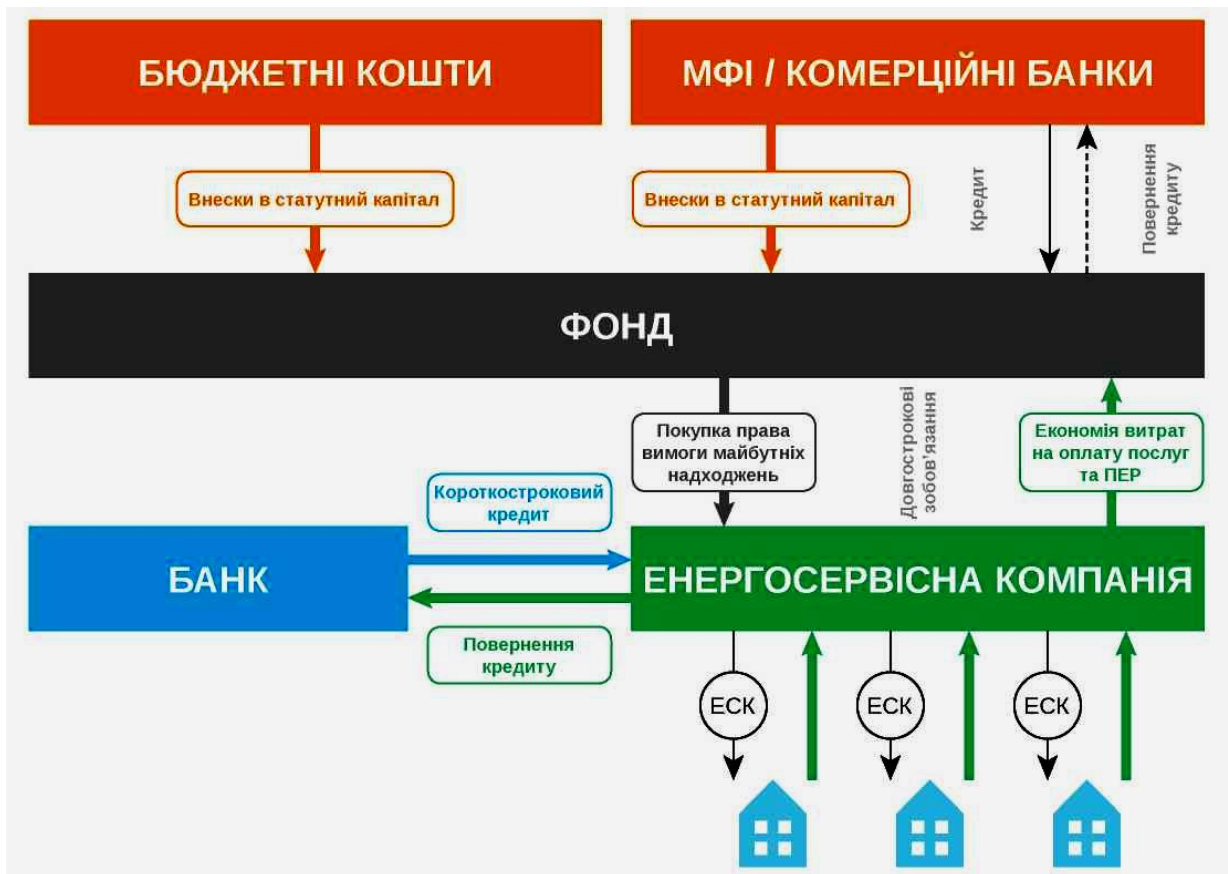


Рисунок 8.4 - Модель використання коштів спеціалізованого фонду для фінансування діяльності ЕСКО

Сутність цієї моделі полягає в створенні спеціалізованого фонду для забезпечення гарантій повернення короткострокових кредитів на проведення енергоощадних заходів за ЕПК комерційним банкам. Принципово важливо щоб створення фонду відбувалося за участю регіональних органів державної влади або органів місцевого самоврядування. Внесення бюджетних коштів до статутного капіталу фонду підтверджує готовність органів державної влади та місцевого самоврядування сприяти розвитку проекту.

Фонд може бути створено у формі публічного акціонерного товариства (ПАТ). Учасниками товариства, як було вказано вище, можуть бути органи державної влади, муніципального управління та МФІ, комерційні банки та приватний бізнес. На стадії активної діяльності Фонду МФІ можуть виступати в ролі його кредитора.

Реалізація наведеної моделі фінансування ЕСКО спеціалізованим фондом відбувається за наступними етапами:

- укладання одного або кілька однотипних ЕС контрактів на підвищення енергоефективності об'єктів бюджетного сектору.
  - залучення короткострокового кредиту комерційного банку для проведення комплексу енергоощадних заходів на об'єктах.
  - спрямування коштів фонду на викуп права витребування в ЕСКО надходжень від досягнутої економії в рамках реалізації ЕПК.
  - Сума викупу, яку отримує ЕСКО, компенсує її витрати і дає змогу отримати запланований прибуток. За рахунок цих коштів ЕСКО гасить короткостроковий кредит комерційного банку та виходить з договору.
  - Фонд стає правонаступником коштів від отриманої економії ресурсів та бере на себе довгострокові ризики в рамках ЕПК.
  - Якщо економія коштів, отриманих від скорочення споживання ресурсів, буде менша, ніж передбачалось ЕПК, ЕСКО зобов'язано компенсувати Фонду різницю за рахунок власних коштів.
  - Фонд може спрямувати щорічні надходження від досягнутої економії ресурсів на повернення залучених кредитів МФІ, комерційних банків чи інших фінансових інституцій або на виплату дивідендів учасникам Фонду.
- При фінансуванні енергосервісної діяльності ЕСКО спеціалізованим фондом встановлюються наступні основні вимоги:
- ЕСКО має бути спроможне реалізувати проект підвищення енергоефективності об'єктів бюджетного сектору необхідного рівня складності;
  - ЕСКО має бути спроможне виступати потенційним позичальником короткострокового кредиту;
  - регіональні органи державної влади або органи місцевого самоврядування мають брати участь у створенні спеціалізованого фонду.

Застосування механізму фінансування енергоефективних заходів через спеціалізований Фонд є актуальним, проте в Україні на даний час немає достатньо досвіду з цього питання.

*Модель фінансування кредитною лінією.* Модель представлена на рисунку 8.5 та може бути реалізована, якщо в регіоні є комерційні банки, які готові брати участь у створенні нових фінансових продуктів і розділити з МФІ ризики кредитування енергосервісних проектів. Головна ідея такої моделі полягає в створенні за рахунок коштів МФІ для комерційних банків, зацікавлених в довгостроковому кредитуванні енергосервісних проектів, кредитної лінії.

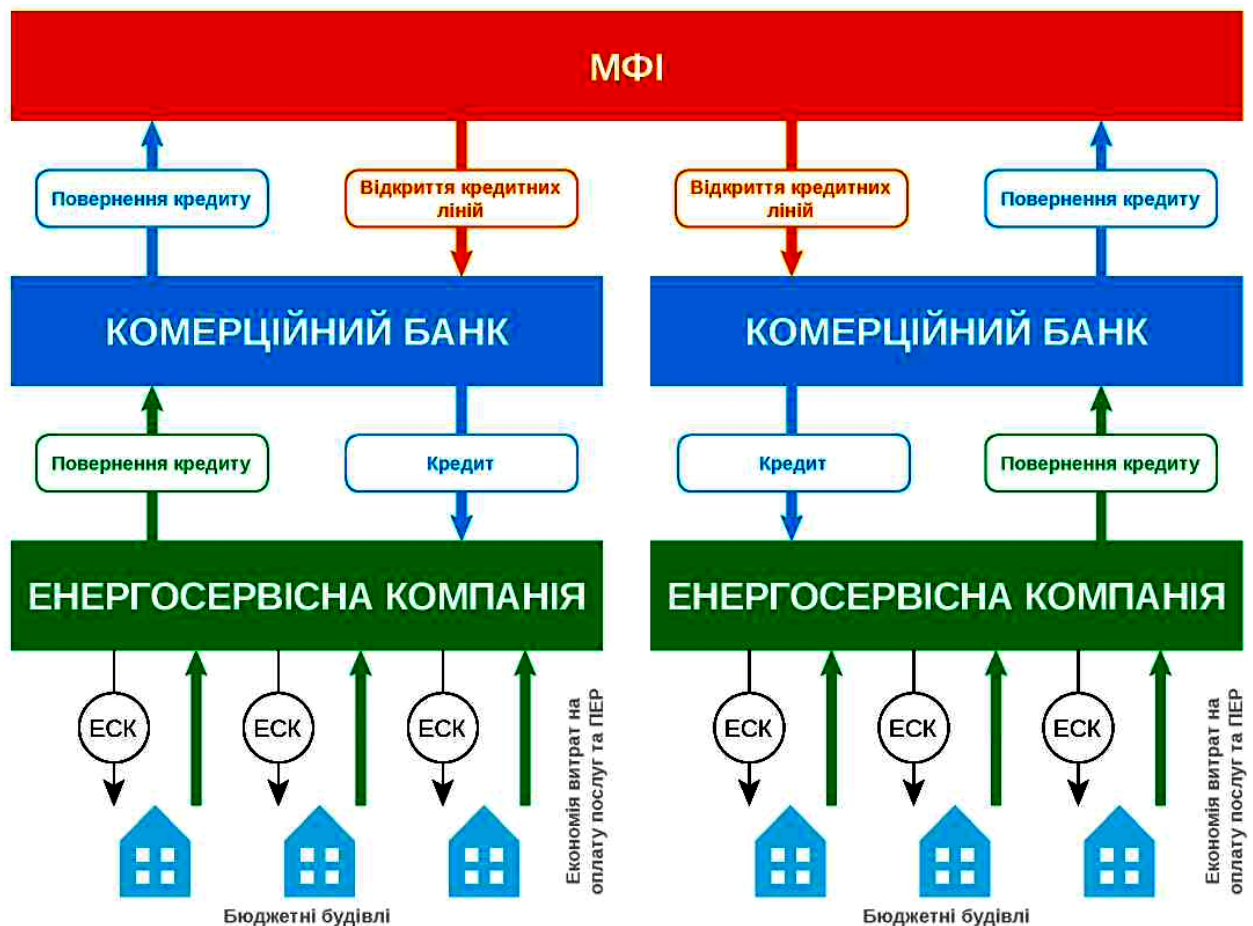


Рисунок 8.5 - Модель фінансування діяльності ЕСКО кредитною лінією

При реалізації моделі фінансування ЕСКО кредитною лінією можна виділити наступні етапи:

- ЕСКО укладають енергосервісні контракти із установами бюджетної сфери на підвищення енергоефективності об'єктів.

- МФІ надає кредитну лінію місцевому комерційному банку.

- Місцевий комерційний банк кредитує ЕСКО-компанії із використанням кредитної лінії, відкритої МФІ.

- ЕСКО-компанії реалізують комплексні заходи з підвищення енергоефективності за рахунок залучених довгострокових кредитів комерційного банку.

- За рахунок досягнутої економії обсягу платежів за споживання ресурсів у період дії контракту ЕСКО здійснюється погашення кредиту та відсотків за ним.

- Комерційний банк сплачує наданий на умовах відкритої кредитної лінії довгостроковий кредит МФІ за рахунок коштів, які надходять від ЕСКО-компанії в рамках енергосервісного контракту.

Використання механізму кредитної лінії у комерційному банку за рахунок коштів МФІ має сенс тільки за наявності достатньо великого обсягу ЕС компаній, які претендують на фінансування та великої суми фінансування контрактів. В Україні досвід фінансування енергоефективних проектів за кредитною лінією був отриманий Європейським банком реконструкції та розвитку (ЄБРР) в рамках реалізації кредитної угоди через ПрАТ «УкрЕСКО» у межах Української програми підвищення енергоефективності (УКЕЕР), яка реалізується за участю уповноважених українських банків.

### **8.1.8 Моделі енергосервісних перформанс контрактів**

ЕСК за типом перформанс-контракту на практиці також мають різні моделі та відрізняються наступними характеристиками:

1. Видами послуг, які надаються замовнику у ході реалізації договору:

- окремі послуги (консультації, розробка проекту енергомодернізації, постачання обладнання, розробка плану заходів із підвищення енергоефективності);

- комплексні послуги - розробка та реалізація проекту «під ключ».

2. Джерелами фінансування:

- кошти власника об'єкта (замовника);
- кошти виконавця (ЕСКО);
- кредитні кошти.

3. Схемою розрахунків між власником об'єкта й ЕСКО:

- оплата здійснюється одноразово;
- оплата здійснюється поетапно протягом реалізації проекту;
- оплата здійснюється у визначений термін після завершення проекту.

4. Правом власності на обладнання, встановлене в ході реалізації проекту:

- переходить до власника об'єкта;
- залишається за ЕСКО.

5. Порядком розподілу коштів, що залишаються внаслідок економії, отриманої внаслідок реалізації проекту, між ЕСКО та власником об'єкта.

Зрозуміло, що ЕСКО може надавати замовнику як окремі послуги, так і комплексні послуги. Залежно від цього, та конкретного змісту договору, застосовують різні форми енергосервісного перформанс контракту (ЕПК).

**Енергосервісний перформанс контракт гарантованих заощаджень.**

Ця модель означає контракт, згідно з яким ЕСКО гарантує зменшення енергоспоживання до відповідного рівня в натуральних показниках, це зменшення не прив'язане до конкретних розмірів грошової економії. Схема представлена на рисунку 8.6. Такі проекти, зазвичай, фінансують замовники за рахунок власних або позикових коштів. Згідно цієї моделі контракту ЕСКО приймає на себе всі технічні ризики щодо розробки та впровадження проекту, але не бере на себе кредитні ризики та процедуру відшкодування позики.





Рисунок 8.6 - Типова схема договірних відносин при укладанні перформанс контракту гарантованих заощаджень

У наведеному варіанті замовник приймає на себе інвестиційні ризики та повертає кредит за рахунок заощаджень, отриманих у рамках реалізації проекту. Якщо фактичний рівень заощаджень виявиться меншим ніж гарантовано ЕСКО і коштів буде недостатньо для повернення позики, ЕСКО буде зобов'язана компенсувати різницю. В межах впровадження проекту замовник оплачує ЕСКО послуги до моменту досягнення запланованого рівня заощаджень. Можливо укладення додаткової угоди та оплата верифікації щорічних заощаджень. Окремо може оплачуватися сервіс зі сторони ЕСКО з підтримки роботи обладнання.

Якщо виявиться, що заощадження перевищують запланований рівень, замовник може додатково виплачувати ЕСКО попередньо узгоджену в контракті частку заощаджень. У такому контракті має бути зазначена умова, що ЕСКО гарантує досягнення такого обсягу заощаджень енергоносіїв, який буде достатнім для виконання замовником своїх боргових зобов'язань за умови, що тариф на енергію не впаде нижче певної мінімальної ціни. Оскільки в контрактах такого типу виплату позики здійснюють із отриманих заощаджень, графік платежів залежить від їх рівня. Тобто чим більші заощадження, тим швидше можна погасити позику.

Схема гарантованих заощаджень, правильно функціонуватиме тільки в країнах із розвинутою банківською структурою, високим ступенем обізнаності щодо фінансування проектів і достатнім технічним досвідом, який забезпечує розуміння деталей проекту з енергоефективності. Це може бути Велика Британія, Австрія, Угорщина. Концепцію гарантованих заощаджень важко використовувати на слабких ринках, що розвиваються, оскільки вона передбачає прийняття замовниками інвестиційних ризиків.

У перформанс контракті гарантованих заощаджень важливо чітко прописати методи вимірювання і контролю енергоефективності. Підтвердження того, яку частину економії енергії замовник отримує за рахунок діяльності ЕСКО, є критичним фактором забезпечення довіри клієнта.

**Модель спільних заощаджень.** Означає контракт, згідно якого виконавець гарантує замовникові зменшення грошових витрат на енергоспоживання до встановленого рівня. Типова схема договірних відносин цієї моделі представлена на рисунку 8.7. ЕСКО приймає на себе всі ризики, пов'язані з досягненням визначеного рівня заощаджень. До них входять ризики, пов'язані з проектуванням та впровадженням проекту і кредитні ризики. Також ЕСКО забезпечує фінансування проекту.



Рисунок 8.7 - Типова схема договірних відн. для ЕПК спільних заощаджень

Доходи від заощаджень, отриманих на об'єкті замовника внаслідок реалізації енергоефективних заходів протягом встановленого періоду, розподіляють у пропорції, яка встановлюється умовами договору. Типовий розподіл майбутніх грошових заощаджень може становити, наприклад:

для замовника - 15%;

для ЕСКО - 85%

За ініціативою ЕСКО можна визначити гнучку платіжну структуру, коли на початку реалізації проекту через початкові інвестиції виконавець отримує більшу частку, а з плином часу, залежно від терміну дії договору та відсоткових ставок, які будуть чинні впродовж терміну реалізації проекту, його частка зменшується. Також особливістю даної моделі є те, що по завершенні терміну дії контракту право власності на встановлене обладнання переходить замовнику.

Таку модель використовують переважно великі ЕСКО, які можуть розраховувати на малі відсоткові ставки внаслідок великого розміру кредитів. Для малих та середніх ЕСКО кредитні відсоткові ставки дещо вищі. Для таких контрактів зазвичай відбирають проекти із коротким терміном окупності. Принципом таких ЕПК є забезпечення компенсації для ЕСКО всіх витрат, а також отримання планового прибутку протягом терміну реалізації проекту. Замовник не інвестує в проект коштів, але отримує свою визначену частку від економії протягом періоду реалізації проекту та всю економію - після його завершення. Ризик припинення реалізації проекту є важкою загрозою для виконавця, бо якщо замовник виходить з проекту до його завершення, то потік доходу припиняється, ставлячи ЕСКО в складне становище. Тому у такі контракти вносять положення про відповідальність сторін та про те, як здійснюватимуть виміри та контроль показників енергоефективності проекту.

***ЕПК з гарантованим поверненням інвестицій.*** Ця модель ЕПК є варіацією контракту спільних заощаджень. Відмінність полягає у тому, що у цьому випадку 100% доходів, отриманих від впровадження проекту,

залишається в ЕСКО до моменту повного повернення інвестицій, включаючи розрахунки за кредитами. Чим вищим буде рівень заощаджень, тим коротшим буде період окупності контракту та його реалізації.

ЕПК постачання енергоресурсів та енергоменеджменту. Таку модель використовують у багатьох країнах Європи. Найчастіше вона зустрічається у Франції. В такому контракті, в якості ЕСКО виступає постачальник енергоресурсів. Виконавець забезпечує оптимальну роботу вже наявної системи та узгоджений рівень комфорту - температуру повітря, вологість та інші, за нижчу вартість для споживача. У такому випадку ЕСКО може збільшити свій прибуток, інвестуючи в енергоефективне обладнання, знижуючи собівартість енергоресурсу, та відповідно зменшуючи власні витрати. Ці види договорів переважно довгострокові і включають додаткові умови, наприклад зобов'язання про діагностування проблем та вдосконалення системи шляхом додаткових інвестицій та проведення організаційних заходів.

Замовник та постачальник енергоресурсів домовляються про постачання енергоресурсів - теплової енергії, гарячої води чи пару, електроенергії, палива на тривалий період, який може сягати десяти і навіть тридцяти років за фіксованою ціною, або за ціною, яка змінюється відповідно графіку, який зафіксований у контракті. При цьому, оскільки постачальник енергоресурсів виступає у якості ЕСКО, він пропонує замовнику енергоощадні заходи, щоб забезпечити скорочення споживання енергоресурсів. Заходи з енергозбереження в цій формі контракту фінансує ЕСКО (постачальник енергоресурсів) який залишається власником енергоощадного обладнання.

Оскільки контракт укладається на великий період який не залежить безпосередньо від ефективності енергоощадних заходів, для збільшення прибутку ЕСКО - постачальник енергоресурсів зацікавлена в реалізації енергоефективних заходів та скороченні витрат на виробництво енергоресурсу. Крім того, з'являється можливість перенаправити вивільнені

потужності для нових споживачів. Таке ЕСКО може отримати конкурентну перевагу за рахунок надання споживачам комплексу додаткових послуг. Замовник отримує можливість задовольнити свої потреби дешевше та скоротити споживання енергоресурсів.

Теплоенергетика в країнах Європи є конкурентним сектором що зумовлює застосування контракту такої моделі в цих країнах. Споживачі можуть обирати постачальника енергоресурсу та домовлятися з ним про ціну. На об'єктах державної власності в рамках таких контрактів органи влади до фінансування послуг часто залучають третю сторону. З цієї точки зору ЕПК постачання енергоресурсів та енергоменеджменту в державному секторі можна розглядати як контракти державно-приватного партнерства.

На сьогодні застосування ЕПК за цією схемою в Україні ускладнене. Це пов'язано, насамперед, із тим, що тут виробники і постачальники енергоресурсів - це природні монополії, діяльність яких регулює держава. У українських споживачів можливість обирати постачальника тепла, електроенергії, води, газу майже всюди відсутня. З іншого боку, тарифи підприємств житлово-комунального комплексу також не є ранковими. Їх регулюють спеціальні державні органи, тому ціна енергоресурсу не може бути предметом договору між постачальником і споживачем. Як результат, при регульованих тарифах постачальники енергоресурсів не мають стимулу знижувати витрати і зацікавлені продати їх споживачам якомога більше. Виходить, що пропонувати споживачам впроваджувати енергоощадні заходи українські виробники зараз не зацікавлені.

ЕПК повного управління об'єктом. В розвинених країнах світу, особливо в США і Німеччині, використовують перформанс контракти управління об'єктами нерухомості, в яких зобов'язання підвищення енергоефективності об'єкта об'єднані з обов'язками щодо загального управління. Такі контракти передбачають управління будинками і відображають дві групи зобов'язань:

- забезпечення якісного утримання будинку;

- забезпечення комфортних умов перебування в будинку.

Перша група зобов'язань передбачає виконанням робіт з утримання будинку. Вона включає технічне обслуговування обладнання та елементів конструкцій, санітарне обслуговування, нагляд за прибудинковою територією. Друга група зобов'язань включає надання комунальних послуг. До них відносяться забезпечення мешканців будинку послугами опалення, енергопостачання, водопостачання і водовідведення.

На виконання цих обов'язків ЕСКО, згідно з договором, отримує фінансування від замовника та залучає підрядників до виконання робіт з обслуговування будинку, а також укладає угоду з відповідними організаціями на постачання енергоресурсів. Договір повного управління включає важливу вимогу - підвищити енергоефективність будинку до визначеного рівня. Тому такі договори розглядають як енергосервісні.

Загальні характерні ознаки ЕПК повного управління такі:

- ЕСКО відповідає за розробку, впровадження та контроль результатів реалізації проекту з підвищення енергоефективності.

- ЕСКО бере на себе ризики виконання проекту та гарантує замовнику зниження витрат на оплату енергоресурсів.

- ЕСКО розробляє рекомендації та цільові заходи з підвищення енергоефективності для задоволення потреб клієнта.

Залежно від структури договірних відносин між ЕСКО, замовником та ресурсопостачальною компанією, розрізняють два типи ЕПК повного управління.

ЕПК повного управління першого типу. Модель першого типу представлена на рисунку 8.8. Її особливість у тому, що замовник укладає з ЕСКО договір про підвищення енергоефективності будинку до визначеного рівня шляхом проведення комплексу заходів за умови, що оплата цих робіт буде здійснюватись за рахунок різниці між обсягом споживання енергоресурсів на момент укладання контракту та фактично спожитим обсягом енергоресурсів після впровадження проекту енергоефективності.

При цьому ЕСКО не несе відповідальності за стан будинку в цілому і договір з ресурсопостачальними компаніями укладає замовник.



Рисунок 8.8 - Типова схема договірних відносин ЕПК повного управління першого типу

Договір повного управління першого типу має риси ЕПК гарантованих заощаджень, у ньому заходи з підвищення енергоефективності фінансує замовник.

**ЕПК повного управління другого типу.** Модель контракту представлена на рисунку 8.9. Принцип контракту у тому, що ЕСКО укладає з замовником контракт на забезпечення комфортних умов у будинку та виконання зобов'язань з підвищення рівня енергоефективності. При цьому замовник укладає контракт з ЕСКО, а ЕСКО виконує роль керівної компанії і в свою чергу укладає контракти з ресурсопостачальними компаніями та договори підряду.

Оплата за контрактом між ЕСКО та замовником здійснюється, виходячи з обсягу енергоресурсів, споживання яких фіксується на момент укладення контракту. Оплата за контрактом між ЕСКО та ресурсопостачальними організаціями розраховується відповідно обсягу фактично спожитих енергоресурсів. Дохід ЕСКО - це різниця вартості між

зафіксованим та фактичним споживанням замовником енергоресурсів. Отриманий дохід ЕСКО спрямовує на реалізацію енергоощадних заходів, повернення витрачених коштів та власний прибуток.



Рисунок 8.9 - Типова схема договірних відносин ЕПК повного управління другого типу

В ЕПК повного управління другого типу заходи з підвищення енергоефективності фінансує керівна компанія (ЕСКО). Розмір витрат на оплату енергоресурсів фіксують перед укладенням контракту і включають у договір. Таким чином, згідно з договором заходи з підвищення енергоефективності оплачують за рахунок того, що ЕСКО фактично зменшує грошові реальні витрати на оплату енергоресурсів внаслідок реалізації заходів з енергоефективності. Можна відмітити, що такий договір є аналогом ЕПК з розподілом економії.

Договір повного управління дає можливість досягти більш стабільних результатів з підвищення енергоефективності порівняно з іншими формами договорів, тому що:

- У рамках такого договору можливо додатково до реалізації технічних рішень і використання нового обладнання та матеріалів проводити заходи з



оптимізації режиму експлуатації будинку. Наприклад, у навчальних закладах можна знижувати температуру в нічний час, у вихідні дні та у період канікул.

- Реалізація заходів з енергозбереження може сприяти скороченню витрат на поточне обслуговування будинку. Це може бути впровадження засобів автоматизації, використання нових матеріалів тощо. Таким чином, прискорюється термін окупності проекту, з'являється можливість реалізувати додаткові енергоефективні заходи.

- Керуюча компанія несе відповідальність за утримання будинку в цілому, та може мати договори із великою кількістю замовників, що гарантує тиражування досягнутих результатів з підвищення енергоефективності. Виконавець повністю відповідає за кінцевий результат - за комфортні умови та енергозбереження, при цьому він сам контролює всі питання експлуатації будинку і сам забезпечує розмір свого прибутку.

- На рівні муніципалітету використання ЕПК повного управління сприяє створенню конкурентного середовища, оскільки управління не є природною монополією і таких компаній може бути декілька. При цьому, досить поширеною є практика створення ЕСКО в формі компанії муніципального рівня. Для реалізації ЕПК повного управління в бюджетній сфері компанія бере кредит у фінансової організації під гарантії місцевого бюджету.

Типова структура договірних відносин ЕПК повного управління з муніципалітетом наведена на рисунку 8.10.

Такі форми договору мають перспективи в Україні. Доцільно їх використати в державному і муніципальному секторах, що дозволить разом з реалізацією енергоощадних заходів вирішити також проблему ефективного управління громадськими будинками.

Уже сьогодні компанії, що управляють багатоквартирними будинками в житловому секторі зацікавлені в реалізації ЕПК повного управління і розглядає перспективу їх впровадження як свою конкурентну перевагу.



Рисунок 8.10 - Загальна типова структурна схема договірних відносин ЕПК повного управління з муніципалітетом

### 8.1.9 Правові основи діяльності ЕСКО

Україна є членом Енергетичного співтовариства (далі - ЕС) з 1 лютого 2011 р. Приєднання до Договору про створення ЕС означає, що Україна взяла на себе зобов'язання імплементувати відповідні директиви цієї спільноти. У сфері енергоефективності та відновлюваних джерел до таких директив належать:

- Директива 2009/28/ЄС Європейського Парламенту і Ради про заохочення до використання енергії, виробленої з альтернативних джерел.
- Директива 2010/30/ЄС від 19.06.2010 щодо позначень класів енергоспоживання і стандартизованої інформації про споживання енергії та інших ресурсів електро побутовими приладами;
- Директива 2010/31/ЄС від 19.06.2010 про енергетичні характеристики будівель;
- Директива 2012/27/ЄС від 25.10.2012 про енергоефективність (раніше - Директива 2006/32/ЄС від 05.04.2006 про енергоефективність кінцевого споживання енергії та енергетичних послуг);

Кабінет Міністрів України 26 листопада 2014 р. схвалив алгоритм дій щодо імплементації директив Європейського Союзу в сфері енергоефективності. Реалізація заходів, визначених цими планами, буде відбуватися шляхом зміни законодавства та будівельних норм, впровадження комерційного обліку в сфері комунальних послуг, проведення енергетичних аудитів та енергетичного маркування продукції.

3 вересня 2014 р. розпорядженням Кабінету Міністрів України № 791-р затверджено план заходів з імплементації Директиви Європейського парламенту та Ради ЄС про використання енергії з відновлюваних джерел. 25 листопада 2015 р. Кабінет Міністрів України затвердив Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року (НПДЕЕ). В рамках прийнятого Національного плану дій цільовий показник енергозбереження для України має становити до 2020 року 9%. 1 жовтня 2014 р. Кабінет Міністрів України Розпорядженням № 902-р затвердив Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року та План заходів щодо реалізації Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. Згідно з розпорядженням Кабміну, частка електроенергії, виробленої в Україні за допомогою відновлюваних джерел, має скласти до 2020 в загальному енергоспоживанні не менше 11%.

Вимоги Директиви 2010/30/ЄС щодо будівельних норм гармонізовані в ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» та ДБН В.2.5-28:2006 «Природне і штучне освітлення». У 2014-2015 роках Для імплементації положень Директиви 2010/31/ЄС Держенергоефективності прийняло участь у розробці Закону України «Про енергетичну ефективність будівель».

