

ОСНОВИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

(на допомогу викладачам закладів
професійної (професійно-технічної) освіти)



2
0
2
5

***Основи
енергоефективності та
енергозбереження***

*(на допомогу викладачам закладів професійної
(професійно-технічної) освіти)*

***Ми не успадкували цю землю у
наших батьків.***

Ми її взяли в борг у наших дітей.

«Всесвітня стратегія охорони природи»

Друкується за рішенням науково-методичної ради Науково-методичного центру професійно-технічної освіти у Харківській області від 23.12.2024, протокол №5.

Автор: Олександр СОЛОВЕЙ, викладач Державного навчального закладу «Ізюмський регіональний центр професійної освіти»

Основи енергоефективності та енергозбереження (на допомогу викладачам закладів професійної (професійно-технічної) освіти). – Харків: НМЦ ПТО у Харківській області, 2025. – 172 с.

У цьому інформаційно-методичному матеріалі викладені питання впровадження в освітній процес основ енергоефективності та енергозбереження, основні поняття та визначення, пов'язані з енергією, впливом споживання енергоносіїв на навколишнє середовище, шляхами зменшення їх втрат та підвищення енергоефективності народного господарства, аналіз можливостей використання альтернативних джерел енергії.

Матеріал поєднує основи теоретичних знань та практичних робіт: наведено практичні завдання, які допоможуть визначити потреби будівлі в електричній та тепловій енергії, здійснити розрахунки ефективності та доцільності енергозберігаючих заходів, вивчити роботу сонячної водонагрівальної установки як джерела альтернативної енергії та провести енергетичний моніторинг закладу освіти.

Даний матеріал допоможе педагогічним працівникам та учням ЗП(ПТ)О ознайомитись з основними питаннями, пов'язаними з енергозбереженням та ефективним використанням енергетичних ресурсів, а також буде корисним усім тим, кому небайдужі питання енергоефективності.

Рецензенти:

Ілля НЕМИРОВСЬКИЙ, доцент Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», кандидат технічних наук, сертифікований енергоаудитор, експерт Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, експерт при Міністерстві регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.

Зінаїда НАЗАРЕЦЬ, методист НМЦ ПТО у Харківській області

Зміст

Передмова	6
Робоча освітня програма «Основи енергоефективності»	7
1. Поняття енергії та енергоефективності.....	21
1.1 Поняття енергії, її роль в житті людини і суспільстві. Енергетична основа життєдіяльності людини.....	21
1.2 Енергетичні закони. Одиниці виміру енергії.	25
1.3 Споживання енергії в світі, світові запаси енергоресурсів.....	30
2. Аналіз енергоспоживання в Україні.....	34
3. Проблеми екології, пов'язані з енергетикою.	44
4.1 Короткі відомості про теплопередачу.....	51
4.2. Складний теплообмін.	61
4.3. Кількість тепла. Тепловий баланс при нагріванні та зміні агрегатного стану речовини. Паливо.	65
5. Енергозбереження в побуті.	70
5.1. Споживання енергії в побуті, енергетичний аудит квартири, будинку. Шляхи зменшення енергоспоживання в побуті.	70
5.2. Облік використання енергоресурсів у квартирі (будинку) та економічна ефективність їх використання.	76
ПРАКТИЧНА РОБОТА №1	81
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2	89
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3	99
6. Енергетичний моніторинг.	109
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4 **	116
7. Дослідження енергоефективності галузі.	131
8. Потенціал енергоефективності на підприємстві.	135
9. Підвищення енергоефективності на робочому місці.....	138
10. Альтернативна енергетика.	145
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5	155
11. Енергозбереження і роль громад.	164
Додатки	168
Відповіді.....	169
Список використаних джерел	170

Передмова

Незважаючи на значну кількість літератури з енергозбереження та енергоефективності, популярних книг, розрахованих на школярів та учнів закладів професійної (професійно-технічної) освіти видано мало. А саме від молодого покоління, від широкого кола споживачів залежить в майбутньому успіх проблеми енергозбереження та ефективного використання енергетичних ресурсів.

Посібник написано доступно для читачів мовою. В більшості питань він опирається на шкільний курс природничо-математичної підготовки. Питання, що виходять за його межі, розглянуто більш детально. В посібнику поєднуються базові знання та різні аспекти енергозбереження – технологічні, побутові, екологічні, світоглядні.

Впровадження курсу «Основи енергоефективності та енергозбереження» в закладах професійної (професійно-технічної) освіти розпочалось після реалізації в 2009 році українсько-німецького проєкту «Реформа професійно-технічної освіти з урахуванням енергоефективності».

За основу структури посібника взято авторську програму, яка розроблена за результатами роботи вищеназваного проєкту. Орієнтовна програма додається.

Предмет «Основи енергоефективності та енергозбереження» включено до «Типової базисної структури навчальних планів для підготовки кваліфікованих робітників у професійно-технічних навчальних закладах» (Наказ МОН України від 13.10.2010 № 947). Також він може входити до переліку вибірково-обов'язкових предметів загальноосвітньої підготовки згідно з листом МОН України від 22.05.2018 №1/9-330.

Предмет тісно пов'язаний з такими предметами, як фізика, хімія, екологія, економіка, спецдисципліни професійно-теоретичної підготовки, та виробниче навчання різних галузей промисловості. Тому цілком природно інтегрувати деякі теми курсу з вищеназваними предметами.

Після завершення навчання кожен учень повинен уміти самостійно виконувати професійні завдання з урахуванням енергоефективності на робочому місці, та в побуті.

Робоча освітня програма «Основи енергоефективності»

(30 годин)

Очікувані результати навчання учня	Орієнтовний зміст навчального матеріалу	Всього годин	У тому числі ЛПР
Вступ		1	
<p><i>Знаннєвий компонент</i> <i>Оперує поняттями і термінами:</i> Економічна ефективність виробництва, час вичерпності викопних ресурсів, парниковий ефект; основні енергетичні проблеми в Україні і світі.</p> <p><i>Діяльнісний компонент</i> Характеризує «Основи енергоефективності та енергозбереження» як прикладний предмет природничих наук, наводить приклади глобальних енергетичних та екологічних проблем, визначає основні шляхи їх вирішення. Шляхом анкетування визначає рівень енергозбереження у власній сім'ї.</p> <p><i>Ціннісний компонент</i> Виявляє ставлення до енергозбереження як невід'ємної складової сучасного життя. Розв'язує задачі на кількість CO₂, що виділяється від спалювання природного газу містом, де проживають учні та ефекту від 1% його економії.</p>	<p>Світоглядний потенціал енергозбереження. Роль природничих знань в житті людини та суспільному розвитку. Початкові відомості про енергетичні проблеми в Україні і світу як один з найважливіших факторів сучасного етапу розвитку цивілізації:</p> <ul style="list-style-type: none"> - економічна проблема; - проблема вичерпності невідновлюваних енергоносіїв; - геополітична проблема; - екологічна проблема. 	1	
Розділ 1. Поняття енергії та енергоефективності		2	
<p><i>Знаннєвий компонент</i> <i>Оперує поняттями і термінами:</i> енергія, закон збереження енергії, вичерпність відновлюваність та заміненість енергетичних ресурсів, споживання енергії на душу населення, енергозбереження, енергоефективність та екологічна безпека, енергетичні закони-обмежувачі, якість енергії, одиниці вимірювання енергетичних величин, нафтовий еквівалент, умовне паливо, світове споживання традиційних видів палива, запаси викопного палива в Україні.</p> <p><i>Пояснює:</i> принцип дії джерел альтернативної енергетики, сутність закону збереження енергії та другого початку термодинаміки, наводить приклади зменшення якості енергії.</p> <p><i>Визначає</i> умови, за яких використання джерел альтернативної енергетики буде найбільш оптимальним.</p> <p><i>Діяльнісний компонент</i> <i>Спостерігає і описує</i> обсяги наявних викопних енергоресурсів.</p> <p><i>Ціннісний компонент</i></p>	<p>Поняття енергії, її роль в житті людини і суспільства. Енергетична основа життєдіяльності людини: структура сучасного енергоспоживання. Загальна характеристика і поділ природних ресурсів. Енергоструктура суспільства. Енергозбереження, енергоефективність та екологічна безпека. Енергетичні закони. Одиниці виміру енергії. Традиційні види енергії: поновлювані та не поновлювані джерела енергії. Якість та деградація енергії. Поняття про умовне паливо. Споживання енергії в світі, світові запаси енергоресурсів. Запаси енергоресурсів в Україні. <i>Рекомендовані демонстрації</i> 1. Карта «Середньорічна кількість енергії сонячного випромінювання на території України».</p>		

Очікувані результати навчання учня	Орієнтовний зміст навчального матеріалу	Всього годин	У тому числі ЛПР
<i>Оцінює</i> на якісному рівні стан енергетики в галузях країни. Висловлює судження про відомі приклади використання джерел енергії у світі, країні, чи у своєму місті.	2. Карта вітроенергетичного потенціалу України. 3. Карта розподілу геотермальних температур України.		
Практикум із розв'язування задач Лабораторний практикум	Виконує завдання по визначенню співвідношень між енергетичними одиницями Дж., кал., кВт·год, toe., т.у.п.		
Розділ 2. Аналіз енергоспоживання в Україні		1	
<p><i>Знаннєвий компонент</i> <i>Пояснює:</i> причину значної енергоємності промисловості України, дефіциту паливно-енергетичних ресурсів, суть галузевого та міжгалузевого потенціалу енергозбереження за рахунок технологічного та структурного факторів. <i>Аналізує</i> графіки динаміки змін енергоємності ВВП країн світу за останні роки, прогнози встановленої потужності електростанцій на ВДЕ.</p> <p><i>Ціннісний компонент</i> <i>Оцінює:</i> роль міжнародного співробітництва у вирішенні питань, пов'язаних з енергоспоживанням, наводить приклади галузевого та міжгалузевого потенціалу енергозбереження в різних галузях суспільного виробництва.</p>	<p>Спільні дії країн світу у вирішенні проблем, пов'язаних з енергетичною безпекою, світова парадигма – шлях стійкого розвитку, енергоємність ВВП країн світу та України зокрема, залежність ПЕК України від імпортованих енергоносіїв та прогнози їх заміни на альтернативні.</p> <p>Міжнародне співробітництво з питань енергозбереження.</p> <p>Використання досвіду країн ЄС.</p> <p>Законодавча база України з регулювання енергоспоживання та енергозбереження.</p> <p>Система енергоефективного маркування побутових товарів.</p> <p>Енергоємність вітчизняної продукції, структура галузевого та міжгалузевого потенціалу енергозбереження за рахунок технологічного та структурного факторів.</p> <p><i>Рекомендовані демонстрації</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Графік динаміки змін енергоємності ВВП країн світу 2. Прогнози встановленої потужності електростанцій на ВДЕ 3. Приклад енергоефективного маркування побутових товарів. 	1	
Розділ 3. Проблеми екології, пов'язані з енергетикою		1	
<p><i>Знаннєвий компонент</i> <i>Оперує</i> поняттями і термінами: екологічна політика, Монреальський та Кіотський протоколи та їх результати, шляхи зниження питомих витрат палива на ТЕС, переваги та недоліки ГЕС, переваги та недоліки атомної енергетики України. Антропогенні екологічні катастрофи та їх наслідки для України. Наслідки Чорнобиль-</p>	<p>Основні напрями екологічної політики:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оптимізація використання природних ресурсів у процесі суспільного виробництва; - охорона природи від негативних наслідків людської діяльності; - екологічна безпека населення. 	1	

Очікувані результати навчання учня	Орієнтовний зміст навчального матеріалу	Всього годин	У тому числі ЛПР
<p>ської катастрофи. <i>Пояснює:</i> важливість раціональної екологічної політики країни та світового співтовариства. <i>Діяльнісний компонент</i> <i>Аналізує</i> екологічні проблеми, пов'язаних з енергетикою у своєму місті. <i>Ціннісний компонент</i> <i>Оцінює:</i> важливість оцінки екологічного стану країни.</p>	<p>Антропогенні екологічні катастрофи. <i>Рекомендовані демонстрації</i> 4. Фото Чорнобильської аварії та інших антропогенних екологічних катастроф.</p>		
<p>Навчальні проєкти</p>	<p><i>Екологічні та енергетичні проблеми на території закладу освіти, свого міста.</i></p>		
<p>Розділ 4. Основи теплофізики</p>		4	
<p><i>Знаннєвий компонент</i> <i>Оперує поняттями і термінами:</i> Теплопровідність, конвекція, теплове випромінювання, теплопровідність матеріалів, теплоізоляційні матеріали, теплопровідність через однорідну пласку та багатошарову стінку, термічний опір, коефіцієнт тепловіддачі, тепловий потік, питома теплоємність, питома теплота плавлення, пароутворення, питома теплота згорання. <i>Пояснює:</i> способи теплопередачі, теплопровідні властивості матеріалів. <i>Діяльнісний компонент</i> <i>Розв'язує задачі:</i> на розрахунок густини теплового потоку через одношарову та багатошарову стінку, інтенсивність віддачі тепла від батареї опалення шляхом випромінювання, шляхи накопичування тепла однорідної речовини та при зміні агрегатного стану. <i>Аналізує</i> фактори, від яких залежить інтенсивність конвекційного теплообміну, які способи теплопередачі використовуються в системі охолодження автомобіля. <i>Експериментально досліджує</i> потужність остигання води при різних температурах. <i>Ціннісний компонент</i> <i>Оцінює:</i> значення теплових явищ, переваги та недоліки різних шляхів теплопередачі; усвідомлює важливість знань про будову речовини для розвитку сучасної техніки та технологій.</p>	<p>Теплопередача, її види, теплопровідність матеріалів, теплоізоляційні матеріали, стаціонарна теплопровідність через однорідну пласку стінку, через багатошарову стінку, конвекція, теплове випромінювання, закон Стефана-Больцмана. Складний теплообмін. Кількість тепла, тепловий баланс при нагріванні та зміні агрегатного стану речовини, паливо. Тепловий баланс при нагріванні та зміні агрегатного стану речовини. Паливо. <i>Рекомендовані демонстрації</i> 5. Види теплопередачі. 6. Традиційна та інфрачервона система опалення будівлі</p>		
<p>Лабораторний практикум</p>	<p><i>Орієнтовна тематика експериментальних робіт</i> Прослідкувати процес нагрівання води з часом. Отримати та</p>		

Очікувані результати навчання учня	Орієнтовний зміст навчального матеріалу	Всього годин	У тому числі ЛПР
	<p>пояснити графік. Прослідкувати процес остигання води в ємності з закритою та відкритою кришкою при рівних інших умовах. Отримати та пояснити графік. Зробіть висновки про інтенсивність втрат тепла з ємності в залежності від наявності кришки.</p>		
Розділ 5. Енергозбереження в побуті		8	6
<p><i>Знаннєвий компонент</i> <i>Оперує поняттями і термінами:</i> шляхи втрати тепла в будинку, оптимальна температура в приміщеннях будинку, енергетичний паспорт будинку, економічна доцільність енергозберігаючих заходів, період окупності вкладених коштів. <i>Пояснює:</i> шляхи зменшення теплових витрат в будинку, доцільність використання лічильників багатотарифного обліку. <i>Діяльнісний компонент</i> <i>Розв'язує задачі:</i> на розрахунок економічної доцільності проведення енергозберігаючих заходів у будинку. <i>Аналізує</i> ефективність проведення енергозберігаючих заходів. <i>Експериментально досліджує:</i> здійснює моніторинг енергетичних витрат будинку. <i>Оцінює:</i> енергетичний потенціал будинку, визначає найбільш ефективні шляхи зменшення втрат теплової та електричної енергії.</p>	<p>Види енергії, що споживаються в побуті, енергетичний аудит квартири, будинку. Аналіз втрат тепла в будинку (квартирі). Шляхи зменшення енергоємності помешкання, система опалення будинку.</p> <p><i>Рекомендовані демонстрації</i> 7. Побутові прилади обліку енергоносіїв.</p>	2	
Навчальні проєкти	Енергетичне обстеження власного помешкання.		
Практикум із розв'язування задач	Розрахунок економічної доцільності енергозберігаючих заходів.		
Лабораторний практикум	<i>Практичні роботи:</i> №1 Визначення обсягів споживання електричної енергії в будівлі.	2	2
	№2 Визначення обсягів споживання теплової енергії в будівлі.	2	2
	№3 Вивчення потенціалу ефективності енергозберігаючих заходів в житловому будинку (квартирі).	2	2
Розділ 6. Енергетичний моніторинг.		4	3
<p><i>Знаннєвий компонент</i> <i>Оперує поняттями і термінами:</i> Призначення енергетичного моніторингу, його завдання та види, функції простого</p>	Суть та види енергетичного моніторингу. Простий та повний енергетичний моніторинг. Етапи енергетичного моніторингу, роз-	1	