Методики щодо визначення показників енергоефективності будівель встановлюються державними нормативними документами, зокрема ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель» та ДСТУ-Н Б А.2.25:2007 «Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та

реконструкції». З метою впровадження положень Директиви 2010/31/ЄС вже введено в дію низку державних стандартів України у сфері енергоефективності будівель. Це: ДСТУ Б ENISO 13790:2011 «Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (ENISO 13790:2008, IDT)», ДСТУ Б EN 15217:2013 «Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації будівель (EN15217:2007, IDT)»; ДСТУ Б EN15603:2013 «Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки (EN 15603:2008, IDT)»; ДСТУ Б EN 15459:2014 «Енергетична ефективність будівель. Процедура економічної оцінки енергетичних систем будівель (EN 15459:2007, IDT)». ДСТУ-Н Б А.2.2-XXX:201X «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні і гарячому водопостачанні» та ДСТУ-Н Б А.2.2-XXX:201X «Енергетична ефективність будівель. Керівництво по застосуванню методу проведення енергетичної оцінки та енергетичної сертифікації будівель».

Чинне законодавство розуміє під поняттям «енергозбереження» діяльність (організаційну, наукову, практичну, інформаційну), яку реалізують з використанням технічних, економічних та правових методів, спрямовану на раціональне використання й економне витрачання первинної та перетвореної енергії та природних енергетичних ресурсів в національному господарстві. Відповідно до проекту Енергетичної стратегії України до 2035 року, «на відміну від промислово розвинених країн, де енергозбереження є елементом економічної та екологічної доцільності, для України - це питання виживання в ринкових умовах і входження в європейські та світові ринки. Фактор енергозбереження є одним із визначальних для Енергетичної стратегії України. Від його рівня залежить ефективне функціонування національної економіки».

### **8.1.10 Проблеми укладання Енергосервісних договорів в бюджетних установах**

В Україні є свої особливості при укладанні енергосервісних контрактів з бюджетними установами. До проведення корекції законодавчої бази та нормативних документів ситуація виглядала наступним чином:

1. Отримана економія витрат на енергозбереження внаслідок реалізації енергоощадних заходів відразу ж мала бути списана в бюджет, а обсяги фінансування на наступні роки будуть зменшені, тому працівники і керівники бюджетної установи не зацікавлені в реалізації енергоощадних заходів. Щоб усунути таку ситуацію, необхідно в бюджетних установах акумулювати отриману економію на окремому рахунку, а потім спрямувати її на енергоощадні заходи та компенсацію витрат інвестору.

2. У Бюджетний кодекс України закладено принцип цільового використання бюджетних коштів. Це означає, що їх можна використовувати тільки на цілі, визначені бюджетними призначеннями та бюджетними асигнуваннями. Мета використання бюджетних коштів затверджується кошторисом - головним плановим документом бюджетної організації. Кошторис надає право на отримання доходів та здійснення видатків протягом бюджетного періоду. При цьому використання має бути максимально економним і ефективним. Використання заощаджених коштів на інші потреби буде суперечити кошторису.

Наказом Міністерства фінансів України затверджено Інструкцію про порядок використання коштів та економічну класифікацію видатків бюджету, яка призначена для чіткого розмежування видатків бюджетних установ та одержувачів бюджетних коштів за економічними ознаками з детальним розподілом коштів за їх предметними ознаками. Діяльності ЕСКО відповідають такі коди:

Код 1160 «Оплата комунальних послуг та енергоносіїв». До цієї категорії належать платежі з оплати бюджетними установами (організаціями)

комунальних послуг та енергоносіїв, включаючи оплату енергоносіїв для виробничих та громадських потреб (у тому числі витрати на утримання та експлуатаційне обслуговування орендованого нерухомого майна).

Код 1161 «Оплата тепlopостачання».

Код 1163 «Оплата електроенергії» - плата за електроенергію (зокрема за освітлення вулиць), включаючи оплату послуг з її транспортування.

Код 1164 «Оплата природного газу».

Код 1165 «Оплата інших комунальних послуг». За цим кодом здійснюють:

а) оплату інших комунальних та експлуатаційних послуг (утримання в чистоті будівель, дворів, доріг, вивезення сміття; оренду контейнерів для сміття, прибирання парків, скверів, площ, майданчиків, місць загального користування, кладовищ; ліквідацію стихійних звалищ, миття, утеплення, дезінсекцію, дезінфекцію та дератизацію приміщень; обслуговування ескалаторів, ліфтів, сміттепроводів, антен тощо);

б) витрати на технічне обслуговування та утримання в належному стані (крім ремонту) систем вуличного освітлення, внутрішніх та зовнішніх мереж, тепло -, водо -, електро -, газопостачання та водовідведення тощо.

Код 1166 «Оплата інших енергоносіїв».

Код 1134 «Оплата послуг (крім комунальних)». Сюди входить серед іншого: оплата послуг з установки лічильників води, природного газу, теплової енергії, підключення газових котлів та плит.

Згідно положень нормативних документів, що перешкоджали ефективній роботі ЕСКО в бюджетних організаціях, бюджетні кошти, зекономлені внаслідок залучення інвестицій у заходи з енергозбереження та підвищення енергоефективності, не можна вільно перерозподілити на цілі оплати витрат ЕСК. Такі дії розцінювалися як нецільове використання бюджетних коштів. Нецільовим використанням бюджетних коштів є їх витрачання на цілі, що не відповідають:

- бюджетним призначенням, встановленим законом про Державний бюджет України (рішенням про місцевий бюджет);
- напрямам використання бюджетних коштів, визначеним у паспорті бюджетної програми або в порядку використання бюджетних коштів;
- бюджетним асигнуванням.

В Кодексі про адміністративні правопорушення та в Кримінальному кодексі України передбачена відповідальність за нецільове використання коштів залежно від грошових розмірів. Зокрема, нецільовим використанням бюджетних коштів, є їх використання не за призначенням (для інших цілей). Стаття 118 Бюджетного кодексу України дає право працівникам контрольно-ревізійних органів призупиняти бюджетні асигнування у разі нецільового використання бюджетних коштів, а також застосовувати адміністративні стягнення (при досить високих сумах штрафів) до осіб, винних у бюджетних правопорушеннях.

3. У випадку досягнення економії в оплаті за комунальні послуги, бюджетна установа зобов'язана повернути невикористані на виділені цілі кошти в бюджет. При складанні кошторису на наступний бюджетний період, фінансування на дану статтю витрат буде відповідно зменшене. Отже, зекономлені цим суб'єктом кошти передадуть іншій бюджетній установі, яка не застосовувала ніяких енергоощадних заходів.

Для того, щоб цьому запобігти, потрібно, щоб спочатку розпорядник бюджетних коштів дав свою згоду на переспрямування зекономлених коштів зі статті з оплати комунальних платежів на оплату енергоощадних заходів. Такий механізм реалізовано у Законі України від 09.04.2015 № 328-VIII. Він зробив можливою реалізацію договорів енергосервісу шляхом внесення в Бюджетний кодекс України низки змін, які наведено нижче.

Поняття «енергосервісний договір» визначено також положеннями Закону України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації» від 09.04.2015 №

327-VIII (далі - Закону № 327-VIII). Це такий договір, предметом якого є здійснення енергосервісу виконавцем, та оплата якого відбувається за рахунок досягнутого внаслідок цього скорочення споживання або витрат на оплату паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг порівняно із витратами за відсутності таких заходів. Саме «енергосервіс» визначається в цьому документі як комплекс технічних та організаційних енергоощадних (енергоефективних) та інших заходів, спрямованих на скорочення замовником енергосервісу споживання та/або витрат на оплату паливно-енергетичних ресурсів та/або житлово-комунальних послуг порівняно із споживанням (витратами) за відсутності таких заходів.

Застосування такого підходу передбачає можливість прив'язки результату як до скорочення споживання (натуральних обсягів споживання), так і до скорочення фінансових витрат. Сторони обов'язково мають чітко визначити, які базові показники закласти в договір та яких результатів вони очікують досягнути. Необхідно відмітити, що фінансова економія не завжди означає економію паливно-енергетичних ресурсів. Першої можна досягнути, наприклад, за рахунок установки лічильників на енергоресурси (перехід з розрахункового на фактичний метод фіксації споживання), але в такий спосіб не вдасться досягнути первинної мети - підвищення енергоефективності. Також ризиковано прив'язуватися тільки до фінансових показників тому що тариф на ресурси, на який спиралися сторони при укладанні договору, може бути підвищений, і тоді економія в натуральних показниках споживання може не означати економії фінансової. Отже, підхід сторін має бути збалансований. Необхідно врахувати всі технічні та економічні чинники.

При заключні договору економія обчислюється не від фактичного споживання у останній рік, а від розрахованого «базового рівня». Закон № 327-VIII визначає «базовий рівень споживання паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг» як усереднене значення обсягів річного споживання паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг (у натуральних показниках) об'єктом замовника, для якого



здійснюється закупівля енергосервісу із зазначенням середньорічних обсягів споживання кожного виду паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг за три роки, що передують рокові, у якому здійснюється державна закупівля енергосервісу. Додатково встановлено, що, якщо за період, щодо якого здійснюється розрахунок обсягів споживання паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг, на об'єкті, для якого здійснюється закупівля енергосервісу, замовником або учасником процедури закупівлі виявлено недотримання повітряно-теплого режиму, рівня освітлення, інших вимог утримання будівель, що визначені санітарними нормами в галузі організації праці, утримання будинків, будівель, споруд, базовий річний рівень визначається відповідно до методології, затвердженої центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива. Таку можливість передбачено, наприклад, для тих випадків, коли в будівлях відмічалось «недоопалення», а також щоб сторони не опиралися в своїх розрахунках на свідомо невірні дані, через які, щоб забезпечити належну якість і тепла, і освітлення, виконавцеві доведеться збільшити витрати паливно-енергетичних ресурсів, і ні фінансової, ні натуральної економії не буде досягнуто, або ж економічний ефект виявиться меншим від запланованого. Саме тому критично важливо, щоб сторони в договорі свідомо встановили - що саме брати за основу: базову лінію споживання (розраховану на базі нормативно-проектних показників споживання) чи фактичне споживання.

Коректне визначення «базової лінії» є запорукою об'єктивної оцінки результативності впроваджених енергоефективних заходів та гарантією відсутності непорозумінь між учасниками договору. Стандартом запропоновано методологію визначення «базової лінії», яка передбачає встановлення «базового періоду» та врахування усіх факторів, які істотно впливають на обсяг споживання енергоресурсів у цей період (особливості

експлуатації будинку, природно-кліматичні коливання, сезонність). Встановлення Законом № 327-VIII «базового рівня» як усередненого значення обсягів річного споживання ресурсів та послуг у натуральних показниках середньорічних за три роки, що передують рокові, у якому здійснюється державна закупівля енергосервісу, містить певні ризики. Можливі помилки у визначенні базових показників, які потім закладають у розрахунок техніко-економічного обґрунтування проекту.

З практики відомо, що нерідко в будинках бюджетної сфери в Україні не витримується нормативний температурний режим. Внаслідок цього міжнародні фінансові установи, визначаючи можливість кредитування проектів підвищення енергоефективності бюджетних будинків в Україні, вимагають застосовувати у якості «базової лінії» такі розрахункові значення енергоспоживання, які ґрунтуються на проектних та нормативних показниках мікроклімату в приміщенні та режиму експлуатації. Цей принцип, зокрема, закладено, в програмному продукті ENSI, яким користуються енергоаудитори під час передпроектного обстеження будинків.

Згідно Закону, Кабінет Міністрів України затвердив зразок ЕСК договору. На етапі підготовки також розглядали варіант затвердження типового договору. Різниця ж між типовим і примірним договорами полягає в тому, що положення примірного договору мають рекомендаційний характер для сторін, в той час як від положень типового договору сторони не мають права відходити. Можна припустити, що інвесторам цікавіший примірний договір, оскільки він дозволяє підходити до кожного проекту індивідуально і, враховуючи його особливості, прописувати положення так, як домовилися учасники договору. Однак, було прийняте рішення, що у публічному секторі, доцільно, підписуючи ЕСК, використовувати типовий договір. Це дозволяє максимально зняти з себе відповідальність за можливі претензії відносно порушень що формулюються як нецільове використання бюджетних коштів.

Згідно Примірного енергосервісного договору, затвердженого урядом, визначається наступне:

- перелік заходів енергосервісу, строки та умови їх впровадження;
- характеристика об'єкту енергосервісу до якої входять загальні відомості про об'єкт енергосервісу, графік роботи об'єкта енергосервісу, дані про опалювальний період, показники споживання електроенергії об'єктом, інформація щодо обладнання об'єкта енергосервісу приладами комерційного та технічного обліку споживання енергоносіїв;
- базовий рівень споживання паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг на об'єкті в натуральних показниках з помісячним розподілом споживання;
- розмір скорочення рівня споживання паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг, який повинен бути досягнутий в результаті здійснення заходів енергосервісу, за кожний рік дії договору (деталізовано за видами ресурсів та послуг);
- розмір скорочення рівня витрат на оплату паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг, який повинен бути досягнутий в результаті здійснення енергосервісу, за кожний рік дії договору (деталізовано за видами ресурсів та послуг);
- акт про виконання зобов'язань;
- порядок коригування методу розрахунку економії у результаті здійснення енергосервісу в разі виникнення протягом строку дії договору змін у конструкції будівлі, її площі, порядку її функціонування або режимі роботи об'єкта енергосервісу.

Низку змін і доповнень до Бюджетного кодексу України, які мають розв'язати питання перерозподілу зекономлених коштів на оплату комунальних послуг та на погашення оплати послуг ЕСКО, а отже, захистити інтереси компанії як інвестора внесено Законом України «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України щодо запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів

підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації» від 09.04.2015 № 328-VIII (далі - Закон № 328-VIII).

Беззаперечно, однією з найістотніших змін у бюджетному законодавстві є введення цим Законом поняття «довгострокового зобов'язання за ЕСК». Таке зобов'язання перед ЕСК означає зобов'язання розпорядника бюджетних коштів, в оперативному управлінні або господарському віданні якого перебуває будівля; відповідно до якого потрібно здійснити платежі протягом поточного та майбутніх бюджетних періодів у межах суми скорочення видатків на оплату комунальних послуг та енергоносіїв. Загальна сума платежів розраховується виходячи з видатків, які були б здійснені за відсутності енергосервісу. Така зміна служить гарантією для інвестора, що його витрати на оплату послуг ЕСКО закладатимуть до бюджету протягом усього строку договору. Цю гарантію підкріплено також внесенням послуг оплати енергосервісу до статті 55 Бюджетного кодексу України, тобто до переліку захищених статей бюджету. Необхідно відзначити, що Головне науково-експертне управління, та Міністерство фінансів України не охоче йшли на таку зміну, з огляду на те, що таким чином законодавець нібито надав перевагу фінансуванню приватних ЕСКО протягом строку договору перед бюджетним фінансуванням інших інвестиційних проектів і соціальних програм.

Однак, на сьогодні в уряді усвідомлюють гостру необхідність у таких проектах з енергоефективності, як укладення ЕСК у першу чергу з бюджетними установами. Це виникає з того, що в бюджеті немає грошей для впровадження енергоефективних заходів, а кожного року бюджет зазнає колосальних втрат у зв'язку з нераціональним використанням паливно-енергетичних ресурсів. В результаті запроваджених змін, закони, які регулюють порядок діяльності ЕСКО, дають поштовх до підвищення енергоефективності у бюджетній сфері та розвитку ринку енергосервісу. Також для повноцінного функціонування законів було ще прийнято низку підзаконних актів.

### 8.1.11 Досвід діяльності ЕСКО в Україні

Однією з перших ЕСКО компаній України стало Комунальне підприємство «КиївЕСКО» (далі - КП «КиївЕСКО»), яке починає свою історію від Комунального підприємства «Група впровадження проекту», що було створене у 1999 році для реалізації міжнародного інвестиційного проекту Міжнародного банку реконструкції та розвитку «Енергозбереження в адміністративних і громадських будівлях міста Києва». Цей проект був розроблений у ході виконання Державної комплексної програми енергозбереження в адміністративних і громадських будівлях Києва, які утримуються за рахунок коштів міського бюджету. Проект був спрямований у першу чергу на істотне скорочення бюджетних витрат на теплопостачання за рахунок впровадження енергоощадних заходів з коротким терміном окупності, тому що доля витрат на цю статтю була найбільшою.

Загальна вартість проекту (близько 27 млн. дол. США), була згрупована з декілька джерел фінансування:

- позика Міжнародного банку реконструкції та розвитку (МБРР) - 15,18 млн дол. США на умовах 12-річного терміну погашення із 6-річним пільговим періодом;
- фінансування Київської міської державної адміністрації за рахунок власних коштів - 9,9 млн. дол. США;
- грант Шведського агентства міжнародного розвитку (SIDA) у розмірі 2 млн. дол. США, який у першу чергу був витрачений на консалтингові послуги провідних шведських компаній.

У процесі реалізації проекту виконано великий обсяг робіт:

- проведено енергетичні аудити 1 560 закладів бюджетної сфери, та проектні роботи по реконструкції систем теплопостачання закладів зі встановленням модульних індивідуальних теплових пунктів;
- встановлено прилади комерційного обліку теплової енергії в 1 357 будівлях. Це дало змогу здійснювати розрахунки за фактичним споживанням

тепла, знизити розмір платежів та отримати реальну картину енергоспоживання;

- встановлено 1173 модульні індивідуальні теплові пункти. Індивідуальні теплові пункти оснащені системами автоматичного регулювання та насосним устаткуванням, що забезпечило оптимальне споживання теплової енергії системою опалення в будівлях;

- встановлено рефлектори радіаторів у 940 будівлях (118 823 м<sup>2</sup>);
- проведено ущільнення вікон і дверей у 1 270 будівлях (2 478 583 погонних метри);

- модернізовано системи змішування гарячої води в 14 закладах охорони здоров'я (3 727 змішувачів) та в 260 дошкільних закладах (2 054 змішувачі);

- проведено заміну 400 одиниць запірної арматури в 200 закладах;
- проведено заміну 254 вікон, що не підлягали ремонту на сучасні тепло- та шумоізоляційні металопластикові (загальна площа - 1 414 м<sup>2</sup>).

Впровадження в рамках цього проекту енергоощадних заходів забезпечило скорочення споживання теплової енергії бюджетними закладами майже на 34% (з 1 206 тис. Гкал в 2001 році до 798 тис. Гкал в 2012 році) та скоротити витрати з міського бюджету на теплопостачання. За рахунок заощаджених коштів було також забезпечено повернення кредиту. У фінальному звіті МБРР (звіт 33154-UA) діяльність КП «КиївЕСКО» за підсумками виконання цього проекту було відзначено найвищою оцінкою.

Додатково, протягом 2007-2008 років було також реалізовано пілотний проект зі створення системи дистанційного контролю та комерційного обліку енергоспоживання будівель бюджетної сфери. Цей проект охопив близько 130 закладів освіти та охорони здоров'я. Схема системи дистанційного контролю та комерційного обліку енергоспоживання наведена на рисунку 8.11. Реалізація проекту дала змогу забезпечувати інформаційно-аналітичну й технологічну підтримку формування статистичної звітності, підготовку

аналітичних матеріалів, аналіз показників енергоспоживання та управління енергоефективністю об'єктів бюджетної сфери м. Києва.

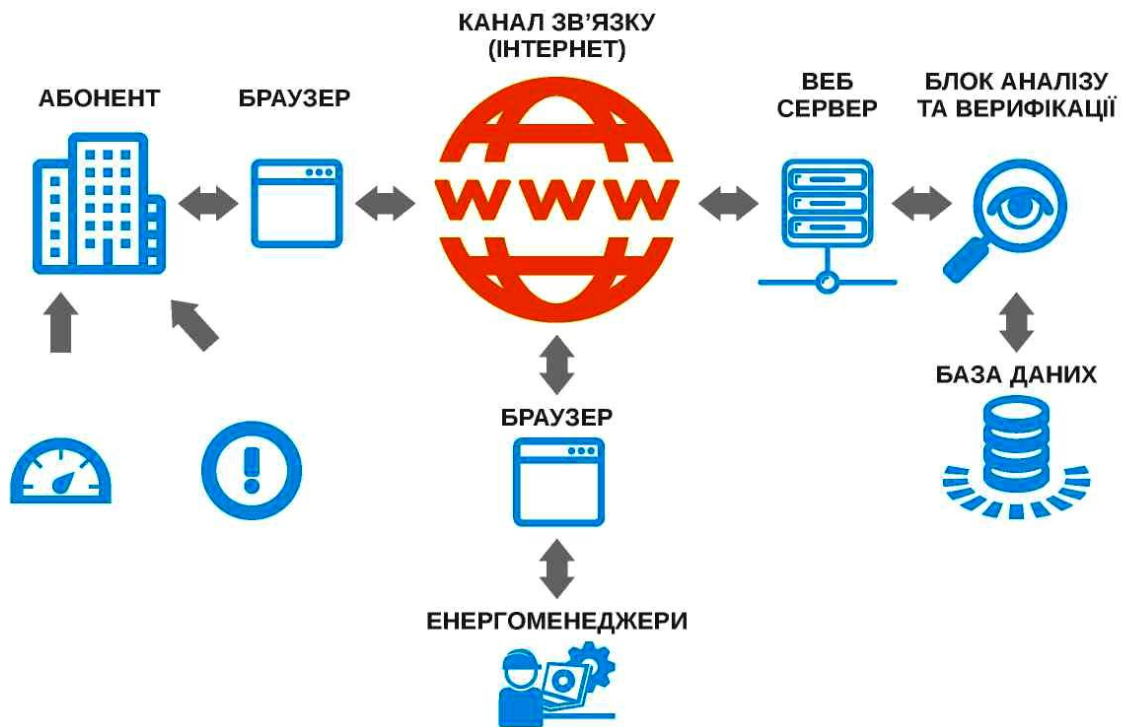


Рисунок 8.11 - Схема системи дистанційного контролю та комерційного обліку енергоспоживання

Значний обсяг робіт із впровадження позитивних системних змін у секторі теплопостачання було реалізовано у місті Києві за технічної підтримки проекту «Реформа міського теплозабезпечення» (далі - РМТ) протягом 2011-2013 років. У межах проекту, що проходив за фінансової підтримки USAID, було здійснено наступні заходи:

- розроблено міський енергетичний план Києва, який став головною частиною майбутнього ПДСЕР. На підставі раціонального бачення проблем місцевої енергетики план визначає шляхи їх розв'язання;

- організовано багатокомпонентну інформаційну кампанію, яка передбачала просвітницьку роботу серед громадян щодо ефективного енергоспоживання;

- надано допомогу в розвитку ОСББ, створенні дорадчих органів та підтримці центрів ОСББ;

- реалізовано пілотні проекти з термосанації двох бюджетних установ: дошкільний навчальний заклад № 573 Оболонського району м.Києва за адресою: вул. Маршала Малиновського, 27г, та загальноосвітній навчальний заклад № 233 Оболонського району м.Києва за адресою: вул. Лайоша Гавро, 22а, загальною вартістю 14,9 млн грн. Доля КМДА у фінансуванні склала 9 млн грн, допомога від проекту USAID - 2,9 млн грн, участь ДТЕК-3 млн грн.

З метою фінансування проекту «Енергозбереження» у бюджетних установах міста Києва, який передбачав заміну, ремонт та установку енергоощадного обладнання на об'єктах комунальної власності, КП «КиївЕСКО» за рішенням Київської міської ради від 02.10.2013 № 12/9600 отримало дозвіл на залучення кредиту під муніципальні гарантії в сумі 4 млн грн на 5 років під 3% річних від НЕФКО. На той момент законодавчо-нормативна база України не дозволяла реалізовувати довгострокові ЕСКО-контракти. Розуміючи прогресивність та ефективність ЕСКО-механізму для залучення кредитних коштів у сферу енергоефективності, КП «КиївЕСКО», навіть за умов відсутності правових засад для реалізації енергосервісних договорів на державному рівні, ініціювало в 2012 році впровадження такого механізму в місті Києві на базі підзаконних локальних поправок до чинного законодавства. Зокрема, за результатами співпраці структурних підрозділів КМДА, КП «КиївЕСКО», проекту «РМТ» та Інституту бюджету та соціально-економічних досліджень було розроблено порядок впровадження механізму ЕСКО в бюджетній сфері міста Києва.

Крім підприємства КП «КиївЕСКО» в інших містах України також біли створені пілотні проекти, які забезпечили отримання досвіду роботи та виявили недоліки чинного законодавства. Виправити ситуацію вдалося в значній мірі внаслідок активної діяльності Держенергоефективності. У 2016 році лише 20% проектів були укладені з ціною договору понад 1 млн. грн, решта - невеликі проекти. Після створення правових засад заключення ЕСКО договорів їх кількість постійно зростає. Загальна сума перших ЕСКО договорів становить близько 18 млн. грн. (таблиця 8.2).



Таблиця 8.2 - Перші ЕСКО договори відповідно нових правових засад

№ з/п	Регіон	Заклад	Інвестор	Скорочення споживання ПЕР, %	Роки	Заходи
1	Київ	ДНЗ №176	ТОВ "ДТЕК-ЕСКО"	39,44	7	Балансування та промивка СО, термостати, модернізація ІТП
2	Київ	СЗШ №313	ТОВ "Енергосервіс Н"	15	6,25	Модернізація ІТП, автоматизація
3	Київ	СЗШ №306	ТОВ "Енергосервіс Н"	15	6,42	Модернізація ІТП, автоматизація
4	Київ	ДНЗ №534	ТОВ "Енергосервіс Н"	15	8,17	Модернізація ІТП, автоматизація
5	Київ	ДНЗ №597	ТОВ "Енергосервіс Н"	15	7,42	Модернізація ІТП, автоматизація
6	Київ	ДНЗ №616	ТОВ "ЕНЕРГО-ТЕХ-ІНВЕСТ"	стіни (13%), горища(9,21%), СО (3,79%) Освітлення(30%)	10	стіни, горища, СО, модернізація, освітлення
7	Київ	ДНЗ №438	ТОВ "КиївЕСКО"	8	5,2	Модернізація ІТП, автоматизація
8	Київ	ДНЗ №461	ТОВ "КиївЕСКО"	8	5,2	Модернізація ІТП, автоматизація
9	Київ	ДНЗ №576	ТОВ "КиївЕСКО"	8	5,2	Модернізація ІТП, автоматизація
10	Київ	ДНЗ №412	ТОВ "КиївЕСКО"	8	5,2	Модернізація ІТП, автоматизація
11	Київ	ДНЗ №303	ТОВ "КиївЕСКО"	12	6,2	Модернізація ІТП, автоматизація
12	Київ	ДНЗ №763	ТОВ "КиївЕСКО"	10	6,2	Модернізація ІТП, автоматизація
13	Київ	Фінансовий ліцей	ТОВ "КиївЕСКО"	8	5,2	Модернізація ІТП, автоматизація
14	Київ	ДНЗ №712	ТОВ "ДТЕК ЕСКО"	26,1	7	Балансування та промивка СО, термостати, модернізація ІТП
15	Київ	ДНЗ №467	ТОВ "ЕНЕРГО-ТЕХ-ІНВЕСТ"	стіни(18,38%) горища (15,08%) СО (11,58%) Освітлення (30%)	10	стіни, горища, СО, модернізація, освітлення
16	Вінницька обл	ДНЗ №30	ТОВ "Спецстрой"	28,09%	10	ІТП новий, будівництво
17	Одеська обл	СЗШ	ТОВ "Інтеренергосервіс"	28%	10	очистка СО, утеплення горища
18	Полтавська обл	СЗШ	ТОВ «Український енергетичний траст»	Очікувана економія газу до 65%	10	Встановлення котельного обладнання
19	Полтавська обл	НВК	ТОВ «Український енергетичний траст»	Очікувана економія газу до 65%	10	Встановлення котельного обладнання
20	Черкаська обл.	ДНЗ №7 (м. Канів)	ТОВ «Лед Лайт Солюшнз»	28%	4	Модернізація внутрішнього освітлення

Вигоди міст від запроваджених ЕСКО-договорів у 2016-2017 рр.

КИЇВ. Результати 15 ЕСКО договорів: Досягнуто 37% економії витрат на теплову енергію 1,126 млн. грн.

МИРГОРОДСЬКИЙ Р-Н Результат 2 ЕСКО договорів: Досягнуто 63% економії газу 1,398 млн. грн.

САВРАНСЬКИЙ Р-Н Результат 1 ЕСКО договору Досягнуто 40% економії витрат на вугілля 242 тис. грн.

КАНІВ Результат 1 ЕСКО договору Досягнуто 70% економії витрат на електроенергію для освітлення 66 тис. грн.

### 8.1.12 Програма Держенергоефективності для бюджетних установ

Відповідно до вимог Директиви 27/2012 ЄС – бюджетні установи мають грати провідну (зразкову) роль в питаннях енергоефективності. Потенціал ринку енергосервісу в бюджетній сфері дуже великий -  $\approx 70$  тисяч потенційних об'єктів (будівель бюджетних установ). Необхідність інвестицій – 4-8 млрд. євро. Можливо забезпечити щорічне скорочення споживання газу бюджетними установами – 800 млн. куб. м.

Основний принцип: Повернення приватних інвестицій в енергоефективність бюджетних установ виключно за рахунок економії енергоспоживання (рисунок 8.12).