Очікувані результати навчання учня	Орієнтовний зміст навчального матеріалу	Всього годин	У тому числі ЛПР
<p>моніторингу об'єкта, повний енергетичний моніторинг об'єкта. <i>Пояснює:</i> ефективність заходів з енергозбереження за результатами моніторингу. <i>Діяльнісний компонент</i> <i>Розв'язує задачі:</i> на розрахунок кількості енергоносія на опалення одиниці площі житла. <i>Будує та аналізує</i> ідеалізований почасовий графік бажаної температури в будинку протягом доби, енергетичну доцільність переходу країн на літній час. <i>Експериментально досліджує</i> кількість енергоносія на опалення одиниці площі свого житла. <i>Ціннісний компонент</i> <i>Оцінює:</i> необхідність моніторингу будівель та їх енергетичної паспортизації.</p>	<p>робка рекомендацій з енергозбереження, енергетичний паспорт, ефективність заходів з енергозбереження за результатами моніторингу. <i>Рекомендовані демонстрації</i> 8. Прилади енергетичного моніторингу.</p>		
<p>Практикум із розв'язування задач</p>	<p>Розрахунок кількості енергоносія на опалення одиниці площі житла</p>		
<p>Лабораторний практикум</p>	<p><i>Практичні роботи:</i> №4 Енергетичне обстеження будівлі закладу освіти.</p>		3
<p>Розділ 7. Дослідження енергоефективності галузі</p>		<p>1</p>	
<p><i>Знаннєвий компонент</i> <i>Оперує поняттями і термінами:</i> частка енергетичних витрат у собівартості продукції, частка технологій з високою енергоефективністю, удосконалення технологічних процесів виробництва, поглиблення якості переробки сировини, підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів за рахунок сучасних схем і систем енергопостачання, енергоаудит, енергетичний менеджмент, енергозберігаючі проекти, економічний ефект від реалізації програм. <i>Пояснює:</i> суть нормативних документів, що стосуються енергоефективності галузі, вимоги до сучасних енергоефективних матеріалів та технологій, вимоги до енергетичної ефективності підприємств галузі. <i>Діяльнісний компонент</i> <i>Аналізує</i> віртуальну екскурсію на підприємства галузі. <i>Ціннісний компонент</i> <i>Оцінює:</i> важливість продуктивної та енергоефективної роботи галузей промисловості країни, їх роль в екологічній безпеці та</p>	<p>Особливості енергозбереження у галузях економіки. Основні стратегічні напрями та заходи з енергозбереження в галузях економіки. Концепції енерго- та ресурсозбереження. Енергетичний менеджмент в галузі. Концепції енерго- та ресурсозбереження і підвищення енергоефективності.</p>	<p>1</p>	

Очікувані результати навчання учня	Орієнтовний зміст навчального матеріалу	Всього годин	У тому числі ЛПР
соціальної сфері.			
Розділ 8. Потенціал енергоефективності на підприємстві		2	
<i>Знаннєвий компонент</i> <i>Оперує поняттями і термінами:</i> стратегічний потенціал енергозбереження, реалізаційний потенціал енергозбереження. <i>Пояснює</i> суть галузевої матриці енергоменеджменту, SWOT- аналізу. <i>Діяльнісний компонент</i> <i>Аналізує</i> можливості використання альтернативних джерел енергії на підприємстві, вплив підприємства на екологію довкілля і визначення шляхів її зменшення. <i>Ціннісний компонент</i> <i>Оцінює:</i> важливість енергоефективної роботи підприємства, його роль в екологічній безпеці міста.	Потенціал енергозбереження та енергоефективності. SWOT-аналіз. Галузева матриця енергоменеджменту на підприємстві. Аналіз можливості використання альтернативних джерел енергії на підприємстві Вплив підприємства на екологію довкілля. <i>Рекомендовані демонстрації</i> 9. Матеріали використання альтернативних джерел енергії. 10. Матеріали впливу підприємства на екологію довкілля	2	
Навчальні проєкти	Використання альтернативних джерел енергії на підприємстві. Шляхи зменшення впливу підприємства на екологію довкілля.		
Розділ 9. Підвищення енергоефективності на робочому місці		1	
<i>Знаннєвий компонент</i> <i>Оперує поняттями і термінами:</i> якість організації та обслуговування робочого місця, робота устаткування, умови праці, діяльність людини. <i>Пояснює:</i> важливість ефективно організації робочого місця. <i>Аналізує</i> можливі шляхи підвищення енергоефективності на робочому місці. <i>Ціннісний компонент</i> <i>Оцінює:</i> можливості підвищення енергоефективності робочого місця.	Енергетичний аудит робочого місця. Економічне стимулювання енергозбереження на робочому місці <i>Рекомендовані демонстрації</i> 11.Робоча зона робітника різних професій.	1	
Навчальні проєкти	Розроблення заходів з енергозбереження на робочому місці з урахуванням дотримання правил і норм безпеки та гігієни праці.		
Практикум із розв'язування задач	Втрати енергоносіїв в навчальних приміщеннях, оптимізація робочого часу бригад. Визначення кількості води, що витрачається в питному фонтанчику закладу освіти.		
Розділ 10. Альтернативна енергетика		3	2
<i>Знаннєвий компонент</i> <i>Оперує поняттями і термінами:</i> фотоелектрична енергія, сонячна теплова енергія, енергія вітру, геотермальна енергетика, потреба в джерелах альтернативної енерге-	Джерела альтернативної енергетики та можливість їх використання.	1	

Очікувані результати навчання учня	Орієнтовний зміст навчального матеріалу	Всього годин	У тому числі ЛПР
<p>тики, енергетичний потенціал України. <i>Пояснює:</i> принцип роботи джерел альтернативної енергетики. <i>Діяльнісний компонент</i> <i>Розв'язує задачі:</i> на розрахунок економічної доцільності використання джерел альтернативної енергетики. <i>Аналізує</i> доцільність використання джерел альтернативної енергетики в побуті та на виробництві. <i>Ціннісний компонент</i> <i>Оцінює:</i> важливість використання альтернативної енергетики в суспільному виробництві.</p>	<p><i>Рекомендовані демонстрації</i> 12. Сонячна фотоелектростанція. 13. Сонячна водонагрівальна установка. 14. Вітряний генератор.</p>		
Навчальні проєкти	Проект доцільності використання джерела альтернативної енергетики.		
Лабораторний практикум	<i>Практична робота</i> №5 Розрахунок сонячної водонагрівальної установки.	2	2
Розділ 11. Енергозбереження і роль громад		1	
<p><i>Знаннєвий компонент</i> <i>Оперує поняттями і термінами:</i> питання, що можуть бути вирішені силами громад, акція «година землі», «угода мерів». <i>Пояснює:</i> необхідність вирішення питань енергозбереження силами громад. <i>Діяльнісний компонент</i> Вивчає приклади проєктів громад, спрямованих на енергозберігаючі заходи. <i>Аналізує</i> ефективність реалізації проєктів громад. <i>Ціннісний компонент</i> <i>Оцінює:</i> важливість громад у вирішенні енергозберігаючих завдань.</p>	<p>Базові цінності громади. Основна мета створення та роботи громад. Роль громад у вирішенні спільних соціальних та економічних питань. Питання енергозбереження, які можуть бути вирішені силами громад. Приклади діяльності громад – «година землі», «угода мерів».</p> <p><i>Рекомендовані демонстрації</i> 15. Проєкти, реалізовані силами громад.</p>	1	
Навчальні проєкти	Проект доцільності отримання енергозберігаючого «теплого» кредиту на заміну вікон в багатоповерхівці силами ОСББ. Проєкти, які можуть бути реалізовані у вашому місті силами громад.		
Узагальнююче заняття Підсумки вивчення курсу «Основи енергоефективності».		1	
Разом		30	11



Вступ

... люди, що житимуть після нас, в певному розумінні наші діти. Розумієш, ми залишаємо їм цілу планету. Ми повинні зробити Землю зручною для них. Комфортною, чистою. Це важливо! І це зайняло б у мене ціле життя, навіть якби воно було нескінченним.

А. ОСТРОВСЬКА

Зараз, як ніколи гостро постає питання про те, яким буде майбутнє планети в енергетичному плані. Що чекає людство – енергетичний голод чи енергетичний статок? Щоб добути руду, виплавити з неї метал, побудувати будинок, зробити будь-яку річ, потрібно витратити енергію. А матеріальні та енергетичні потреби людей весь час зростають. У засобах масової інформації все частіше зустрічаються повідомлення про енергетичну кризу. За нафту виникають війни, розквітають і бідніють держави, змінюються уряди. Для вирішення проблем енергетики розробляються енергетичні програми, здійснення яких потребує величезних зусиль і матеріальних витрат. Енергетичні питання є причиною ряду величезних проблем, з якими зіткнулося людство. Розглянемо основні з них.

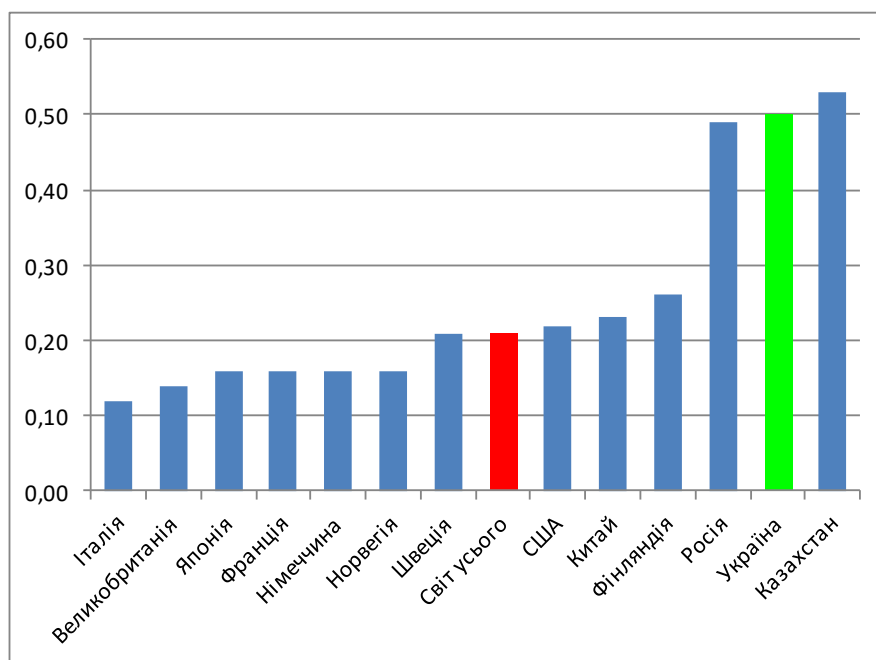
Економічна проблема. Для економіки сучасної України характерна вкрай низька ефективність використання енергетичних ресурсів. Такий стан справ є наслідком низки причин, зокрема, структури промислового виробництва з перевагою енергоємних галузей – чорної металургії і хімічної промисловості, а також виробничої бази, яка збереглась здебільшого ще з радянських часів і орієнтована на тодішні низькі ціни на нафту і газ.

Найбільш зрозумілим і загально визнаним у світі узагальнюючим показником ефективності використання енергетичних ресурсів є їх витрата на одиницю виробленого валового внутрішнього продукту (ВВП). Ці розрахунки за країнами і регіонами світу здійснює Міжнародне енергетичне агентство (МЕА). Всі первинні енергетичні ресурси переводяться в умовний нафтовий еквівалент. При цьому розраховується, скільки тонн палива в цьому еквіваленті витрачається на 1000 доларів виробленого ВВП.

Характерно, що навіть за цих умов енергоємність української економіки протягом останніх років була майже в 3 рази вищою, ніж у країнах організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) і у 2,4 разу вищою за середню енергоємність у світі (Рис. 1). Необхідний рівень споживання ПЕР задовольнявся переважно за рахунок нарощування їх імпорту, що визначає значний рівень енергетичної залежності від країн постачальників ПЕР. Значний рівень енергоспоживання впливає не тільки

на рівні енергетичної залежності, а і на конкурентоспроможності національної економіки.

Рис. 1 Енергоємність ВВП країн світу тон н.е. /1000\$ США



Унаслідок цього вітчизняна продукція, якою б вона не була (промислове виробництво, сільськогосподарська продукція чи будівництво), не може конкурувати на світовому ринку з причини високої частки витрат на матеріали, енергоресурси та технологію виробництва (Рис. 2).



Рис. 2. Порівняння складових ціни на продукцію енергетично ефективного та неефективного виробника

Щоб продати цю продукцію необхідно, щоб її ціна на світовому ринку була конкурентна (рівна) з подібними товарами. Це найпростіше зробити за рахунок здешевлення робочої сили (заробітної плати), яка приймала участь у виготовленні енергоємної продукції. В результаті

заробітна плата українського виробника на порядок нижча заробітної плати, наприклад, німецького чи польського виробників.

Значущість цих відмінностей України і світу можна зрозуміліше пояснити на прикладі легкої атлетики: якщо найкращі результати в бігу на 100 метрів у чоловіків становлять близько 10 секунд, то нашим спринтерам знадобилося б 25 секунд. З такими результатами навряд чи мало б сенс вирушати не те що на Олімпійські, а й на Параолімпійські ігри.

Проблема вичерпності невідновлюваних енергоносіїв. Високі темпи приросту споживання природних ресурсів за останні роки і прогресуюче забруднення навколишнього середовища породили різні теорії щодо майбутнього забезпечення ними людей на Землі. Одна з найпоширеніших – теорія вичерпання природних ресурсів і настання енергетичного голоду. Особливо це стосується невідновлюваних ресурсів – мінеральної сировини і палива. Для оцінки зростаючих диспропорцій між розвитком суспільства і природними ресурсами рядом дослідників наводяться дані про виснаження запасів енергоресурсів, мінеральної сировини, скорочення земель, що обробляються, вирубку лісів, зростаючий дефіцит прісної води.

Широко відомі в цьому напрямі прогнози, розроблені з ініціативи неурядового аналітичного центру «Римський клуб», який ставить на меті обговорення перспективних проблем світового розвитку. За його даними, відомі нині запаси корисних копалин будуть вичерпані протягом найближчих десятиріч. За даними «Римського клубу» (станом на 2001р.), поклади алюмінієвих руд будуть вичерпані за наступні 55 років, вугілля – за 150, заліза – за 173, свинцю – за 64, нафти – за 50, природного газу – за 49 років. Причому термін вичерпання ресурсів був обчислений виходячи з припущення, що протягом наступних десятиріч розвідані ресурси зростуть в 5 разів у порівнянні з сучасними даними. Тобто будуть розвідані нові родо-вища, але, незважаючи на це, час, коли вичерпаються запаси металів і паливно-енергетичних ресурсів, дуже близький і співвимірний зміні від 2-3 до 5-6 поколінь. Тобто, вже сьогодні за партами сидить покоління людей, при житті яких на планеті вичерпаються запаси нафти і газу. В той же час, доля енергоресурсів, що отримуються від відновлюваних джерел становить всього близько 3% від світових.

Геополітична проблема. Енергетика – величезний ринок, на якому сходяться інтереси багатьох держав, блоків держав, національних та транснаціональних об'єднань. На сучасному етапі розвитку цивілізації хто бажає правити світом – має контролювати нафтові й газові енергоресурси, де б вони не знаходились. Цей принцип став основою для потужного витка економічних воєн ХХ-ХХІ століттях (Рис. 3).

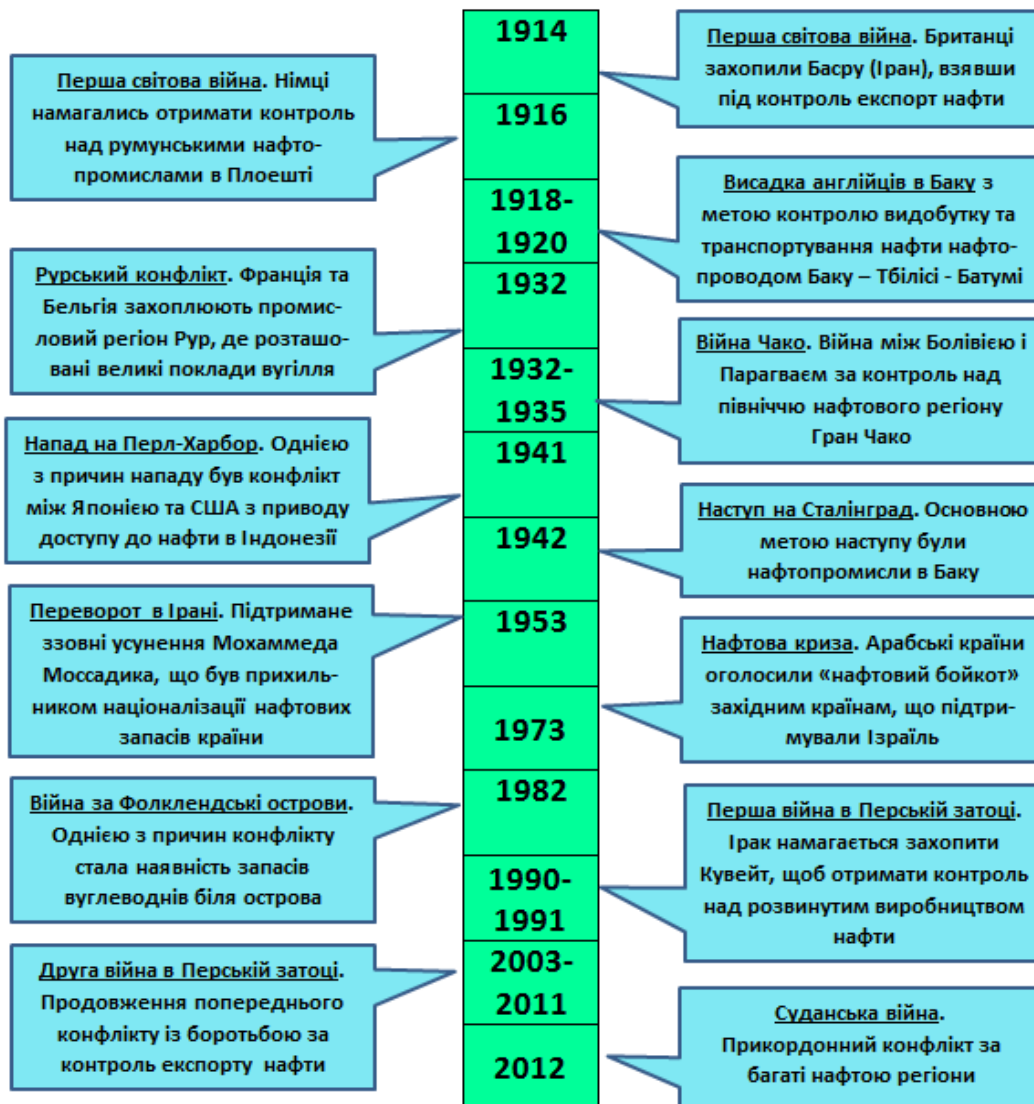


Рис. 3. Ключові військові конфлікти з приводу енергоресурсів у ХХ-

Наприклад, завдання встановлення контролю над родовищами нафти і газу на Кавказі та в Середній Азії стало фундаментальним пріоритетом стратегії США та ЄС, увійшовши у суперечність з традиційними інтересами Росії у цих регіонах. Тому на євразійському «перехресті» розгорнулося глобальне змагання між США, ЄС, Росією, Японією і Китаєм за володіння енергоресурсами. На євразійський регіон припадає майже 68% розвіданих світових запасів нафти, 41% – природного газу; частка цього регіону у світовому видобутку нафти становить 32%, а газу – 15%.

Боротьба за енергоресурси є керівним принципом зовнішньої політики провідних країн світу. І вона ведеться не лише з позиції забезпечення ними національних економік цих держав. Володіння енергоресурсною зброєю дозволяє впливати на економіку і політику держав, що мають енергоємні галузі виробництва. За визначенням відомого філософа М.Бердяєва, війна є граничним виразом усякого шляху до реалізації цілей за допомогою сили. І сьогодні такою силою на світовому ринку є енергоресурсна зброя, що використовується для ведення не лише економічних, але і політичних воєн.

Результати використання такої зброї є не менш ефективними, ніж результати боротьби із застосуванням військової техніки.

З метою часткового вирішення геополітичної проблеми Європейський союз розробив стратегію, у якій визначив п'ять пріоритетів:

- енергетична ефективність;
- створення панєвропейського енергетичного ринку;
- енергетична безпека;
- лідерство на ринку енергетичних інноваційних технологій;
- посилення позицій ЄС на зовнішніх енергетичних ринках.

На думку фахівців, реалізація цієї стратегії дозволить зменшити ризики та ефективність використання енергоресурсної зброї в євразійському регіоні.

Екологічна проблема. Клімат Землі, який залежить в основному від стану її атмосфери, з часом періодично змінювався: чергувалися епохи похолодання, коли значні території суші вкривалися льодовиками, та епохи потепління. Сьогодні атмосфера Землі розігривається набагато швидше, ніж будь-коли в минулому. За даними ООН, з кінця ХІХ до початку ХХІ ст. глобальна температура на земній кулі підвищилася загалом на 0,6°C. Середня швидкість підвищення глобальної температури до 1970 р. становила 0,05°C за 10 років, а останніми десятиліттями вона подвоїлася. Це зумовлено такими причинами: по перше, людина "підігриває" атмосферу, спалюючи величезну кількість вугілля, нафти, газу, та будуючи нові атомні електростанції; по друге, і це головне, внаслідок спалювання органічного палива та знищення лісів в атмосфері накопичується вуглекислий газ, який сприяє парниковому ефекту на планеті.

Сутність парникового ефекту (Рис.4) в наступному: Земля отримує енергію Сонця в основному у видимій частині спектру, а сама, оскільки є набагато холоднішим тілом, випромінює у космічний простір інфрачервоні промені. Багато газів атмосфери – водяна пара, вуглекислий газ, метан, окисли азоту та інші – хоч і є прозорими для видимих, але активно поглинають інфрачервоні промені, утримуючи тим самим в атмосфері

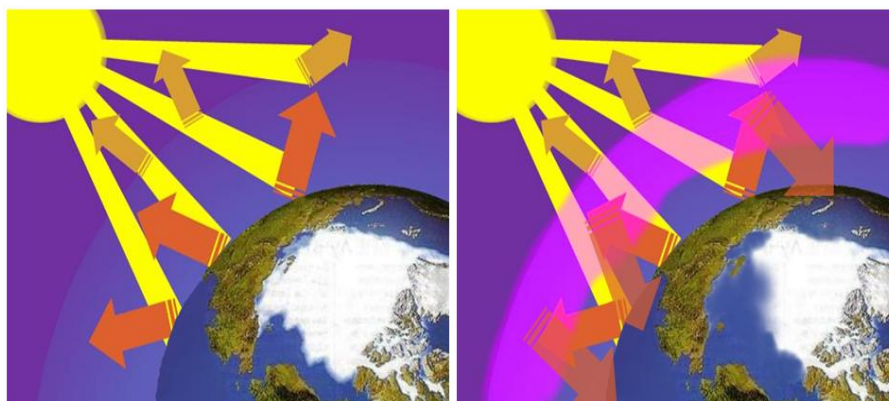


Рис.4. Дія парникових газів на клімат планети

частину тепла, яка повинна була потрапити у космос. У результаті промислової діяльності людини значно збільшується виділення вуглекислого газу, метану та закису азоту в атмосферу. Затримуючи тепло в атмосфері Землі, ці гази створюють ефект, який називається парниковим, а гази – парниковими.

За даними ООН, до 2100 р. температура повітря на планеті зросте на 3°C, що може призвести до танення льодовиків в Антарктиді, Арктиці і в горах, а це зумовить підняття рівня Світового океану на 2-3 м і затоплення багатьох прибережних районів і великих міст (Нью-Йорк, Лос-Анджелес, Лондон, Венеція, Шанхай тощо).

Підняття рівня світового океану призведе до уповільнення течій, у тому числі і Гольфстріму, що може призвести до похолодання в Арктиці та Західній Європі. Глобальне потепління також може викликати висихання і нагрівання ґрунту в континентальних районах середніх широт, зменшення його вологості в весняно-літній період.

Однак глобальне потепління створить серйозні проблеми не лише жителям приморських країн. Підвищення середньої світової температури лише на кілька градусів може призвести до величезних змін у кліматі планети – зсуву всіх кліматичних зон від екватора до полюсів: зменшення площ тропічних лісів, зникнення популяцій багатьох тварин, розширення середо-вища проживання тропічних мікроорганізмів. Значно зростає ерозія ґрунту, частішими стануть зсуви, затоплення прибережних земель, збільшиться кількість перезволожених земель.

Зростає ризик виникнення циклонів, посух, пожеж, повеней, ураганів (Рис. 5). Відомо, що кількість стихійних лих на нашій планеті протягом 80-х років ХХ ст. порівняно із 70-ми роками збільшилась удвічі.

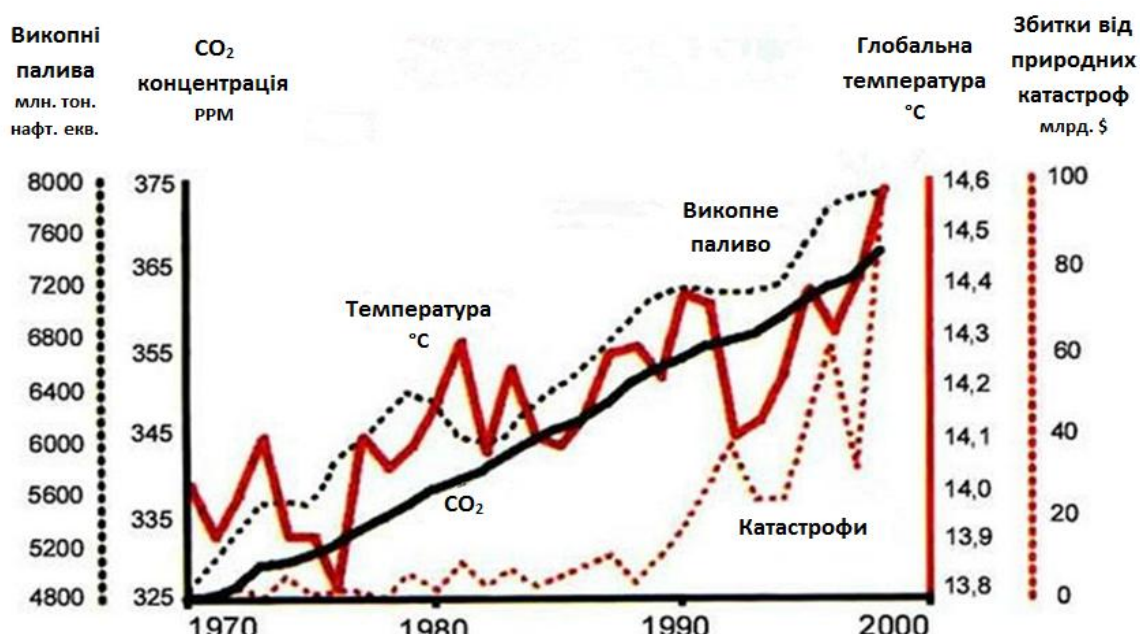


Рис. 5. Графічна аналогія темпів використання викопного палива з ростом концентрації вуглекислого газу, глобальної температури на планеті та збитків від природних катастроф

Усі перелічені проблеми – це лише верхівка айсберга того, що нас очікує від бездумного і неефективного використання сировинних та енергетичних ресурсів. Їх силами однієї країни вирішити неможливо, це загальні проблеми людства, тому і вирішувати їх необхідно шляхом об'єднання зусиль як в напрямку енергозбереження, так і шляхом формування енергозберігаючого світогляду суспільства. А втім, вирішення глобальних проблем починається з кожної людини, – від кожного з нас.

Задача 1. Місто Ізюм, Харківської області, з населенням 50 000 жителів, за рік споживає 4500000 м^3 природного газу, що містить 80% метану.

Скільки вуглекислого газу при цьому виділяється? На скільки зменшилися б викиди вуглекислого газу при 1% економії споживання газу у місті?

<p>Дано: $V = 4500000 \text{ м}^3$ $W(\text{CH}_4) = 80\%$</p>	<p>Розв'язання: Визначимо об'єм метану $V_{\text{CH}_4} = \frac{80 \cdot V}{100} = 3600000 \text{ м}^3$ $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$</p>
<hr/> <p>$W_{\text{CO}_2} - ?$</p>	

При згоранні 1 моля метану утвориться 1 моль вуглекислого газу.

При згоранні 22,4 л метану утвориться 22,4 л вуглекислого газу.

При згоранні 3600000 м^3 метану утвориться 3600000 м^3 вуглекислого газу.

1 моль вуглекислого газу (CO_2) має масу $44 \text{ г} = 0,044 \text{ кг}$.

$$v = \frac{V_{\text{CH}_4}}{V_{\text{моль}}} = \frac{3600000000}{22,4} = 160714285 \text{ моль}$$

Тоді маса вуглекислого газу

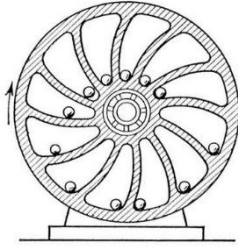
$$m_{\text{CO}_2} = 0,044 \cdot 160714285 = 7071428 \text{ кг} \approx 7071,4 \text{ тонн} \approx 7 \text{ тис. тонн}$$

Відповідь: При згоранні такої кількості метану за рік виділяється близько 7 тис. тонн вуглекислого газу. 1% економії споживання природного газу зменшить викиди вуглекислого газу на 70 тонн (1% від 7000 тонн).

Дайте відповіді на питання.

1. Підготуйте більш детальну інформацію про енергетичні проблеми, які можна вирішити: а) силами однієї людини, б) силами однієї громади, в) силами однієї країни, г) тільки спільними силами суспільства.

1. Поняття енергії та енергоефективності.



Все в світі є енергією. Енергія лежить в основі всього. Якщо ви налаштуєтесь на енергетичну хвилю тієї реальності, яку хочете створити для себе, то отримуєте саме те, на що налаштована ваша хвиля. Це не філософія. Це фізика.

А. ЕЙНШТЕЙН

1.1 Поняття енергії, її роль в житті людини і суспільстві.

Енергетична основа життєдіяльності людини.

Енергія (від грец. *ενεργός* – діяльний) – це фізична величина, загальна кількісна міра руху і взаємодії всіх видів матерії, міра переходу руху матерії з одних форм в інші. Енергія не виникає ні з чого і нікуди не зникає, вона може лише переходити з одного стану в інший. Поняття «енергія», завдяки закону збереження, поєднує всі явища природи в одне ціле, є загальною характеристикою стану фізичних тіл і фізичних полів.

Поняття енергії пов'язане зі здатністю фізичного тіла або системи виконувати роботу. При цьому тіло або система частково втрачає енергію, витрачаючи її на зміни в навколишніх тілах. Саме відношення корисної роботи, виконаної системою до затраченої на її виконання енергії і визначає коефіцієнт корисної дії, що є мірою енергетичної ефективності системи.

Джерелом всієї енергії на Землі є Сонце. У процесі фотосинтезу, що є основою життя, жива природа споживає лише незначну частину (близько 40 ТВт, або $4 \cdot 10^{13}$ Вт) від загальної кількості, що виходить від Сонця енергії (близько 200000 ТВт, або $2 \cdot 10^{17}$ Вт). Більша її кількість витрачається на зігрівання атмосфери Землі (50%), освітлення планети (30%) і на здійснення процесів кругообігу речовин на Землі (20%). Використання енергії людством зростає в геометричній прогресії. У 1990 році воно склало близько 12 ТВт, тобто 30% від її кількості, що поглинається фотосинтезом.

Енергія є основою життя на Землі. Рослини поглинають сонячну енергію в процесі фотосинтезу, тварини споживають цю енергію непрямим шляхом, поїдаючи рослини та інших тварин, людина споживає сонячну енергію різними шляхами, в тому числі і з їжею. Ще в давні часи людина навчилася перетворювати енергію Сонця шляхом спалювання біологічної матерії (наприклад, деревини або торфу).

Загалом джерела енергії, або речовини, які використовуються для отримання енергії у вигляді, потрібному для людини називаються енергоносіями. Значна частина їх знаходиться у вигляді природних ресурсів. Природні ресурси, у тому числі і енергетичні, з метою виявлення спільних ознак, видобутку та використання, мають певну класифікацію.

Загальна характеристика і поділ природних ресурсів. Існують різні підходи до класифікації природних ресурсів за різними ознаками. За ознаками відносності, відтворюваності, замінності та вичерпності розрізняють такі види природних ресурсів:

- вичерпні та невичерпні (за швидкістю вичерпання);
- відновні та невідновні (за можливістю самовідновлення);
- замінні та незамінні (за можливістю заміни іншими ресурсами).

До невичерпних ресурсів належать водні, пов'язані єдиним кругообігом, ресурси атмосфери, космічні ресурси. Вони невичерпні як фізичне тіло. Такі ресурси як вода і повітря, підвладні впливу технічного прогресу, а при сильному забрудненні можливе якісне виснаження цих видів ресурсів. Космічні ресурси, до яких належать сонячна енергія, енергія морських припливів, вітру тощо, також можуть змінюватися під впливом активності людини (зміна складу атмосфери може стати причиною зміни площ, задіяних до фотоелектричної енергії). Заходи з охорони невичерпних ресурсів мають бути спрямовані на боротьбу з їх виснаженням.

Вичерпні – це природні ресурси, що скорочуються у міру їх використання. Крім того, вичерпні природні ресурси поділяються на:

- невідновні (мінеральні, земельні ресурси);
- відновні (ресурси рослинного і тваринного світу);
- частково невідновні – це ті, швидкість відновлення яких нижча за темпи господарського споживання (орні ґрунти, ліси, регіональні водні ресурси).

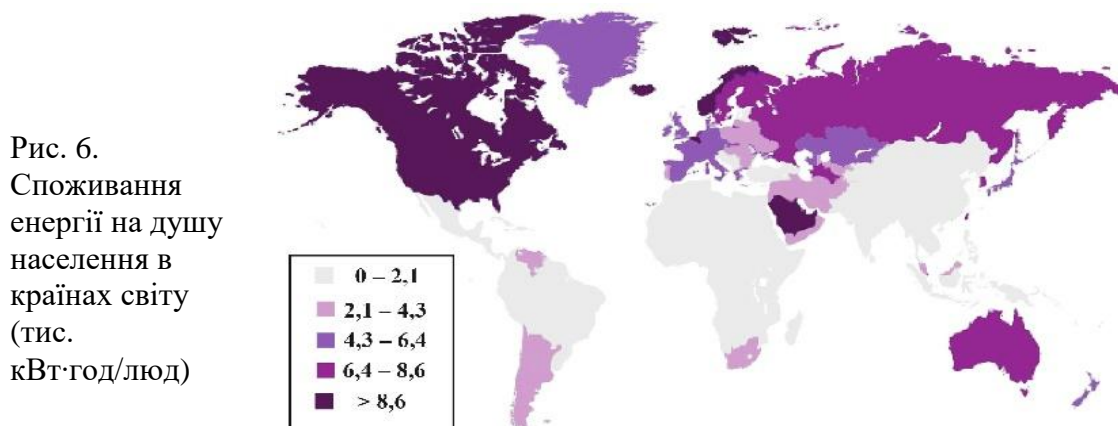
Невідновні ресурси мають обмежені запаси і використати їх можна лише раз. Поповнення цих ресурсів на Землі практично неможливе через відсутність умов, у яких вони виникли багато мільйонів років тому, або воно відбувається надзвичайно повільно. До таких ресурсів належать багатства надр (вугілля, нафта, газ, тощо). Охорона цих ресурсів зводиться до економного використання, розвідки нових запасів, заміни дефіцитних ресурсів менш дефіцитними. Причому економне використання передбачає не зменшення видобутку, а його раціоналізацію, тобто запобігання втратам під час видобутку, транспортування і переробки.

Енергоструктура суспільства. Сучасні енергосистеми є невід'ємним компонентом інфраструктури суспільства, особливо промислово розвинених країн, які витрачають приблизно 4/5 енергоносіїв і в яких живе лише 1/4 населення планети. На країни третього світу, де живе 3/4 населення Землі, припадає близько 1/5 світового споживання енергії.

З огляду на те, що енергія є найважливішим елементом сталого розвитку будь якої держави, кожна з них прагне розробити такі шляхи енергопостачання, які найкращим чином забезпечували б розвиток і

підвищення якості життя людей, при одночасному зведенні до мінімуму впливу людської діяльності на їх здоров'я і навколишнє середовище.

Розвинені країни світу обмежують ріст споживання первинної енергії на душу населення (Рис. 6), забезпечивши досить високий рівень життя своїх громадян.



У структурі споживання первинної енергії (Табл. 1) в Україні за минулі роки найбільший обсяг припадає на природний газ – 41%, тоді як в країнах світу питома вага споживання газу значно менша і становить 21%. Надмірне споживання первинної енергії в Україні є наслідком істотного технологічного відставання у більшості галузей економіки, житлово-комунальній сфері, незадовільної галузевої структури національної економіки.