Рисунок 8.12 - Реалізація ЕСКО для бюджетних установ

Підписано 41 Меморандум про намір місцевої влади впроваджувати ЕСКО-механізм в бюджетній сфері. Сформована та оновлюється база потенційних об'єктів енергосервісу, в базі >12 000 потенційних об'єктів Інформація розміщена на сайті Держенергоефективності <http://saee.gov.ua/> (розділ «Бізнесу», секція «Енергосервіс»). Для реєстрації в базі у якості потенційного учасника договору підприємство бюджетної сфери має надіслати заповнену форму заявки. Якщо для будівель підприємства вже проводилися енергоаудити, до заявки прикладаються відповідні звіти з енергоаудиту. Також необхідно надати технічні паспорти будівель та технічні проекти, якщо в будівлях проводилася реконструкція або добудова. Форма заявки наведена на рисунку 8.13.

№ п/п	Назва показників	Одиниці виміру	Показники		
1	Назва суб'єкта		Бюджетна		
2	Назва об'єкта		Сумський ДНЗ № 3 "Калинка"		
3	Адреса		м. Суми, вул. Г. Кондратьєва, 124		
4	Рік заbudови		1973		
5	Будівельний об'єм будівлі	куб.м.	4690,44		
6	Площа основна будівлі (без врахування підвалів, горіщ, ганків)	кв. м.	1721		
7	Кількість персоналу (що розміщується в будівлі)	чол	55		
8	Кількість середньорічна в будівлі :				
а	дітей (дитячі садки)	чол	261		
б	слухачів учбових закладів (школи, ПТУ, ВУЗ)	чол			
в	відвідувачів (поліклініки)	чол			
г	хворих (лікарні)	чол			
9	Теплозабезпечення:				
а	централізоване тепlopостачання	наявність	так		
б	власна газова котельня	наявність	ні		
в	власна твердопаливна котельня	наявність	ні		
10	Наявність індивідуального теплового пункту	наявність	так		
11	Забезпечення гарячою водою	наявність	централізованого тепlopостача		
12	Наявність приладів обліку теплової енергії	наявність	так		
13	Наявність приладів обліку газу	наявність	ні		
14	Наявність приладів обліку електричної енергії	наявність	так		
15	Наявність приладів обліку холодної води	наявність	так		
16	Наявність приладів обліку гарячої води	наявність	теплolічильник		
17	Наявність власної їдальні	наявність	так з приготуванням їжі		
18	Наявність припливної вентиляції	наявність	наявна, не функціонує		
			2013	2014	2015
19	Режим роботи, діб на рік				
20	Режим роботи, годин на добу		12	12	12
21	Споживання теплової енергії (загальне)	Гкал	327,4	309,72	281,21
22	Споживання теплової енергії (тільки опалення)	Гкал			
23	Споживання гарячої води				
24	Покази лічильника газу	куб.м.			
25	Покази лічильника електричної енергії	кВт*год	41400	38434	36422
26	Покази лічильника холодної води	куб.м.	1574	1567	148
27	Списано твердого палива (товарна накладна)	тонн			

Рисунок 8.13 - Форма заявки для включення будівлі до бази потенційних об'єктів енергосервісу

При реалізації енергосервісу для бюджетних установ в Україні передбачається 7 етапів:

0 етап. Відбір потенційних об'єктів енергосервісу

1 етап. Визначення базового рівня споживання енергоресурсів на об'єкті енергосервісу

2 етап. Затвердження базового рівня споживання

3 етап. Проведення закупівлі енергосервісу

4 етап. Затвердження істотних умов енергосервісного договору

5 етап. Укладення енергосервісного договору

6 етап. Оплата енергосервісу

7 етап. Підписання акту передачі обладнання у власність

Що передбачають прийняті ЕСКО-закони

- Зміни до Бюджетного Кодексу – можливість взяття довгострокових (умовних) бюджетних зобов'язань до 15 років (максимальний строк договору) – а не на 1 рік;

- Визначення термінологічної бази щодо енергосервісу та істотних умов енергосервісного договору (у том числі зміни до базового закону у сфері енергоефективності – Закону України «Про енергозбереження»);

- Визначення особливостей державних/публічних закупівель енергосервісу для бюджетних установ – закупівлі через Prozorro: вимоги до тендерної документації та тендерної пропозиції визначення переможця не за найнижчою ціною, а за показником ефективності (NPV).

- Порядок погодження/затвердження істотних умов енергосервісного договору.

На базі досвіду реалізації контрактів проведено розподіл потенційних енергоефективних заходів за інвестиційною привабливістю для ЕСКО

**Окупність ≤ 3 років.** Найбільш привабливий сегмент

Облаштування індивідуальних теплових пунктів

Модернізація освітлення

Модернізація котелень

Встановлення електричного опалення з теплоаккумуляцією та багатозонним обліком (нічний тариф)

**Окупність 4 - 7 років.** Ризикований сегмент

Заміна вікон

Заміна дверей

Модернізація внутрішньобудинкових мереж

**Окупність 8 - 15 років.** Сегмент підвищеного ризику

Утеплення стін, горищ, підвалів

Встановлення сонячних колекторів та панелей

Встановлення теплових насосів

75% ЕСКО-проектів пов'язані з ІТП та модернізацією освітлення

**Капітальна термомодернізація 25%.** Проводяться наступні заходи:

енергоаудит будівлі

підготовка до проектування

утеплення стін

утеплення горища

модернізація системи опалення

модернізація системи автоматичного регулювання теплового потоку

інтелектуальне налаштування ІТП

балансування та промивка системи опалення


встановлення термостатів

автоматизація моніторингу

модернізація освітлення

З жовтня 2017 року - відкриті електронні торги для закупівлі енергосервісу через портал ПРОЗОРРО за посиланням [https://prozorro.gov.ua/tender/search/?procedure\\_t=esco](https://prozorro.gov.ua/tender/search/?procedure_t=esco). Станом на 12.02.18 було подано 326 оголошень про закупівлю енергосервісу. Приклад оголошення наведено на рисунку 8.14. Головна особливість особливого порядку проведення торгів ПРОЗОРРО по закупівлі енергосервісу - відбір не

за найменшою ціною, а за показником ефективності енергосервісного договору (NPV) (формула 4).


**prozorro**  
 ПУБЛІЧНІ ЗАКУПІВЛІ

### ОГОЛОШЕННЯ

про проведення відкритих торгів із закупівлі енергосервісу  
 UA-2017-11-01-000339-a

1. Найменування замовника: **УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ  
 БАРИШІВСЬКОЇ РАЙОННОЇ ДЕРЖАВНОЇ  
 АДМІНІСТРАЦІЇ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**
2. Код згідно з ЄДРПОУ замовника: **38674085**
3. Місцезнаходження замовника: **07501, Україна, Київська обл., смт. Барішівка,  
 ПРОВ. БАННИЙ, будинок 3**
4. Контактна особа замовника,  
 уповноважена здійснювати зв'язок з  
 учасниками: **Кіліхевич Альона, +380457651865,  
 RAYOSVITA@UKR.NET**

5. Конкретна назва предмета закупівлі	6. Коди відповідних класифікаторів предмета закупівлі (за наявності)	7. Місце поставки товарів або місце виконання робіт чи надання послуг
Енергосервіс будівлі Барішівської загальноосвітньої школи I-III ступенів ім. М. Зерова (приміщення початкової школи)	ДК 021:2015: 99999999-9 — Не відображене в інших розділах	07501, Україна, Київська обл., смт. Барішівка, вул. Б.Хмельницького, 22-Б

8. Мінімальний крок підвищення показника ефективності енергосервісного договору під час аукціону: 2%
9. Інші критерії, що застосовуються під час оцінки тендерних пропозицій, та їх питома вага (за наявності):
10. Джерело фінансування:
11. Максимальний фіксований відсоток платежів на користь учасника:
12. Облікова ставка НБУ: 12.5%
13. Кінцевий строк подання тендерних пропозицій:
14. Дата та час розкриття тендерних пропозицій:
15. Дата та час проведення електронного аукціону:

Рисунок 8.14 - Зразок оголошення про проведення торгів

Формула розрахунку показника ефективності

$$ПЕД = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (8.1)$$

$n, t$  - кількість часових періодів;

$CF$  - грошовий потік (Cash Flow), визначається як різниця щорічного скорочення витрат замовника і щорічних платежів ЕСКО;

$r$  - ставка дисконтування (дорівнює обліковій ставці НБУ)

Суть новації спрощено така: Коефіцієнт енергоефективності треба розділити на строк окупності проекту. Тобто чим вище енергоефективність та чим коротший строк окупності (сума інвестицій), тим вище рейтинг пропозиції. Перед ЕС-компанією повстає дилема – завищуючи ефективність та занижуючи строк окупності вони піднімають рейтинг пропозиції, але занижуючи коефіцієнт та завищуючи строк окупності вони мінімізують ризики та підвищують економічну ефективність договору для себе.

Строк дії енергосервісного договору  $\leq 15$  років. Енергосервісний договір припиняється достроково в разі, якщо сукупна сума виплат, здійснених на користь виконавця за ЕСКО договором, досягла ціни такого договору. Як показала практика, нормою являється дострокова окупність, тому що ЕСКО компанії закладають у розрахунок дещо нижчі показники енергоефективності, щоб знизити ризики. Фактична економія завжди більша за заплановану. Реальна практика: бюджет Києва отримає 100% вигоду вже за 3 роки. Реальна економія в 2 рази вища за запланованої ЕСКО договором. Строк договору скорочується до 2,5 - 3,5 років.

ЕСКО-договір укладається на основі Примірного енергосервісного договору. Форма енергосервісного договору включає наступні пункти:

- Предмет договору;
- Ціна договору;
- Характеристика об'єкта енергосервісу;
- Базовий рівень споживання;
- Скорочення рівня споживання та/або витрат;
- Строк дії договору;
- Порядок оплати за договором;
- Права та обов'язки сторін;
- Відповідальність сторін;
- Умови та порядок розірвання договору і наслідки такого розірвання;
- Порядок переходу права власності;
- Форс-мажорні обставини;
- Порядок розв'язання спорів;
- Інші умови.

**Форма додатків**

Перелік заходів енергосервісу, строки та умови їх впровадження;

Характеристика об'єкта енергосервісу;

Базовий рівень споживання;

Скорочення споживання/витрат на оплату паливно-енергетичних ресурсів та/або житлово-комунальних послуг, який повинен бути досягнутий в результаті здійснення енергосервісу, за кожний рік дії договору;

Акт про виконання зобов'язань;

Порядок коригування визначення та розрахунку результату здійснення енергосервісу в разі виникнення протягом строку дії договору змін у конструкції або площі, порядку або режимі роботи об'єкта енергосервісу.

***Особливості ЕСКО для об'єктів державної форми власності:***

Визначення базового рівня споживання, затверджується центральним органом виконавчої влади, до сфери управління якого належить замовник енергосервісу.

Фіксація «недотопів», проводиться комісією, центральним органом виконавчої влади, до сфери управління якого належить замовник енергосервісу (щодо об'єктів державної власності).

Формальність набуття права власності на все майно, утворене (встановлене) за енергосервісним договором. Держава.

Порядок затвердження істотних умов енергосервісного договору: Замовник енергосервісу подає договір на затвердження центральному органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної бюджетної політики (Мінфін, відповідальний - Департамент фінансів промисловості)



### **8.1.13 Виконання енергосервісних договорів та реалізація заходів енергозбереження**

При реалізації заходів енергозбереження та підвищення енергоефективності розрізняють:

- початкові інвестиції (або збільшення, приріст інвестицій з-за вибору більш ефективного обладнання). Наприклад, заміна вікон в існуючому будинку на пластикові склопакети - інвестиції в енергозбереження, а відмова від установки звичайних світильників на користь світлодіодних в споруджуваному будинку - збільшення інвестицій в енергозбереження (в частці перевищення вартості світлодіодних світильників над звичайними);
- одноразові витрати на проведення енергоаудиту (енергообстеження);
- одноразові витрати на придбання та монтаж приладів обліку та систем автоматичного контролю, віддаленого зняття показань приладів обліку;
- поточні витрати на преміювання (заохочення) відповідальних за енергозбереження.

Ефекти від заходів енергозбереження можна розділити на кілька груп:

- економічні ефекти у споживачів (зниження вартості придбаних енергоресурсів);
- ефекти підвищення конкурентоспроможності (зниження споживання енергоресурсів на одиницю виробленої продукції, енергоефективність виробленої продукції при її використанні);
- ефекти для електричної, теплової, газової мережі (зниження пікових навантажень призводить до зниження ризику аварій, підвищенню якості енергії, зниження втрат енергії, мінімізації інвестицій у розширення мережі, і, як наслідок, зниження мережевих тарифів);
- ринкові ефекти (наприклад, зниження споживання електроенергії, особливо в пікові години, призводить до зниження цін на енергію і

потужність на оптовому ринку електроенергії - особливо важливим є зниження споживання електроенергії населенням на освітлення у вечірньому піку);

- ефекти, пов'язані з особливостями регулювання (наприклад, зниження споживання електроенергії населенням зменшує навантаження перехресного субсидування на промисловість – періодично тарифи встановлюються так, що населення платить за енергоносії нижче їх собівартості, додаткове фінансове навантаження включається в тарифи для промисловості);

- екологічні ефекти (наприклад, зниження споживання електричної і теплової енергії в зимовий час призводить до розвантаження найбільш дорогих і "брудних" електростанцій та котелень, що працюють на мазуті і низькоякісному вугіллі.);

- пов'язані ефекти (увага до проблем енергозбереження призводить до підвищення стурбованості проблемами загальної ефективності системи - технології, організації, логістики на виробництві, системи взаємин, платежів та відповідальності в ЖКГ, відносини до домашнього бюджету у громадян).

Зазвичай початку реалізації заходів з енергозбереження передують проведення енергоаудиту або енергетичне обстеження підприємств та організацій - передбачає оцінку всіх аспектів діяльності підприємства, які пов'язані з витратами на паливо, енергію різних видів, воду і деякі енергоносії.

Цілі енергоаудиту:

- Виявлення джерел нераціональних енерговитрат і невиправданих витрат енергії,

- Визначення показників енергетичної ефективності,

- Визначення потенціалу енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності,

- Розробка цільової, комплексної програми енергозбереження

Порядок проведення енергоаудиту:

При проведенні енергетичного обстеження (енергоаудиту) проводяться наступні заходи:

- Аналіз стану систем електропостачання, тепlopостачання, водозабезпечення, парку технічного обладнання промислового підприємства (об'єкта);

- Оцінка стану систем і засобів вимірювань - прилади для обліку енергоносіїв та їх відповідність встановленим вимогам;

- Виявлення необгрунтованих втрат;

- Оцінка стану системи нормування енергоспоживання і використання енергоносіїв;

- Перевірка енергетичних балансів підприємства (об'єкта);

- Розрахунок питомих норм енерговитрат на продукцію, що випускається або види робіт;

- Оцінка доцільності основних енергозберігаючих заходів, реалізованих підприємством. Включає:

- 1) енергомоніторинг - відстеження встановлених і фактичних параметрів енергоспоживання;

- 2) вимірювання (заміри) - визначення за допомогою спеціальних приладів (засобів вимірювання, засобів обліку) параметрів у контрольних точках;

- 3) опитування та анкетування учасників процесу виробництва або споживання енергоресурсу;

- 4) вивчення супутньої нормативної бази, керівних документів та інструкцій на підприємстві;

- 5) розрахунки економічної ефективності впровадження тих чи інших організаційних пропозицій, яких інвестицій в енергозберігаючі технології (пристрої);

- 6) складання звіту, що містить результати проведеного енергоаудиту та рекомендації.

Етапи проведення енергоаудиту:

### 1. «Енерготехнологічне обстеження»:

- Перевірка умов договорів енергопостачання.
- Перевірка правильності обліку та планування енергоспоживання.
- Перевірка технічного стану і ремонтів обладнання.
- Перевірка ефективності експлуатації по завантаженню.
- Перевірка ефективності планованих інновацій.
- Виявлення втрат і визначення їх величини.
- Збір даних для заповнення паспорта.
- Визначення пріоритетних напрямків енергозбереження.
- Оформлення звіту
- «Звіт по першому етапу» (напрямки і потенціал)

### 2. «Розробка заходів та Енергетичного паспорта»:

- Обстеження установок і систем за узгодженими напрямками.
- Підбір технічних рішень і проектних відомостей по ним.
- Перевірка технічної можливості реалізувати заходи.
- Узгодження заходів з фахівцями підприємства.
- Техніко-економічне обґрунтування заходів.
- Проведення вимірювань.
- Перевірка, доповнення та обробка даних для паспорта.
- Оформлення паспорта та здача в СРО на експертизу і реєстрацію.
- Оформлення звітів з заходами та РПЗ паспорта.
- «Звіт з заходами та поясненнями до паспорта» Енергетичний паспорт

### 3. «Складання Програми енергозбереження»:

- Узгодження критеріїв та пріоритетів формування Програми.
- Узгодження концептуальних положень Програми.
- Перевірка принципів обмежень щодо реалізації заходів та узгодженості з планами розвитку виробництва.
- Узгодження методик і розрахунки ефективності.
- Узгодження форми і складання редакційної версії Програми та її узгодження.

- Оформлення та передача проекту Програми енергозбереження замовнику.

- «Погоджений проект Програми енергозбереження»

Результат енергоаудиту:

- висновок про якість одержуваних енергоресурсів, особливо електроенергії;

- рекомендації щодо впровадження заходів і технологій енергозбереження;

- рекомендації з проведення заходів (у тому числі змін у технології), спрямованих на підвищення енергоефективності випускається;

- рекомендації по заміні споживаних енергоресурсів іншими видами ресурсів (наприклад, електроенергії на обігрів - теплом або гарячою парою).

Етапи реалізації енергосервісу для бюджетних установ наведені на рисунку 8.15.



Рисунок 8.15 - Етапи реалізації енергосервісу для бюджетних установ

Установа споживає від року до року приблизно однаковий обсяг енергоносіїв, відповідно погодних умов та інших флуктуацій. Додатково діють:

- тенденція підвищення середнього рівня споживання внаслідок старіння інженерних систем;
- тенденція зниження середнього рівня споживання внаслідок реалізації адміністративних заходів з економії енергоносіїв – встановлення взимку неробочих періодів із зниженням температури у приміщеннях, недогрів приміщень у робочий час, відмова від підігріву коридорів та сходів;
- тенденція зниження середнього рівня енергоспоживання внаслідок самостійних капіталовкладень у часткове утеплення будівель, заміну вікон та ін.

Енергосервісна компанія вивчає середні показники енергоспоживання за минулі роки та особливості будівельних та інженерних рішень. Проводить енергоаудит для виявлення «вузьких міст» системи та робить пропозицію по зниженню енергоспоживання.

Установа укладає енергосервісний контракт на період, який пропонує виконавець. На момент укладення договору фіксується середній обсяг споживання енергоносіїв у фізичних показниках за попередні три роки. ЕС-компанія на власні кошти та власними силами розробляє робочий проект та виконує енергомодернізацію об'єктів. Одночасно може бути виконано поточний ремонт вже діючих систем, щоб забезпечити ефективну дію усього інженерного комплексу. На момент введення у експлуатацію нової системи енергоспоживання фіксується обсяг витрат виконавця, включаючи витрати на залучення кредитних коштів.

На протязі тривалості договору щомісяця фіксується фактичний обсяг споживання енергоносіїв. Державна установа сплачує енергосервісній компанії 90-100% від середнього споживання за відповідний місяць у минулі три роки. Зекономлені кошти ідуть на оплату витрат ЕСКО по управлінню системою енергоспоживання, сплату відсотків по кредиту та погашення суми

інвестиційного кредиту. Тобто якщо енергомодернізація пройшла успішно – щомісяця сума кредиту зменшується. До кінця дії договору кошти ЕСКО мають повністю бути компенсовані. Після цього договір завершується і бюджетна установа починає розраховуватися за енергоносії відповідно фактичному використанню, її бюджет формується вже під нові показники енергоспоживання. Для бюджетної установи така ситуація максимально комфортна, оскільки усі ризики несе ЕСКО. Елемент корупції та недобросовісного виконання договору відсутній, бо компенсація коштів іде саме за рахунок реальної економії на протязі декілька років. Попит на укладення ЕСДО бюджетними установами значно перевищує пропозицію від ЕСКО.

Досвід реалізації перших десятків ЕСДО дозволив встановити декілька принципових моментів.

- Енергопостачаючі компанії не є союзниками тих хто проводить енергомодернізацію. Є приклади саботажу та прямої протидії. ЕСКО зменшують обсяг реалізації енергоносіїв, що веде до втрат прибутків енергопостачальників. В таких випадках керівникам установ освіти можна звертатися безпосередньо до керівника, відповідаючого в МОН за енергоефективність та радника Голови Держенргоефективності.

- Персонал установ необхідно стимулювати для ефективного проведення заходів з енергоефективності. Частина зекономлених коштів доцільно використовувати як преміальний фонд та сплачувати бонуси складу команди підприємства з впровадження нових технологій енергоспоживання.

## **8.2 Розробка пропозицій щодо підготовки ЕСКО-контракту для енергомодернізації ОДЕКУ**

Прийняття ЕСКО-компанією рішення про підписання контракту із бюджетною установою буде у першу чергу обумовлений потенціалом енергомодернізації та можливим терміном окупності, який у свою чергу

залежить від виду технологій, які доцільно використовувати при проведенні модернізації.

Відповідно для оцінки перспектив заключення контракту необхідно оцінити які технології можна впровадити в ОДЕКУ та який потенціал економії можна очікувати. Як видно з алгоритму на рисунку 2.6, в першу чергу необхідно зафіксувати поточний рівень споживання енергоносіїв. Також необхідно оцінити потенціал енергомодернізації, але щоб зробити детальні розрахунки, необхідно мати дані енергоаудиту, а в ОДЕКУ такий аудит проведено не було. Загальна характеристика комплексу об'єктів університетського містечка ОДЕКУ наведена у попередніх звітах.

Комплекс будинків університетського містечка ОДЕКУ включає навчальний корпус №1, навчальний корпус №2, спорткомплекс, їдальню, профілакторій, Гуртожиток №1, Гуртожиток №2, КБО. Гуртожитку й КБО відділені від інших будов вулицею Макаренко. По іншу сторону від навчальних корпусів за вулицею Абрикосової розташовується сектор індивідуальної забудови. Приблизно в 100 метрах розташована магістральна насосна станція каналізаційних мереж. План території наведений на Рис 8.16.

На плані показані дві трансформаторні підстанції, вхід магістралі природного газу та теплотраси централізованого теплопостачання а також прилади обліку енергоспоживання, вже встановлені у будівлях.

Лічильник для виміру електроенергії гуртожитку №2

Лічильник для виміру електроенергії гуртожитку №1

Лічильник для виміру електроенергії КБО

Лічильник для виміру електроенергії котельні

Лічильник для виміру електроенергії НЛК №1, НЛК №2, спортивного комплексу , їдальні та профілакторію

Лічильник для виміру водопостачання НЛК №1, НЛК №2, спортивного комплексу, їдальні та профілакторію



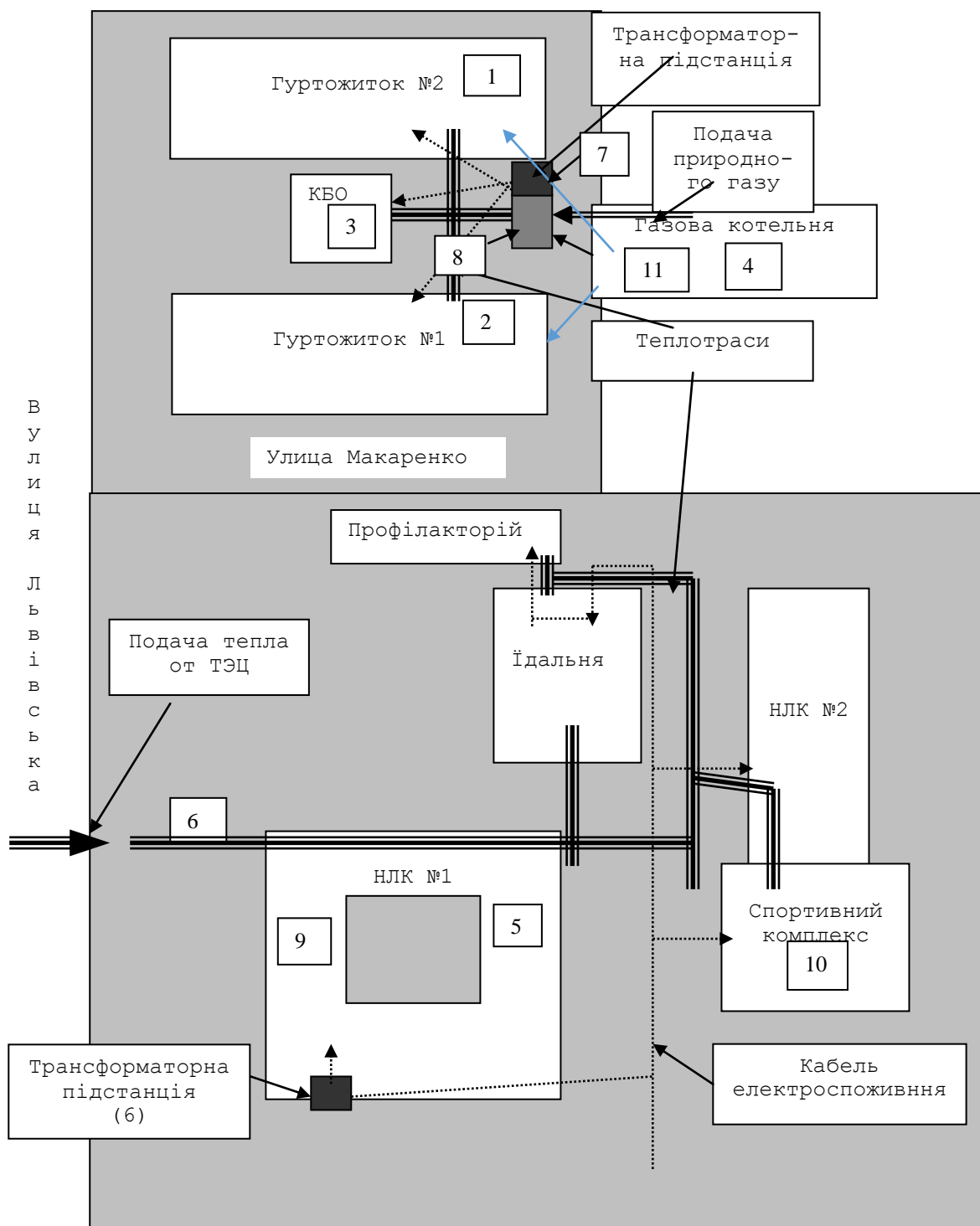


Рисунок 8.16 - План території університетського містечка ОДЕКУ

Лічильник для виміру водопостачання гуртожитку №1, гуртожитку №2, КБО та котельні

Лічильник для виміру тепла гуртожитку №1, гуртожитку №2, КБО та котельні

Лічильник для виміру тепла НЛК №1 та їдальні

Лічильник для виміру тепла НЛК №2, спортивного комплексу та профілакторію

Лічильник для виміру газу гуртожитку №1, гуртожитку №2, КБО

Сучасний підхід до проектування комплексних систем припускає спільний аналіз систем опалення, подачі гарячої й холодної води, відвід зливальної каналізації й видалення побутового сміття. При описі об'єктів, розташованих на території університетського містечка необхідно означити стан всіх перерахованих систем.

Середні показники споживання тепла й будівельний обсяг будинків наведені у таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Сер. показники спожив. тепла й будів. обсяг будинків

Об'єкт	Споживання тепла за рік Гкал	Споживання на місяць (макс) Гкал	Будівельний обсяг м куб.
УЛК-1	1090	282	42000
УЛК2	705	193	37000
Їдальня	120	42	7000
Профілакторій	125	33	5568
Спорткомплекс	300	80	12000
Общ №1			27864
Общ №2	2520	510	31583

Як видно з рисунка, система опалення складається із двох відособлених сегментів, з різними джерелами подачі тепла. При проведенні модернізації можна реконструювати частина одного із сегментів, сегмент цілком, або обидва сегменти, з'єднуючи їх у загальну систему. Електроенергія також підводить через дві трансформаторних підстанції до кожного сегмента комплексу будинків окремо.

Подача холодної води здійснюється в усі будинки, збір твердих побутових відходів провадиться в стандартні побутові контейнери розташовані у двох зонах Комплексу 1 й в одній зоні Комплексу 2.

При укладенні ЕСКО договору ЕС компанія може розглядати у якості об'єкту або комплекс будівель, або кожна будівля розглядається окремо, та для не укладається окремий договір.

Динаміка енергоспоживання в межах річного циклу розглядалася раніше. У першу чергу інтерес представляє вивчення зміни енергоспоживання в плинні року. Аналіз структури системи опалення та електропостачання комплексу будівель університетського містечка ОДЕКУ та можливі напрямки оптимізації також проводився у попередні роки

Модернізація та диверсифікація системи енергоспоживання ОДЕКУ може:

- знизити витрати на опалення теплом ТЕЦ;
  - знизити витрати електроенергії на локальне опалення приміщень влітку і локальне охолодження приміщень взимку;
  - утилізувати енергію вторинних енергоресурсів (ВЕР), що крім економічного ефекту знижує рівень впливу на навколишнє середовище;
  - почати використовувати «зелені» системи генерації енергії - сонячні панелі та колектори, вітрогенератори;
  - знизити відбір тепла ТЕЦ, і тим самим скоротити кількість спалюваного містом газу (зниження імпорту) і викидів в навколишнє середовище (екологічність), втрат на магістралях та ін.;
  - монтаж електричної системи підігріву теплоносія в опалювальній системі при збереженні можливості підключення ТЕЦ і газової котельні - забезпечити можливість диверсифікації та вибору найбільш перспективного варіанту енергопостачання в залежності від умов, що склалися.
  - створити синергетичний ефект, що забезпечить реалізацію ряду принципово нових додаткових можливостей, що підвищують рівень комфортності та безпеки в будівлях;
  - створити матеріально-технічну базу для всебічного вивчення сучасних технологій студентами різних спеціальностей і проведення наукової роботи співробітниками університету;
- При постановці завдання модернізації пріоритети повинні бути розставлені наступним чином:
- оптимізація прогнозованих витрат на опалення з урахуванням тенденцій зміни тарифів на тепло, газ і електрику;

- облік наявних пільг і перспектив зміни системи надання пільг на енергоносії в Україні;

- облік капітальних витрат на проведення модернізації і вибір оптимального варіанту виходячи зі співвідношення Виграш у витратах/Витрати;

- застосування технологій, що знижують вплив на навколишнє природне середовище;

- впровадження варіантів, які передбачають диверсифікацію джерел теплопостачання і можливість в майбутньому здійснювати маневр, вибираючи оптимальний джерело.