	Світ	Україна	США
Природний газ	21%	41%	24%
Нафта	35%	19%	38%
Вугілля	23%	19%	23%
Уран	7%	17%	8%
Гідроресурси та інші відновлювальні джерела	14%	4%	7%
Всього	100%	100%	100%

Табл. 1. Структура споживання первинної енергії в Україні, США та у світі загалом

Розуміючи неминучість економічного зростання, отже і неминучість росту споживання паливо-енергетичних ресурсів (ПЕР) міжнародне співтовариство напрацювало ряд нових пріоритетів енергетичної політики, орієнтуючи розвиток енергетики відповідно до принципів сталого екологічно безпечного розвитку. Енергетична політика має ґрунтуватися на таких «трьох китах»: енергоощадність (*energy saving*); енергоефективність (*energy efficiency*); екологічна безпека (*environmental safety*).

Енергозбереження (енергоощадність) – це організаційна наукова, практична, інформаційна діяльність державних органів, юридичних і фізичних осіб, спрямована на зниження витрат (втрат) паливно-

енергетичних ресурсів в процесі їх видобутку, переробки, транспортування, зберігання, виробництва, використання та утилізації.

Енергоефективність – ефективне (раціональне) використання енергетичних ресурсів. Використання меншої кількості енергії для забезпечення того ж енергетичного рівня технологічних процесів виробництва. Ця галузь знань перебуває на стику інженерії, економіки, юриспруденції і соціології.

На відміну від енергозбереження, спрямованого на зменшення енергоспоживання, енергоефективність (корисність енергоспоживання) відображає відношення корисного ефекту від використання енергетичних ресурсів до їх затрат, використаних для отримання такого ефекту.

Екологічна безпека – це такий стан та умови навколишнього природного середовища, при якому забезпечується екологічна рівновага та гарантується захист навколишнього середовища: біосфери, атмосфери, тваринного і рослинного світу, природних ресурсів, збереження здоров'я і життєдіяльності людей.

Основні напрямки та заходи щодо економії енергоресурсів:

- перехід на енергозберігаючі технології виробництва, підвищення рівня організації виробництва, скорочення матеріаломісткості продукції;
- вдосконалення структури енергетичного обладнання, демонтаж і реконструкція застарілого обладнання;
- розробка та впровадження більш ефективних енергоспоживачів (електроприводів та іншого енергоспоживаючого обладнання), вдосконалення управління їх режимами роботи;
- скорочення втрат і підвищення використання вторинних паливно-енергетичних ресурсів;
- застосування комбінованих енерготехнологічних процесів.

Вказані заходи немислимі без відповідних (у ряді випадків значних) капіталовкладень. З огляду на труднощі з інвестиціями, необхідно, перш за все, здійснювати заходи, не пов'язані з великими капіталовкладеннями, тобто, в першу чергу знижувати втрати електро- і теплової енергії.

Дайте відповіді на питання.

1. Приведіть приклади вичерпних та невичерпних, відновних та невідновних, замінних та незамінних природних ресурсів.
2. Дайте визначення поняттям енергоефективність, енергозбереження та екологічна безпека.

Задачі для самостійного розв'язання

Задача 1.1 Визначте обсяг річного споживання електричної енергії у вашій родині (у тис. кВт·год/ на одну людину).

1.2 Енергетичні закони. Одиниці виміру енергії.



*Якщо ви хочете пізнати тайни
Всесвіту – мисліть одиницями
вимірювання енергії, частоти, і
вібрації ...*

Н. ТЕСЛА

Близько трьохсот років тому в істотній частині так званого цивілізованого суспільства сформувалась важко пояснювана віра у всесилля людини, в безмежні можливості задоволення різних матеріальних потреб і навіть примх шляхом використання наукових знань. Ця віра глибоко проникла у свідомість як громадських діячів, так і вчених. Всі, звичайно, розуміють, що порушити закони природи людина не може. Однак багатьом здавалось, що ці закони будуть не перешкодою, а навпаки, допоможуть людині реалізувати над природою необмежену владу. Не можна, наприклад, мати килим-літак, але можна побудувати реактивний лайнер. Немає чарівного дзеркальця, але є телевизор та Інтернет. Не можна забезпечити себе світлом і затишком, не витрачаючи енергії, але вчені рано чи пізно знайдуть невичерпне джерело енергії.

Не варто суворо судити період дитинства сучасної науки. Сьогодні наука вийшла з цього віку, багато в чому визначає шляхи розвитку людства. Все частіше ми стикаємося з тим, що закони природи не стільки дають над нею владу, скільки обмежують наші претензії. І жорстоко себе покарає людство, якщо не буде помічати обмежень, що накладаються природою.

Два найважливіших закони-обмежувачі. Одним з найбільш зараз відомих загальних законів є закон збереження енергії. Він полягає в тому, що енергія нізвідкіля не виникає і нікуди безслідно не дівається. Вона може лише переходити з однієї форми в іншу. Загальна кількість енергії залишається незмінною.

Наприклад, гребля гідроелектростанції перегородила річку – утворилося водосховище. Рівень води у водосховищі піднявся порівняно з рівнем у річищі за греблею, тому вода у водосховищі має потенціальну енергію. Падаючи з цієї висоти, потенціальна енергія води переходить в кінетичну. Потрапивши на лопаті гідротурбіни, кінетична енергія води перетворюється в кінетичну енергію обертання турбіни. Турбіна обертає електричний генератор, в якому енергія обертання переходить в електричну енергію. Дротами електрична енергія доходить до електролампочки у вашій квартирі, і в ній перетворюється на світлову та теплову. При цьому частина енергії витрачається на нагрівання дротів, тертя в турбіні і генераторі.

Як бачимо, енергія може переходити з однієї форми в іншу. Але її величина у всьому ланцюжку залишається незмінною. Все, що відбувається, підпорядковується закону – кількість енергії залишається незмінною.

Незважаючи на свою очевидність, закон збереження енергії був встановлений лише в середині XIX століття (Майєр, Джоуль). До цього навіть освічені вчені намагалися побудувати вічний двигун, тобто пристрій, який виконує роботу, не споживаючи енергії. Їм здавалося, що створити такий пристрій заважають лише технічні труднощі, які можна подолати.

Практично одночасно з законом збереження енергії був встановлений і другий важливий закон-обмежувач, що отримав назву другого початку термодинаміки (Карно, Клаузіус, Томсон). Він стверджує, що неможливий процес, єдиним результатом якого є передача енергії у формі теплоти від менш нагрітого тіла до більш нагрітого тіла.

Другий закон заперечує можливість використання запасів внутрішньої енергії будь-якого джерела без переходу її на більш низький температурний рівень, тобто без холодильника. Отже, для перетворення теплової енергії в механічну необхідний не тільки нагрівач, але і холодильник, причому коефіцієнт корисної дії (ККД) теплової машини дорівнює відношенню різниці температури нагрівача і холодильника до температури нагрівача (ККД циклу Карно).

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (1)$$

Обмежувальні властивості другого початку термодинаміки наочно ілюструються таким прикладом. У Світовому океані міститься дуже багато теплової енергії. Якщо знизити його температуру всього на градус, то виділиться енергія, що у багато разів перевершує ту, яка може бути отримана від спалювання всіх світових запасів вугілля і нафти. Однак немає відповідного холодильника, який би дозволив ефективно перетворити, наприклад, в електрику якусь помітну частину цієї величезної теплової енергії.

У енергії є якість. Одним з найважливіших висновків, що випливають з другого початку термодинаміки, є те, що хоча енергія зберігається, вона не може бути перетворена з однієї форми в іншу лише на наш розсуд. Це наводить на думку, що енергія характеризується не лише кількістю, а й якістю. Енергія високої якості здатна виконати будь-яку роботу, але слід враховувати, що її якість при цьому буде зменшуватись. Енергію низької якості не можна безпосередньо перетворити в енергію більш високої якості. Не можна, наприклад, закип'ятити чайник, зануливши його у води Світового океану, навіть якщо це відбудеться на екваторі.

Можливо, якість енергії не має якої-небудь абсолютної шкали і характеризується не одним числом, а сукупністю різних характеристик.

Проте деякі міркування про порівняння якості різних форм енергії можна висловити. По-перше, ясно, що енергія більш високої якості може бути перетворена в енергію низької якості з меншими втратами, ніж енергія низької якості в високоякісну. По-друге, енергію більш високої якості можна з меншими втратами концентрувати або передавати на великі відстані. Наприклад, лазерний промінь несе енергію більш високої якості, ніж потік світла від лампочки. Крім того, більш високою якістю володіє енергія, нерівномірно розподілена по енергоносіях. Наприклад, розпечена голка і склянка з холодною водою до охолодження голки в склянці мають енергію більш високої якості, ніж після охолодження.

Форми енергії можна класифікувати за якістю.

- **Відмінна якість:** потенційна енергія, кінетична енергія, електрична енергія;
- **Висока якість:** ядерна енергія, хімічна енергія, високотемпературна теплова енергія (понад 100 °С);
- **Низька якість:** низькотемпературна теплова енергія (нижче 100 °С).

Слід зауважити, що хоч ядерна енергія має високу якість, атомні електростанції продукують тільки близько 30% корисної енергії. Це пояснюється тим, що на АЕС електрична енергія виробляється генераторами, які обертаються під дією парових турбін, як на звичайних теплових електростанціях. Ядерна енергія в ядерному реакторі перетворюється спочатку на теплову, а потім (у турбіні та генераторі) – на електричну, як і на звичайних теплових електростанціях.

Деградація енергії. Більш глибоке розуміння питання про якість енергії може дати статистична механіка – наука, яка використовує методи статистики для вивчення динаміки макроскопічних об'єктів. В рамках статистичної механіки другий початок термодинаміки є наслідком прагнення неживої матерії до стану максимального хаосу, який відповідає стану термодинамічної рівноваги. При таких процесах енергія тіла хоч і не зменшується, але може лише знизити свою якість. Деградовану енергію (низької якості) важко, а часто й неможливо використовувати для практичних цілей. Можна закип'ятити воду, спалюючи шматок вугілля розміром менше чайника, та в той же час, навіть сотня людей, маючи потужність теплової енергії близько 10кВт, не в змозі цього зробити. Ясно, що енергія, що міститься в шматку вугілля, вищої якості, ніж теплова енергія групи людей. Спалюючи вугілля, ми зменшуємо якість його енергії і втрачаємо можливість її подальшого практичного використання.

Одиницею вимірювання енергії та виконаної роботи традиційно вважається Джоуль (Дж). Часто вживаною позасистемною одиницею є калорія, що дорівнює енергії, необхідній для нагрівання 1 г води на 1 °С. Одна калорія дорівнює приблизно 4,18 Джоуля.

Виходячи з поняття потужності, як відношення виконаної роботи до часу її виконання і вважаючи, що реальною величиною потужності є кВт, а час виконання – години, позасистемною одиницею енергії та роботи можна вважати кВт·год.

$$[A] = P \cdot t = \text{кВт} \cdot \text{год} \quad (2)$$

У міжнародній статистиці з метою порівнянь прийнято використовувати умовні одиниці – тонна нафтового еквіваленту (*tonne of oil equivalent, (toe)*). Це стандартизована одиниця енергії, що як правило, використовується для порівняння використання великої кількості енергії. 1 toe еквівалентна кількості енергії, що виділяється при спалюванні однієї тонни сирової нафти, близько 41,868ГДж, (10000 Мкал) або 11,63 МВт·год. енергії.

Інші носії енергії можуть бути переведені в тонах нафтового еквівалента, використовуючи такі коефіцієнти перерахунку:

- 1 т диз. палива = 1,01 toe
- 1 т бензину = 1,05 toe
- 1 т біодизеля = 0,86 toe
- 1 т біоетанолу = 0,64 toe

Умовне паливо – одиниця обліку органічного палива, яка використовується для порівняння ефективності різних видів палива та їх сумарного обліку. За одиницю у.п. прийняте паливо, питома теплота згоряння якого дорівнює 29,3 МДж/кг або 7000 ккал/кг.

Дайте відповіді на питання.

1. Якому термодинамічному закону відповідають рекомендації з енергозбереження?

- використовуйте економні електричні лампочки (LED-лампи замість ламп розжарення);
- використовуйте біоенергію і теплову енергію для обігрівання приміщень замість електроенергії;
- використовуйте теплові відходи для обігрівання будинків;
- використовуйте сонячну енергію для обігрівання приміщень, підігріву води тощо;
- вимикайте освітлювальні й нагрівальні прилади, виходячи з кімнати.

2. Які перетворення енергії відбуваються при:

- запуску на орбіту космічного корабля;
- ударі футболіста по м'ячу;
- підйомі в ліфті;
- забиванні цвяха в дошку.

3. З точки зору якості енергії оцініть доцільність використання електричного водонагрівача у порівнянні з сонячною водонагрівальною установкою для забезпечення потреб родини гарячою водою.

4. Призначення паровоза й електровоза однакове. Чому електровози поступово витіснили паровози із залізниць?

5. Спробуйте перелічити всі канали втрат енергії під час руху автомобіля.

Задачі для самостійного розв'язання

Задача 1.2. Протягом якого часу буде спожито 1 кВт·год електричної енергії приладами:

- праскою, потужністю 1800Вт;
- комп'ютером, потужністю 150Вт;
- лампочкою розжарення, потужністю 100Вт та еквівалентною за світловим потоком світлодіодною лампочкою, потужністю 10Вт.

Задача 1.3. Встановіть співвідношення між енергетичними одиницями Дж., кал., кВт·год.

Задача 1.4. Завершіть схему перерахунку (Рис. 7) найбільш вживаних енергетичних одиниць. Наприклад: $1 \text{ кВт}\cdot\text{год} = 1000\text{Вт}\cdot 3600\text{с} = 3600000\text{Вт}\cdot\text{с} = 3600000\text{Дж} = 3,6\text{МДж}$

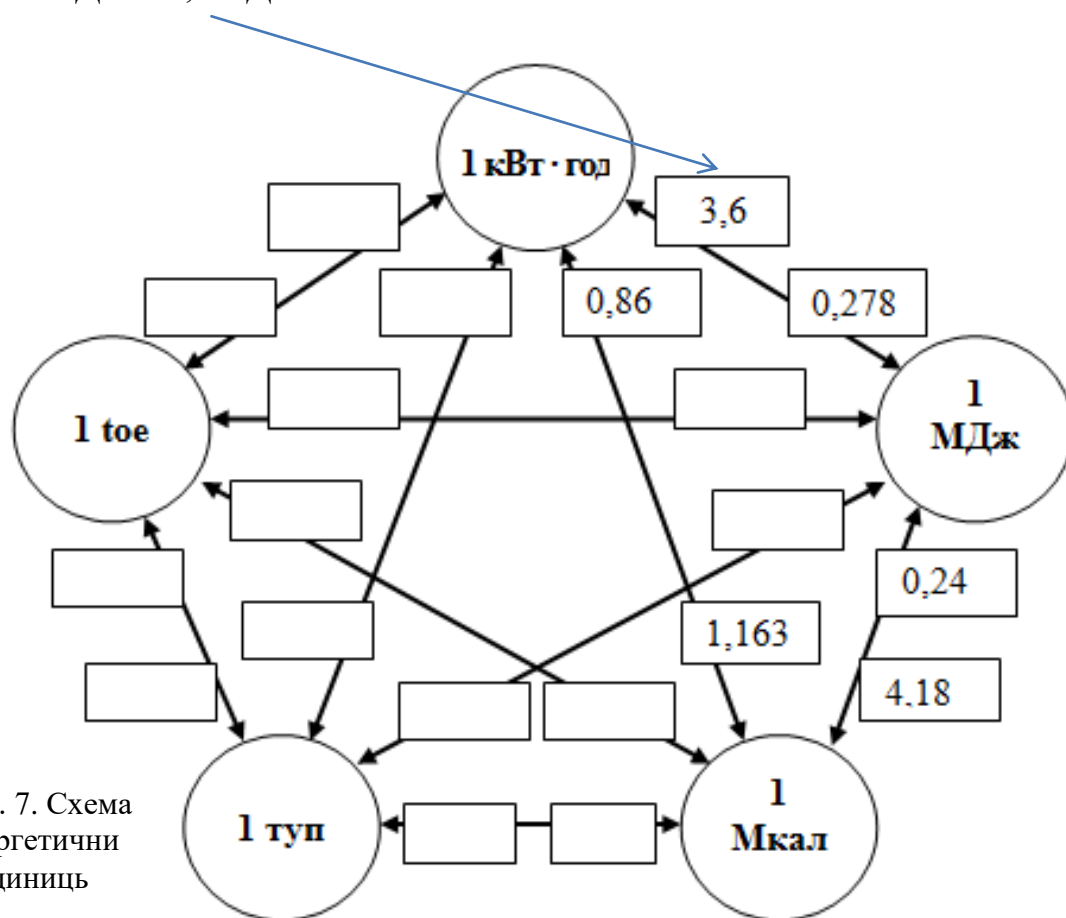
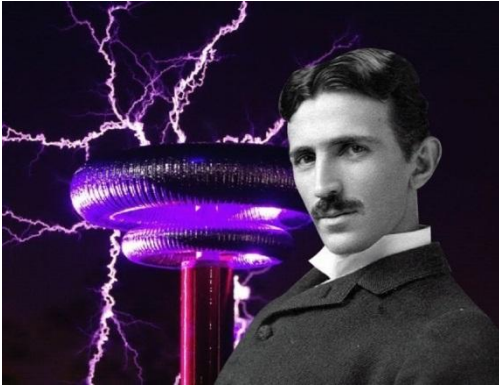


Рис. 7. Схема енергетичних одиниць

1.3 Споживання енергії в світі, світові запаси енергоресурсів.



Енергетика є ключовим питанням майбутнього – це питання життя або смерті. Нинішні джерела є ненадійними і отруїли нашу планету. Може ми і переживемо це отруєння, але прийде день, коли ці джерела енергії вичерпаються.

Н. ТЕСЛА

За міжнародними показниками, Україна не бідна в енергетичному відношенні держава: при території, що дорівнює 0,4% світової, сировинні запаси надр України складають 5% світових. Оцінимо структуру енергоспоживання традиційних видів палива та перспективи їх виробництва.

На сьогодні основою енергобалансу є триада "нафта-газ-вугілля", до якої свою дедалі вагомішу частку додає атомна енергетика. Оскільки ж тенденції розвитку суспільства вимагають збільшення виробництва електроенергії щонайменше у півтора-два рази, то цілком природним сприймається занепокоєння щодо енергетичних перспектив людства. Адже згадана "трийця" – це ресурси вичерпні, а атомна енергія нині не може розраховувати на безоглядне впровадження у зв'язку з загрозою, яка існує з її боку для споживача у випадку аварій на АЕС.

Розглянемо конкретніше використовувані джерела енергії.

Як бачимо, вирішальну роль в енергобалансі поки що відіграють видобувні **горючі речовини**, які базуються на вуглецевій основі. За підрахунками вчених, всього в надрах міститься близько 3,97 трлн.т. **викопного вугілля (Рис. 8).**

На сьогоднішній день люди вже спожили незначну частку цих покладів, хоча і вона еквівалентна "роботі" біосфери Землі за сотні мільйонів років.

Слід мати на увазі, що вже розвідані поклади цього палива становлять близько 600 млрд.т. Однак, справа ускладнюється



Рис. 8. Видобуток вугілля

тим, що видобувати вугілля стає дедалі важче, оскільки легкодоступні родовища експлуатуються завжди першими. Зростає вартість видобутку, а отже і його енергоємність, що в підсумку означає чималі витрати на його видобуток. Що ж стосується регіонального розподілу вуглевидобутку, то картина орієнтовно така: США – 30,8% світових запасів, країни Східної

Європи – 23,1%, інші країни Європи – 21,4%, Китай – 13,5%, Австралія – 4,2%, Близький Схід – 3%, Африка – 2,6%. За запасами викопного вугілля Україна посідає перше місце в Європі та восьме у світі. Розвідані запаси вугілля в Україні становлять близько 50 млрд.т. Прогнозні запаси складають близько 120 млрд.т. На даний час в Україні видобуток кам'яного вугілля складає 1,5% світового.

Нафта також належить до числа вичерпних ресурсів. Розвідані її запаси наближаються до 100 млрд.т., хоча існують і інші оцінки. З цих ресурсів використано вже майже третину і щороку видобувається біля 3 млрд.т. (Рис.9). Орієнтовна географія розподілу: Близький Схід – 53%, Африка – 16%, Росія – 15%, США – 5%, Латинська Америка – 3%, Канада, Західна Європа – відповідно кожна по 2% світового ресурсу.



Рис. 9. Видобуток нафти насосним способом

Все більше закріплює свої позиції в структурі джерел енергії **природний газ** (Рис. 10). За деякими підрахунками його внесок у сукупну первинну енергію на початку третього тисячоліття становить близько 60%. Розвідані запаси газу в світі – понад 80 трлн. м³. З надр видобуто близько 60 трлн.м³ при щорічному видобутку понад 2 трлн.м³ газу.

Розвідані запаси газу складають (в млрд.т умовного палива): світові – 180; європейські – 70; українські – 1,5. За прогнозами вичерпання планетарних запасів природного газу слід очікувати у 2050 – 2070 роках. Оскільки газ є постійним супутником нафти, то, зрозуміло, що його поширення приблизно збігається з географією нафтових родовищ, зокрема на Близькому Сході зосереджено 40% всіх розвіданих його запасів. Загалом ресурси газу досить значні, причому оцінка їх постійно переглядається в бік збільшення.



Рис. 10. Газоперекачуюча станція

В Україні відомо близько 350 родовищ (нафти, газу і конденсату) у Західному, Східному та Південному нафтогазоносних регіонах. Розвідані запаси нафти та газового конденсату становили відповідно 433,9 млн.т. та 140,8 млн. т.

Великі потенційні можливості забезпечення енергетичних потреб мають і **бітумінозні піски та горючі сланці**. Не вся нафта в земній корі знаходиться у рідкому стані: частина її проникає крізь тріщини в інші породи, розчиняючи їх і перемішуючись з ними. Отже, найскладніше питання в цій галузі – відділення пального з видобутої сировини. Це досить успішно роблять в багатьох країнах світу, наприклад в Китаї, де таким чином отримують десятку частину всієї нафти країни. Великі поклади таких копалин є в США, Канаді, Росії, на Близькому Сході, в Україні тощо.

Нині на порядок денний постала інша, не менш загрозлива проблема: забруднення біосфери внаслідок спалювання вугілля, нафти, газу. Крім низки локальних наслідків екологічного плану, таке забруднення в змозі спричинити і глобальні ефекти – зміни газового та оптичного стану атмосфери, її середньої температури, балансу станів води, парникового ефекту, підняття рівня моря та ін. Саме ці проблеми нині потребують найпильнішої уваги з боку всіх людей планети.

Вад вуглецевої сировини була позбавлена, як здавалося, **атомна енергетика**. Екологічно чиста і за твердженням її прихильників дешева - справжня панацея від усіх енергетичних негараздів.

Загальний обсяг виявлених запасів урану, витрати на видобуток якого не перевищують 130 доларів за 1 кілограм, становить приблизно 4,7 мільйона тонн – цих запасів вистачить на 85 років роботи атомних електростанцій світу. Імовірно, загальний обсяг запасів урану в світі значно більший і складає приблизно 35 мільйонів тон. Про це йшлося в доповіді "Уран 2005: Ресурси, Виробництво та Потреби", підготовленій Міжнародним агентством з атомної енергії (МАГАТЕ) та Організацією економічного співробітництва та розвитку.

Частка України у світовому видобутку урану сягає 2%. Це найбільші в Європі поклади цього металу.

На початку XXI ст. в Україні видобуток власного природного урану становить 500-800 т. на рік, що забезпечує потреби вітчизняної атомної енергетики на 30%. Решту Україна імпортує, але існують плани на 100% забезпечити себе ураном власного видобутку. Україна має 12 розвіданих уранових родовищ із запасами, що забезпечать потреби діючих АЕС України на наступні 100 років.



Рис.11. Південноукраїнська атомна електростанція

За даними МАГАТЕ, в 2014 році в 30 країнах світу діяли 442 АЕС, на частку яких припадало 16% всієї виробленої електроенергії (Рис. 11). Найбільш розвинена ядерна енергетика в США (104 АЕС), Франції (59), Японії (54), Росії (30) і Великобританії (27). У процесі будівництва знаходяться ще 27 АЕС. В Україні чотири атомних станції з 15 енергоблоками. П'ять держав більшу частину своїх потреб в електроенергії задовольняють за рахунок АЕС: Литва (80%), Франція (76%), Словаччина (57%), Швеція (50%). Україна за рахунок атомної енергії забезпечує 47,4% своїх потреб.

Чи не головним аргументом на користь АЕС є теза про невелику вартість АЕС та надзвичайно низьку собівартість одержуваної електроенергії.

Моніторинг світової енергетики, що проводився в 2011 році показав відносно стабільні показники. За даними «British Petroleum», глобальне споживання первинної енергії зросло на 2,5% у порівнянні з 2010р., що відповідало середньорічним темпам приросту за минуле десятиліття. При цьому динаміка розширення енергоспоживання традиційно поступалася швидкості наростання глобального ВВП, що говорить про процес зниження енергоємності виробництва¹.

Дайте відповіді на питання.

1. Вкажіть потенціал України з основних енергоносіїв

Енергоносіїв	Запаси в Україні	Імпортується / експортується
Вугілля		
Нафта		
Газ		
Уран		

2. Аналіз енергоспоживання в Україні.



Ніяка свобода не може існувати без свободи економічної.

М. ТЕТЧЕР (прем'єр-міністр Великобританії у 1979–1990 роках)

Енергетичний стан економіки України.

У ХХ столітті проблема забезпечення енергоресурсами знайшла відображення у діяльності урядів багатьох країн світу. Більшість країн почали розробляти власні програми енергозбереження. Усвідомлення значущості енергетики для розвитку економіки, і суспільства привело до появи концепції "енергетичної безпеки" і енергозбереження характеризувалося як одна з найважливіших складових цієї концепції. Активізацію уваги до цієї проблеми зумовило ріст інфляції, посилення економічної залежності від постачальників ПЕР, швидке виснаження національних запасів енергоресурсів, негативні екологічні наслідки розвитку енергетики.

Конференція ООН з навколишнього середовища і розвитку, що відбулася в Ріо-де-Жанейро в червні 1992 р., закликала всі народи світу перейти на нову парадигму – шлях стійкого розвитку. Основою для міжнародної координації та створення національних програм енергозбереження стала Європейська енергетична хартія, прийнята Гаазькою конференцією 17 грудня 1991 року та ратифікована Верховною Радою України у 1998 році.

Загальні тенденції та досягнуті результати щодо рівня енергоємності ВВП в основних країнах світу протягом досить тривалого періоду (1975–2012 рр.) наведено на Рис.12ⁱⁱ.

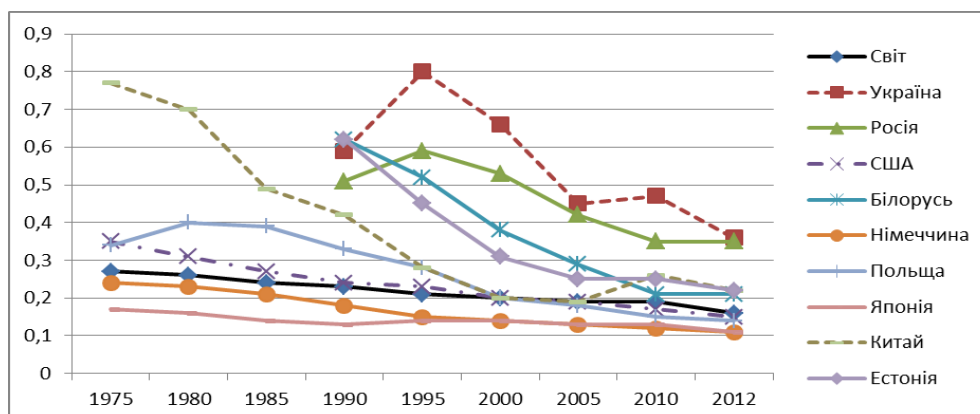


Рис. 12. Динаміка змін енергоємності ВВП (т.н.е./1000дол. у деяких країнах

Слід зазначити, що паливно-енергетичний комплекс (ПЕК) України, який був сформований як складова частина ПЕК колишнього СРСР, досі не відповідає вимогам енергокомплексу незалежної держави та потребує докорінної перебудови. Перебуваючи під тиском кризових явищ, ПЕК

України став "заручником" фінансово-економічних проблем, що у поєднанні з надвисокою енергоємністю ВВП загрожують національній безпеці держави. «Запас міцності» основних виробничих фондів ПЕК практично вичерпано, технології та якість роботи галузей комплексу вже не відповідають вимогам сьогодення, а їх об'єкти стають дедалі небезпечнішими для навколишнього середовища, здоров'я і життя людей.

Саме залежність України від імпорту енергоносіїв та значні обсяги їх споживання обумовлюють незадовільний стан енергетичної безпеки країни. Наприклад, лише у 2018 році імпорт енергоносіїв у країну складав:

- нафта та нафтопродукти 5,93 млрд. дол.,
- газ природний 3,2 млрд. дол.,
- кам'яне вугілля 0,6 млрд. дол.,
- паливні елементи для ядерних реакторів 0,52 млрд. дол.

Необхідно докласти значних зусиль по зменшенню обсягів імпортованих енергоносіїв, в першу чергу нафти і газу. Безумовно, це приведе до зменшення імпортової залежності країни. Цього можна досягти за рахунок впровадження нових технологій виробництва палива та енергії, їх споживання у різних галузях економіки впровадження енергоефективних технологічних процесів та використання відновлюваних джерел енергії.

Таким чином, необхідність державного регулювання процесів енергозбереження та впровадження енергозберігаючих технологій у виробництво обґрунтовано як один із основних напрямків забезпечення енергетичної незалежності країни.

Незадовільний стан енергетичної безпеки спонукав уряд України доручити виконавчій владі разом з Національною академією наук України розробити Енергетичну стратегію України на період до 2030 року. Україна не має достатньої кількості власних паливно-енергетичних ресурсів для забезпечення потреб народного господарства. В даний час задоволення потреб у паливно-енергетичних ресурсах українських споживачів, забезпечення раціональної структури паливно-енергетичного балансу країни, пошук додаткових джерел енергії стали одними з найважливіших завдань, що стоять перед паливно-енергетичним комплексом країни. На Рис.13 показано перспективи розвитку енергетики на відновлюваних джерелах енергії (ВДЕ) у паливно-енергетичному секторі України на період до 2030р. за різними сценаріями на основі розрахунків Інституту відновлюваної енергетики (ІВЕ) НАН України.

Загалом представлені тенденції розвитку нетрадиційної та відновлюваної енергетики в Україні відповідають аналогічним тенденціям у Європі. Впровадження нових технологій виробництва біопалива з відновлюваної

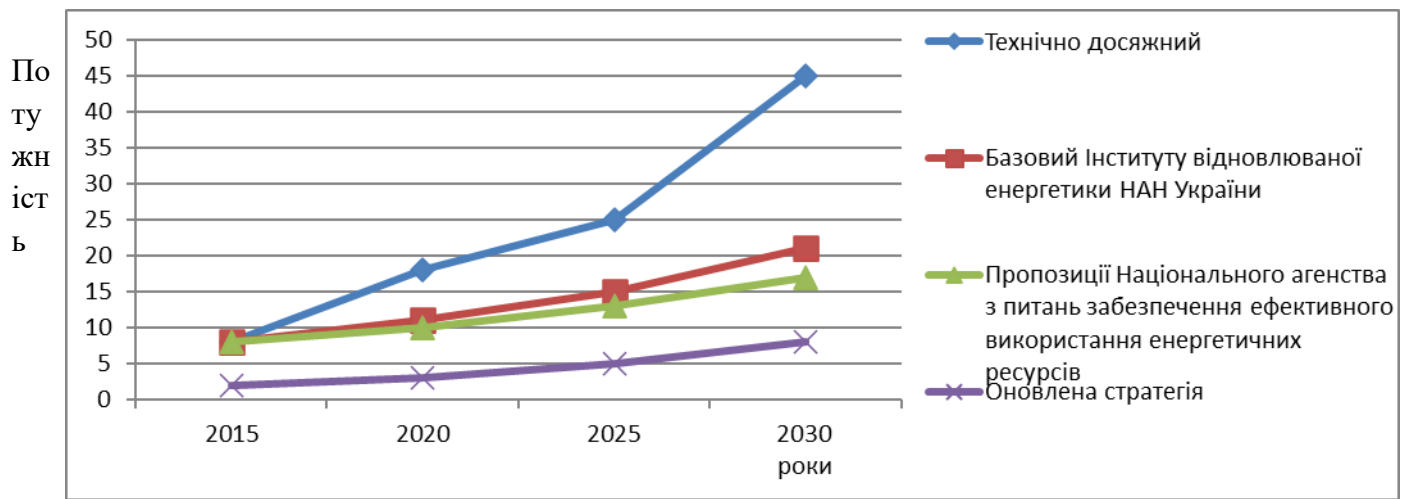


Рис.13. Прогнози встановленої потужності електростанцій на ВДЕ до 2030 р.

біомаси – рапсового масла для дизельних і етанолу для карбюраторних двигунів є дуже перспективним для України. Досвід ряду сільгосп-підприємств показав екологічну доцільність використання цих технологій.

Необхідність зміни акценту енергетичної політики на користь раціоналізації енергоспоживання очевидна. Цей шлях дозволить одночасно вирішити ще цілий ряд проблемних питань, а саме: підвищити конкурентоспроможність вітчизняних товарів за рахунок зменшення енергетичної складової собівартості; провести оновлення значної частини основних фондів на основі впровадження нових ефективних технологій як в енергетиці, так і в економіці в цілому; зменшити шкідливі викиди у навколишнє середовище. Все це наблизить нашу країну до європейських стандартів енергобезпеки, складові якої – енергоефективність та екологічна прийнятність є пріоритетними в країнах ЄС. Безумовно, цей шлях не вирішує повністю проблем забезпечення енергетичної безпеки, але значно зменшує обсяги імпорту і відповідно зменшує залежність країни та дозволяє економити кошти на закупівлю енергоносіїв.

Визначено, що загальна енергоефективність економіки України складає близько 54% від рівня ЄС, при цьому в грошовому вираженні потенціал енергозбереження оцінюється в 11,4 млрд. євро на рік. Тобто, якби за існуючої структури економіки ми витрачали енергоресурси, як у Європі, ми б щорічно економили 11,4 млрд. євро. Це колосальна цифра. Але щоб досягти цього ефекту, необхідні величезні інвестиції. Приклади підприємств, що вже впровадили у себе енергозберігаючі технології, показують, що інвестиції в енергоефективність дозволяють заощадити чималі кошти.

Неможливо стати сильною і незалежною країною без сильної економіки, без економічного зростання. А для цього потрібні інвестиції, нові технології та ефективне управління. Потрібно створити зрозумілі і

рівні для всіх правила гри, які дозволять інвесторам повертати вкладені кошти, а країні – отримати нові робочі місця, нові технології та ефективно виробництво. Від цього виграє вся Україна і кожен українець.