Для розробки концепції модернізації системи енергоспоживання необхідно оцінити обсяги споживаної енергії, витрати на її оплату, зміни споживання в ході річного і добового циклу.

ЕСКО компанія на базі накопиченого досвіду та проведеного енергоаудиту має запропонувати концепцію оптимального енергоспоживання для будівлі та зробити технічний проект. На основі попереднього аналізу енергопотоків можна запропонувати наступну базову технологічну концепцію оптимального енергоспоживання із застосуванням нетрадиційних і поновлюваних енергоресурсів, інноваційних технологій і замкнутих циклів для комплексу університетського містечка:

Об'єкт Напрямок модернізації

**НЛК-1 Опалення приміщень:**

Подача тепла від ТЦ.

- *пасивні міри* – утеплення стін, заміна вікон, установка подвійних вхідних дверей із пружинами, заміна радіаторів на більше ефективні, забезпечення оптимальної конвекції в зоні нагрівання.

- *активні міри* – модернізація системи централізованої вентиляції на рекуперативну, впровадження адаптивного механізму подачі тепла, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі й зниження різниці температур подаваного теплоносія й обратки, регулювання подачі теплоносія по зонах залежно від часу доби, напрямку вітру й інших показників.

В перспективі установка теплонакопичувачів та економічних локальних систем електроопалення працюючих за нічним тарифом.

**Освітлення:**

- *пасивні міри* – заміна світильників на енергозберігаючі.

- *активні міри* – установка програмованих систем керування освітленням з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізація, рівня освітленості в приміщенні.

**Живлення електроустаткування й приладів:**

На даному етапі зміни не передбачені.

**Кондиціонування приміщень:**

Застосування рекуперативних систем вентиляції дозволяє в жаркий період здійснювати централізований клімат-контроль, що може знизити використання локальних систем кондиціонування.

**ГВП:**

У будинку витрата ГВ невеликої. Улітку ГВ не подається, що знижує комфорт персоналу й студентів. Узимку нагрівання йде за рахунок відбору тепла в бойлері від теплоносія ТЦ. Установка двоконтурних сонячних колекторів дозволить обходитися без відбору тепла із ТЦ десять місяців у році й забезпечити наявність ГВ у плинні всього року.

**НЛК2**

**Опалення приміщень:**

Подача тепла від ТЦ.

- *пасивні міри* – будинок новий. Кардинальних заходів для пасивного утеплення не потрібно.

- *активні міри* – модернізація системи централізованої вентиляції на рекуперативну, впровадження адаптивного механізму подачі тепла, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі й зниження різниці температур подаваного теплоносія й обратки, регулювання подачі теплоносія по зонах залежно від часу доби, напрямку вітру й інших показників.

В перспективі можлива установка теплонакопичувачів та економічних локальних систем електроопалення працюючих по нічному тарифу. У підвалі будинку є пожежна ємність на 50 м куб., на базі якої можна недорого створити теплоаккумулятор.

**Освітлення:**

- *пасивні міри* – заміна світильників на енергозберігаючі.

- *активні міри* – установка програмувальних систем керування освітленням з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізація, рівня освітленості в приміщенні.

**Живлення електроустаткування й приладів:**

Будинок високий із центральним розташуванням труб зливу зливових вод. Це дозволяє встановити гідротурбіну як джерело електроенергії. Цю електрику можна використати для живлення циркуляційних насосів системи опалення, зарядки акумуляторів систем сигналізації й аварійного освітлення.

**Кондиціонування приміщень:**

Застосування рекуперативних систем вентиляції дозволяє в жаркий період здійснювати централізований клімат-контроль, що може знизити використання локальних систем кондиціонування.

**ГВП:**

У будинку витрата ГВ невеликої. Улітку ГВ не подається, що знижує комфорт персоналу й студентів. Узимку нагрівання йде за рахунок відбору тепла в бойлері від теплоносія ТЦ. Установка двоконтурних сонячних колекторів дозволить обходитися без відбору тепла із ТЦ десять місяців у році й забезпечити наявність ГВ у плинні всього року.

**Їдаль-  
ня**

#### **Опалення приміщень:**

Подача тепла від ТЦ.

- *пасивні міри* – утеплення стін, заміна вікон, установка подвійних вхідних дверей із пружинами, заміна радіаторів на більш ефективні, забезпечення оптимальної конвекції в зоні нагрівання.

- *активні міри* – модернізація системи централізованої вентиляції на рекуперативну, впровадження адаптивного механізму подачі тепла, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі й зниження різниці температур подаваного теплоносія й обратки, регулювання подачі теплоносія по зонах залежно від часу доби, напрямку вітру й інших показників.

В перспективі можлива установка теплонакопичувачів та економічних локальних систем електроопалення працюючих по нічному тарифу.

Будинок двоповерховий. Є незайняті підсобні приміщення, теплопункт. Перспективним рішенням є установка опалювального котла на пелетах з бойлером-теплонакопичувачем, який допускає електронагрів у період «нічного тарифу». Крім пелет можна буде спалювати частина сміття - картон, відходи деревини, списані меблі, спиляні гілки дерев, упакування від отриманих їдальнею продуктів, поламані піддони й т.д. Такий котел забезпечить опалення на протязі більшої частини опалювального сезону. На піку холодів можна буде переключитися на тепло від ТЦ, а котел використати тільки на ГВП для кухні й персоналу. Улітку котел також дозволить забезпечити безперебійну подачу ГВ дешевше, ніж використовувані зараз пластинчасті проточні електронагрівники.

#### **Освітлення:**

- *пасивні міри* – заміна світильників на енергозберігаючі.

- *активні міри* – установка програмованих систем керування освітленням з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізації, рівня освітленості в приміщенні.

#### **Живлення електроустаткування й приладів:**

Більша частина даху влітку затінюється будинком НЛК-2, що не дозволяє розміщати сонячні батареї для вироблення електрики. Наявність аномальних стаціонарних повітряних потоків між будинками дозволяє припустити позитивні перспективи застосування ветрогенераторов електрики, але питання вимагає додаткового практичного дослідження й економічної оцінки.

#### **Кондиціонування приміщень:**

Застосування рекуперативних систем вентиляції дозволяє в жаркий

період здійснювати централізований клімат-контроль, що може знизити використання локальних систем кондиціонування.

### **ГВП:**

У будинку витрати ГВ середні, тому що працює кухня. Улітку ГВ подається за допомогою пластинчастого проточного електронагрівника, що не занадто дешево. Узимку передбачений відбір тепла від ТЦ, але в цей час бойлер може бути в неробочому стані. Установка двоконтурних сонячних колекторів не дивлячись на затінення даху будинком УЛК-2 можлива.

## **Профі- лакто- рій**

### **Опалення приміщень:**

Подача тепла від ТЦ.

- *пасивні міри* – будинок новий. Кардинальних заходів для пасивного утеплення не потрібно.

- *активні міри* – модернізація системи централізованої вентиляції на рекуперативну, впровадження адаптивного механізму подачі тепла, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі й зниження різниці температур подаваного теплоносія й обратки, регулювання подачі теплоносія по зонах залежно від часу доби, напрямку вітру й інших показників.

В перспективі можлива установка теплонакопичувачів та економічних локальних систем електроопалення працюючих по нічному тарифу. У підвалі будинку є пожежна ємність на 24 м куб., на базі якої можна недорого створити теплоакумулятор.

### **Освітлення:**

- *пасивні міри* – заміна світильників на енергозберігаючі.

- *активні міри* – установка програмованих систем керування освітленням з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізація, рівня освітленості в приміщенні.

### **Живлення електроустаткування й приладів:**

Будинок 5 поверхів, із центральним розташуванням труб зливу зливових вод. Це дозволяє встановити гідротурбіну як джерело електроенергії. Цю електрику можна використати для живлення циркуляційних насосів системи опалення, зарядки акумуляторів систем сигналізації й аварійного висвітлення. Велика площа незатіненого даху дозволяє розмістити сонячні батареї для вироблення електрики, але економічний ефект на дійсний момент буде негативним. Наявність аномальних стаціонарних повітряних потоків між будинками дозволяє припустити позитивні перспективи застосування вітрогенераторів електрики, але питання вимагає додаткового практичного дослідження й економічної оцінки.

### **Кондиціонування приміщень:**

Застосування рекуперативних систем вентиляції дозволяє в жаркий період здійснювати централізований клімат-контроль, що може знизити використання локальних систем кондиціонування. Компактність будинку дозволяє створити систему подвійного призначення - опалення взимку, кондиціонування влітку.

**ГВП:**

У будинку витрата ГВ відносно велика. При заселенні профілакторію вода витрачається на роботу душових. У цей час нагрівання здійснюється великим побутовим електробойлером, економічні характеристики неоптимальні. Узимку нагрівання йде за рахунок відбору тепла в бойлері від теплоносія ТЦ. Установка двоконтурних сонячних колекторів дозволить обходитися без відбору тепла із ТЦ десять місяців у році й забезпечити наявність ГВ у плинні всього року. Використання теплового насоса також може дати гарні результати.

**Спорт-  
Комп-  
лекс****Опалення приміщень:**

Подача тепла від ТЦ.

- *пасивні міри* – будинок новий. Кардинальних заходів для пасивного утеплення не потрібно.

- *активні міри* – модернізація системи централізованої вентиляції на рекуперативну, впровадження адаптивного механізму подачі тепла, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі й зниження різниці температур подаваного теплоносія й обратки, регулювання подачі теплоносія по зонах залежно від часу доби, напрямку вітру й інших показників.

Важливим фактором є наявність басейну, що працює весь рік. Це самий масштабний споживач тепла в університетському містечку. Сам басейн є величезним теплоаккумулятором. Є принципова можливість створення двоступінчатої інноваційної системи опалення, побудованої із застосуванням теплового насоса. Первинний відбір тепла може йти від каналізаційного колектора й забезпечувати нагрівання води басейну до температури 22-24 градуса. Вода, що зливає для фільтрації, у проміжному резервуарі може прохолоджуватися до 15-17 градусів, віддаючи тепло для опалення спорткомплексу та УЛК-2 (нагрівання теплоносія до 50-60 градусів). Потім перед подачею в басейн знову нагрівається до 25 градусів. Також можлива установка на даху великої кількості двоконтурних сонячних колекторів для нагрівання басейну.

**Освітлення:**

- *пасивні міри* – заміна світильників на енергозберігаючі.

- *активні міри* – установка програмованих систем керування освітленням з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізації, рівня освітленості в приміщенні.

**Живлення електроустаткування й приладів:**

Велика площа незатіненого даху дозволяє розмістити сонячні батареї для вироблення електрики, але економічний ефект на дійсний момент буде негативним. Наявність аномальних стаціонарних повітряних потоків між будинками дозволяє припустити позитивні перспективи застосування вітрогенераторів електрики, але питання вимагає додаткового практичного дослідження й економічної оцінки.

**Кондиціонування приміщень:**



Застосування рекуперативних систем вентиляції дозволяє в жаркий період здійснювати централізований клімат-контроль, що може знизити використання локальних систем кондиціонування. Така система особливо доцільна для приміщення басейну, де відбувається активний випар і відбір тепла із дзеркала басейну. Повернення цього тепла в систему може дати істотну економію.

#### **ГВП:**

Витрата ГВ висока, тому що працюють душові. Установка двоконтурних сонячних колекторів дозволить обходитися без відбору тепла із ТЦ десять місяців у році й забезпечити наявність ГВ у плинні всього року.

Гурто-  
житок  
№1

Ситуація по обох гуртожитках приблизно схожа. Подача теплоносія здійснюється від локальної газової котельні, що опалює обоє гуртожитки

та  
Гурто-  
житок  
№2

#### **Опалення приміщень:**

- *пасивні міри* – утеплення стін, заміна вікон, установка подвійних вхідних дверей із пружинами, заміна радіаторів на більш ефективні, забезпечення оптимальної конвекції в зоні нагрівання.

- *активні міри* – система централізованої вентиляції відсутня, відповідно рекуперація неможлива. Впровадження адаптивного механізму подачі тепла на тепловпункті будинку, збільшення швидкості циркуляції енергоносія в системі й зниження різниці температур подаваного теплоносія й обратки, регулювання подачі теплоносія по зонах залежно від часу доби, напрямку вітру й інших показників, дозволять значно скоротити споживання тепла й поліпшити стабільність температури в приміщеннях. Ще одним значним якісним поліпшенням ситуації може стати установка централізованої системи кондиціонування/опалення для забезпечення комфортних температур у жаркий період, але це зв'язано зі значними капітальними витратами.

#### **Освітлення:**

- *пасивні міри* – заміна світильників на енергозберігаючі.

- *активні міри* – установка програмованих систем керування освітлення з урахуванням часу доби, показань датчиків руху й об'ємної сигналізації, рівня освітленості в приміщенні.

- адміністративні міри - оскільки основна частина будинків - житловий фонд гуртожитків, установлення режиму енергоспоживання може забезпечити деяку економію електрики.

#### **Живлення електроустаткування й приладів:**

Електроустаткування й прилади в будинках є власністю мешканців. Застосування для них особливих режимів електроживлення недоцільно. Можна використати нетрадиційні джерела енергії для забезпечення роботи системи аварійного освітлення.

#### **ГВП:**

Витрата ГВ висока, тому що працюють душові й крани в битовках.

Установка двоконтурних сонячних колекторів дозволить обходитися без відбору тепла із ТЦ десять місяців у році й забезпечити наявність ГВ у плинні всього року. Є проблема з різким збільшенням витрат ГВ у пікові періоди. Це зв'язано не тільки з великою кількістю користувачів, але й тим, що немає постійної циркуляції в системі подачі гарячої води. При відсутності циркуляції вода остигає й споживач при відсутності локального водоміра просто «спускає» воду поки не піде досить гаряча. Це веде до перевитрати гарячої й холодної води. Необхідно забезпечити циркуляційну систему ГВП із баком-накопичувачем, що дозволить згладжувати витрати. Наявність такого бака дає гарну можливість підключення сонячних колекторів і забезпечення додаткового нагрівання за їх рахунок.

### 8.3 Оцінка можливості заключення ЕСКО-контракту для енергомодернізації будівель ОДЕКУ

Для оцінки можливості проведемо перевірку до яких груп відносяться технологічні рішення, обрані для університету. Результати перевірки наведено у таблиці 8.4.

Таблиця 8.4 - Розподіл технологій енергомодернізації

Технології/будівлі	НЛК - 1	НЛК - 2	Їдальня	Профі-лакторій	Спорт-комплекс	Гурт. №1	Гурт. №2
<b>1 група</b>							
Облаштування індивідуальних теплових пунктів			+	+	+		
Модернізація освітлення	+	+	+	+	+	+	+
Модернізація котелень							
Встановлення електричного опалення з теплоаккумуляцією та багатозонним обліком (нічний тариф)			+	+	+		
<b>2 група</b>							
Заміна вікон	+		+			+	+
Заміна дверей	+		+			+	+
Модернізація внутрішньо будинкових мереж	+		+	+	+	+	+
<b>3 група</b>							
Утеплення стін, горищ, підвалів	+		+				
Встановлення сонячних колекторів та панелей	+	+	+	+	+	+	+
Встановлення теплових насосів			+	+	+	+	+

Як видно з таблиці, з першої групи в усіх будівлях передбачено модернізацію освітлення. Також можна встановлювати індивідуальні тепlopункти та електричне опалювання (а також постачання гарячої води). У старих корпусах необхідна заміна вікон та дверей, модернізація внутрішніх мереж. Ці роботи можна пропонувати ЕСКО-компанії у додаток до заходів першої групи. Великі перспективи з позиції покращення екологічних показників можливі при використанні сонячних панелей та теплових насосів, вітрогенераторів, але нажаль зараз ця тематика не дуже цікава для ЕСКО-партнерів і для цих технологій потрібно шукати інші джерела інвестування.

Додатковим бонусом ОДЕКУ для забезпечення заключення ЕСКО-контракту може бути те, що вже декілька років в університеті ведеться розробка концепції «Енергоефективний університет» та є група фахівців, готова до співпраці та тестування інноваційних рішень. Також наші об'єкти невеликі і з нами можна реалізовувати невеликі договори – тобто це позитивний момент при обмеженому обсязі інвестування.

Таким чином можна констатувати, що ОДЕКУ не вигідно укладати один комплексний договір на енергомодернізацію усього університетського містечка. Інтегральний показник енергоефективності буде навряд чи вище 30% при досить великих капіталовкладеннях. Це зумовлене в першу чергу тим, що на деяких будівлях по деяким енергоносіям коефіцієнт енергоефективності і так досить високий при високих абсолютних показниках обсягу енергоспоживання. По друге, в значній мірі підвищення енергоефективності проявиться не через зниження енергоспоживання а як підвищення якості послуг – більш рівномірне опалення будівель, наявність гарячої води постійно та з температурою, відповідною нормам споживання та ін.. Але з точки зору економічної ефективності проекту для ЕСКО це погіршує окупність проекту та знижує його привабливість.

Доцільно подавати окремі будівлі окремими лотами та обмежувати перелік енергоносіїв, на які розповсюджується договір. Наприклад УЛК1, УЛК2 та гуртожитки можна перевести на LED лампи, на кухнях гуртожитків встановити сучасні електроплити. Це швидко окупиться за умов запобігання

крадіжкам ламп (для цього можна розвести окрему мережу освітлення з низькою напругою. Наприклад 110 або навіть 36 вольт). Це, зокрема відповідає вимогам до систем освітлення у підвалах та приміщень із підвищеним рівнем вологості (душові кімнати та ін.). На світильниках розмістити напис про неможливість застосування ламп у звичайній мережі освітлення та провести роз'яснювальну роботу серед студентів та персоналу. При великій кількості ламп отримати партію з пониженою напругою живлення буде просто.

Необхідно швидко підготувати дані по усім будівлям ОДЕКУ окремо відповідно анкеті та викласти їх на сайт Держенергоефективності. Якщо наші пропозиції будуть цікаві – можна буде розраховувати на укладення ЕСДО з більшою долею вірогідності. Самі анкети дуже прості та базуються на даних бухгалтерського обліку та будівельних показниках. Після відбору анкети ЕСКО направляє свого представника до бюджетної установи та за власні кошти проводить енергоаудит. Якщо за висновками аудиту є перспектива суттєвого підвищення енергоефективності за відносно невеликі кошти – розраховуються показники договору та укладається контракт.

В ході виконання дослідження було проаналізовано специфіку ЕСКО контрактів та схеми їх реалізації. Розглянуто рекомендації МОН щодо заключення енергосервісних договорів та проект енергомодернізації ОДЕКУ. Нажаль те, що в ОДЕКУ досі не зроблено енергоаудит, не дає можливості детального розрахунку можливого економічного ефекту від впровадження інновацій. Проаналізовано перспективність фінансування енергомодернізації шляхом укладення ЕСКО-договору, плюси та недоліки.

Встановлено що необхідний комплексний підхід до вирішення проблеми, що в результаті несе значну економію коштів та покращує екологічні показники системи енергоспоживання університету. Тобто наслідком впровадження проекту буде значна економія бюджетних коштів та поліпшення екологічного стану. Необхідно розробити гармонічну комплексну концепцію енергомодернізації, та втілювати її поетапно. Для кожного етапу треба підібрати індивідуально оптимальний механізм інвестування. Можна використовувати різні способи залучення коштів, будь то включений до

кошторису бюджет за рахунок фінансування МОН, грантова програма, ЕСКО контракт, цільові кредитні кошти чи інвестиційні міжнародні фонди для програм з енергоефективності.

Першочерговими кроками є встановлення детальних даних енергоспоживання по кожній будівлі за останні п'ять років, заповнення анкет на сайті Держенергоефективності та проведення енергоаудиту із залученням спеціалізованого сертифікованого підприємства.

## РОЗДІЛ 9

### ЗАКОНОДАВЧА БАЗА УКРАЇНИ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЕКТІВ У СФЕРІ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ. СКЛАДАННЯ ЕНЕРГОПАСПОРТУ БУДИНКУ

Законодавча база в останні роки динамічно змінюється, що потребує постійного відстежування ситуації. При складанні енергетичного паспорта будинку або споруди заміряються: коефіцієнти теплопровідності, тепловіддачі, теплопередачі стін, перекриттів, підлоги, віконних прорізів. Заміряються: середня кратність повітрообміну за опалювальний період, фактична температура зовнішнього повітря й приміщень, витрати електроенергії, теплової енергії, газу, гарячої й холодної води за добу. Виконують виміри люксометром рівнів освітленості на робочих місцях, проходах і рівнів напруги протягом доби на уведеннях щитів живлення висвітлення. При розробці заходів щодо енергозбереження або проведення енергоаудиту із проекту будинку визначають параметри всіх елементів систем опалення, вентиляції й кондиціонування і їхні розрахункові характеристики. Необхідно також уточнення річного режиму роботи систем керування й виміри параметрів повітря. Приклад енергетичного сертифікату наведено на рисунках 9.1-9.7.

Розрахункове навантаження установок вентиляції й кондиціонування визначають із проекту підприємства або організації. При відсутності таких даних її можна визначити аналітичними методами, з урахуванням вимог зовнішнього й внутрішнього обсягу будинків, питомої вентиляційної характеристики й температури повітря усередині й поза будинком. Основними характеристиками, які повинні визначатися при обстеженні систем вентиляції, є: фактичні коефіцієнти завантаження, час роботи установок протягом доби, температура повітря усередині приміщення й середня температура зовнішнього повітря, кратність повітрообміну.

## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі: Львівська область, м. Новояворівськ, вул. Липи, будинок 2

Функціональне призначення та назва: житлова будівля, Багатоповерховий житловий будинок ОСББ "Липи 2"

### Відомості про конструкцію будівлі:

загальна площа, м <sup>2</sup> :	5754
загальний об'єм, м <sup>3</sup> :	16826
опалована площа, м <sup>2</sup> :	4110
опалований об'єм, м <sup>3</sup> :	10933
кількість поверхів:	5
рік прийняття в експлуатацію:	1992
кількість під'їздів або входів:	5



### Шкала класів енергетичної ефективності

### Клас енергетичної ефективності

Високий рівень енергоефективності

<b>A</b>	<44 кВтгод/м <sup>2</sup>
<b>B</b>	<79 кВтгод/м <sup>2</sup>
<b>C</b>	<87 кВтгод/м <sup>2</sup>
<b>D</b>	<109 кВтгод/м <sup>2</sup>
<b>E</b>	<131 кВтгод/м <sup>2</sup>
<b>F</b>	<153 кВтгод/м <sup>2</sup>
<b>G</b>	>153 кВтгод/м <sup>2</sup>



Низький рівень енергоефективності

Питоме споживання енергії на опалення, гаряче водопостачання, охолодження будівлі, кВтгод/м<sup>2</sup>

224

Питоме споживання первинної енергії, кВт х год/м<sup>2</sup> за рік: 333



Питомі викиди парникових газів, кг/м<sup>2</sup> за рік: 65,65

Серія та номер кваліфікаційного атестата енергоаудитора AA000004

## II. Фактичні або проектні характеристики огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції (м <sup>2</sup> ·К/Вт)		Площа А, м <sup>2</sup>
	існуюче приведені значення	мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни	0.9	3.3	2854.71
Суміщені перекриття	-	6.0	-
Покриття опалованих горіщ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	-	4.95	-
Горіщні перекриття неопалованих горіщ	1.51	4.95	890.0
Перекриття над прольотами та неопалованими підвалами	2.78	3.75	890.0
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0.5	0.75	596.64
Зовнішні двері	0.33	0.6	74.08

Мінімальні вимоги 2016 р.

### Опис технічного стану огорожувальних конструкцій

#### Зовнішні стіни:

Стіни будівлі самонесучі виконані з силікатної цегли. Загальна товщина стіни складає - 550 мм. Стан зовнішніх стін будівлі – наявні пошкодження (тріщина на межі ПНСх та ПДСх фасаду).

Приведений опір теплопередачі не відповідає мінімальним вимогам.

#### Віконні та балконні блоки:

Загальна площа віконних блоків складає 17% від загальної площі фасаду (коефіцієнт скління фасаду становить 0,17). 96% вікон з подвійним склінням в металопластикових рамах 4% в дерев'яних рамах з подвійним склінням. Більшість балконів та лоджій заклені. Приведений опір теплопередачі віконних конструкцій не відповідає вимогам.

#### Зовнішні двері:

Вхідні двері – металеві, в місцях загального користування двері дерев'яні без інерційної системи зачинення (дотягувачів), на момент проведення енергетичного обстеження знаходяться у задовільному стані. Приведений опір теплопередачі дверей не відповідає мінімальним вимогам.

#### Дах:

Дах технічного поверху, плита перекриття залізобетонна покрита шаром руберойду. Перекриття над опалованими приміщеннями плита перекриття залізобетонна покрита шлаковим ґравієм. Стан м'якої покрівлі даху задовільний, на час проведення енергетичного аудиту значних пошкоджень даху не спостерігалось. Накриття парапетів, накриття повітроводів ушкоджено та потребує заміни.

Приведений опір теплопередачі не відповідає мінімальним вимогам.

#### Підвал:

Під будівлею знаходиться неопаловальний підвал. Фундамент будівлі стрічковий з бетонних блоків. Підлога – лінолеум після бетонної підготовки по пустотілій плиті перекриття. Підвал знаходиться під всією площею будівлі. В підвалі розмішене розведення трубопроводів системи опалення, гарячого та холодного водопостачання, а також системи каналізації. Існуючий стан технічного підвалу – задовільний. Приведений опір теплопередачі не відповідає мінімальним вимогам.

### III. Показники енергетичної ефективності та фактичне питоме енергоспоживання будівлі

Показники енергетичної ефективності будівлі

Назва показу	Існуюче значення (кВт год)/м <sup>2</sup> (кВт год)/м <sup>2</sup> за рік	Мінімальні вимоги (кВт год)/м <sup>2</sup> (кВт год)/м <sup>2</sup> за рік
Питома енергопотреба на опалення, охолодження, гаряче водопостачання	135.16	83
Питома енергоспоживання при опаленні	190.69	
Питома енергоспоживання при охолодженні	0.25	
Питома енергоспоживання при гарячому водопостачанні	32.78	
Питома енергоспоживання системи вентиляції	0.0	
Питома енергоспоживання при освітленні	18.15	
Питома споживання первинної енергії, кВт × год/м <sup>2</sup> за рік	332.85	
Питомі викиди парникових газів, кг/м <sup>2</sup> за рік	65.65	

Енергоспоживання будівлі

Вид	Фактичний обсяг споживання за рік		Розрахунковий обсяг споживання за рік	
	тис. кВт × год	(кВт год)/м <sup>2</sup> (кВт год)/м <sup>2</sup>	тис. кВт × год	(кВт год)/м <sup>2</sup> (кВт год)/м <sup>2</sup>
Енергоспоживання систем опалення	446.22	108.57	783.74	190.69
Енергоспоживання систем вентиляції	0.0	0.0	0.0	0.0
Енергоспоживання систем гарячого водопостачання	38.12	9.28	134.73	32.78
Енергоспоживання систем охолодження	0.0	0.0	1.04	0.25
Енергоспоживання систем освітлення	44.79	10.9	74.6	18.15
<b>УСЬОГО:</b>	<b>529.13</b>	<b>128.74</b>	<b>994.12</b>	<b>241.88</b>

Причини відхилення розрахункових обсягів споживання від фактичних

Фактична середньомісячна температура зовнішнього повітря вища температури зазначеної в діючих стандартах. Зменшений рівень провітрювання (природньої вентиляції) в порівнянні з нормативним. Система охолодження в будівлі відсутня. В системі освітлення відсутня система акумуляції енергії. Облік гарячої води відбувається за квартирними вузлами обліку які не враховують втрату теплової енергії розподільними тепловими мережами.

### Річне енергоспоживання будівлі, %



### IV. Фактичні або проектні характеристики інженерних систем будівлі

#### Системи опалення

Джерело опалення – система централізованого тепlopостачання. Теплоносій - вода.

Температурний графік 95/70°C.

Тепlopостачання будівлі здійснюється по одному тепловому вводу. Теплове навантаження системи опалення – 0,3 Гкал/год.

Схема підключення – залежна з елеваторним вузлом.

Циркуляція теплоносія в будинку відбувається за рахунок перепаду тиску в центральній тепловій мережі.

Облік споживання теплової енергії на потреби системи опалення ведеться за показами комерційного вузла обліку теплової енергії з ультразвуковими витратомірами.

Тип теплоносія системи опалення - водяний; Температура теплоносія 95/70°C. Проектна потужність системи опалення 0,3 МВт. Обладнання, що здійснює регулювання теплової потужності системи опалення відсутнє. Циркуляція теплоносія в системі опалення будинку відбувається за рахунок перепаду тиску в центральній тепловій мережі. Рік прийняття в експлуатацію – 1992 р. Система розподілу виконана зі сталевих трубопроводів, розмішених в опалювальних та неопалювальних приміщеннях. Система розподілу теплоносія системи опалення в задовільному стані. Теплова ізоляція системи розподілу теплоносія системи опалення в задовільному стані або відсутня. Тип системи опалення - однотрубна П-подібна з нижнім розведенням подаючого трубопроводу.

Система тепловіддачі складається з 270 чавунних радіаторів з без терморегуляторів з боковим підключенням. В разі встановлення терморегуляторів передбачити облаштування байпасної лінії. Клас енергетичної ефективності системи за:

- Регулюванням надходження теплової енергії до приміщення – D;
- Регулюванням розподілення за температурою теплоносія у подавальному або зворотному трубопроводі – D;
- Регулюванням періодичності зниження споживання енергії системою та/або розподілення теплоносія – D;
- Взаємозв'язком між регулюванням споживання енергії та/або розподілення тепло/холодоносія у системах опалення та охолодження – D.

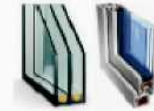


<b>Системи охолодження, кондиціонування, вентиляції</b>
Система охолодження в будівлі відсутня. Вентиляція приміщень будівлі відбувається в природній спосіб за рахунок перепаду тиску в середині та зовні будівлі та повітропроникності огорожувальних конструкцій (через нещільності в віконних конструкціях і відкриті елементи віконних, дверних конструкцій). Видалення повітря відбувається через повітроводи розміщені в санвузлах та кухнях.
<b>Системи постачання гарячої води</b>
Джерело гарячої води – система централізованого теплопостачання. Теплоносій - вода. Температурний графік 55оС. В експлуатації з 1992 р. Гаряча вода готується в центральному тепловому пункті та подається в будинок. Температура гарячої води на вході в будівлю – 55оС. Система автоматизації в будівлі відсутня. Система розподілу виконана з сталених трубопроводів, в неопалювальних приміщеннях трубопроводи неізовані. Наявна система циркуляції гарячої води. Тип системи циркуляції – за рахунок перепаду тиску в системі централізованого гарячого водопостачання. Облік за спожиття гарячу воду проводиться за квартирними лічильниками гарячої води.
<b>Системи освітлення</b>
Система освітлення місць загального користування представлена світильниками з діодними лампами. Керування системою освітлення в ручному режимі. Облік споживання відбувається за показниками комерційного вузла обліку електричної енергії.

## V. Рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності

### Заміна старих вікон на енергозберігаючі

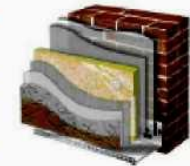
Вікна в квартирах пропонується виконати роботи з заміни існуючих вікон в дерев'яних рамах (23,92м.кв.) та металопластикових з подвійним склінням незахищені заскляними лоджіями та балконами (184,09 м.кв.) на нові металопластикові товщиною рами 70мм. та потрійним склінням де перше та третє склінням низькоемісійні. Нові вікна дозволять зменшити наднормові втрати тепла та покращити зовнішній вигляд будівлі, проте вони майже не пропускають повітря з вулиці, яке проходить через щілини в старих дерев'яних рамах. Отже, необхідно забезпечити нормативний повітрообмін в приміщенні шляхом відкриванням вікон. Пропонуємо вікна металопластикові двокамерні з паспортними даними на рівні не нижче  $0,75 \text{ м}^2\text{K} / \text{Вт}$  ( $U=1,33 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{K})$ ) При заміні вікон слід винести вікно в рівень стіни під утеплення. У разі неможливості винесення вікна слід передбачити можливість утеплення відкоса. Слід проектувати заміну вікон разом з проектуванням по утепленню фасаду.



Інвестиції	Чиста економія, кВтгод/рік	Чиста економія, грн/рік	Окупність
728049	29823	31908	22.8

### Утеплення стін

Додаткова теплова ізоляція дозволить зменшити наднормові втрати тепла через стіни та покращити зовнішній вигляд будівлі. При погодженні заходу з представниками ОСББ, останніми вибрано матеріал утеплювача пінополістрол. Площа стян для утеплення 2855 м.кв. Обираємо конструкцію фасадної теплоізоляції (пінополістрол товщиною 150мм.) з опорядженням штукатуркою при застосуванні теплової ізоляції груп горючості Г1 згідно з класифікацією ДБН В.1.1-7 та штукатурки із негорючих матеріалів. Рекомендуємо виконання поясів через кожні три поверхи та обрамлення віконних та балконних прорізів тепловою ізоляцією із негорючих матеріалів (плити мінераловати) завширшки не менше двох товщин використаної ізоляції. При утепленні передбачити заміну накриття паракетів з врахуванням зміни товщини стіни з утепленням та заміни відливів на вікнах. При виконанні проектних робіт слід врахувати місце встановлення віконних конструкцій. При встановленні віконної конструкції по середині стіни слід передбачити утеплення відкосу. При проектуванні використовувати системи утеплення які мають протоколи випробувань щодо терміну експлуатації не менше 25 років. Проектування виконати згідно ДБН В.2.6-33:2018 а також ДБН В.2.6-31:2016 . Проектування утеплення фасаді слід проводити з врахування заходу по встановленню вікон.



Інвестиції	Чиста економія, кВтгод/рік	Чиста економія, грн/рік	Окупність
3282919	229114	245132	13.4

### Встановлення МГП (модуля опалення)

Пропонується встановити ГП з циркуляційним насосом та погодним регулятором та циркуляційним насосом, що дозволить автоматично регулювати кількість тепла, що споживає будівля, в залежності від зовнішньої температури. Це дозволить уникнути понаднормового збільшення температури в приміщеннях у осінньо-весняний період та зменшити втрати тепла за рахунок провітрювання. Окрім цього, ГП дозволить налаштувати режими енергоспоживання після впровадження інших енергозберігаючих заходів, оптимізуючи теплоспоживання.



Інвестиції	Чиста економія, кВтгод/рік	Чиста економія, грн/рік	Окупність
370000	37630	40261	9.2

### Теплоізоляція трубопроводів та запірної арматури системи гарячого водопостачання

Пропонується провести утеплення трубопроводів та арматури системи гарячого водопостачання в підвалах будівлі ізоляційним матеріалом з мінеральної вати. Для виконання роботи пропонуємо використати трубку теплової ізоляції товщиною в діаметр трубопроводу. Слід відміти, що оскільки розрахунок за спожиту гарячу воду ведеться за квартирними вузлами обліку то утеплення трубопроводів гарячого водопостачання призведе до отримання мешканцями більш якісної гарячої води, що дозволить менше її використовувати. Також економічний ефект отримає і тепlopостачаюча організація так як зменшаться втрати в циркуляційному контурі. Утеплення виконати згідно ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування". Перед утепленням теплові мережі слід обробити антикорозійним засобом.



У разі необхідності, під час виконання робіт, замінити пошкоджені ділянки трубопроводу та арматури, зокрема у разі необхідності заміни трубопроводів у підвалі з подальшою їх теплоізоляцією.

Інвестиції	Чиста економія, кВтгод/рік	Чиста економія, грн/рік	Окупність
42000	22995	24603	1.7

Рис. 9.1 – 9.7 Приклад Енергетичного сертифікату будівлі

Наказом Національного органу стандартизації Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») № 125 у 2016 році прийнято національні стандарти України з енергетичного аудиту та енергетичного менеджменту, гармонізовані з міжнародними нормативними документами. Зокрема, мова йде про такі стандарти:

ДСТУ ІЗО 50002:2016 (ІЗО 50002:2014, ШТ) Енергетичні аудити.

Вимоги та настанова щодо їх проведення;

ДСТУ ІЗО 50003:2016 (ІЗО 50003:2014, ШТ) Системи енергетичного менеджменту. Вимоги до органів, які проводять аудит і сертифікацію систем енергетичного менеджменту;

ДСТУ ІЗО 50004:2016 (ІЗО 50004:2014, ШТ) Системи енергетичного менеджменту. Настанова щодо впровадження, супровід та поліпшення системи енергетичного менеджменту;

ДСТУ ІЗО 50006:2016 (ІЗО 50006:2014, ШТ) Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. Загальні положення та настанова;

ДСТУ ІЗО 50015:2016 (ІЗО 50015:2014, ШТ) Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання та верифікація рівня досягнутої/досяжної енергоефективності організацій. Загальні принципи та настанова.

Ці стандарти набрали чинності з 01 вересня 2016 року.

У стислій формі інформація надається у фірмі Витягу з Енергетичного сертифікату (рис. 9.8).

Енергетичний Сертифікат є відображенням сучасного погляду на енергоефективність будівель. Він відповідає актуальному стану нормативної бази галузі. По мірі розвитку інформаційної та законодавчої бази енергоефективності до форми Сертифікату вносяться зміни, як до форми документу, так і в величинах контрольних показників.

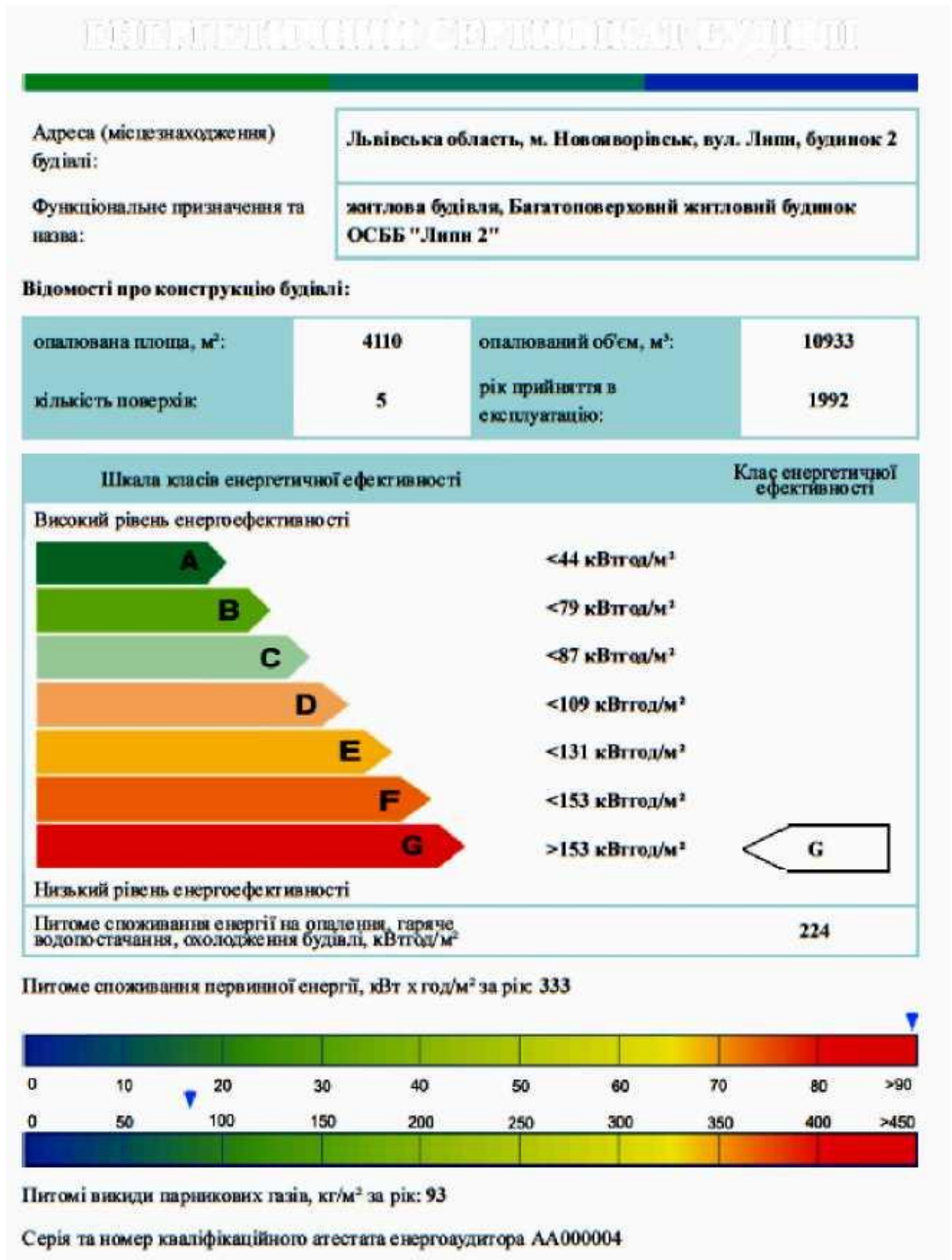


Рисунок 9.8 - Витяг з Енергетичного сертифікату будівлі

## ВИСНОВКИ

На протязі першого року виконання наукової теми «Енергоефективний університет» було проаналізовано світовий досвід, надбання вітчизняних виробників, матеріали місцевих конференцій та ін.. Тематика дослідження широка та динамічна. Саме в період виконання теми відбувалися швидкі зміни на цьому напрямку. Також можна прогнозувати що ці зміни ще не завершилися та будуть активно проходити і в наступні роки. При розробці концепції Енергоефективного університету вкрай важливо точно встановити тенденції цих змін та вибрати вірну концепцію, яка не приведе у майбутньому до протиріч.

В ході роботи було сформовано системний погляд на технології, шляхи енергомодернізації, перелік контрольних показників, вплив на екологію та ще ряд важливих обставин. Зібрано та систематизовано усі доступні в університеті дані про енергоспоживання у минулі роки. З'ясовано можливі джерела інвестування, та перелік перших конкретних кроків, які необхідно зробити.

Як виявилось, починати проект «Енергоефективний університет» необхідно зі створення сучасної системи докладного моніторингу енергоспоживання у реальному часі з деталізацією по видам енергоносіїв та по окремим об'єктам. Це дозволить виконати розробку детального технологічного плану енергомодернізації, розрахувати можливий ефект методами еколого-економічного аналізу та провести залучення коштів на впровадження новацій та подальший розвиток проекту. Всі ці питання стали тематикою досліджень в ході виконання наукової теми.

На протязі другого року виконання наукової теми «Енергоефективний університет» було продовжено роботу у наступних напрямках:

Опрацювання концепцій оптимізації енергоспоживання.

Огляд інноваційних технологічних рішень у галузі енергомодернізації.

Розрахунки проектів на базі розробленої методики.

Міжнародна співпраця у напрямку підвищення енергоефективності.

Було проведено примірні розрахунки з використанням реальних даних енергоспоживання та характеристик реальних будівель. Напрацьовано практичні матеріали, які поглиблюють розуміння проблеми, дають необхідний досвід та дозволяють рухатися у напрямку максимальної оптимізації енергоспоживання.

На протязі третього та четвертого року виконання наукової теми роботу у цих напрямках було подовжено. Додаткової уваги було приділено аналізу законодавчо-нормативної бази у галузі енергоефективності, методам залучення інвестицій, навчанню та сертифікації фахівців у галузі енергоефективності. Було напрацьовано методичні матеріали для проведення курсів насчання, створені робочі програми. Учасники звучної теми пройшли самі навчання на курсах викладачів для підготовки енергоаудиторів.

Ситуація ускладнилася у зв'язку із пандемією корона вірусу, карантинном та виведенням студентів на дистанційну форму навчання. На протязі останнього року проявляються нетипові позасистемні зміни у режимі використання адміністративних будівель, навчальних корпусів університету та гуртожитках. Припинена експлуатація їдальні. Така ситуація з одного боку створює можливості для проведення енергомодернізації, з іншого боку знижує потенціал інвестування та обсяг коштів на опалення та освітлення будівель.

При виконанні наукової теми було опрацьовано класичний досвід проведення енергомодернізації, розробки технологічної концепції, залучення коштів та розрахунку строків окупності проекту. Зараз ці дані не виглядають настільки ж вірними та беззаперечними, як раніше. На перший план вийшли показники динамічності керування енергоспоживанням. Великі строки окупності стали ще більшою проблемою внаслідок нестабільності витрат на оплату енергоносіїв. Досвід останнього року показує, що ці витрати можуть практично припинитися внаслідок нокдауну та переводу установи на дистанційну форму роботи.

Також проявилася вирішальна роль активної позиції адміністрації, а саме найвищої її ланки для підготовки та впровадження проектів підвищення енергоефективності. Великі строки окупності та капітальність проектів

вимагають узгодження концепції проекту із стратегією розвитку університету, яку планує впроваджувати керівництво. Важливим аспектом успішного впровадження проекту енергомодернізації є створення системи мотивації учасників та персоналу установи. Це питання також цілком залежить від активної позиції керівництва. І третім аспектом, який вимагає залучення керівництва установи та його активної участі у створенні та впровадженні проекту енергомодернізації є необхідність створення команди проекту та забезпечення її взаємодії із підрозділами підприємства та персоналом, діяльність якого пов'язана із експлуатацією систем енергоспоживання.

За п'ять років виконання теми накопичено значний досвід практичної взаємодії із керівниками різних рівней та напрацьовано матеріал типових варіантів їх реагування на необхідність участі у проекті. Це дозволяє при плануванні проектів енергомодернізації враховувати не тільки технічні аспекти, а й вплив персонального складу та структури управління підприємством.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Адаменко Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії. Монографія. – Івано-Франківськ:ІМЕ, 2001. - 432с
2. Андрижиевский, А. А. Энергосбережение и энергетический менеджмент: учеб. пособие / А.А. Андрижиевский, В.И. Володин. -2-е изд., испр. - Мн.: Выш. шк., 2005.
3. Бараннік В.О., Энергосбереження - пріоритетний напрям енергетичної політики та підвищення енергетичної безпеки України // 36. наук, праць Міжнар. наук.-практ. конф. "Енергоефективність - 2004".-О., 2004.-134 с.
4. Данилов Н.И. Основы энергосбережения: учебник / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2010.– 564 с.
5. Д.В.Зеркалов «Енергосбереження в Україні», видавництво КНТ 2008.- с.321
6. Дероган Д.В., Перспективи використання енергії та палива в Україні з нетрадиційних та відновлюваних джерел.//Бюл. "Новітні технології в сфері нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії", Київ: АТ "Укренергосбереження",2009.- №2, - 187 с.
7. Екологічні індикатори якості росту регіональної економіки/Під ред. И.П. Глазыриной, И.М. Потравного. - М.: Ниа-природа. 2006. - 306 с.]
8. Железко Ю.М. Потери электроэнергии / Ю.М. Железко. – Москва: Книжный мир, 2009. – 456 с.
9. Земляний М.Г., Відновлювана енергетика в Україні// - К.: Всеукр. енергетичний комітет Всесвітньої енергетичної ради, 2003. -78 с.
- 10.Оборина Е.В., Волошин Д.В., Ажнакин С.Г., Шурда К.Э. Антикризисные стратегии развития региональной энергетики. [Под ред. В.Н. Степанова] — Одесса: Институт проблем рынка и экономико-экологических исследований, 2010, — 259 с.



11. Основы энергосбережения: Учеб. пособие / М. В. Самойлов, В. В. Паневчик, А. Н. Ковалев. 2-е изд., стереотип. - Мн.: БГЭУ, 2002. - 198 с.
12. Рожко А.О. Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні//Енергосбережение. - 2007. - №2. - 108 с.
13. Рекиш А.А. Экономические, экологические, социальные основы разработки оценок направлений развития экономико-экологических систем / А.А. Рекиш. – Одесса: ОГЭКУ, 2010. – 125 с.
14. Сотник И.Н. Эколого-экономические эффекты реализации энергосберегающих мероприятий у производителя топливно-энергетических ресурсов // Механізм регулювання економіки, економіка природокористування, економіка підприємства та організація виробництва. - Суми: Вид-во СумДУ, 2000. - Вип. 3. - С. 64-68.
15. Сотник И.Н. Роль энергосберегающих мероприятий в обеспечении финансовой устойчивости предприятия // Механізм регулювання економіки, економіка природокористування, економіка підприємства та організація виробництва. - Суми: Вид-во СумДУ, 2001. - Вип. 1-2. - С. 187-195.
16. Сотник И.Н. Использование показателя эколого-экономического эффекта для оценки эколого-экономической эффективности капитальных вложений в энергосбережение // Науковий вісник аграрної науки Причорномор'я Миколаївської державної аграрної академії. Спеціальний випуск 3(12): В 2 томах. - Т.1. – Миколаїв, 2001. - С. 325-331.
17. Статистичний збірник „Довкілля Одеської області” / [За ред. Н.А.Котельнікової]. – Одеса. – 2013. – 145с.
18. Статистичний щорічник України за 2007 р. / [за ред. Осауленко О.Г.]. – К. : «Консультант», 2008. – 571 с.

- 19.Толмачов Д. "Роль і перспектива окремих енергоносіїв в Україні"- Економіст, 2000.-136 с.
- 20.Шевцов А.І., Енергетична безпека України. Стратегія та механізми забезпечення., Пороги, 2002.-356 с.

### **Електронні ресурси:**

- 21.Автономне електропостачання від енергії Вітру і Сонця одночасно. [Электронный ресурс]. – режим доступа: [.:http://www.astoneng.com.ua/uk/products/hybrid](http://www.astoneng.com.ua/uk/products/hybrid)
- 22.Альтернатива централизованному отоплению [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.gaz-project.spb.ru/article/altjernativa-cjentralizovannomu-otopljeniju>
- 23.Всесезонный трубчатый вакуумный коллектор. [Электронный ресурс]. – режим доступа: [.:http://solnechniy-kollektor.com.ua/solnechnie-kollektory/kruglogodichnyj-sk-dlya-gvs-i-otopleniya/](http://solnechniy-kollektor.com.ua/solnechnie-kollektory/kruglogodichnyj-sk-dlya-gvs-i-otopleniya/)
- 24.Городской единый расчетный центр. Тарифы и нормы водопотребления (для населения) [Электронный ресурс] .– Режим доступа: <https://www.gerc.ua/tarifs/>
- 25.Державна служба статистики України. Офіційний сайт. [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
- 26.Енергозбереження в сучасній Україні. [Электронный ресурс]. – режим доступа: [.:http://www.refine.org.ua/pageid-5251-1.html](http://www.refine.org.ua/pageid-5251-1.html)
- 27.Игонин Д.В. Децентрализованное отопление – основа снижения энергоемкости производства [Электронный ресурс] .– Режим доступа: <http://dvm-therm.ru/dacentrotop.html>
- 28.Кадринів В.Ю. Скільки коштує комуналка за новими тарифами [Электронный ресурс] .– Режим доступа: <http://tsn.ua/groshi/skilki-koshtuye-komunalka-za-novimi-tarifami-358476.html>

29. Конвекторное отопление как альтернатива централизованному [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.ukanala.ru/documents/news/70-konvert.html>
30. Леон П.С. Работы по утеплению ограждающих конструкций, поставка и замена стеклопакетов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.teplomodern.com.ua>
31. Міністерство екології та природних ресурсів України. Офіційний сайт. [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua>
32. Моторин Д. Ставим бойлер: сколько платим сначала, а сколько – потом [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://dp.vgorode.ua/news/kommunalka/118188/>
33. Мягкохлеб Р.П. Необходимость энергоаудита [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://myagkohlib.at.ua/blog/neobkhodimost\\_energoaudita/2010-11-13-5](http://myagkohlib.at.ua/blog/neobkhodimost_energoaudita/2010-11-13-5)
34. Опалення без газу - альтернативне опалення. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.geoteplo.com.ua/ua/public/194-otoplenie-bez-gaza.html>
35. Петервари Н. Экономия по-закарпатски: область полностью отказалась от центрального отопления [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://news.finance.ua/ru/news/~/331492/ekonomiya-po-zakarpatski-oblast-polnostyu-otkazalas-ot-tsentralnogo-otopleniya>
36. Програма енергоефективності м. Одеси на 2013-2015 рр. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://omr.gov.ua/ru/acts/council/47098/>
37. Свіжий огляд новин по стійкому розвитку від WBCSD. [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://www.csrjournal.com/main/948-svezhij-obzor-novostejj-po-ustojjchivomu.html>
38. Сонячні колектори торгової марки ”Зелена енергія” [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://solnechniy-kollektor.com.ua/>
39. Сонячні модулі. [Электронный ресурс]. – режим доступа <http://solar.pp.ua/tag/sonyachna-batareya>

40. Тарифы на электроэнергию [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://index.minfin.com.ua/tarif/electric.php>
41. Тарасова Н. П., Журба Е. Б. Индекси й індикатори стійкого розвитку. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.ustoichivo.ru/i/docs/18/tarasova.pdf>
42. Характеристика жилого фонда Киевского района [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://omr.gov.ua/administration/kyivska/390>
43. Чиста альтернатива мирному атому та чорному золоту-"Зелений" бум/[Электронный ресурс]Ірина Дуброва//Публікація-2011.-Режим доступу до публікації.: <http://economics.unian.net/ukr/detail/81839>
44. "Голос України" - газета Верховної Ради України. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.golos.com.ua/news/33712>
45. Інформагентство «Форум». [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://ua.for-ua.com/politics/2011/01/13/133901>
46. Теплоэнерго [Электронный ресурс]. – режим доступа: [www.teplon.com.ua](http://www.teplon.com.ua)
47. ФронтНьюсІнтернешнл [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://frontnews.eu/news/ua/8847/У-Німеччині-потужність-морських-вітропарків-збільшилася-на-626-МВт>
48. Зеленый тариф. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://eenergy.com.ua/zelenij-tarif/tsina-na-zelenij-tarif/>
49. Инфрачервоне та конвекційне опалювання. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.a-energy.com.ua/potolochnie-ik-obogrevateli/>
50. Іонні котли Берілл. [Электронный ресурс]. – режим доступа: [http://www.teplovelebit.ru/beril/ionnie-kotli-beril-5-33-kvt\\_ru](http://www.teplovelebit.ru/beril/ionnie-kotli-beril-5-33-kvt_ru)
51. Двигун Стірлінга. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. [Электронный ресурс]. – режим доступа: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Двигун\\_Стірлінга](https://uk.wikipedia.org/wiki/Двигун_Стірлінга)

52. Тепловий насос Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. [Електронний ресурс]. – режим доступа: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Тепловий\\_насос](https://uk.wikipedia.org/wiki/Тепловий_насос)
53. Most Popular Patent Topics. [Електронний ресурс]. – режим доступа: <https://freepatentsonline.com>
54. Wind Energy. [Електронний ресурс]. – режим доступа: <https://www.evwind.es/>
55. Energy saving in electric heating systems. [Електронний ресурс]. – режим доступа: <https://helion-ltd.ru/about-electroheating-systems/>
56. Атмосфера. UA. [Електронний ресурс]. – режим доступа: <https://www.atmosfera.ua/stati-geliosistemy/chto-takoe-solnechnaya-postoyannaya/>
57. Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/свободный>. - Загл. с экрана.
58. Игонин Д.В. Децентрализованное отопление – основа снижения энергоемкости производства [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://dvm-therm.ru/dacentrotop.html>
59. Леон П.С. Работы по утеплению ограждающих конструкций, поставка и замена стеклопакетов [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.teplomodern.com.ua>
60. Мягкохлеб Р.П. Необходимость энергоаудита [Электронный ресурс].– Режим доступа: [http://myagkohlib.at.ua/blog/neobkhodimost\\_energoaudita/2010-11-13-5](http://myagkohlib.at.ua/blog/neobkhodimost_energoaudita/2010-11-13-5)
61. Городской единый расчетный центр. Тарифы и нормы водопотребления (для населения) [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://www.gerc.ua/tarifs/>
62. Кадринів В.Ю. Скільки коштує комуналка за новими тарифами [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://tsn.ua/groshi/skilki-koshtuye-komunalka-za-novimi-tarifami-358476.html>

**ДОДАТКИ ДО ЗВІТУ**  
**ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**  
**«Розробка концепції «Енергоефективний університет» для**  
**Одеського державного екологічного університету»**  
(фінальний, за 2020 рік)

## Додаток А.

### Договір про співпрацю ОДЕКУ із ТОВ «Українсько-Баварський Менеджмент Трейнінг-центр»

с.1

#### Kooperationsvertrag zur Verwirklichung des Projekts „schnelle und nachhaltige Realisierung von Energieeffizienzmaßnahmen in der Region Odessa“

Odessa

«25» April 2017

#### Угода про співробітництво з реалізації проекту "Швидке і стійке здійснення заходів щодо підвищення енергоефективності в Одеській області "

Одеса

«25» квітень 2017

#### 1. Ausgangsbasis

Die Verwendung Nachwachsender Rohstoffe und Erneuerbarer Energien sowie mögliche Einsparpotentiale im Energieverbrauch werden in der Region Odessa seit Jahrzehnten diskutiert. Aus vielerlei Gründen finden jedoch vorhandene Energie- und Einsparpotentiale nur sehr langsamen Zugang zu den Märkten.

Die UBMT GmbH plant in Zusammenarbeit mit der Oblastverwaltung und vier odessitischen Universitäten (Odessaer Staatliche Ökologische Universität, Odessaer Staatliche Ökonomische Universität, Odessaer Agraruniversität und die Ukrainische Nationale Wissenschaftsakademie) mit Unterstützung durch das „Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe Straubing“ in einem „Drei-Phasenprojekt“ die für die Region relevanten Energieeffizienzmaßnahmen zu definieren. Dabei sollen zeitnah Marktnachfrage und Angebote erhöht und zusammengeführt werden. Mit der mittelfristigen Gründung eines „integrierten regionalen Innovations- und Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe und Erneuerbare Energien (IKZ)“ werden Wissenschaft und Wirtschaft zu gemeinsamer Zielerreichung nachhaltig verbunden.

#### 2. Vertragspartner

«Ukrainisch-Bayerisches Management-Trainingszentrum» GmbH («UBMT GmbH») vertreten durch die Direktorin Marija Volodimirovna Degtiarenko, handelnd aufgrund der Satzung, als erster Vertragspartner,

und die

Staatliche ökologische Universität Odessa vertreten durch den Rektor, Dr. rer. nat. Serhiy Mykaylowitsch Stepanenko, handelnd aufgrund der Satzung, als zweiter Vertragspartner (im Folgenden - Vertragsparteien).