Міжнародне співробітництво. Міжнародний досвід у сфері енергозбереження може суттєво допомогти Україні в питаннях підвищення ефективності використання енергоресурсів у національній економіці. Промислово розвинені країни з початку 70-х років розпочали реалізацію активної енергозберігаючої політики та здобули значний досвід. Використання їх досвіду проходить в Україні через реалізацію ряду програм міжнародної допомоги. Найбільш значимі з них: проєкт "Енергозбереження в громадських будівлях м. Києва", який призначений для впровадження швидкоокупних енергозберігаючих проєктів у адміністративних і громадських будівлях, підпорядкованих Київській міськдержадміністрації, проєкт "Усунення бар'єрів до зниження викидів парникових газів шляхом підвищення енергоефективності систем централізованого теплопостачання у м. Рівне", що реалізується за підтримки Програми розвитку ООН та Глобального екологічного фонду та проєкт створення Національної мережі з енергозбереження, що створюється за допомогою TACIS.

Не менш важливими є і міжнародні освітні проєкти. Так, наприклад, українсько-німецький проєкт «Реформування ПТО з урахуванням енергоефективності» дозволив запровадити курс «Основи енергоефективності» в процес підготовки кваліфікованих робітників. Реалізація подібних проєктів сприяє більш ефективному впровадженню енергозберігаючих технологій та формуванню енергозберігаючого світогляду молодого покоління.

Україна на шляху до Європейського Союзу. З початку 70-х років, коли під час нафтової кризи ціни на нафту збільшились в 4 рази, країни Європейського Союзу розпочали реалізацію активної енергозберігаючої політики. Завдяки прийняттю та реалізації програм підвищення ефективності використання енергоресурсів, посиленням вимог до енергоефективності в будівництві, підвищенню цін на енергоносії, активній популяризації енергозбереження вдалось значно скоротити споживання енергоресурсів. У більшості країн, при практично незмінних обсягах споживання енергоресурсів, вдалось збільшити валовий внутрішній продукт у 1,5-2 рази. Україна на шляху до набуття статусу члена європейського співтовариства проводить адаптацію свого законодавства до вимог ЄС. Це дозволить на законодавчому рівні перейти на кращий, перевірений на практиці, досвід країн, що тривалий час успішно реалізують державну енергозберігаючу політику. В цьому напрямку

Держкоменергозбереження розробляються зміни та доповнення до Закону України "Про енергозбереження". Передбачається включення правових норм стимулюючого характеру з урахуванням практичного досвіду державного управління сферою енергозбереження країн Європейського Союзу.

В умовах обмеженості коштів підприємств залучення інвестицій у сферу енергозбереження, на впровадження енергозберігаючої техніки та технологій є основною проблемою сьогодення в Україні. Передбачається запровадження перформанс-контрактів – фінансування енергозберігаючих заходів третьою стороною – енергетичних обстежень, установки, експлуатації, обслуговування за рахунок інвестицій у підвищення ефективності використання енергії, при відшкодуванні витрат на ці послуги повністю чи частково за рахунок отриманої економії паливно-енергетичних ресурсів.

Використовуючи цей механізм, підприємства не витрачають власних коштів на модернізацію виробництва і, як наслідок, в подальшому знижують енергоспоживання.

Передбачається запровадження практики обов'язкових енергетичних обстежень підприємств з споживання паливно-енергетичних ресурсів понад визначену норму, що поставить служби енергоменеджерів на якісно новий рівень та безумовно вплине на роботу підприємства щодо підвищення ефективності використання енергоресурсів. Висновки енергетичних обстежень приймаються підприємствами до виконання та контролюються органом державного контролю у сфері енергозбереження.

Одним із механізмів поширення інформації про переваги енергозбереження є система маркування побутових товарів за рівнем енергоспоживання. Система маркування не лише інформує покупця про об'єми споживання енергоресурсів, але й стимулює виробника до виробництва більш енергоефективної продукції. Стандарт України "Енергозбереження. Енергетичне маркування енергоємного обладнання. Загальні вимоги" враховує рекомендації ЄС щодо впровадження даної системи. Таким чином, Держкоменергозбереження, реалізуючи новий напрям енергозберігаючої політики в Україні, повністю адаптує його до вимог ЄС.

Створення стабільного стимулюючого нормативно-правового поля у сфері енергозбереження, механізмів залучення інвестицій у цю сферу дозволить значно підвищити зацікавленість суб'єктів господарювання до реалізації енергозберігаючих проєктів, підвищить ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів, конкурентоспроможність вітчизняної продукції та безумовно буде тим чинником, що сприятиме

створенню високотехнологічної енергоефективної економіки та забезпечить підвищення рівня життя громадян України.

Енергоемність вітчизняної продукції. Потенціал енергозбереження в Україні.

Енергоемність валового внутрішнього продукту країни ($E_{\text{ВВП}}$) – це показник, за яким оцінюється енергетична ефективність національної економіки та її конкурентоспроможність з точки зору енерговикористання. На сьогодні прийнято визначати енергоемність ВВП як відношення обсягу спожитих паливно-енергетичних ресурсів до отриманого валового внутрішнього продукту країни, та використовувати для оцінки і порівняння стану національної економіки з економіками інших держав.

Порівнюючи енергоемність ВВП України з іншими країнами необхідно відзначити, що енергоемність ВВП України в три-п'ять разів перевищує показники розвинених країн. Така ситуація значно обмежує конкурентоспроможність вітчизняної продукції на світових ринках, стримує розвиток національної економіки, створює залежність України від імпортованих енергоносіїв, що загрожує економічній, енергетичній та й загалом національній безпеці (Табл.2).

Таблиця 2

Країна	Україна	Польща	США	Японія	ЄС
$E_{\text{ВВП}}$, т н.е./\$1000 (за 1990 рік) (т.н.е. – тонн нафтового еквіваленту)	0,92	0,47	0,34	0,20	0,27
$E_{\text{ВВП}}$, т н.е./\$1000 (за 2000 рік)	0,91	0,28	0,26	0,17	0,22

Висока енергоемність ВВП в Україні є наслідком суттєвого технологічного відставання більшості галузей економіки від рівня розвинутих країн, незадовільної галузевої структури національної економіки, негативного впливу „тіньового” сектору, що обмежує конкурентоспроможність національного виробництва і лягає важким тягарем на економіку – особливо за умов її зовнішньої енергетичної залежності. На відміну від промислово розвинутих країн, де енергозбереження є елементом економічної та екологічної доцільності, для України – це питання виживання в ринкових умовах та входження в європейські та світові ринки.

Така ситуація гостро ставить питання необхідності врахування показника енергоемності ВВП у механізмах соціально-економічного розвитку країни, та визначення чинників, що впливають на енергоемність економіки.

Фактори енергозбереження є одними із визначальних для енергетичної стратегії України. Від їх рівня залежить ефективне функціонування національної економіки. Технічний фактор відображає вплив технічного

стану та рівня устаткування і обладнання на обсяги споживання енергоресурсів при виробництві продукції. Структурний фактор відображає вплив структурних змін у галузевій або міжгалузевій діяльності на обсяги споживання палива та енергії (Рис. 14).

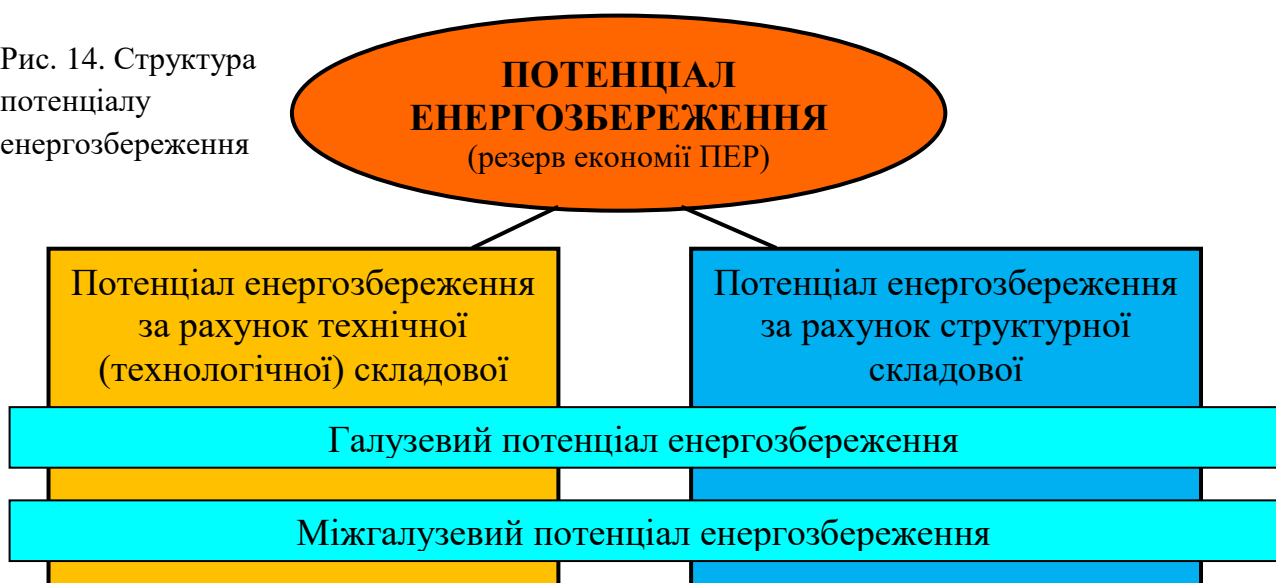
Технічна (технологічна) складова потенціалу енергозбереження:

- підвищення ефективності виробництва, перетворення, транспортування та споживання енергоресурсів і відповідно зниження енергоємності продукції за рахунок впровадження новітніх ефективних технологій та енергозберігаючих заходів.

Структурна складова потенціалу енергозбереження:

- зміна макроекономічних пропорцій в економіці з метою зниження рівнів енергоспоживання;

Рис. 14. Структура потенціалу енергозбереження



- зменшення питомої ваги енергоємних галузей і виробництв промисловості та транспорту за рахунок розвитку наукомістких галузей і виробництв з низькою енергоємністю та матеріаломісткістю.

У свою чергу структурний та технічний (технологічний) фактори залежать від міжгалузевих та внутрішньогалузевих зрушень в економіці країни.

Загальний потенціал енергозбереження за рахунок технічного та структурного факторів в економіці України у 2030 році за базовим сценарієм розвитку економіки складатиме близько 318 млн. т.у.п. За рахунок реалізації потенціалу енергозбереження енергоємність ВВП у 2030 році очікується 0,24 кг.у.п./грн., що у 2 рази менше сучасного рівня – 0,48 кг.у.п./грн.

Оцінка потенціалів галузевого енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) фактору на період до 2030 року.

Одним з найбільш ефективних і масштабних напрямів

енергозбереження за рахунок технічного (технологічного фактору), що суттєво впливає на рівень енергоспоживання, є впровадження галузевого енергозбереження за такими напрямками:

- впровадження нових енергозберігаючих технологій та обладнання;
- удосконалення існуючих технологій та обладнання;
- скорочення втрат енергоресурсів;
- підвищення якості продукції, вдосконалення та скорочення втрат сировини та матеріалів;
- заміщення і вибір найбільш ефективних енергоносіїв.

У зв'язку із цим важливого значення набувають питання, пов'язані з впровадженням енергоефективних технологій та обладнання у всіх галузях національної економіки, зокрема:

Металургійна галузь

Заміна технології мартенівської виплавки сталі на технологію конверторної виплавки. Витрати палива на виплавку 1 тони мартенівської сталі складають 106,6 кг.у.п., а конверторної – 5,7 кг.у.п. Заміна мартенівського способу виплавки сталі в обсязі 16,4 млн.т. на рік на конверторний дозволить скоротити 1,65 млн.т.у.п. на рік (понад 1,4 млрд. м³ природного газу).

Впровадження технологій доменної плавки чавуну із вдуванням гарячих відновлюваних газів на холодному технологічному кисні та пиловугільній суміші. Завдяки цьому при річному обсязі виплавки чавуну 26,4 млн. тонн скорочення споживання природного газу складе понад 2,6 млрд.м³ (100 м³/т чавуну), продуктивність доменної печі підвищиться на 20-25%.

Виробництво будівельних матеріалів

Перехід з мокрого на напівсухий та сухий способи виробництва цементу. Це зменшить енерговитрати близько 0,5 млн. т.у.п. на рік, що становить 25% від річного обсягу споживання ПЕР на виробництво цементу.

Переведення заводів галузі на випуск пустотілої цегли. Випуск цегли з 30-40% пустотілості забезпечує скорочення витрат природного газу близько 100 млн. м³ на рік, що складає 25% від річного обсягу його споживання.

Сільськогосподарське виробництво

Впровадження енергоефективних технологій обробки землі і підготовки її до посівів, оптимізації структури посівних площ шляхом збільшення неенергоємних культур та зменшення посівів енергоємних культур. Це дає змогу заощадити 15-25% пально-мастильних матеріалів від річного обсягу їх споживання в цій галузі.

Житлово-комунальне господарство

Заміна та модернізація котлів, які на даний час експлуатуються у комунальній теплоенергетиці і мають низький ККД (близько 70%), на сучасні котли з ККД 95%. Це дозволить скоротити річне споживання природного газу у обсязі понад 200 млн.м³. Майже вдвічі знизити рівень споживання енергії дозволять заходи з утеплення будинків.

Оцінка потенціалу міжгалузевого енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) фактору на період до 2030 року

Міжгалузеве технологічне енергозбереження має досить значний потенціал, проте його відмінністю від галузевого потенціалу енергозбереження є більш висока економічність – у 2-4 рази.

До основних міжгалузевих заходів слід віднести:

- використання сучасних ефективних систем обліку та контролю за витратами енергоресурсів;
- використання вторинних енергетичних ресурсів;
- впровадження автоматизованих систем керування енергоспоживанням;
- використання економічних систем і приладів електроосвітлення;
- впровадження сучасних систем і засобів силової електроніки;
- вдосконалення систем теплопостачання;
- використання сучасних технологій спалювання низькоякісного твердого палива;
- вдосконалення структури парку електроприладів у галузях тощо.

Потенціал міжгалузевого економічно доцільного енергозбереження за рахунок технічного (технологічного) фактору до 2030 р. (порівняно з 2005р.) оцінюється в 22,1 млн.т.у.п., у тому числі палива – 5,91млн. т.у.п., електричної енергії – 12,26 млрд. кВт·год, теплової енергії – 3,96 млн. Гкал.

Оцінка потенціалів галузевого енергозбереження за рахунок структурного фактору на період до 2030 року.

Виходячи з прогнозу розвитку галузей промисловості України на період до 2030 р., у структурі випуску промислової продукції відносно 2005р. за базовим сценарієм передбачається скорочення питомої ваги найбільш енергоємних галузей:

- електроенергетики – на 2,5%,
- металургії – на 5,4%,
- паливної промисловості – на 1,8%,
- хімічної та нафтохімічної промисловості – на 1,4% при одночасному зростанні часток машинобудування та металообробки на 7,1%,
- промисловості будівельних матеріалів – на 1,2%,
- харчової промисловості – на 3,4%;
- у структурі випуску валової продукції сільського господарства перед-

бачається зростання питомої ваги виробництва продукції тваринництва.

Загалом енергозбереження за рахунок галузевих структурних зрушень у промисловості, сільськогосподарському виробництві та на транспорті в 2030 році (порівняно з 2005р.) оцінюється у розмірі близько 61 млн. т.у.п.

Оцінка потенціалу міжгалузевого енергозбереження за рахунок структурного фактору на період до 2030 року.

У структурі виробництва валової продукції в галузях економіки України до 2030 р. за базовим сценарієм прогнозується зменшення частки промисловості, як найбільш енергоємної галузі економіки, на 6,8%, сільського господарства – на 2,2%, при зростанні питомої ваги транспорту – на 0,4%, житлово-комунального господарства та галузей соціальної сфери – на 2,0%, інших галузей – на 6,6% та збереженні питомої ваги будівництва.

Впровадження міжгалузевих структурних зрушень дозволить в 2030 році порівняно з 2005 роком заощадити 58,65 млн. т.у.п.

Дайте відповіді на питання.

1. Приведіть приклад можливого фінансування енергозберігаючих заходів:

- а) у вашому помешканні;
- б) на підприємстві вашої галузі;
- в) у вашому закладі освіти.

2. Розшифруйте позначення етикетки енергетичного маркування холодильника (Рис. 15).

3. Поясніть сутність перфоманс-контракту, як шляху зменшення енергоспоживання підприємством.

4. Приведіть приклади міжнародних енергозберігаючих проєктів, реалізованих у вашому місті.

5. Поясніть енергетичну доцільність переходу країни на літній час.



Рис. 15. Етикетка енергетичного маркування

3. Проблеми екології, пов'язані з енергетикою.



*Прокинувся вранці, вмився,
привів себе в порядок –
приведи в порядок свою
Планету*

*Антуан де СЕНТ-ЕКЗЮПЕРІ
«Маленький принц»*

У наші дні екологічна безпека стала важливою складовою національної безпеки держав. Під цим терміном розуміють стан захищеності окремої особи, суспільства, держави та навколишнього середовища від надзвичайних ситуацій. Екологічна безпека досягається за допомогою системи заходів, що передбачають цілеспрямований вплив суспільства на природу з метою попередження, мінімізації або ліквідації негативних для людини і природи наслідків несприятливих екологічних ситуацій. На думку вчених, така політика повинна формуватися в умовах громадянського суспільства і визначати цілеспрямовані дії держави. Її завдання – узгодження стратегії суспільного розвитку з законами розвитку біосфери і її сучасним станом.

До основних напрямів екологічної політики відносять:

- 1) оптимізацію використання природних ресурсів у процесі суспільного виробництва;
- 2) охорону природи від негативних наслідків людської діяльності;
- 3) екологічну безпеку населення.

Слід відзначити, що реалізація всіх цих напрямків в значній мірі залежить від загального рівня розвитку тієї чи іншої країни, від того, як у ній вирішуються головні соціально-економічні проблеми.

У територіальному аспекті екологічну політику можна поділити на глобальну і державну (національну).