#### 1. Фундамент

Використання відновлюваної сировини, відновлюваних джерел енергії та потенціалу економії енергоспоживання обговорюється в Одеській області на протязі десятиліть. Однак, з безлічі причин існуючий потенціал виробництва і економії енергії занадто повільно використовується на ринках.

Суспільство обмеженою відповідальності «УБМТ» («УБМТ» ТОВ) планує спільно з державною адміністрацією Одеської області та чотирма одеськими університетами за підтримки «Центру компетенції з поновлюваних ресурсів Штраубінг» шляхом «проекту в три фази» визначити істотні для регіону заходи щодо підвищення енергоефективності. При цьому повинні бути збільшені і зближені ринкові попит і пропозиція в даній сфері. В результаті заснування «Інтегрованого обласного центру інновацій та компетенцій з відновлюваної сировини та енергії» наука і економіка стійко пов'язані разом для спільного досягнення мети.

#### 2. Сторони договору

«Українсько-Баварський Менеджмент Трейнінг-центр» ТОВ («УБМТ» ТОВ) в особі директора Дегтяренко Марії Володимирівни, який діє на підставі Статуту, з одного боку,

та

Одеський державний екологічний університет в особі ректора, доктора фізико-математичних наук, професора Степаненко Сергія Миколайовича, який діє на підставі Статуту, з іншого боку (далі – Сторони).

## Додаток А.

### Договір про співпрацю ОДЕКУ із ТОВ «Українсько-Баварський Менеджмент Трейнінг-центр»

с.2

#### 3. Übergeordnetes Projektziel

Mögliche Energieeffizienzmaßnahmen (Energieeinsparung, Verwendung nachwachsender Rohstoffe und Erneuerbare Energien) werden in der Region Odessa schnell und nachhaltig verwirklicht

##### 3.1 Unterziel der Phase 1

Entwicklung eines Energieatlasses für die Region Odessa mit Basisdaten für Gesetzliche Rahmenbedingungen, verfügbare und entwickelbare Nachwachsende Rohstoffe und Erneuerbare Energien sowie Energieeinsparungsmaßnahmen und deren Wirtschaftlichkeit in der Region.

##### Erwartete Ergebnisse:

Mit den Basisdaten des Energieatlas können für die Region Odessa Folgerungen für die Wirtschaftlichkeit der Anwendung  
-nachwachsender Rohstoffe  
-Solar-  
-Windenergie und  
-Einsparmaßnahmen definiert werden.

##### 3.2 Unterziel der Phase 2

Entwicklung eines „Promotionskonzepts“, basierend auf den Folgerungen aus dem Energieatlas, für die Sensibilisierung des Marktes und Sensibilisierung ukrainischer und deutscher Unternehmer zur Zusammenführung von Nachfrage und Angebot und  
**Erwartete Ergebnisse:**  
Die Marktnachfrage wird erhöht. Unternehmer und Investoren erkennen die Erschließungspotentiale. Die Marktangebote werden qualitativ und quantitativ erhöht.

##### 3.3 Unterziel der Phase 3

Schaffung der Grundlagen für die Gründung eines „integrierten regionalen Innovations- und Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe und Erneuerbare Energien“

##### Erwartete Ergebnisse:

Basierend auf den Grundlagen des Energieatlasses erfolgt die Beantragung eines EU-Projekts in Zusammenarbeit mit bayerischen Einrichtungen.

#### 4. Vertragsgegenstand

4.1 Die Vertragspartner verpflichten sich, zur Erreichung der unter o.a. Ziffer 3. definierten Ziele alle möglichen und notwendigen mit Schwerpunkt aber u.a. Maßnahmen zu unterstützen:

#### 3. Головна ціль проекту

Можливі заходи щодо підвищення енергоефективності (енергозбереження, використання відновлюваних ресурсів і джерел енергії) швидко і стійко здійснюються в Одеській області.

##### 3.1. Подціль першої фази

Розробка Енергетичного атласу Одеської області з основними даними по правовій базі, наявним і потенційним відновлюваним ресурсам і джерелам енергії, а також енергозберігаючим заходам і їх економічної ефективності в регіоні.

##### Очікувані результати:

З даних енергетичного атласу Одеської області можуть бути зроблені висновки про економіку застосування  
- відновлюваних ресурсів  
- сонячної енергії  
- енергії вітру  
- заходів з енергозбереження

##### 3.2. Подціль другої фази

Розробка концепції просування на основі висновків з енергетичного атласу, для підвищення обізнаності про ринок українських і німецьких підприємців для зближення попиту та пропозиції.

##### Очікувані результати:

Попит на ринку збільшується. Підприємці та інвестори визнають потенціал розвитку в даній сфері. Пропозиції на ринку якісно і кількісно збільшуються.

##### 3.3. Подціль третьої фази

Закладення основ для створення «Інтегрованого обласного центру інновацій та компетенцій з відновлюваної сировини та енергії».

##### Очікувані результати:

Грунтуючись на базі енергетичного атласу в спільній роботі з баварськими установами, відбувається подача заяви на проект Євросоюзу по створенню «Інтегрованого обласного центру інновацій та компетенцій з відновлюваної сировини та енергії».

#### 4. Предмет договору

4.1. Сторони договору зобов'язуються підтримувати досягнення описаної в пункті 3 головної мети усіма необхідними і можливими заходами з акцентом на перелічені нижче:



## Додаток А.

### Договір про співпрацю ОДЕКУ із ТОВ

#### «Українсько-Баварський Менеджмент Трейнінг-центр»

с.3

#### 4.1.1 Phase 1 (Abschluss bis 20.09.2017)

- Erfassen der Basisdaten gemäß beiliegender Gliederung für den Energieatlas der Region Odessa in Zusammenarbeit der von den Universitäten designierten Studenten mit den Praktikanten/Studenten der UBMT GmbH.
- Erarbeitung der regionalen Potenzialstudien und Präsentation der Ergebnisse anlässlich der Arbeitskonferenz bei C.A.R.M.E.N. Ende Mai 2017 in Straubing mit Definition der Folgerungen für die Schwerpunktbereiche.
- Einarbeitung der Ergebnisse der Arbeitskonferenz mit Wirtschaftlichkeitsberechnungen für alle in der Region Odessa relevanten Energieeffizienzmaßnahmen in den Energieatlas
- Schaffung der Voraussetzungen für den Beschluss zur Gründung einer Kooperation mit C.A.R.M.E.N. für gemeinsame Forschung und Lehre
- Schaffung der Voraussetzungen für die Beantragung eines EU-Projekts zur Gründung eines „integrierten regionalen Innovations- und Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe“

#### 4.1.2 Phase 2 (Abschluss bis Januar 2018)

- Ab 20.09.2017 Erarbeitung des Promotionskonzepts in der Reihenfolge bzw. parallel, Gewinnung von ukrainischen und deutschen Unternehmern/Investoren und Sensibilisierung des Marktes
- Oktober 2017 Präsentation des wirtschaftlichen Erschließungspotentials in Zusammenarbeit mit dem „Ost-West-Wirtschaftsforum“ in München mit Ausschreibung im Internet
- November 2017 Präsentation des wirtschaftlichen Erschließungspotentials in Odessa im Rahmen einer Arbeitskonferenz mit Teilnehmern von C.A.R.M.E.N in Odessa vor ukrainischen Unternehmern, eventuell Abschluss eines „Memorandums of Cooperation“ mit C.A.R.M.E.N.
- Teilnahme an Messen in Odessa ...
- Erarbeitung des o.a. EU-Antrags bis 15.01.2018 Einzelheiten dazu werden bis 01.10.2017, basierend auf den bis dahin gewonnenen Erkenntnissen beschlossen.

#### 4.1.3 Phase 3

- Einreichung und Realisierung des EU-Antrags
- Fortwährendes Promoting der „Energieeffizienzmaßnahmen“ und Teilnahme an Messen.

#### 4.1.1. Фаза 1 (завершення до 20.9.2017)

- Отримання вихідних даних відповідно до структури енергетичного атласу Одеської області шляхом співпраці студентів університетів з практикантами / студентами ТОВ УБМТ
- Розробка досліджень потенціалу області та представлення результатів на робочій нараді в С.А.Р.М.Е.Н. в кінці травня 2017 року Штраубінг, визначення висновків для пріоритетних областей.
- Включення результатів робочої конференції та економічного розрахунку всіх релевантних для Одеської області заходів з енергозбереження в енергетичний атлас.
- Створення умов для встановлення співпраці з С.А.Р.М.Е.Н. для проведення спільних досліджень і навчання.
- Створення умов для застосування проекту ЄС зі створення «Інтегрованого обласного центру інновацій та компетенцій з відновлюваної сировини та енергії».

#### 4.1.2. Фаза 2 (завершення до січня 2018)

- З 20/09/2017 Розробка концепції просування перед або паралельно із залученням українських та німецьких підприємців / інвесторів і підвищення обізнаності про ринок.
  - Жовтень 2017 Презентація економічного потенціалу розвитку у співпраці з «Економічним форумом схід-захід» в Мюнхені. Розміщення оголошення в інтернеті.
  - Листопад 2017 Презентація економічного потенціалу розвитку в Одесі в рамках робочої конференції за участю представників С.А.Р.М.Е.Н перед українськими підприємцями. Можливе укладання «Угоди про співпрацю» з С.А.Р.М.Е.Н.
  - Участь в одеських виставках ...
  - Розробка вищезазначеного Заяви в ЄС до 15.01.2018
- Деталі будуть визначені до 01.10.2017, на основі отриманих знань.

#### 4.1.3. Фаза 3

- Подача і здійснення заяви в ЄС.
- Безперервне сприяння заходам з підвищення енергоефективності та участь у виставках.

## Додаток А.

### Договір про співпрацю ОДЕКУ із ТОВ «Українсько-Баварський Менеджмент Трейнінг-центр»

с.4

#### 5. Finanzierung

Die Leistungen für den Energieatlas werden von den Teilnehmern aus ideeller Motivation erbracht. Für die Besuchsprogramme werden/wurden Unterstützungsmittel beantragt, mit denen die Unkosten abgedeckt werden. Werden diese nicht gewährt, so können die Arbeitskonferenzen nicht stattfinden. Dies soll aber die Zielerreichung nicht behindern. Für eventuelle Nutzung der Basisdaten aus dem Energieatlas muss eine zusätzliche Entscheidung zur Erhebung und Versteuerung eines eventuellen Entgeltes bis 01.10.2017 getroffen werden. Für das EU-Projekt werden dann einzubringende Leistungen aus dem Projekt entlohnt.

#### 6. Verantwortung der Vertragsparteien

**6.1.** Vertragsparteien halten sich streng an den Vertragsbedingungen, Sondervereinbarungen und Vertragsergänzungen.  
**6.2.** Der wirksame Vertrag darf die Vertragsparteien nicht daran hindern, ihre Verpflichtungen gegenüber Dritten zu erfüllen.  
**6.3.** Projektorganisation und – Projektmanagement werden bis auf weiteres von der UBMT GmbH wahrgenommen.

#### 7. Höhere Gewalt

**7.1.** Vertragsparteien, für die die Verpflichtungserfüllung unmöglich geworden ist, sind dazu verpflichtet, sofort nach dem Bekanntwerden dieser Umstände, die anderen Vertragsparteien darüber schriftlich in Kenntnis zu setzen.  
**7.2.** Vertragsparteien, die ihren Verpflichtungen nicht mehr nachkommen können oder wollen, werden von einer weiteren Projektbeteiligung ausgeschlossen.

#### 8. Andere Bedingungen

**8.1.** Alle Streitpunkte sollen Mittels konstruktiver Verhandlungen gelöst werden.

#### 9. Vertragsfrist

**9.1.** Der Vertrag endet mit Projektabschluss, spätestens jedoch am 31.12.2021.  
**9.2.** Der Vertrag tritt in Kraft ab dem Moment seiner Unterzeichnung durch beide Vertragsparteien.

#### 5. Фінансування

Робота зі створення енергетичного атласу мотивована ідеалами і здійснюється учасниками проекту безоплатно. На покриття витрат на програми відвідування будуть / були подані заяви. У разі ненадання коштів, робочі конференції не можуть бути проведені, що тим не менше не повинно перешкодити досягненню мети. До 01.10.2017 повинно бути прийнято рішення щодо можливого доходу і оподаткування доходу з надання в користування енергетичного атласу. Робота, що здійснюється в рамках проекту ЄС буде оплачуватися.

#### 6. Відповідальність сторін

**6.1.** Сторони суворо дотримуються умов цього Договору, окремих договорів та доповнень до них.  
**6.2.** Дійсний договір не може бути перешкодою для виконання Сторонами своїх зобов'язань перед третіми сторонами.  
**6.3.** ТОВ «УБМТ» здійснює організацію та управління проектом.

#### 7. Форс мажор

**7.1.** Сторона, для якої стало неможливим виконання обов'язків, про виникнення і припинення вищезгаданих обставин повинна негайно в письмовій формі сповістити іншу Сторону.  
**7.2.** Сторона, яка не може або не хоче більше виконувати свої обов'язки, виключається з подальшої участі в проекті.

#### 8. Інші умови

**8.1.** Усі спірні питання повинні вирішуватися переважно шляхом конструктивних переговорів.

#### 9. Термін дії договору

**9.1.** Дія договору закінчується із завершенням проекту, але не пізніше 31.12.2021.  
**9.2.** Договір вступає в силу з моменту його підписання обома сторонами.

## Додаток А.

### Договір про співпрацю ОДЕКУ із ТОВ «Українсько-Баварський Менеджмент Трейнінг-центр»

с.5

**9.3.** Der Vertrag kann nach der Erfüllung der aus ihm entstehenden Verpflichtungen durch eine der Vertragsparteien einseitig gekündigt werden, aber nicht früher als nach einem Monat nach der schriftlichen Bekanntgabe der anderen Vertragspartei.

**9.4.** Im Falle der Nichtbekanntgabe der Kündigung wird der Vertrag automatisch verlängert.

**9.5.** Es wurden zwei gleich wirksame Exemplare des Vertrages für beide Vertragsparteien erstellt.

**9.3.** Договір може бути розірваний за ініціативою однієї із Сторін після виконання зобов'язань Договору, але не раніше ніж через один місяць після письмового повідомлення другої Сторони.

**9.4.** У разі, якщо одна із Сторін до закінчення терміну дії Договору письмово не повідомить іншої Сторони про його розірвання, то Договір автоматично продовжується.

**9.5.** Договір складено у двох примірниках рівної юридичної сили для кожної із Сторін.

#### 10. Юридичні адреси і підписи сторін

ТОВ «Українсько-Баварський Менеджмент Трейнінг-центр»

65045, м. Одеса,  
вул. Успенська 60, оф. 2

Тел. (048) 777-06-96

Директор



Дегтяренко М.В.

#### 10. Anschriften und Unterschriften der Vertragsparteien

Одеський державний екологічний університет

65016, м. Одеса,  
вул. Львівська, 15

Тел. (0482) 32-67-35

Ректор



доктор фізико-математичних наук, професор  
Степаненко С.М.

## Додаток Б.

Пропозиція БД щодо структури енергетичного Атласу Одеської області

с.1

### Структура енергетичного атласу Одеської області

Пропонується назва документу: **Атлас потенціалу енергомодернізації Одеської області**. Мається на увазі що в атласі будуть наведені дані про наявних споживачів енергоресурсів, про потенціал застосування місцевих поновлюваних енергоресурсів і про методи оптимізації енергоспоживання на конкретних об'єктах, що в підсумку дозволить дати еколого-економічну оцінку загального потенціалу області в даному напрямку в грошовому вираженні, що стане орієнтиром для інвесторів і постачальників устаткування.

У вступній частині повинні бути наведені показники макромасштабу- рівень держави, а також поточний стан питання в розрізі діяльності обласної й міської адміністрації, а також незалежних проектів, реалізованих без їхньої участі. Уже реалізовані проекти необхідно показати на карті області, еколого-економічну оцінку їхньої реалізації представити в таблицях.

Атлас повинен містити карти розташування об'єктів і потенціалу по групах: - підприємства

- ресурси

- потенціал енергомодернізації, як результат накладення розподілу попиту на розподіл пропозиції (або можливості використання).

#### **I. Преамбула, що описує фонові процеси по стані «на сьогодні» і законодавчо позначену динаміку в сфері енергоспоживання**

##### 1. Вступна частина

###### 1.1. Енергетична політика держави Україна

1.1.1. Стратегія. Державні органи, що здійснюють регуляторну політику в сфері енергоспоживання й енергомодернізації їхні функції й повноваження, досвід взаємодії. НКРЕ

1.1.2. Державні програми

1.1.3. Інвестиційна підтримка за рахунок коштів держ. бюджету

1.1.4. Зелені тарифи.

1.1.5. Міжнародне співробітництво держави Україна в сфері енергомодернізації. Офіційно прийняті міжнародні програми.

## Додаток Б.

### Пропозиція БД щодо структури енергетичного Атласу Одеської області

#### с.2

- 1.1.6. Новації в сфері законодавства України, спрямовані на розвиток сфери енергетики.
- 1.1.7. Міжнародні бар'єри. Прямі й непрямі бар'єри для зовнішніх інвесторів на енергетичному ринку України
- 1.1.8. Безпека інвестицій в енергетичну сферу для внутрішніх і зовнішніх інвесторів
- 1.2. Енергетична політика адміністрації Одеської області
  - 1.2.1. Стратегія, відповідальні особи
  - 1.2.2. Регіональні програми
  - 1.2.3. Інвестиційна підтримка з бюджету області.
  - 1.2.4. Обласні структури, у завдання яких входить організація й реалізація заходів щодо енергомодернізації.
  - 1.2.5. Міжнародні проекти, реалізовані й діючі на території області при сприянні адміністрації області
  - 1.2.6. Енергетичний баланс області. Вироблення енергоресурсів усередині області. Трансфер енергоресурсів через границі області
  - 1.2.7. Енерготранспортна система області. Потенціал, ступінь завантаження, ступінь зношування. Оцінка втрат при транспортуванні
  - 1.2.8. Статистичні показники використання енергоресурсів на території області за попередні періоди по видах енергоресурсів, типам споживачів
  - 1.2.9. Ситуація з установкою приладів обліку витрати енергоресурсів по групах об'єктів в області
- 1.3. Енергетична політика адміністрації міста Одеса
  - 1.3.1. Стратегія, відповідальні особи
  - 1.3.2. Міські програми
  - 1.3.3. Інвестиційна підтримка з бюджету міста
  - 1.3.4. Міські структури, у завдання яких входить організація й реалізація заходів щодо енергомодернізації.
  - 1.3.5. Міжнародні проекти, що діють на території міста Одеса під патронатом муніципалітету
  - 1.3.6. Вироблення енергоресурсів і перетворення форм і видів енергії усередині міста Одеса.
  - 1.3.7. Енерготранспортна система міста. Потенціал, ступінь завантаження, ступінь зношування. Оцінка втрат при транспортуванні
  - 1.3.8. Статистичні показники використання енергоресурсів на території міста Одеса за попередні періоди по видах енергоресурсів, типам споживачів
  - 1.2.9. Ситуація з установкою приладів обліку витрати енергоресурсів по групах об'єктів у місті Одеса
- 1.4. Незалежні проекти в сфері розвитку енергетичного сектора й енергомодернізації, реалізовані й діючі на території Одеської області
  - 1.4.1. Проекти, реалізовані недержавними суб'єктами, резидентами України за власні кошти
  - 1.4.2. проекти, реалізовані недержавними суб'єктами в рамках прямих цільових міжнародних програм

## Додаток Б.

### Пропозиція БД щодо структури енергетичного Атласу Одеської області

с.3

#### II. Атлас об'єктів і потенціалу області

2. Характеристика об'єктів господарювання на території Одеської області й м. Одеса. Форми й види споживання енергії, види й обсяги споживаних енергоресурсів

- 2.1. Адміністративні об'єкти з бюджетною формою фінансування, наукові установи
- 2.2. Державні установи сфери освіти й культури
- 2.3. Виробничі підприємства державної форми власності
- 2.4. Об'єкти ВСУ й ВМС
- 2.5. Муніципальні підприємства
- 2.6. Недержавні установи сфери освіти й культури
- 2.7. Громадські організації, неприбуткові установи
- 2.8. Виробничі підприємства недержавних форм власності
- 2.9. Індивідуальні господарства
- 2.10. Кооперативи й колективні господарства
- 2.11. Об'єкти житлового фонду, що перебувають у державній і міській власності
- 2.12. Об'єкти житлового фонду, що перебувають у приватній власності
- 2.13. Об'єкти дачного фонду
- 2.14. Об'єкти транспортної системи
- 2.15. Об'єкти енергетичних систем
- 2.16. Інфраструктурні об'єкти

3. Огляд видів поновлюваних джерел енергії, які можна використати для енергомодернізації об'єктів на території Одеської області

- 3.1. Поновлювані джерела енергії не пов'язані з господарською діяльністю людини
  - 3.1.1. Сонячна енергія
  - 3.1.2. Вітрова енергія
  - 3.1.3. Ґрунтові води
  - 3.1.4. Річкові енергетичні гідроресурси
  - 3.1.5. Морські хвилі й припливи
  - 3.1.6. Відбір тепла з навколишнього середовища тепловими насосами
- 3.2. Поновлювані джерела, енергії пов'язані з господарською діяльністю людини
  - 3.2.1. Вирощування технічних культур для одержання поновлюваних енергоресурсів
  - 3.2.2. Переробка відходів сільськогосподарського й промислового виробництва, одержуваних безпосередньо з підприємств
  - 3.2.3. Біогаз
- 3.3. Переробка сміття
  - 3.3.1. Переробка ТБО населених пунктів для одержання енергії
  - 3.3.2. Переробка зношених покрішок й інших великих однорідних груп уже викинутих відходів для одержання енергії
- 3.4. Утилізація вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР)
  - 3.4.1. Утилізація ВЕР на підприємствах й в установах
  - 3.4.2. Технології утилізації ВЕР на підприємствах й в установах
  - 3.4.3. Еколого-економічна оцінка ефективності утилізації ВЕР на підприємствах й в установах

## Додаток Б.

### Пропозиція БД щодо структури енергетичного Атласу Одеської області

#### с.4

- 3.4.4. Утилізація ВЕР на об'єктах житлово-комунального господарства (ЖКГ)
- 3.4.5. Технології утилізації ВЕР на об'єктах ЖКГ
- 3.4.6. Еколого-економічна оцінка ефективності утилізації ВЕР на об'єктах ЖКГ

### **III. Дані для вибору технологічних рішень й еколого-економічної оцінки потенціалу енергомодернізації**

4. Класифікація методів оптимізації енергоспоживання, огляд їхньої ефективності й ринку технологій. Сервіс на рівні консультування
  - 4.1. Проведення енергоаудиту. Енергосанація. Консультанти
  - 4.2. Оцінка показників методу зниження прямих енерговтрат
    - 4.2.1. Види прямих енерговтрат
    - 4.2.2. Технології зниження прямих енерговтрат
    - 4.2.3. Еколого-економічна оцінка ефективності зниження прямих енерговтрат
  - 4.3. Оцінка показників методу переходу на адаптивне енергоспоживання
    - 4.3.1. Види адаптивного енергоспоживання
    - 4.3.2. Технології адаптивного енергоспоживання
    - 4.3.3. Методи й кошти моніторингу енергоспоживання
    - 4.3.4. Системи автоматичного керування енергоспоживанням,
    - 4.3.5. Організація постійного моніторингу й управління енергоспоживання із залученням енергосервісних компаній
    - 4.3.6. Еколого-економічна оцінка ефективності переходу на адаптивне енергоспоживання
  - 4.4. Оцінка показників методу застосування енергоакумуючих систем
    - 4.4.1. Види енергоакумуючих систем
    - 4.4.2. Технології застосування енергоакумуючих систем
    - 4.4.3. Еколого-економічна оцінка ефективності застосування енергоакумуючих систем
  - 4.5. Оцінка показників впровадження систем замкнутого циклу енергоспоживання
    - 4.5.1. Види систем замкнутого циклу енергоспоживання
    - 4.5.2. Технології застосування систем замкнутого циклу енергоспоживання
    - 4.5.3. Еколого-економічна оцінка ефективності застосування систем замкнутого циклу енергоспоживання
5. Огляд напрямків оптимізації енергоспоживання залежно від груп об'єктів
  - 5.1. Оптимізація енергоспоживання на виробничих об'єктах
  - 5.2. Оптимізація енергоспоживання в сфері транспорту
  - 5.3. Оптимізація енергоспоживання в адміністративних будинках і на об'єктах освітнього й культурного призначення
  - 5.4. Оптимізація енергоспоживання в сфері ЖКГ у межах міської забудови
  - 5.5. Оптимізація енергоспоживання на об'єктах коттеджної забудови й у сільській місцевості
6. Тарифи, ціни й екологічні показники
  - 6.1. Динаміка цін на традиційні енергоресурси. Динаміка обсягів продажів. Екологічні показники застосування традиційних енергоресурсів

## Додаток Б.

### Пропозиція БД щодо структури енергетичного Атласу Одеської області

#### с.5

- 6.2. Динаміка цін на поновлювані енергоресурси Динаміка обсягів продажів. Екологічні показники застосування поновлюваних енергоресурсів
- 6.3. Витрати на закупівлю й монтаж технологічного встаткування різних виробників. Ринок продуктів, технологій і послуг в області оптимального енергоспоживання
- 7. Розробка, узгодження впровадження й інвестування проектів
  - 7.1. Проектування енергомодернізації об'єктів
    - 7.1.1. Законодавчі вимоги для одержання дозволу на проведення енергомодернізації, залежно від форми власності на об'єкт і його призначення
    - 7.1.2. Вимоги до постачальників устаткування, проектувальникам, виконавцям робіт, сертифікації системи після модернізації.
  - 7.2. Джерела й методи інвестування, а також припустимі форми інвестування й повернення вкладених коштів, для об'єктів різних форм власності й різного призначення. Внутрішні й зовнішні інвестиції
  - 7.3. керування проектами в сфері енергомодернізації
- 8. Ринкові й соціальні аспекти енергомодернізації об'єктів
  - 8.1. Реклама ефективних проектів систем енергоспоживання
  - 8.2. Маркетингові стратегії розвитку ринку технологій і послуг оптимального енергоспоживання
  - 8.3. Робота зі споживачами - юридичними особами
  - 8.4. Робота зі споживачами на об'єктах ЖКГ - взаємодія з ЖЕКами, ОСМД, групами мешканців, окремими мешканцями й власниками об'єктів індивідуальної забудови
  - 8.5. Формування в соціумі усвідомленого відношення до енергоспоживання
    - 8.5.1. Громадські організації
    - 8.5.2. Освітні установи
  - 8.6. Корупція. Прояви й методи протидії
  - 8.7. Проблеми, виявлені при проведенні енергомодернізації раніше
  - 8.9. Пропозиції за рішенням проблем регіону в сфері енергоспоживання
- 9. Корисні контакти. Перелік організацій і підприємств, що діють у сфері оптимізації енергоспоживання

**Якщо прийняти, що Атлас буде мати запропоновану структуру, то Екологічний університет може взяти участь у роботі з напрямків:**

- Розділ 3.1. повністю
- Розділ 3.2., 3.3., 3.4. частково
- Розділи 4.2, 4.3, 4.4. частково
- Розділ 5 частково, але по всіх пунктах
- Розділ 7.2., 7.3. частково
- Розділ 8 частково



**Додаток В.**

Пропозиція 1 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.1

ОДЕКУ може запропонувати наступні напрямки й форми співробітництва ТОВ «Українсько-Баварський Менеджмент Трейнінг-центр» та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг («Баварський Дім», (БД):

**Загальна концепція**

БД й ОДЕКУ планують створити спільний консультаційний центр із питань енергоефективності. Центр буде включати три модулі:

- професійна консалтингова група (ПКГ)
- молодіжна консалтингова група (МКГ)
- лабораторія дослідження технологій енергоефективності (ЛТЕ).

На початковому етапі Центр буде сформований віртуально на базі діючих структур БД й ОДЕКУ. Оскільки БД не має у своєму розпорядженні необхідні приміщення, територію й приміщення для розміщення деяких структур консультаційного центра надалі надасть ОДЕКУ.

Робота молодіжної групи буде проходити на базі молодіжного креативного простору ОДЕКУ «ЕКОПРОСТІР», під який уже виділені приміщення й сформоване студентський актив.

Професійна консалтингова група буде сформована із представників ОДЕКУ, БД, інших університетів Одеси, ведучих наукову працю в позначених напрямках, представників проектних і виробничих організацій, представників міської й обласної адміністрації.

Після завершення стадії формування центра в ОДЕКУ буде виділене приміщення під лабораторію дослідження технологій енергоефективності.

**Завдання підрозділів*****Завдання ПКГ***

- Консультування забудовників, представників ОСМД, державних і комерційних структур по перспективах проведення енергомодернізації об'єктів,

### **Додаток В.**

Пропозиція 1 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру  
Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.2

- Розробка стратегії впровадження інноваційних технологій і наробітків Німеччини в сфері енергоефективності в Одеському регіоні,
- Виконання професійних обстежень об'єктів, досліджень технічних рішень у ЛТЕ.
- Розробка інноваційних пропозицій по енергомодернізації,
- Розробка ТЗ на виконання технічного проекту енергомодернізації,
- Керування проектами енергомодернізації,
- Виконання економічних розрахунків, еколого-економічного аналізу, техніко-економічних обґрунтувань, а також залучення для цієї мети субпідрядників й оцінка ефективності їхньої роботи.
- Розробка механізмів фінансування проектів енергомодернізації за рахунок державних програм, місцевого бюджету, власних коштів споживачів, зовнішніх донорів.
- оцінка діючих нормативно-правових документів України й місцевих органів самоврядування, розробка пропозицій по їхньому вдосконалюванню й впровадженню ефективних організаційно-правових механізмів, відпрацьованих у Німеччині.
- Забезпечення взаємодії Центра з органами обласної й міської адміністрації.
- Підтримка підприємницьких проектів у сфері енергоефективності.
- Курирування діяльності МКГ, забезпечення розвитку молодіжної ініціативи в сфері енергоефективності, визначення пріоритетних напрямків досліджень молодіжних наукових груп українських і німецьких студентів. Проведення занять із молодими вченими й активістами МКГ.