Перша Всесвітня конференція ООН з навколишнього середовища, що відбулася в 1972 р. у Стокгольмі, поклала початок формуванню загальнолюдських підходів і створення міжнародної природоохоронної інфраструктури, саме на ній були проголошені основні принципи інтернаціональної екологічної політики. Саме в Стокгольмі було покладено початок створенню декількох міжнародних природоохоронних-екологічних організацій та програм (ЮНЕП, МАБ та ін.) Саме після цієї конференції розпочалося виконання таких великих всесвітніх програм з навколишнього середовища, як «Людина і біосфера», «Всесвітня кліматична програма» і «Міжнародна геосферно-біосферна програма», почала функціонувати Глобальна система моніторингу навколишнього середовища. У 1980 р. під егідою ЮНЕП був

прийнятий важливий документ під назвою «Всесвітня стратегія охорони природи», а в 1982 р. Генеральна Асамблея ООН проголосила «Всесвітню хартію охорони природи». Стали також виникати численні неурядові екологічні організації «зелених» (наприклад, «Грінпіс»), стали створюватися урядові органи, що відповідають за охорону навколишнього середовища, збільшилися витрати на ці цілі, розширилася екологічна освіта. За ці десятиліття країни світу уклали багато різних угод про охорону навколишнього природного середовища. До числа найбільш важливих зазвичай відносять два протоколи, що стосуються охорони атмосфери.

По-перше, це Монреальський протокол 1987р., що передбачає зниження світового виробництва фреонів, а надалі і повне його припинення. У той же час слід мати на увазі, що викиди фреонів, мабуть, не є єдиною причиною руйнування озонового шару. Вчені розглядають і інші антропогенні причини, включаючи використання надзвукових літаків і космічних систем типу «Шаттл», «Протон» «Зеніт».

По-друге, це Кіотський протокол 1997р., який іноді називають головним екологічним документом сучасності. Він зобов'язує країни світу, щоб уникнути подальшого потепління клімату, вжити суворих заходів для зменшення викидів вуглекислого газу. Одноголосно прийнятий текст цього протоколу вперше в історії встановив для розвинених країн обов'язкові кількісні показники щодо емісії таких газів: у період з 2008 по 2012 р. ці викиди в цілому повинні зменшитися на 5,2% порівняно з 1990 р. При цьому для кожної держави була встановлена своя квота на зменшення викидів: для країн ЄС в цілому – на 8%, для США – на 7, для Японії, Канади, Угорщини, Польщі – на 6%. Росії, Україні та Новій Зеландії було дозволено залишити кількість викидів парникових газів на рівні 1990 р.

Забруднення довкілля. Вплив використання енергоресурсів на стан довкілля. Заходи, що поліпшують екологічний стан довкілля.

Нинішню екологічну ситуацію в Україні можна охарактеризувати як кризову, що формувалася протягом тривалого періоду через нехтування об'єктивними законами розвитку і відтворення природно-ресурсного комплексу України. Відбувалися структурні деформації народного господарства, за яких перевага надавалася розвитку в Україні сировинно-видобувних, найбільш екологічно небезпечних галузей промисловості.

Економіці України притаманна висока питома вага ресурсномістких та енергоємних технологій. Фізично й морально застаріле устаткування в провідних галузях (енергетика, гірнично- та вугледобувна, хімічна промисловість, машинобудування) обумовило інтенсивне використання енергії, води, землі та інколи неконтрольовані викиди забруднюючих речовин у всі компоненти природи. Щорічно в процес виробництва

залучається біля 1,5 млрд.т. первинної сировини, а обсяг відходів цих галузей промисловості становить біля 15 млрд.т. Впровадження та нарощування потужностей в галузях здійснювалося найбільш "дешевим" способом – без будівництва відповідних очисних споруд. Це було можливим за відсутності ефективно діючих правових, адміністративних та економічних механізмів природо-користування та без урахування вимог охорони довкілля. Ці та інші чинники, зокрема низький рівень екологічної свідомості суспільства, призвели до значної деградації довкілля України, надмірного забруднення поверхневих і підземних вод, повітря і земель, нагромадження у дуже великих кількостях шкідливих, у тому числі токсичних, відходів виробництва.

Такі процеси тривали десятиріччями і призвели до різкого погіршення стану здоров'я людей, зменшення народжуваності та збільшення смертності, а це загрожує вимиранням і біологічно-генетичною деградацією народу України. Винятковою особливістю екологічного стану України є те, що екологічно гострі локальні ситуації поглиблюються великими регіональними кризами. Чорнобильська катастрофа з її довготривалими медикобіологічними, економічними та соціальними наслідками спричинила в Україні ситуацію, яка наближається до рівня глобальної екологічної катастрофи. Таким чином, вимушені констатувати той факт, що стан природи в Україні – критичний, а в деяких її регіонах деградація екології набуває незворотного характеру.

На екологію країни суттєвий «внесок» здійснює і сектор енергетики.

Сильно забруднюють довкілля об'єкти енергетики, передусім ТЕЦ і ГРЕС (близько 30% усіх шкідливих викидів в атмосферу від стаціонарних джерел). Поглинаючи величезну кількість нафтопродуктів, газу й вугілля, вони викидають в атмосферу мільйони кубометрів шкідливих газів, аерозолів і сажі, захаращують сотні гектарів землі шлаками й попелом.

В Україні ТЕС виробляють приблизно 55-60% електроенергії (близько 37,6 ГВт); майже всі вони розташовані в містах і є найбільшими серед усіх підприємств енергетики забруднювачами природного середовища. Основні забруднювальні компоненти: тверді продукти згоряння палива (попіл), сірчистий ангідрид, оксиди азоту. Загальна кількість викидів підприємств енергетики сягає 2,3-2,5 млн. т/рік. Розроблені методи очищення відхідних газів ТЕС дають змогу зменшити це забруднення в 100-200 разів і звести його в такий спосіб майже до фонового рівня.

Знизити питомі витрати палива можливо шляхом підвищенням ККД генераторів ТЕС. Нині максимальне значення ККД становить близько 40%, але в принципі його можна збільшити до 60% за рахунок упровадження перспективних магнітогідродинамічних (МГД) генераторів, дослідні зразки яких сьогодні випробовуються в ряді країн.

Для зменшення шкоди від екологічних забруднень вдаються до таких технологічних заходів:

- вугілля перед спалюванням у топках ТЕС очищають від сполук сірки;
- оксиди сірки й азоту вловлюють із диму ТЕС;
- вловлюють частинки попелу і сажі.

У наш час ГЕС виробляють близько 20% електроенергії у світі. Гідроенергетичний потенціал України становить 44,7млрд. кВт·год, проте лише 21,5 млрд. кВт·год припадає на ресурси, які технічно можливо використати (46% їх сконцентровано в басейні Дніпра, по 20% – у басейнах Дністра й Тиси, 14% – інших річок). Отже, за запасами гідроенергоресурсів Україна посідає досить скромне місце серед інших держав світу та Європи.

Порівняно з ТЕС і АЕС гідроелектростанції мають низку переваг:

- вони зовсім не забруднюють атмосферу;
- поліпшують умови роботи річкового транспорту;
- працюючи в парі з ТЕС, беруть на себе навантаження під час максимального (пікового) споживання електроенергії;
- агрегати ГЕС вводяться в дію дуже швидко, на відміну від агрегатів ТЕС, яким потрібно кілька годин для виходу на робочий режим, витрачаючи дефіцитне паливо.

Разом із тим ГЕС, особливо ті з них, що побудовані на рівнинних річках, завдають шкоди довкіллю. Зокрема, на Дніпрі, водосховищами затоплено величезні площі найродючіших у Європі земель: Київським – 922 км², Канівським – 675, Кременчуцьким – 2250, Кам'янським – 567, Дніпровським – 410, Каховським – 2155 км². У сумі це становить майже 7000 км² – чверть території Бельгії! Важко уявити, скільки сільськогосподарської продукції недоотримала Україна через це. Із затоплених ділянок довелося відселити жителів сотень сіл, прокласти нові дороги й комунікації. Якщо підрахувати всі ці збитки від будівництва й роботи ГЕС на рівнинних територіях, стає зрозуміло, що твердження про «найдешевший кіло-ват», який нібито дають ГЕС, не відповідає дійсності. Очевидно, що великі ГЕС раціонально будувати лише в гірських районах.

Екологічно необґрунтованим є розміщення на території України 5 АЕС (14 енергоблоків) – Чорнобильської, Рівненської, Хмельницької, Запорізької та Південноукраїнської. Не лише існує загроза аварій на АЕС, а й додається проблема поховання ядерних відходів і в недалекому майбутньому (після вироблення ресурсу) ліквідації та поховання самих АЕС. Це складний, небезпечний і дорогий процес. За словами німецького ученого-атомника Е.Гауля: «Немає жодного іншого енергоносія, використання якого залишало б хоч приблизно стільки відходів, скільки дає ядерна енергетика, і немає таких відходів, які за ступенем небезпечності хоча б приблизно нагадували продукти розщеплення».

Через існування штучних і природних джерел іонізуючого випромінювання та в результаті Чорнобильської катастрофи в Україні склалася дуже складна радіоекологічна ситуація, яка викликає необхідність створення системи заходів радіаційного захисту населення та навколишнього природного середовища. В систему таких заходів мають входити: основи ядерного законодавства, державне регулювання радіаційної безпеки, програми мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи, норми поводження з радіоактивними відходами та підвищення безпеки атомних станцій.

Антропогенні екологічні катастрофи.

Розвиток екологічної кризи прискорюють антропогенні катастрофи, передусім — техногенні аварії. Вони відбуваються в усіх галузях економіки, й кількість їх із року в рік зростає. За останні три-чотири десятиліття, крім аварії на ЧАЕС, найбільшими та найтяжчими за своїми наслідками було кілька таких катастроф.

До великих катастроф 70-х років слід віднести пожежі на газових родовищах – Шебелінському (Харківська область), яке намагались погасити керованим ядерним вибухом, та Угерському (Львівська область), аварії на нафто- й газопроводах, аварію на нафтогазовій платформі в Азовському морі, що завдали величезних економічних збитків і шкоди довкіллю.

У недалекому минулому сталися такі великі техногенні аварії. У 1992 р. на Кременецькій райагробазі розлилося майже 14 т солярної оливи. Нафтопродукти забруднили річку Ікву до міста Дубно, потерпіли риборозплідні ставки села Березьке. Тоді ж на нафтобазі міста Світловодська (Кіровоградська область) у навколишнє середовище потрапило 200 т палива. Того ж року під час аварії на ТЕЦ у Чернігові розлилося майже 300 т мазуту.

Війна негативно впливає на навколишнє середовище. Обстріли лісів, наземних і морських екосистем, промислових об'єктів, транспортної інфраструктури та будинків, руйнування систем водопостачання, каналізації та поводження з відходами провокують широкомасштабну та серйозну шкоду з довгостроковими наслідками довкілля та для здоров'я людей. За час повномасштабної російської агресії Україна втратила майже третину своїх лісів. Цілі екосистеми або перебувають на межі зникнення, або вже безповоротно втрачені. Лише за рік війни викиди парникових газів сягнули сотень тисяч тонн. У червні 2023 року російськими загарбниками було зруйновано дамбу Каховської ГЕС, що спричинило найбільшу технологічну катастрофу в Європі за десятиліття.

Імовірність антропогенних катастроф і кожний такий випадок необхідно обов'язково враховувати, ретельно аналізувати і вживати заходів для запобігання їм чи зведення до мінімуму їх негативних наслідків.

Аварія на Чорнобильській АЕС.

На чорнобильській аварії, найбільшій техногенній катастрофі в історії людства, необхідно акцентувати особливу увагу. Жодна катастрофа ХХ сторіччя не мала таких тяжких екологічних наслідків, як чорнобильська. Це трагедія не регіонального, не національного, а глобального масштабу. Вже загинуло більш як 50 тис. чоловік із 100 тис, які брали участь у ліквідації наслідків аварії. Підірвано здоров'я сотень тисяч людей. Забруднені мільйони гектарів ґрунтів. У водосховищах осіли мільйони тонн радіоактивного мулу. І це тільки відомі на сьогодні наслідки.

Територія з сильним радіоактивним забрудненням ґрунту становить 8,4 млн. га і охоплює 32 райони шести областей України. Більшість цих ґрунтів припадає на сільськогосподарські угіддя. Забруднено 3 млн. га лісу. Близько 1,5 млн. чоловік проживає на території, де радіоактивний фон перевищує допустимі норми.

У водах Прип'яті, Дніпра та його водосховищ значно зросла концентрація радіонуклідів. В Київському водосховищі на дні нагромадилося вже більш як 60 млн. т. радіоактивного мулу.

Велику небезпеку криють у собі тимчасові могильники навколо АЕС, в яких міститься 40 млн.м³ твердих радіоактивних відходів. Не менш небезпечний і «саркофаг» над згорілим 4 енергоблоком ЧАЕС. Там залишилася величезна кількість радіоактивних речовин. Могильники вже сьогодні протікають, «саркофаг» з роками стає дедалі радіоактивнішим, конструкції його просідають і деформуються. У 2016 році встановлено «саркофаг-2», шириною 257, висотою 110 і довжиною 165 метрів, масою 36 тис. тон, що накрив весь четвертий енергоблок разом зі старим «саркофагом» (Рис. 16). Вартість реалізованого проєкту 2,15 млрд. євро. Тепер планується поступовий демонтаж зруйнованого четвертого енергоблоку й вилучення рештків ядерного палива.



Рис. 16. Арка саркофагу-2, який встановлено над зруйнованим енергоблоком

Ряд країн після чорнобильської катастрофи відмовилися від реалізації власних програм розвитку атомної енергетики (Австрія, Філіппіни, Швеція). Після аварії на АЕС «Фукусіма-1», яка серйозно постраждала після землетрусу, ряд країн ставлять перед собою завдання відмовитися від ядерної енергетики. Зокрема, ФРН з березня 2011 р. зупинила 7 з 17

наявних реакторів і прийняла рішення про виведення з експлуатації решти АЕС. У 2011 р. в Німеччині виробництво атомної енергії знизилася на 23%, Японії – на 44%, а в цілому в світі даний показник скоротився на 4,3%.

...Чорнобиль не відходить у минуле, не відпускає його туди наша свідомість. Вона опромінена ним. Уперше так близько, так реально й так жахливо відкрилося нам обличчя ядерного століття в нещодавно ще глухому, здавалося, назавжди забутому цивілізацією, куточку українського й біло-руського Полісся, де зберігся старослов'янський говір, де в селах багато знахарів, ворожок, мисливців. Саме в цьому місці, куди науково-технічна революція прийшла немов останньою чергою. Прийшла й... залишила їх безживними на поки що невідомий навіть ученим строк... (В. О. Яворівський). Наслідки цього лиха вічні, глобальні і тепер можна говорити не про їх усунення, а лише про пристосування до них.

Дайте відповіді на питання.

1. Приведіть відомі вам факти екологічних проблем, пов'язаних з енергетикою у вашому місті, (районі, області).

2. Які антропогенні екологічні надзвичайні ситуації, пов'язані з енергоносіями, загрожують, чи вже сталися у вашому місті?

Чи знаєте ви, що ...

У 2024 році дослідники з кліматичного центру Коперника при Євросоюзі оприлюднили щорічний кліматичний огляд, у якому йдеться про те, що 2023 рік побив попередній рекорд 2016 року з великим відривом.

«2023 рік вперше за всю історію спостережень щодня протягом року перевищував на 1°C доіндустріальний рівень 1850-1900 років. Практично кожен другий день був більш ніж на 1,5°C теплішим, ніж у 1850–1900 роках, а два дні у листопаді вперше пробили рубіж у 2°C», — йдеться в огляді (Рис. 17).

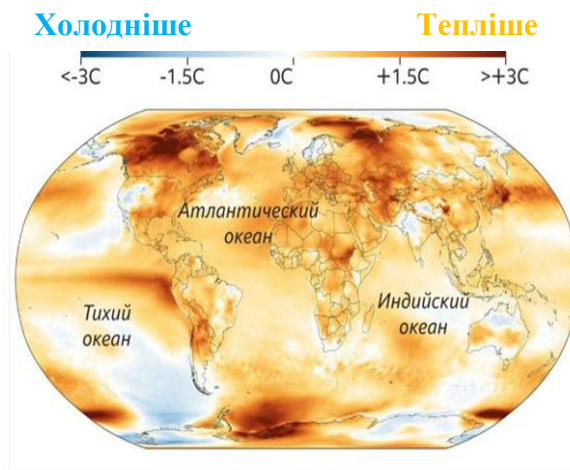
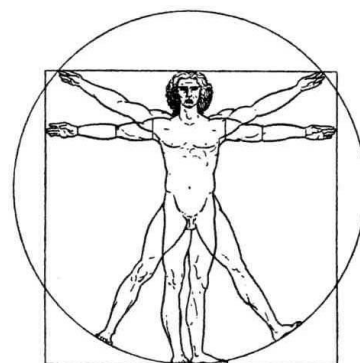


Рис. 17. Середня температура приземного шару повітря у 2023 році у порівнянні з середньою температурою 1991-2020 років

Джерело:

4. Основи теплофізики.

*Наука починається з тих пір,
коли починають вимірювати.
Точна наука немислима без міри.
Д. МЕНДЕЛЄЄВ*



Перш ніж обговорювати питання кількісних характеристик енергії та ефективності її використання, згадаємо основні енергетичні поняття.

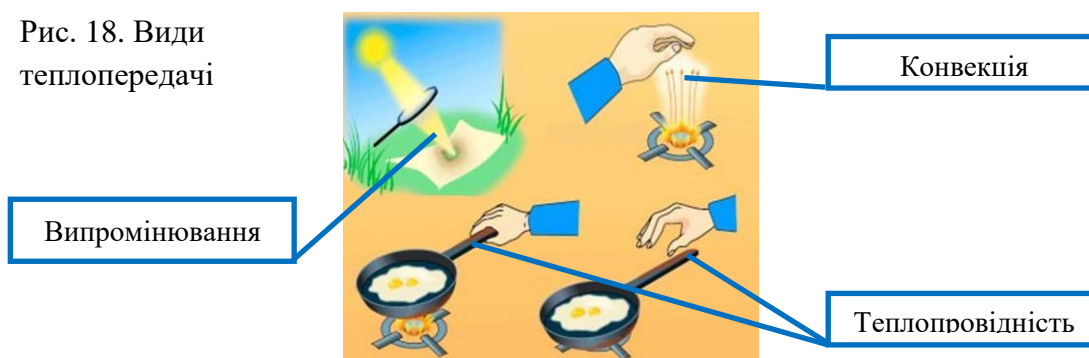
4.1 Короткі відомості про теплопередачу.