## **Додаток В.**

### Пропозиція 1 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.3

#### ***Завдання МКГ***

- Дослідження нових технологій енергоспоживання в лабораторних умовах і визначення їхніх реальних показників, Відпрацьовування розрахункових моделей еколого-економічного аналізу, що дозволяють оцінити ефект від впровадження нових технологій.

- Проведення PR-акцій, соціальна робота, формування в соціумі активної підтримки підвищення енергоефективності. Флешмоби, робота в школах,

- Створення плакатів, відеороликів, інших форм аудіовізуальної агітації.

- попередня робота з ОСМД, Одержання даних про енергоспоживання об'єктів, розрахунок по типових методиках попередніх пропозицій по проведенню енергомодернізації.

- Різна допоміжна робота в рамках проектів ПКГ. Забезпечення поточного моніторингу, оформлення документації з мешканцями, організація зборів, поквартирний обхід і т.д.

- міжнародні молодіжні контакти з активістами напрямку підвищення енергоефективності з Німеччини й інших країн.

#### ***Завдання ЛТЭ***

- дослідження інноваційних технологій у різних комбінаціях. Відпрацьовування технічної реалізації систем альтернативної енергетики, систем утилізації ВЕР, замкнутих циклів використання ресурсів.

- проведення порівняльних досліджень різних варіантів технологічних рішень.

- розробка методик моніторингу стану систем і відбір технічних рішень за критеріями Ціна-точність-вірогідність-технологічність.

- Розробка адаптаційних алгоритмів керування енергоспоживання, апаратних і програмних засобів керування, систем дистанційного контролю.

## **Додаток В.**

### **Пропозиція 1 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг**

с.4

- забезпечення проведення PR-акцій, навчання студентів і фахівців ЖКГ міста й області, обміну досвідом. Лабораторія буде генерувати постійний потік науково-аналітичної інформації.

#### **Керування проектом і звітність**

Договір про створення Центра укладається між БД й ОДЕКУ, тому стратегічне керівництво його роботою здійснюється на основі погодженої позиції вповноважених керівників від цих двох організацій. Від ОДЕКУ керівником виступає ректор, за підтримкою НТР університету. Від БД - г-н Карл Вальтер. Уповноважені керівники забезпечують розробку стратегічного плану розвитку проекту й забезпечують його виконання в рамках своїх повноважень кожний. При необхідності вони можуть збирати координаційну нараду, на яке можуть запрошувати керівників груп, проектів або напрямків дослідження для корекції стратегії й виробленню мер по подоланню перешкод.

Для рішення завдань оперативного керування Сторони призначають двох координаторів проекту. Координатори готують пропозиції по формуванню складу ПКГ, МКГ і персоналу ЛТЕ. Вони формують зведений робочий план і публікують щотижневий звіт по його реалізації. Звіт подається вповноваженим керівникам й є головним інструментом контролю виконання стратегічного плану.

Основним рівнем керування є керівництво груп і лабораторії. Керівники розробляють короткостроковий і довгостроковий плани роботи й координують роботу персоналу. Щотижня вони подають аналітичну довідку координаторам для формування щотижневого звіту.

За підсумками роботи Центра складається річний звіт. За результатами виконаних розрахунків і досліджень публікуються наукові статті або готуються доповіді на конференції.

**Додаток В.****Пропозиція 1 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру  
Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг**

с.5

Концепція Центра передбачає будь-які вертикальні й горизонтальні зв'язки між підрозділами й учасниками проекту, обмін інформацією і її публічність.

**Фінансування проекту й формування матеріально-технічної бази**

Фінансування проекту й формування матеріально-технічної бази здійснюється в першу чергу за рахунок ресурсів і коштів учасників Договору - ОДЕКУ й БД. Крім того необхідно залучати кошти державних, обласних і міських програм і фондів, спонсорські внески, кошти споживачів, кошти зовнішніх донорів.

Центр може робити послуги на платній основі.

Для організації ЛТЕ ОДЕКУ надає приміщення, БД забезпечує кошти на монтажні роботи. Обидві сторони проводять роботу з постачальниками технологічного встаткування з метою одержання на безоплатній основі виставочних екземплярів устаткування. За це донори можуть одержати постійну рекламу свого встаткування й проведення незалежного тестування з публікацією результатів у наукових журналах і засобах масової інформації.

Оскільки територіально Центр, а головне ЛТЕ, перебуває в ОДЕКУ, для поточного фінансування відкривається субрахунок у бухгалтерії ОДЕКУ. Із цього рахунку будуть оплачуватися витрати на енергоносії, поточний ремонт і видаткові матеріали. Джерела коштів на інвестиційні витрати по створенню й розширенню матеріально-технічної бази, відрядні витрати, витрати на проведення ПР заходів будуть визначатися окремо по кожному заході.

Частина персоналу буде працювати на волонтерських засадах або в межах свого наукового навантаження в ОДЕКУ. Частина фахівців будуть одержувати оплату за роботу в Центрі. Ця оплата може йти як по лінії БД, так і по лінії ОДЕКУ. Принципи оплати праці будуть розроблені Сторонами додатково.

**Додаток В.**

Пропозиція 1 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру  
Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.6

**Початковий період розвитку проекту**

На початковому етапі Центр буде відчувати недолік замовлень на виконання досліджень і розрахунків. Поки не буде доведена ефективність роботи Центра, не буде сформований склад висококваліфікованих фахівців і не буде зібране портфоліо з успішно реалізованими проектами енергомодернізації, потрібно забезпечити досить стабільне фонове завдання, що дасть можливість сформувати колектив і відробити методики роботи.

Як таке фонове завдання можна запропонувати кафедральну наукову тему кафедри МПД ОДЕКУ «Енергоефективний університет». Тема розрахована на 5 років, перший рік саме закінчився. Фактично неофіційна робота в цьому напрямку йде з 2012 року. Є багато цікавих наробітків методичного й технологічного характеру.

Можна дати матеріал для дослідження німецьким студентам для розробки альтернативного проекту й порівняти результат.

Крім того, можна запропонувати три перспективні тематики в сфері ЖКГ, по яких в ОДЕКУ також проводиться попередня робота. Це «Розробка типового локального тепlopункту на 1 парадну багатоповерхового будинку (в 2 варіантах – «хрущовська» 5-етажка й 9-поверхова «чешка»)), «Розробка нової концепції ГВП м. Одеса із застосуванням локального модуля ГВП на основі теплоакумулятора» й «Комплексне рішення питань тепло- і водопостачання котеджної будівлі загальною площею приміщень 300-1000 м. кв.»

## Додаток Г.

### Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.1

Оскільки ОДЕКУ зацікавлений в ефективному співробітництві та ми хочемо досягти реальних результатів, зараз, на стадії поки концепція проекту не зафіксована остаточно, хотілося б обговорити деякі концептуальні моменти.

1. Атлас, як продукт - це солідна мета, і якщо він буде зроблений якісно, те його можна буде представити на досить високому рівні й в Україні й у Німеччині. Однак необхідно усвідомлювати, що :

- Це тривалий процес і відзвітуватися можна буде нескоро
- Та структура, що їсти зараз однозначно буде уточнюватися
- Цей Атлас у деякій частині інформації застаріє в той момент, коли буде поставлена крапка в його створенні. Нам був представлений варіант Атласу 2013 року, Якщо ми зробимо Атлас 2018, то можна буде відразу починати підготовку до створення редакції Атласу 2023 і т.д. Це пов'язане з тим, що з'являються нові об'єкти й підприємства, впроваджуються нові технології, міняється законодавство.

2. Іноземні партнери України мають уже більше 19 років досвіду проектів в Україні, які показують не занадто приємну картину. У найгіршому випадку, проект затверджується, одержує фінансування й, при тім, що формально всі кошти витрачені відповідно до кошторису, результат не відповідає очікуванням. У найкращому випадку на виході проекту одержують те, що було заявлено, але подальшого розвитку ситуація не має. Результати дослідження існують самі по собі, а реалії України - самі по собі. Можливо, є результати, які пройшли процес впровадження й істотно вплинули на ситуацію в країні, але ми привести такий приклад не можемо. Може бути інші учасники проекту зможуть привести такі приклади, але й вони, швидше за все, погодяться що такий результат скоріше виключення із правил.

Хотілося б, щоб наш проект саме став таким «виключенням» і зміг істотно вплинути на ситуацію в Одеській області.

## Додаток Г.

### Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.2

3. Розраховувати на зовнішні інвестиції для рішення проблем використання поновлюваних джерел енергії й підвищення енергоефективності сьогодні безперспективно. Навіть одержання досить великих траншів «Киотських» коштів не привело до скільки-небудь істотного прогресу в цій галузі в Україні.

Вірним рішенням є створення й впровадження механізмів використання внутрішніх ресурсів. Саме зараз Україна перебуває в стадії трансформації. У Світі бурхливий розвиток технологій поновлюваних ресурсів пов'язаний з ростом цін на вуглеводні ресурси. Коли ціна бареля нафти перевищила 100 доларів - успіх проектів у сфері енергоефективності був запрограмований. Чому ж це не відбулося в Україні?

В Україні відбувалося штучне стримування росту цін на енергоносії через механізми субсидування з державного бюджету. Особливо сильно лобіювалися низькі ціни на енергоносії для населення. При цілком позитивній аргументації про соціальний захист незаможних це на ділі привело до розквіту корупційних схем, коли основна частина субсидій ішла на підтримку великих корпорацій, контрольованих олігархами. Істотно, що штучно занижені роздрібні ціни на енергоносії не дали запустити процеси підвищення енергоефективності.

Установлені останнім часом високі тарифи на енергоносії, вирівнювання тарифів для населення й підприємств, безсумнівно, мають риси шокової терапії, але це той важіль, що дає можливість розвинути технологіям енергоефективності. Ціна за опалення 30 гривень за квадратний метр, коли типова двокімнатна квартира площею 45 м квадратний на місяць вимагає 1350 грн. тільки на опалення, притім що пенсія проживаючі в ній пенсіонера може становити суму не набагато більшу - це дуже жорсткий виклик суспільству. Твердий пресинг відчувають не тільки пенсіонери. Різко зросли витрати заможних громадян, підприємств, установ.



## Додаток Г.

### Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.3

Це «живі» гроші. Ці гроші оплачуються щомісяця більшістю споживачів. І за ці гроші ми можемо боротися в даному проекті. Фінансова допомога зовнішніх донорів може не знадобитися, або знадобитися в незначному обсязі в порівнянні з тим, які кошти повинні піти у впровадження рішень, які може запропонувати й реалізувати наш проект.

4. Атлас буде дуже корисним інструментом у роботі, але перші результати можна одержати швидше. Учасники проекту вже мають бачення проблем регіону, можуть виділити деякі, цих точки зору найбільш перспективні, завдання й спробувати вирішити їх у рамках нашого проекту.

Екологічний університет може взяти участь у проекті по двох принципово різних напрямках:

Перший пов'язаний з тим, що поновлювані джерела енергії вивчаються науками про Землю, і в цій частині в нас є наукові розробки, які дозволяють оцінити потенціал застосування сонячної, вітрової енергії, річкових і морських енергоресурсів. Також в ОДЕКУ займаються питаннями утилізації твердих побутових відходів (ТБО), і переробки відходів сільськогосподарської діяльності.

Другий – це «Менеджмент енергоспоживання». У рамках цього напрямку економічні кафедри ОДЕКУ розробляють методи оптимізації енергоспоживання й використання поновлюваних джерел енергії з позицій еколого-економічного аналізу. Сьогоднішній рівень технологій дозволяє реалізувати безліч дуже привабливих з технічної й екологічної точки зору проектів, але ми не бачимо цього на практиці, оскільки в реальності потрібний такий проект, щоб він був економічно привабливим, і щоб під його реалізацію легко було залучити інвестиційні кошти.

Величезною проблемою є робота з ЖЕКами, ОСМД, мешканцями будинків й одержання погоджень органів місцевої влади й технічного нагляду за будівництвом.

### Додаток Г.

#### Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.4

Дослідження, проведені фахівцями ОДЕКУ в області менеджменту показують, що зараз досить невеликих точно спрямованих зусиль щоб різко активізувати програми енергоефективності в сфері житлово-комунального господарства (ЖКГ) Одеси й області. Є трохи вже непогано пророблених пар ПРОБЛЕМА-РІШЕННЯ, але для старту оптимально вибрати 1-2 найбільш перспективних.

#### **Перший напрямок**

Метеорологічні фактори є визначальними для вітро- і геліоенергетики (сонячна енергія). Рішення про доцільність застосування вітро- і геліоустановок у тім або іншому місці, визначення їхніх оптимальних параметрів і планування режиму роботи, оцінка утилізованої ними енергії, оцінка економічної ефективності їхньої експлуатації в різні сезони року й різний час доби в певнім місці, планування заходів щодо захисту їх від дій «шкідливих» метеорологічних явищ - все це істотно залежить від метеорологічних умов у даному місці. При цьому основну роль грає кліматологічна інформація, що характеризує середні багаторічні умови.

Для оцінки вітро- і геліоенергопотенціалу Одеської області необхідно мати набір таких кліматичних показників, на основі яких формуються вітровий і сонячний кадастри. Кліматичні характеристики й характеристики, розраховані на їхній основі, можуть бути використані для побудови атласу енергетичного потенціалу Одеської області.

Як показники такого кадастру для оцінки запасів сонячної енергії використовуються:

- величини можливих сум надходження прямої, неухважної, сумарної сонячної радіації;
- число годин сонячного сяйва (тривалість сонячного сяйва);
- середні показники хмарності;

### Додаток Г.

#### Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.5

- число ясних і хмарних днів;
- тривалість дня;
- функція пропущення короткохвильової радіації;
- коефіцієнт прозорості атмосфери;
- максимальний добовий прихід сонячної радіації.

Спеціалізовані характеристики для рішення завдань геліоенергетики (оцінки сонячних ресурсів, принципово доступних для використання, і технічно реалізованих сонячних енергетичних ресурсів):

- прихід сонячної радіації на похилі поверхні
- технічно реалізовані сонячні енергетичні ресурси:
- вироблення теплової енергії;
- вироблення електричної енергії.

Спеціалізовані характеристики геліоенергетичних ресурсів необхідні для рішення системних, параметричних й експлуатаційних завдань геліоенергетики й вимагають виконання великого обсягу розрахунків.

Оцінка природного геліопотенціалу може бути отримана за даними кліматичних довідників за 1936-1960 р. й 1961-1990 р., де приводиться найбільш докладна інформація про середні багаторічні характеристики сонячної радіації різного тимчасового масштабу (година, доба, місяць, рік). Аналіз такої кліматичної інформації, крім спеціалізованих характеристик, наведений у монографії „оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України” й, безумовно, повинна бути оновлена, тобто доповнена інформацією за останні роки, і з доповненнями може бути покладена в основу сонячного кадастру й атласу енергетичного потенціалу.

У світлі сучасних вимог з боку вітроенергетики всю використовувану для неї кліматичну інформацію можна розділити на три основні частини.

До першої частини ставляться кліматичні характеристики, які використовуються при оцінці вітроенергетичного потенціалу:

### Додаток Г.

#### Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.6

- середні багаторічні швидкості вітру в цілому за рік і по місяцях;
- дані об добовий хід швидкості вітри в різні сезони;
- розподілу повторюваності швидкості вітру по градаціях у різні сезони;
- вертикальні профілі середньої швидкості вітру,
- тривалість періодів стійкої швидкості вітру, більшої від заданих рівнів.

Відзначимо, що в більшості прикладних завдань вітроенергетики набагато важливіше знати не сумарну кількість енергії, що може виробити вітроустановка, наприклад, за рік, а ту потужність, яку вона може забезпечувати постійно. При сильному вітрі, більшому, наприклад, 12 м/с, ВЕУ провадять цілком достатньо електроенергії, і часто її доводиться скидати або запасати. Труднощі зв'язані й з періодами тривалого затишку або слабого вітру. Але незалежно від того, у всіх випадках потрібен ретельний вибір параметрів вітроустановки щодо місцевих метеорологічних умов.

Другу частину становлять дані, необхідні для вибору оптимальних режимів роботи ВЕУ:

- безперервна тривалість швидкості вітру вище заданої межі, починаючи з якого відбувається утилізація вироблюваної електроенергії.
- "енергетичний затишок" (швидкості нижче певного рівня), коли вироблення енергії неможливе. Цей рівень визначається технічними особливостями ВЕУ.

До третьої частини кліматичних характеристик ставиться інформація, необхідна для конструювання ВЕУ, розрахунків елементів конструкцій на міцність і стабільність. Основними характеристиками є:

- максимальна швидкість і максимальний порив вітру;
- інтегральна повторюваність швидкостей вітру вище певної межі; повторюваність діапазону небезпечних для високих суцільних споруджень швидкостей вітру;

### Додаток Г.

#### Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.7

- оцінка шкідливого впливу вітрових і гололідно-ізморозових навантажень на вітродвигуни;
- коефіцієнт поривчастості вітру й інтенсивність турбулентності повітряного потоку;
- прискорення вітру в пориві.

Оцінка вітроенергопотенціалу може бути отримана також за даними кліматичних довідників за 1936-1960 р. й 1961-1990 р.. Аналіз такої кліматичної інформації наведений у монографії „оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України”. У цій же монографії отримані багаторічні характеристики вітрового режиму Одеської області для періоду 1996-2009 р.

#### Другий напрямок

У якості першого реального проекту можна запропонувати програму переведення стандартних 5-и й 9-и поверхових будинків (т.зв. «хрущевки» й «чешки») на індивідуальні тепlopункти парадних. Комплексне рішення, може скоротити енергоспоживання на опалення й гаряче водопостачання (ГВП) в 3-5 разів.

В Одесі діють 8 комунальних підприємств, на балансі яких перебувають комунальні житлові будинки (див. таблицю нижче).

КП ЖКС	Квартир	Будинків	Площа будинків загальна	Площа будинків житлова	Середнє число квартир у будинку
ПортоФранко	35 649	1 555	2 187 452	1 352 945	23
Фонтанский	37 747	1 181	1 999 990	1 239 442	32
Північний	41 900	379	1 842 636	1 090 706	111
Черемушки	36 750	707	1 697 830	1 068 394	52
Вузівський	30 625	608	1 562 837	947 547	50
Чорноморський	27 004	358	1 445 914	864 138	75
Пересыпський	17 916	963	833 982	485 349	19
Хмельницький	19 264	827	808 840	494 333	23
<b>Усього</b>	<b>246 855</b>		<b>12 379 483</b>	<b>7 542 854</b>	

### Додаток Г.

#### Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.8

Як видно з таблиці, найбільша частка багатоквартирних будинків у КП ЖКГ «Північний». Також багато багатоквартирних будинків у Чорноморському, Черемушках і Вузівському.

Відповідно до діючого рішення Одеської міської Ради, мінімальним сегментом будинку, що може бути відділений від існуючої системи опалення, і де може бути встановлений локальний тепловий пункт, є парадна. Наприклад КП ЖКГ Черемушки має на балансі 707 будинків, загальною площею 1 697 830 м кв., жилою – 1 068 394 м кв. З них 274 - п'ятиповерхові будинки (в основному «хрущевки») становлять більше 60% площі (1 048 877 й 686 028 відповідно). При тарифі 30 грн. за м кв. житлової площі, мешканці п'ятиповерхових будинків КП ЖКС Черемушки на місяць платять більше 20,5 млн. грн. Якщо економія складе хоча б 50%, то за п'ять місяців опалювального сезону це більше 52 мільйонів гривень (2 млн. євро).

У КП ЖКГ Чорноморському переважають 9-поверхові будинки (196 з 358). В основному це т.зв. «чешки». Їхня площа становить близько 80% усього житлового фонду (717 575 жилою площі). Економія за опалювальний сезон може скласти більше 54 млн. грн.

Якщо прийняти середнє значення 4 квартири на поверх, то в згадуваних 5-поверхових будинках є приблизно 1180 парадних, а в 9-поверхових – ще 620. Це 1800 об'єктів енергомодернізації. При строку окупності в 5 років, середній бюджет одного об'єкта складе близько 300 000 гривень (близько 10 700 євро). З огляду на те, що діють державні й регіональні програми субсидування й пільгового кредитування проектів у сфері енергоефективності, на реалізацію проекту енергомодернізації можна залучити гранти й безпроцентні кредити, а також власні кошти мешканців. Це дозволяє збільшити суму фінансування проекту на 20-30%. Фактично бюджет може бути вище 400 000 гривень (близько 14 000 євро). Якщо цієї суми недостатньо, необхідно підвищувати строк окупності або домагатися більш високого рівня економії.

## Додаток Г.

### Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.9

Модернізацію систем опалення доцільно проводити в комплексі з модернізацією гарячого водопостачання (ГВП). Практика така, що більш ніж в 90% квартир мешканці відмовилися від централізованої поставки гарячої води й користуються 1-2 локальними електробойлерами. З огляду на втрати на підтримку температури води в бойлері, ККД таких систем не перевищує 80%. Ціна на електроенергію постійно росте, і в перспективі буде ще підвищуватися. Із квітня 2017 року в Україні для населення застосовується двоступінчастий тариф. До 100 кВт – 0,9 грн. за кВт, більше 100 кВт – 1,68 грн за кВт. При наявності електробойлера обсяг споживаної електроенергії перевищує 100 кВт, так що можна вважати, що на його нагрівання застосовується саме високий тариф. При нормі витрати гарячої води 3 м куб на місяць на людину й середню кількість проживаючих 2 чоловік на 1 квартиру, місячну витрату електроенергії на нагрівання води з температури 10 градусів до температури 50 градусів складе близько 350 кВт і буде коштувати майже 590 грн. (більше 20 євро). У нашому прикладі розглядаються будинку, у яких розташовані 45 922 квартири. Обсяг місячного платежу за підігрів гарячої води становить 27 млн. гривень, що приблизно в 4 рази менше, ніж витрати на опалення, але теж дає можливість заощаджувати значні суми, якщо буде запропонована менш дорога альтернатива. Такою альтернативою є створення в рамках проекту енергомодернізації централізованої системи подачі гарячої води, що використає сучасні технології й поновлювані джерела енергії. Зниження витрат на ГВП на 50% дасть економію, що дозволить збільшити кошторис енергомодернізації ще на 25%.

Підбиваючи підсумок можна стверджувати, що тільки у двох районах міста можна провести енергомодернізацію систем опалення й гарячого водопостачання 1800 парадних. При 5 річному строку окупності й прогнозованому зниженні витрат

на енергоносії на 50%, середній кошторис одного об'єкта може становити 500 000 гривень (17 000 євро).

### Додаток Г.

Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.10

Фахівцями ОДЕКУ вивчений ринок технологій і з урахуванням місцевих умов розроблене комплексне рішення даної проблеми, що передбачає застосування сучасних принципів енергоспоживання й використання поновлюваних джерел енергії. Всі пропоновані нами рішення вже досить давно в тій або іншій формі присутні на ринку. Проблема в тім, що продаючи встаткування, торговельні організації не готові забезпечити «рішення під ключ», що включає:

- розробку оптимального проекту під конкретний об'єкт,
- застосування оптимального набору різних технологічних рішень,
- об'єднання мешканців для спільного рішення завдань енергомодернізації,
- організації інвестування,
- узгодження технічного проекту в органах нагляду,
- створення механізму повернення коштів, притягнутих ззовні,
- експлуатації створеної системи оптимального енергоспоживання.

Продавець зацікавлений у продажі тільки своїх асортиментів, виконавець робіт зацікавлений в одержанні доходу, для чого він намагається ускладнити систему й завищити обсяг монтажу. У результаті показники системи (ефективність й окупність) виявляються нижче очікуваних. Теоретичні суперечки про те, яка технологія краще, можуть тривати нескінченно. Розігнати сумніви споживача може тільки вже реалізована комплексна система, що підтвердила свою ефективність, окупність і минула всю процедури узгодження.

У регіоні існує кілька об'єктів, на яких удалося реалізувати вдалу конфігурацію, по параметрах наближуючися до оптимального, однак, оскільки звичайний типовий будинок або виробничий будинок не є повністю відкритим публічним об'єктом і там немає наукової команди, що могла б забезпечити постійний моніторинг, аналіз даних і широке висвітлення серед потенційних



споживачів отриманих результатів, - широкого резонансу й імпульсу до росту місцевої ініціативи по проведенню енергомодернізації одержати не вдається.

### **Додаток Г.**

Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.11

Керівництво ОДЕКУ розраховує одержати підтримку в реалізації запропонованого нами комплексного рішення на одному еквівалентному по розмірі одного парадної житлового будинку університету. На базі реалізованої системи буде розгорнута лабораторія дослідження показників експлуатації перспективних технологій енергоспоживання. Її завданням буде в першу чергу оцінка показників реалізованої системи, а надалі - перевірка характеристик для різних технологій, визначення оптимального їхнього сполучення з погляду критеріїв економічної й екологічної ефективності, зручності експлуатації, оптимізації інвестиційних витрат.

Головними особливостями такого підходу буде постійна наукова обробка результатів, публічність, широке висвітлення інноваційних рішень без лобіювання тих або інших виробників або постачальників.

Другим етапом повинна стати енергомодернізація одної парадної типового 5-поверхового будинку, із застосуванням відпрацьованого комплексного технічного рішення. При цьому буде уточнюватися схема інвестування, процедура введення енергосервісної компанії, робота з мешканцями, узгодження документації й одержання всіх дозволів. У максимально успішному варіанті другий етап буде повністю забезпечений самофінансуванням. Можливо, такий пілотний проект потребує часткового додаткового фінансування. Після цього буде запущений ланцюжок реалізації проектів на більш ніж 3000 парадних одеських п'ятиповерхівок. Відпрацьоване й погоджене типове рішення буде викладено у відкритий доступ. Буде проведена широка компанія по ознайомленню населення з методикою впровадження проекту енергомодернізації.

Третім етапом проекту планується розробка наступної версії технічного проекту й енергомодернізація одної парадної типового 9-поверхового будинку, із застосуванням відпрацьованого комплексного рішення.

### **Додаток Г.**

Пропозиція 2 від ОДЕКУ щодо співпраці ОДЕКУ, Баварського Дому та Центру Компетенції з Поновлюваних ресурсів Штраубінг

с.12

Після цього буде запущений ланцюжок реалізації проектів на більш ніж 2000 парадних одеських дев'ятиповерхівок, аналогічно попередньої.

Створена лабораторія дослідження показників експлуатації перспективних технологій енергоспоживання буде далі проробляти варіанти комплексних рішень для інших будинків міста Одеса й населених пунктів Одеської області. На базі лабораторії планується розгорнути консалтинговий Центр енергоефективності, куди зможуть звернутися як підприємства, так й окремі громадяни. Можна також розвинути напрямок енергоаудиту й незалежного аудиту проектів, еколого-економічної оцінки ефективності реалізованих проектів. У просуванні ідей оптимального енергоспоживання будуть широко задіяні студенти й аспіранти університету. Напрацьовані результати будуть включені в навчальні курси по різних спеціальностях. Можливо, буде доцільно розширити перелік спеціалізацій за програмами навчання в ОДЕКУ, доповнивши його фахівцями в області оптимізації енергоспоживання.





Міністерство регіонального розвитку,  
будівництва  
та житлово-комунального господарства  
України



## Порядок денний

### Університети України - ключові суб'єкти для висококваліфікованих енергоаудиторів Фонду енергоефективності

Дата: Орієнтовно 9-12 або 19 квітня, 2019

Місце: Буде оголошено додатково – Київський політехнічний інститут (КПІ) або Unit.City

Організовує: GIZ, Мінрегіон, Фонд енергоефективності

Учасники: Мінрегіон, Фонд енергоефективності, університети, GIZ, консультанти, Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження

Робоча мова: Українська з синхронним перекладом на англійську

Проект: Підтримка національного Фонду енергоефективності та програми екологічних реформ в Україні

#### **09.30 – 10:00 Реєстрація та кава**

#### **10:00 – 10:30 Вступ та вітальні слова**

- Представник Мінрегіону
- Представник Фонду енергоефективності
- Представник Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження
- Представник GIZ

#### **10:30 – 11:30 Огляд концепції навчання з енергоаудиту - GIZ та консультанти**

- Цілі, чому висококваліфіковані енергоаудитори потрібні Фонду енергоефективності.
- Цільові групи
- Структура та тривалість навчальної програми, навчальні методи
- Запитання та відповіді

#### **11:30 – 12:30 Роль університетів та співпраця з GIZ**

- Як університети можуть бути залучені у співпрацю з GIZ щодо тренінгів енергоаудиторів?
- Чого очікують від університетів-партнерів?
- Підтримка від GIZ партнерським університетам
- Переваги для університетів
- Наступні кроки
- Запитання та відповіді

#### **12:30 Буде оголошено додатково – церемонія підписання Завершення конференції**

**12:45 – 14:00** • неформальна дискусія та обід

## Додаток К.

**ПРОГРАМА ТРЕНІНГУ**

Місце проведення: м. Одеса, готель «Аркадія», вул. Генуезька 24, 65009

День 1 (07.10.2019)

Час	Тема	Лектор
9:00-9:15	Реєстрація учасників	Денисенко Артур, GIZ
9:15-9:30	Вітальне слово	Денисенко Артур, GIZ
9:30-10:30	Знайомство з тренерами та учасниками Використання енергії та енергоефективність у будівлях. Короткий огляд джерел фінансування заходів з енергоефективності в будівлях	Чернявський Анатолій, Шишка Катерина
10:30-11:00	Загальна інформація про курс: Нормативно-правове забезпечення консультування з енергоефективності в будівлях	Чернявський Анатолій, Шишка Катерина
11:00-11:15	Кава-брейк	
11:15-13:15	Енергетичний аудит будівель	Шишка Катерина, Чернявський Анатолій
13:15-14:00	Обід	
14:00-16:00	Загальні питання щодо теплового захисту і теплової модернізації будівель, будівельна фізика. Процес реновації будівлі.	Шишка Катерина, Чернявський Анатолій
16:00-16:15	Кава-брейк	
16:15-18:00	Заходи з енергоефективності (оболонка). Житлові та громадські будівлі	Шишка Катерина, Чернявський Анатолій

**День 2 (08.10.2019)**

<b>Час</b>	<b>Тема та доповідач</b>	
9:00-11:00	<b>Внутрішня система опалення в будівлях</b>	Наскальний Сергій, Шишка Катерина
<b>11:00-11:15</b>	<b>Кава-брейк</b>	
11:15-12:30	<b>Теплопостачання</b>	Наскальний Сергій, Шишка Катерина
12:30-13:30	<b>Сучасні котельні технології</b>	Шишка Катерина Чернявський Анатолій
<b>13:30-14:30</b>	<b>Обід</b>	
14:30-16:00	<b>Вентиляція та кондиціонування повітря в будівлях</b>	Наскальний Сергій, Шишка Катерина
<b>16:00-16:15</b>	<b>Кава-брейк</b>	
16:15-17:30	<b>Використання електричної енергії в будівлях Робота в групах. Розрахунок обсягу енергозбереження для типових споживачів електроенергії в будівлях</b>	Чернявський Анатолій, Наскальний Сергій

**День 3 (09.10.2019)**

<b>Час</b>	<b>Тема та доповідач</b>	
9:00-10:30	<b>Енергетичний баланс будівель</b>	Наскальний Сергій, Катерина Шишка
<b>10:30-10:45</b>	<b>Кава-брейк</b>	
10:45-13:15	<b>Алгоритм розрахунку (оболонки)</b>	Катерина Шишка, Наскальний Сергій
<b>13:15-14:15</b>	<b>Обід</b>	
14:15-16:00	<b>Алгоритм розрахунку (інженерне обладнання)</b>	Наскальний Сергій, Катерина Шишка
<b>16:00-16:15</b>	<b>Кава-брейк</b>	
16:15-17:30	<b>Моделювання енергоспоживання/ Практична вправа</b>	Наскальний Сергій, Катерина Шишка

**День 4 (10.10.2019)**

<b>Час</b>	<b>Тема та доповідач</b>	
9:00-11:00	<b>Аналіз стану огорожувальних конструкцій</b>	Марусич Дмитро, Литвин Вадим
<b>11:00-11:15</b>	<b>Кава-брейк</b>	
11:15-13:00	<b>Використання відновлюваної енергії в будівлях (сонячні колектори, сонячні батареї, теплові насоси)</b>	Литвин Вадим, Марусич Дмитро
<b>13:00-14:00</b>	<b>Обід</b>	
15:20-16:00	<b>Ефективне використання води Очищення стічних вод Використання дощової води</b>	Марусич Дмитро, Литвин Вадим
<b>16:00-16:15</b>	<b>Кава-брейк</b>	
16:15-17:45	<b>ТЕСТУВАННЯ + домашня робота</b>	Литвин Вадим, Марусич Дмитро

**День 5 (11.10.2019)**

<b>Час</b>	<b>Тема та доповідач</b>	
9:00-10:30	<b>Використання енергії - вимірювальні прилади. Методи діагностики будівель</b>	Литвин Вадим, Марусич Дмитро
<b>10:30-10:45</b>	<b>Кава-брейк</b>	
10:45-12:15	<b>Використання енергії - вимірювальні прилади. Методи діагностики будівель (продовження)</b>	Марусич Дмитро, Литвин Вадим
<b>12:15-13:15</b>	<b>Обід</b>	
13:15-15:30	<b>Вимірювання та перевірка</b>	Литвин Вадим, Чернявський Анатолій
<b>15:30-15:45</b>	<b>Кава-брейк</b>	
15:45-17:30	<b>Енергоменеджмент та облік енергії Інтелектуальні технології вимірювання</b>	Чернявський Анатолій, Литвин Вадим

**День 6 (21.10.2019)**

<b>Час</b>	<b>Тема та доповідач</b>	
9:00-11:00	<b>Енергетична сертифікація будівель</b>	Шишка Катерина, Марусич Дмитро
<b>11:00-11:15</b>	<b>Кава-брейк</b>	
11:15-12:45	<b>Енергетична сертифікація будівлі</b>	Шишка Катерина, Марусич Дмитро
<b>12:45-13:45</b>	<b>Обід</b>	
13:45-16:00	<b>Фінансова / економічна оцінка запланованих інвестицій</b>	Марусич Дмитро, Чернявський Анатолій
<b>16:00-16:15</b>	<b>Кава-брейк</b>	
16:15-17:45	<b>Поводження з небезпечними матеріалами</b>	Юлія Чорная – іС consulentes Ukraine

**День 7 (22.10.2019)**

<b>Час</b>	<b>Тема та доповідач</b>		
9:00-13:00	<b>Практична робота. Збір інформації на об'єкті</b>	<b>Виїзд на об'єкт</b>	Шишка Катерина, Марусич Дмитро, Чернявський Анатолій
<b>13:00-14:00</b>	<b>Обід</b>		
14:00-16:00	<b>Аналіз результатів домашньої роботи</b>	<b>Робота в групах – аналіз зібраної інформації</b>	Шишка Катерина Марусич Дмитро, Чернявський Анатолій
<b>16:00-16:15</b>	<b>Кава-брейк</b>		
16:15-18:15	<b>Аналіз результатів практичної роботи</b>	<b>Аналіз результатів домашньої роботи</b>	Шишка Катерина Марусич Дмитро, Чернявський Анатолій



**День 8 (23.10.2019)**

<b>Час</b>	<b>Тема та доповідач</b>	
9:00-11:00	<b>Технічні характеристики. Підготовка технічного завдання для модернізації та технічного обслуговування</b>	Марусич Дмитро, Литвин Вадим
11:00-11:15	<b>Кава-брейк</b>	
11:15-13:15	<b>Основні помилки у виконанні. Приклади</b>	Марусич Дмитро, Литвин Вадим
<b>13:15-14:15</b>	<b>Обід</b>	
14:15-16:15	<b>Практичний приклад. Підготовка документів (сертифікат, ТЗ, форма)</b>	Литвин Вадим, Марусич Дмитро
16:15-16:30	<b>Кава-брейк</b>	
16:30-18:00	<b>Специфіка Фонду енергоефективності</b>	Представник Фонду енергоефективності

**День 9 (24.10.2019)**

<b>Час</b>	<b>Тема та доповідач</b>	
9:00-11:00	<b>Робота з ОСББ. Загальні Збори та стратегія розвитку ОСББ</b>	IFC
11:00-11:30	<b>Кава-брейк / Виселення з готелю</b>	
11:30-12:45	<b>Робота з ОСББ. Комунікативні навички</b>	IFC
<b>12:45-13:45</b>	<b>Обід</b>	
13:45-16:15	<b>Іспит</b>	Литвин Вадим

## Додаток Л.

## МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Одеський державний екологічний університет

## НАКАЗ

м. Одеса

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 р.

№ \_\_\_\_\_

*«Про створення атестаційної комісії ОДЕКУ для проведення професійної атестації осіб, які мають намір провадити діяльність із сертифікації енергетичної ефективності та обстеження інженерних систем»*

На виконання Угоди між Державним агентством з енергоефективності та енергозбереження України та Одеським державним екологічним університетом «Про співробітництво щодо створення атестаційних комісій, що будуть проводити професійну атестацію осіб, які мають намір провадити діяльність із сертифікації енергетичної ефективності та обстеження інженерних систем» від та інших нормативних актів України з питань освіти, енергоефективності,

НАКАЗУЮ:

I. Створити Атестаційну комісію для проведення професійної атестації осіб, які мають намір провадити діяльність із сертифікації енергетичної ефективності та обстеження інженерних систем у складі:

- Голова комісії – Павленко Олена Пантеліївна
- Секретар комісії – Малацковська Світлана Васильовна
- Члени комісії:
  - Селютин Олексій Вікторович
  - Чернишов Олексій Сергійович
  - Яцишин Сергій Владиславович

II. Затвердити Положення про атестаційну комісію ОДЕКУ для проведення професійної атестації осіб, які мають намір провадити діяльність із сертифікації енергетичної ефективності та обстеження інженерних систем:

III. Голові комісії:

- забезпечити розробку необхідної документації та тестових завдань для проведення атестації.
- підготувати пропозиції щодо призначення членів комісії на вакантні посади.

Ректор

С.М. Степаненко

## Додаток М.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Центр післядипломної освіти

**"ЗАТВЕРДЖЕНО"**

Проректор з навчально-методичної роботи

\_\_\_\_\_ Хохлов В.М.

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2018 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

Курсів підготовки

Фахівців із сертифікації енергетичної ефективності будівель та споруд

Лекцій	62 год
Практичні	45 год
Кваліфікаційний залік	1 год
Всього	108 год

**«ПОГОДЖЕНО»**

Директор ЦПО

\_\_\_\_\_ (*Полетасва Л.М.*)

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2019 р.

**2018-2019 навчальний рік**

Робоча програма Курсів підготовки Фахівців із сертифікації енергетичної  
ефективності будівель та споруд

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 року, \_\_\_\_ с.

Розроблено на основі зразку робочої програми, запропонованого інститутом  
ГБтаЦІ

Розробник: **О.С. Чернишов**, ст.. вик.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри менеджменту  
природоохоронної діяльності

Протокол № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 року.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (**Павленко О.П.**)

## **МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Дисципліна «Підготовка фахівців із сертифікації енергетичної ефективності будівель та споруд» Викладається на курсах післядипломної освіти ОДЕКУ для підготовки фахівців з вищою освітою не нижче другого (магістерського) рівня (для осіб, які мають намір провадити діяльність із сертифікації енергетичної ефективності будівель) у галузях знань “Архітектура та будівництво”, “Електрична інженерія”, “Механічна інженерія”, “Автоматизація та приладобудування”, “Управління та адміністрування”.

Вимоги до осіб, які допускаються до професійної атестації, визначені у частині другій статті 9 Закону України “Про енергетичну ефективність будівель”.

**Мета вивчення дисципліни:** Освітньо-професійні програми за напрямками (спеціалізаціями) “Підготовка фахівців із сертифікації енергетичної ефективності будівель та споруд” повинні забезпечувати набуття здобувачами вищої освіти теоретичних знань, практичних умінь і навичок, достатніх для проведення сертифікації енергетичної ефективності.

Загальний обсяг навчального часу - 108 годин.

Внаслідок вивчення дисципліни студент повинен:

### **Знати**

- Положення Державних стандартів України щодо обстеження інженерних систем будівель та споруд, методику виконання обстеження та обробки результатів,
- нормативні документи та законодавчі вимоги у сферах енергозбереження, ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, відновлювальних джерел енергії та альтернативних видів палива;
- термінологію, яка застосовується в сферах енергоефективності та енергозбереження,
- механізми державної підтримки заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель,
- функціональне призначення, архітектурно-планувальні та конструктивні рішення будівель,
- принципи енергетичного моніторингу та методи збору інформації, вимірювань та аналізу енергетичних даних

### **Вміти.**

- Проводити обстеження інженерних систем будівель та споруд,

- проводити тепловізійну зйомку споруд для виявлення джерел втрат енергії,
- визначати теплотехнічні та енергетичні характеристики будівель, а також їх енергетичний баланс;
- визначати відповідність фактичних і розрахункових питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів діючим національним нормам у сфері енергоефективності;
- виявляти наявні ресурси ВЕР, та оцінювати шляхи та потенціал їх використання,
- обґрунтувати та оцінити економічну доцільність заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель, технічних аспектів інженерних систем;
- обґрунтувати варіанти запропонованих заходів із термомодернізації та надавати відповідні висновки,
- впроваджувати систему енергетичного менеджменту на підприємствах, організаціях установах і знати її основні принципи.

В результаті навчання студент має добути **компетенції**:

- Обстеження інженерних систем огорожуючих конструкцій будівель;
- Обстеження систем опалення, кондиціонування та вентиляції будівлі;
- Обстеження систем водопостачання та ГВП;
- Обстеження систем електричного живлення будівлі, внутрішнього та зовнішнього освітлення;
- Обстеження систем використання альтернативних систем енергоспоживання – теплові насоси, сонячні колектори, системи акумуляції теплової та електричної енергій, вітро- та сонячні системи електрогенерації та інші.
- Розробка проекту енергомодернізації будівлі

**Схема навчальної дисципліни «Підготовка фахівців із сертифікації енергетичної ефективності будівель та споруд» (дисципліна містить навчальний курс загальним обсягом 108 годин)**

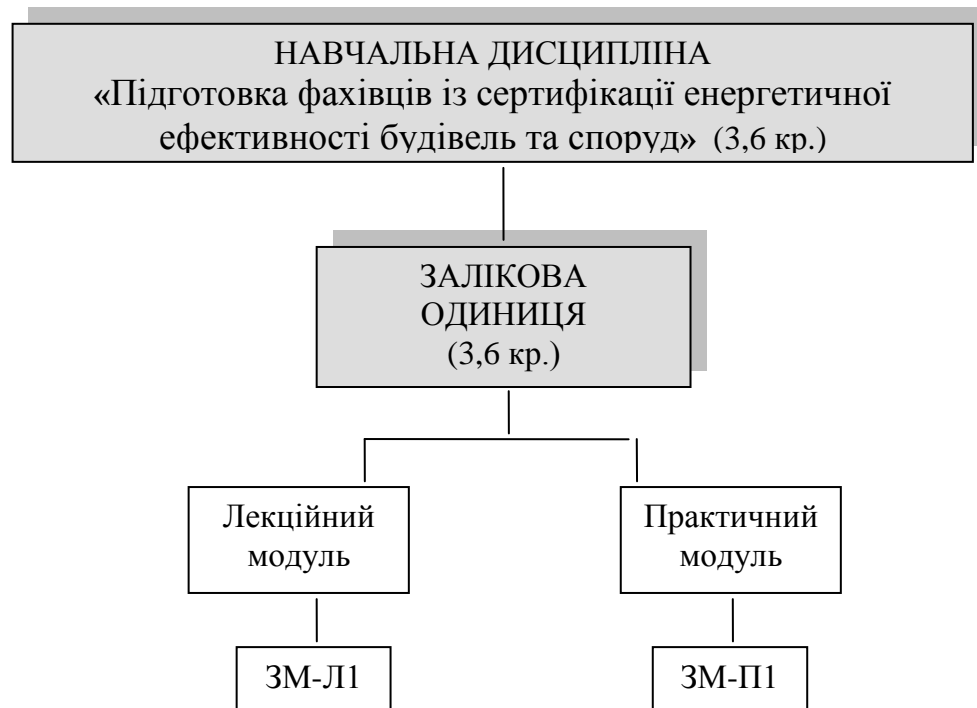


Рис.1. Загальна структура навчальної дисципліни «Підготовка фахівців із сертифікації енергетичної ефективності будівель та споруд» в умовах кредитно – модульної системи

**ПРОГРАМА ЛЕКЦІЙНИХ МОДУЛІВ З ДИСЦИПЛІНИ  
„ Підготовка фахівців із сертифікації енергетичної ефективності  
будівель та споруд ”**

**Лекційний модуль 1**

Після вивчення ЗМ-Л1, студенти повинні оволодіти наступними знаннями: .

Підсумковим контролюючим засобом є залік.

Зміст лекційних модулів, назва розділів, теми лекцій, кількість аудиторних годин та годин на СРС на кожну тему, форми завдань та поточного контролю наведено у Таблиці 1.

**ПРОГРАМА ПРАКТИЧНИХ МОДУЛІВ З ДИСЦИПЛІНИ**  
**„ Підготовка фахівців із сертифікації енергетичної ефективності**  
**будівель та споруд ”**

**Практичний модуль 1**

Після вивчення практичного змістовного модулю (ЗМ-П1) студент має вміти створювати розрахункову модель процесу або системи та проводити розв’язання задач . Виконувати розрахунки моделей за допомогою програми MS EXCEL.

Вивчення ЗМ-П1 завершується захистом лабораторних робіт. Наявним навчально-методичним забезпеченням є підручники [1-5]..

Зміст практичних модулів, назва розділів, теми занять, кількість аудиторних годин та годин на СРС на кожну тему, форми завдань та поточного контролю наведено у табл. 2.

Лабораторні роботи виконуються на базі **Лабораторії інформаційних систем у менеджменті** кафедри МПД. Обладнання – персональні комп’ютери локальної мережі комп’ютерного класу лабораторії ІСМ КМПД.

Підсумковим контролюючим засобом є залік.

**Освітньо-професійна програма**

**для енергоаудиторів**

(які мають намір провадити діяльність із сертифікації енергетичної ефективності будівель

та споруд)

№ п/п	Зміст програми	кількість годин		При- мітки
		теорія	прак- тика	
1.	Огляд національних енергетичних проблем України. Правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель.	2	2	
2.	Діюча нормативна-правова база України по енергозбереженню та енергоефективності. Правові аспекти енергоаудиту будівель.	2	2	
3	Технічна теплофізика огорожуючих конструкцій будівель та споруд. Основи технічної термодинаміки, властивості водяно-го пару та вологого повітря, теплофізичні властивості будівельних матеріалів. Основи теплопередачі. Структура тепловтрат будівель, характерні теплові мости.	2	2	



4.	Архітектурно-конструктивні схеми житлових та громадських будівель та споруд України. Огороджуючих конструкцій будівель різних років побудови. Матеріали і технології утеплення стін покрівлі, підлоги, зовнішніх стін, енергозберігаючі вікна. Принципи проектування енергоефективних будівель, архітектурні та інжен. рішення. Питоме енергоспоживання будівель.	4		
5.	Термомодернізація житлового фонду. Організаційні Юридичні Соціальні Фінансові Технічні аспекти. Досвід країн Європейського Союзу в проведенні санації в житловому фонді. Фінансові моделі реалізації термомодернізації житлового фонду, на прикладі Німеччини, Польщі, Литви, Чехії. Огляд по матеріалах програми ОДЕКУ – Баварський Дім Одеса. Теоретичні аспекти оцінки потенціалу епідвищення енергоефективності будівель. По матеріалах наукової теми КМПД ОДЕКУ «Енергоефективний університет»	4	4	
6.	Технічні аспекти термомодернізації житлового фонду. Стан проблеми експлуатації житлових будинків, їх енергоефективність. Енергоаудит житлових будинків: - Мета і завдання енергоаудиту - Основні етапи енергетичного аудиту - Результати проведеного енергоаудиту - План проведення термомодернізації на основі енергоаудиту	4	4	
7.	Організація проведення енергетичних обстежень. Проведення розрахунків споживання енергетичних ресурсів в багатоквартирному будинку. Розрахунки споживання. Енергетичний паспорт (сертифікат) будівлі. Класифікація будівель по енергоспоживанню.	4	4	
8.	Теоретичні основи розподілу теплових потоків в будівлі і інженерні заходи щодо формування мікроклімату в його приміщеннях. Характерні теплові потоки в процесах переходу теплоти через огорожувальні конструкції. Визначення потужності системи опалення в розрахункових і змінних умовах експлуатації будівель. Розрахунковий і номінальний тепловий потік в процесі теплопередачі нагрівальних приладів, їх ефективність. Визначення витрат енергоносія в елементах системи в процесі передачі теплоти при місцевому та централізованому теплопостачанні будівель. Графік експлуатаційного регулювання систем опалення.	2	2	

9.	<p>Основи теплотехнічного розрахунку інженерних систем. Методика проведення візуальних обстежень систем опалення. Варіанти візуального обстеження огорожувальних конструкцій, загальна методика тепловізійного обстеження будівель, аналіз результатів. Методика обстеження технічного стану структурних елементів систем опалення, аналіз результатів обстеження, оформлення відповідної документації. Аналіз фізичного і теплотехнічного стану відповідності результатів натурального обстеження проектних рішень. Відхилення від проектних рішень, обґрунтованість реконструкції, технічне відображення. Теплотехнологічні основи розрахунку термічних опорів огорожуючих конструкцій, визначення теплових потоків і економії енергії при розробці систем забезпечення мікроклімату. Визначення розрахункових теплових потоків абонентських систем і облік фактично споживаної теплоти, теплолічильники. Використання поновлюваних і вторинних низькотемпературних джерел енергії для тепло- і холодопостачання будівель різного призначення. Теплонасосні системи теплопостачання на основі енергії низькотемпературних поновлюваних і вторинних джерел. Системи сонячного теплопостачання.</p>	2	2	
10	<p>Попередній енергоаудит. Збір вихідних даних, аналіз проектної документації, енергетичного паспорта та актів випробувань систем опалення. Збір і аналіз вихідної інформації по об'ємно-планувальних і теплотехнічних характеристиках. Аналіз теплових потоків змінного і річного споживання теплоти. Динаміка тарифів теплової енергії. Характеристика схем підключення систем опалення до джерела теплоти. Проектні рішення по загальному облаштуванню систем опалення та її елементів. Візуальний аналіз інженерних систем і теплоізоляційної оболонки. Аналіз основних показників енергетичного паспорта.</p>	2		
11	<p>Первинний енергоаудит будівель. Контрольно-вимірювальні прилади і інструментальне обстеження систем опалення. Види контрольно-вимірювальних приладів, вимірювання основних параметрів систем опалення. Способи і методика вимірювання витрат і температур теплоносія. Визначення втрат тиску в системі опалення. Визначення теплових потоків сумарного теплового потоку системи опалення. Оцінка рівня нерівномірності розподілу теплових потоків в системі опалення, вертикальне, горизонтальне розбалансування системи опалення, її теплогідравлічна стійкість. Інструменти, прилади. Методика інструментального обстеження. Обробка результ. обстеження і їх аналіз.</p>		2	

12.	Розробка заходів підвищення енергетичної ефективності будівель. Визначення ефективності систем опалення та нагрівальних приладів. Критерії та практичні способи оцінки роботи систем опалення за енергетичними показниками і умовами забезпечення сангігієнічних вимог. Розробка рекомендацій підвищення ефективності процесів в роботі систем опалення будівель. Способи підвищення теплогідравлічної і енергетичної ефективності систем опалення, варіанти використання сучасних засобів регулювання обліку теплоти, використання поновлюваних і вторинних енергетичних ресурсів, розробка рекомендацій щодо їх практичного впровадження. Традиційні заходи. Підвищення теплозахисту будівель. Заходи підвищення енергетичної ефективності систем опалення. Заходи підвищення енергетичної ефективності систем вентиляції. Заходи підвищення енергетичної ефективності систем гарячого водопостачання. Заходи підвищення енергетичної ефективності систем центрального і місцевого тепlopостачання. Заходи по використанню поновлюваних і вторинних енергоресурсів.	2	2	
13	Основи економічного аналізу прийнятих інженерних рішень підвищення енергетичної ефективності будівель. Порядок оформлення звіту, рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності систем опалення Порівняльний аналіз результатів обстеження систем опалення по тепловим і гідравлічним характеристикам. Загальна структура звіту. Критерії ефективності роботи систем. Розробка рекомендацій щодо поліпшення теплогідравлічного режиму і підвищення енергетичної ефективності системи опалення.	2		
14	Складання енергетичного паспорту за результатами натурального обстеження будівель. Обстеження індивідуальних теплогенеруючих установок і теплових пунктів. Аналіз схемних рішень і характеристика основного обладнання індивідуальних теплогенеруючих установок і теплових пунктів. Оцінка теплового потоку і теплоенергетичного потенціалу. Регулювання споживаної теплоти для систем опалення. Автоматичне управління режимами відпуску та споживання теплоти. Інструментальне визначення теплових потоків і гідравлічних параметрів в спільному режимі роботи з системами опалення. Зіставлення теплового потоку системи опалення згідно проектних даних, розрахунково-аналітичних і натурних обстежень. Обробка результатів обстеження систем опалення, їх аналіз. Практичні способи визначення теплових потоків в елементах систем опалення, що генеруються в індивідуальних теплогенеруючих установках (ТГУ), індивідуальних теплових пунктах (ІТП). Аналіз і узагальнення результатів, визначення теплових потоків в індивідуальних ТГУ і ІТП.	2		
15.	Система опалення вентиляції та кондиціонування.	2		

16	Методика теплового розрахунку теплогенеруючих установок. Загальні положення. Тепловий баланс парового і водогрійного котла. Загальні положення розрахунку теплообміну в елементах котла. Основи розрахунку теплообміну в топці. Основи розрахунку конвективних поверхонь нагріву. Основи розрахунків ККД обладнання. Розрахунок ККД на основі проведених замірів газоаналізатором, методики.	2		
17.	Нормативне значення теплового потоку для визначення витрат газу по укрупненим вимірювачам. Конкретизація методів зменшення витрат газу за рахунок ефективності його використання, можливість застосування індивідуального опалення (дахових котелень, когенераційних установок) .	2		
18.	Розрахунок газоспоживання житловою та громадською спорудою. Сучасні газові лічильники для визначення витрат газу в житлових та громадських будівлях.	2		
19.	Використання повірочних гідравлічних розрахунків внутрішнього газопроводу та газопроводу вводу. Розрахунок нормативної величини теплового потоку для визначення витрат газу для поквартирного газопостачання та гарячого водоспоживання.		2	
20	Використання теплоти продуктів згорання для підвищення ефективності використання газу. Використання конденсаційних газовикористовуючих апаратів для поквартирного використання.		2	
21	Енерговикористання будівлею, системи електропостачання. Визначення алгоритму розрахунку середнього рівня енергоспоживання. Середнє завантаження обладнання. Річне використання обладнання. Споживання електроенергії вентиляторами, насосами, ліфтами. Використання електроенергії на опалення та освітлення. Ревізія витрат електроенергії. Методи розрахунків оцінки ефективності використання електроенергії. Принцип роботи та вимірювання приладами типу: Електрокліщі, Аналізатор електричних режимів (АЕР) модельного ряду «Десна 3»	2	2	
22	Електропривод. Втрати електроенергії. Простий метод передачі електроенергії. Високий ККД. Робота без відходів. Регульований та зворотній. Характеристики електроприводу. Електричні двигуни. При використанні в електроприводах, при кондиціонуванні та вентиляції, при експлуатації двигунів та насосів. Реактивна потужність (втрати). Холостий хід обладнання	2		
23	Електроосвітлення. Світові величини. Якісні показники освітлення. Джерела освітлення: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основні показники</li> <li>- Лампи розжарювання</li> <li>- Люмінесцентні лампи</li> <li>- Металогалогенні лампи</li> <li>- Ксенонові лампи</li> <li>- Світлодіодні лампи</li> <li>- Інші</li> </ul> Світловий ККД. Високоякісні відбивачі. Пускорегулююче обладнання. Енергозберігаючі рішення в використанні освітлювального обладнання	2		

24	Система управління енергією у будівлі. Концептуальні рішення з призначення та функціонування систем управління енергією у будівлі. Система управління енергетикою у будівлі (СУЕБ). Замкнуті системи автоматичного управління (САУ). Розімкнуті САУ. Комбіновані САУ	2		
25	Санітарно-гігієнічні основи вентиляції та кондиціонування повітря, параметри вологого повітря. Джерела надходження забрудненого повітря у приміщення. І-сі діаграма вологого повітря, відображення процесів (охолодження, нагрівання, осушка, зволоження і т.д.) повітря.	2	2	
26	Розрахунок та організація повітрообміну у приміщеннях різного призначення. Асиміляцію шкідливих речовин, які виділяються у приміщенні (надлишкове тепло, волога, гази та пил).	2		
27	Методи підвищення ефективності та енергозбереження при проектуванні систем вентиляції та кондиціонування повітря: - з природним спонуканням повітря; - механічних систем; - систем з нагріванням, осушкою, зволоженням повітря.	2		
28	Обстеження систем вентиляції та кондиціонування повітря. Методика провадження обстеження. Інструментальні заміри повітря. Документація по оформленню результатів обстеження (акти обстеження, паспорти вентиляційних систем та систем кондиціонування повітря).		4	
29	Енергозбереження при організації вентиляції та кондиціонування повітря. Заходи по енергозбереженню при проектуванні огорожуючих конструкцій будівлі. Програмне забезпечення для розрахунків при випробуванні систем вентиляції і кондиціонування повітря та впровадженні заходів по енергозбереженню. Підбір та розрахунок обладнання по утилізації теплоти повітря, яке видаляється з вентиляованого приміщення.	2	2	
30	Гідравлічний розрахунок систем внутрішнього водопроводу будівлі. Побудова аксонометричної схеми холодного водопроводу. Визначення загального та розрахункових витрат води в системах внутрішнього водопроводу будівлі. Визначення діаметру труб, втрат напору, необхідних напорів. Насосні установки для підкачки води в будівлі. Вимоги щодо проектування насосних установок. Обладнання. Підбір насоса. Заходи по звукоізоляції. Напірно -регулюючі та запасні баки. Обладнання та пристрої. Визначення ємності. Гідропневматичні установки.		2	
31	Визначення економічного ефекту від реалізації заходів з термомодернізації. Складання звіту по результатам енергетичного обстеження, визначення класу енергоефективності. Складання енергетичного паспорту (сертифікат)	4	4	
	Загалом	62	46	108