Явища передачі тепла чи теплообміну є одними з основних при вивченні питань енергозбереження. Теплопередача вивчає закономірності процесів теплообміну між тілами і поширення теплоти в самих тілах. Ці знання необхідні для керування тепловими потоками.

Необхідною умовою теплообміну між тілами чи речовинами є наявність різниці температур. Перенос тепла може здійснюватися трьома способами: теплопровідністю, конвекцією і випромінюванням (Рис. 18).

Проаналізуємо всі можливі способи теплопередачі та можливості їх енергоефективного використання.

Рис. 18. Види теплопередачі



Теплопровідність – це молекулярний перенос тепла в суцільному середовищі, зумовлений наявністю різниці температур.

Кількість тепла Q , що переноситься через поверхню за одиницю часу t називають тепловим потоком P .

$$P = \frac{Q}{t}; \quad \left[\text{Вт} = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \right] \quad (3)$$

Відношення теплового потоку до одиниці поверхні тіла, називають поверхневою густиною теплового потоку (або просто густиною теплового потоку), її позначають

$$q = \frac{P}{S} = \frac{Q}{St}; \quad \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right] \quad (4)$$

Величина q є вектором, напрям якого протилежний напрямку зміни температури, оскільки тепла енергія самостійно розповсюджується завжди лише у сторону зменшення температури.

Досліджуючи явище теплопровідності в твердих тілах, Фур'є встановив, що тепловий потік P , що передається через однорідну пласку одношарову стінку, товщиною d , пропорційний різниці температур поверхонь стінки $(t_c^I - t_c^{II})$ і площі потоку S , тобто

$$P = \lambda \cdot \frac{(t_c^I - t_c^{II})}{d} \cdot S \quad (5)$$

Коефіцієнт пропорційності λ , що входить до рівняння, характеризує здатність речовини, з якої складається дане тіло, проводити тепло, називається коефіцієнтом теплопровідності або просто теплопровідністю.

Для різних тіл коефіцієнт теплопровідності має певне числове значення і залежить від структури, густини, вологості і температури цих тіл.

Чисельно коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м·К) визначає собою потужність теплового потоку, що проходить через 1 м^2 поверхні при нерівномірності температури 1 К/м . Тобто, якщо коефіцієнт теплопровідності λ бетону рівний $1,75\text{ Вт/(м·К)}$, то це означає, що через один квадратний метр бетонної стіни, товщиною 1 м , при різниці температур 1 К , протягом 1 с передається $1,75\text{ Дж}$ теплоти.

При технічних розрахунках використовують значення коефіцієнтів теплопровідності, що приводяться в довідкових таблицях. Нижче (Табл. 3) дані середні значення коефіцієнта теплопровідності для деяких матеріалів λ (Вт/(м·К)).

Таблиця 3.

Матеріал	Коефіцієнт теплопровідності Вт/(м·К)	Матеріал	Коефіцієнт теплопровідності Вт/(м·К)
Срібло	418	Червона цегла	0,55 – 0,8
Чиста мідь	380	Силікатна цегла	0,82
Алюміній	230	Вода (0—100°C)	0,55 – 0,7
Сталь, чавун	45 – 60	Азбест	0,09 – 0,19
Лід	2,5	Дерево	0,11 – 0,17
Бетон суцільний	1,75	Мінеральна вата	0,044
Бетон на піску	0,7	Пінопласт	0,033 – 0,038
Пінобетон	0,3	Повітря (0-1000°C)	0,024 – 0,075
Скло	1,15	Аргон	0,0177
Пісок 0% вологості	0,33	Криптон	0,0095
10% вологості	0,97	Ксенон	0,0057
20% вологості	1,33	Вакуум	0

Коефіцієнт теплопровідності найбільш високий у металів, значно нижчий у неметалевих будівельних матеріалів і досягає особливо низьких значень у пористих матеріалів, що використовуються для теплової ізоляції.

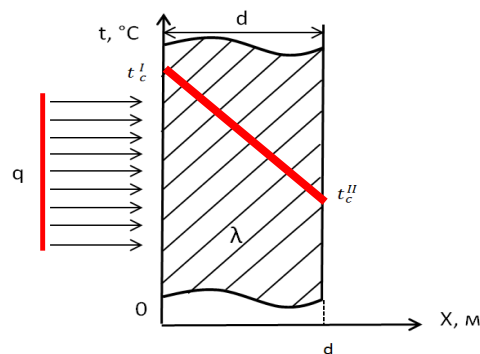
Матеріали, які мають $\lambda < 0,20\text{ Вт/(м·К)}$ прийнято називати теплоізоляційними.

Розрахункові формули при стаціонарній теплопровідності

Спробуємо кількісно розрахувати кількість тепла, що передається шляхом теплопровідності через стінки різного складу.

Однорідна пласка стінка. Розглянемо явище теплопровідності в однорідній пласкій стінці, товщиною d (зустрічається δ). (Рис. 19).

Коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки λ . Припустимо, що на поверхнях стінки підтримуються постійні температури t_c^I і t_c^{II} , (стаціонарний режим), при цьому температурне поле змінюється лише у напрямі осі x . Внутрішні джерела тепла в стінці відсутні.



Густина теплового потоку через стінку визначається законом Фур'є

$$q = \lambda \cdot \frac{(t_c^I - t_c^{II})}{d} = \frac{\lambda}{d} \cdot (t_c^I - t_c^{II}) \quad (6)$$

одношаровій стінці

Різниця температур $(t_c^I - t_c^{II}) = \Delta t$, називається температурним натиском. Відношення λ/d , Вт/(м²·К) називається тепловою провідністю стінки, що показує, яку кількість тепла проводить 1м² стінки за одиницю часу при температурному натиску, рівному одному градусу. Зворотна величина теплової провідності δ/λ (К·м²/Вт) називається термічним опором. Подібна назва для величини обумовлена тим, що формула, написана у формі

$$q = \frac{\Delta t}{d/\lambda}, \quad (7)$$

аналогічна за формою написанню закону Ома для постійного струму, і відношення d/λ відповідне опору у формулі закону Ома, називають термічним опором.

Знаючи величину q , не важко визначити і загальну кількість тепла Q , переданого через пласку стінку, площею S протягом часу τ

$$Q = q \cdot S \cdot \tau = \frac{\lambda}{d} \Delta t \cdot S \cdot \tau \quad (8)$$

Багатошарова пласка стінка.

У будівництві найбільш розповсюджені багатошарові огорожувальні конструкції. Наприклад, стіни житлових будинків за основним цегляним шаром з однієї сторони мають внутрішню штукатурку, з іншої – зовнішнє оздоблення. Обкладки топків та печей, що використовуються в промисловості, також, як правило, складаються з декількох шарів: шару жаростійкого мурування, шару звичайної цегли та шару теплової ізоляції.

Розглянемо пласку стінку, складену з декількох, наприклад трьох однорідних, прилягаючих один до одного шарів (Рис. 20). Товщина шарів

та відповідні значення теплопровідності складають $d_1, d_2, d_3, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$. Крім того, задані температури зовнішніх поверхонь стінок t_1, t_4 . В місцях контакту шарів температури відповідно t_2, t_3 , але їх значення невідомі.

Оскільки ми розглядаємо стаціонарний режим, то густина теплового потоку q , що проходить через кожен шар стіни, по величині однакова. Користуючись формулою (9) записати:

$$q = \frac{\lambda_1}{d_1}(t_1 - t_2); \quad q = \frac{\lambda_2}{d_2}(t_2 - t_3); \quad q = \frac{\lambda_3}{d_3}(t_3 - t_4). \quad (9)$$

Виходячи з написаних рівнянь, знаходимо зміни температури та визначимо температурний натиск $t_1 - t_4 = \Delta t$, тобто:

$$\begin{cases} t_1 - t_2 = \frac{qd_1}{\lambda_1}; \\ t_2 - t_3 = \frac{qd_2}{\lambda_2}; \\ t_3 - t_4 = \frac{qd_3}{\lambda_3}; \end{cases} \quad t_1 - t_4 = \Delta t = q \left[\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} \right] \quad (10)$$

звідки

$$q = \frac{\Delta t}{\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3}} \quad (11)$$

З отриманого рівняння видно, що загальний термічний опір багат шарової стінки дорівнює сумі термічних опорів кожного шару.

Якщо значення теплового потоку, визначеного рівнянням (11) підставити в рівняння (10), можна знайти невідомі температури t_2 та t_3 :

$$t_2 = t_1 - q \cdot \left(\frac{d_1}{\lambda_1} \right); \quad t_3 = t_2 - q \cdot \left(\frac{d_2}{\lambda_2} \right) = t_1 - q \cdot \left[\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} \right] \quad (12)$$

Або

$$t_3 = t_4 + q \cdot \left(\frac{d_3}{\lambda_3} \right); \quad (13)$$

Всередині кожного шару температура змінюється по лінійному закону (при $\lambda = \text{const}$), а для багат шарової стінки вона являє собою ламану лінію так, як кожен шар стіни має своє значення λ .

Задача 4.1. Чому на дотик метал завжди «холодний», а пінопласт «теплій»? Чому на морозі можна доторкнутися язиком до пінопласту, а до металу – ні?

Задача 4.2. Поясніть вираз: коефіцієнт теплопровідності заліза $60 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; шлакової вати – $0,07 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$. Яка кількість теплоти буде втрачена через

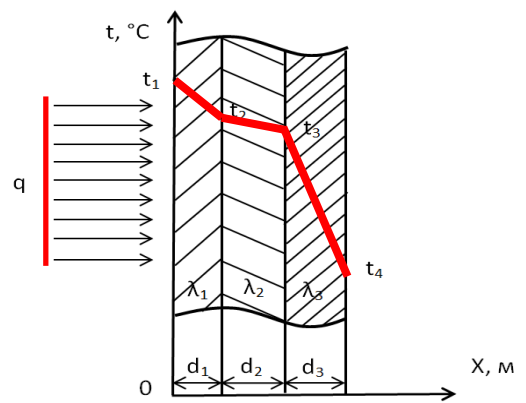


Рис. 20. Теплопровідність в багат шаровій стінці

стілки, виготовлені з цих речовин, площею 1 м^2 та товщиною 1 м за різниці температур у 10К за 1хв. Пояснити, чому $Q_3 > Q_B$, визначити в скільки разів.

Задача 4.3. Цегляна стіна ($\lambda = 0,82 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, товщиною 250 мм з однієї сторони має температуру -10°C , з другої $+20^\circ\text{C}$. Визначте густину теплового потоку через стіну та глибину її промерзання до температури 0°C .

Дано:
 $\lambda = 0,82 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$
 $t_1 = -10^\circ\text{C}$
 $t_2 = 20^\circ\text{C}$
 $t_0 = 0^\circ\text{C}$
 $d = 250\text{мм} = 0,25\text{м}$

 $P/S - ?$

Розв'язання:
 За визначенням, тепловий потік – це кількість тепла, що передається від тіла з більш високою температурою до тіла з більш низькою температурою за одиницю часу

$$P = \frac{Q}{t}$$

Виходячи з закону Фур'є:

$$Q = \lambda \frac{t_2 - t_1}{d} S \cdot t,$$

визначимо густину теплового потоку як відношення теплового потоку до площі поверхні:

$$\frac{P}{S} = \lambda \frac{t_2 - t_1}{d} = 0,82 \cdot \frac{20 - (-10)}{0,25} = 98,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

Перевіримо розмірність величини

$$\left[\frac{P}{S} \right] = \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \cdot \frac{^\circ\text{C}}{\text{м}} = \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$

Враховуючи рівномірність теплового потоку через однорідну стіну, визначимо температуру в стіні на глибині X (Рис. 21).

$$\frac{X}{t_0 - t_1} = \frac{d}{t_2 - t_1}, \quad \text{звідси}$$

$$X = \frac{d(t_0 - t_1)}{(t_2 - t_1)} = \frac{0,25(0 - (-10))}{(20 - (-10))} = 0,083\text{м.}$$

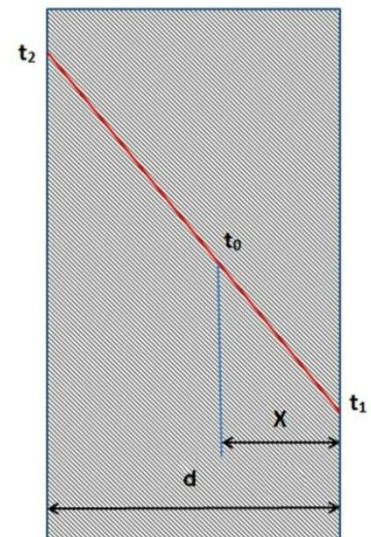


Рис. 21.

Відповідь: густина теплового потоку через стінку становить $98,4 \text{ Вт}/\text{м}^2$, до температури 0°C стіна промерзає на глибині $0,083\text{м}$.

Задача 4.4. Визначити втрати теплової енергії стіни без теплоізоляції ($\lambda_1/d = 4,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$) при різниці температур 40°C за 1 хв. , через площу 1м^2 . Визначити втрати теплової енергії такої ж стіни з теплоізоляцією ($\lambda_2/d = 0,75 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$) за однакових інших умов.

Дано:

$$\lambda_1/d = 4,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

$$\lambda_2/d = 0,75 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

$$\Delta t = 40^\circ \text{C},$$

$$S = 1 \text{ м}^2,$$

$$\tau = 60 \text{ с}.$$

$$W_1, W_2 - ?$$

Розв'язання:

Виходячи з рівняння (4), маємо $Q = q \cdot S \cdot \tau$, де густину теплового потоку визначимо за законом Фур'є:

$$q = \frac{\lambda}{d} \cdot \Delta t$$

Тоді,
$$Q_1 = \frac{\lambda}{d} \cdot \Delta t \cdot S \cdot \tau = 4,5 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 60 = 10800 \text{ Дж} = 10,8 \text{ кДж}$$

При втратах тепла через стіну з теплоізоляцією маємо багат шарову стінку. Виходячи з рівняння (11)

$$q = \frac{\Delta t}{\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2}}$$

Тоді,
$$Q_2 = \frac{\Delta t}{\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2}} \cdot S \cdot \tau = \frac{40}{\frac{1}{4,5} + \frac{1}{0,75}} \cdot 1 \cdot 60 = 1543 \text{ Дж} \approx 1,54 \text{ кДж}$$

Відповідь: втрати теплової енергії стіни без теплоізоляції складають 10,8кДж, втрати енергії стіни з теплоізоляцією 1,54кДж.

Чи знаєте ви, що?

- Алмаз-воістину унікальний мінерал. І справа не тільки в його красі і блиску. Він має набір найцінніших властивостей. До речі, якщо алмаз стиснути в долоні, він не нагріється. Теплопровідність алмазу настільки висока (1000-2600 Вт/(м·К)), що він залишається прохолодним навіть у спеку.

- Графен – одна з форм вуглецю має теплопровідність 4840-5300 Вт/(м·К).

- Керамічне покриття "Термосилат" для підвищення теплоізоляційних властивостей, має коефіцієнт теплопровідності 0,0022 Вт/(м·К). Це один з найнижчих коефіцієнт теплопровідності у світі.

Конвекція- процес переносу (теплоти) енергії шляхом переміщення рідини або газу (теплоносія) із області з однією температурою в область з іншою температурою.

Це досить складний процес і залежить від низки факторів:

- характеру конвекції (вільна, що здійснюється за рахунок різної густини нагрітих та холодних частин теплоносія та вимушена, що відбувається під дією зовнішніх сил – вітру, насоса, вентилятора);
- режиму руху рідини чи газу (ламінарний – рух при малих швидкостях паралельними потоками без змішування та турбулентний – рух при великих швидкостях, коли в теплоносії спостерігаються завихрення);
- швидкості руху теплоносія;
- напрямку теплового потоку (нагрівання чи охолодження);
- фізичних властивостей теплоносія (в'язкість, теплоємність, густина,

- теплопровідність та ін.);
- площі поверхні стінок, що омиває теплоносій;
- форми стінок, що віддають тепло.

Розрахунок процесу конвекційного теплообміну здійснюють на основі закону Ньютона, який описується рівнянням:

$$Q = \alpha \cdot S \cdot (t - t_c) \cdot \tau \quad (14)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі, (Вт/м²·К),

t та t_c – температури відповідно теплоносія та стінки.

Коефіцієнт тепловіддачі α показує, яка кількість тепла передається від стінки до теплоносія, або навпаки, через одиницю площі за одиницю часу при різниці температур між поверхнею стінки та теплоносієм в 1К.

Розділивши обидві частини рівняння (14) на площу S , отримаємо вираз для густини теплового потоку при тепловіддачі:

$$q = \alpha \cdot (t - t_c) \quad (15)$$

або

$$q = \frac{(t-t_c)}{\frac{1}{\alpha}} \quad (16)$$

Коефіцієнт тепловіддачі α визначають дослідним та аналітичним шляхами.

Поряд з конвекцією в рідинах та газах завжди буде здійснюватися передача тепла через теплопровідність.

Задача 4.5. Від яких факторів залежить інтенсивність конвекційного теплообміну батареї опалення?

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| а) матеріал батареї; | е) вид теплоносія в батареї; |
| б) товщина шару фарби на батареї; | ж) товщина накипу в батареї; |
| в) площа поверхні батареї; | з) температура батареї |
| г) геометрична форма батареї; | і) швидкість потоку теплоносія в |
| д) вільний доступ повітря до батареї; | батареї; |

Випромінювання (променевий теплообмін) – процес передачі енергії електромагнітними хвилями. При будь-якій температурі всі тіла випромінюють хвилі різної довжини. Для температур, що застосовуються в теплотехніці, спектр теплового випромінювання охоплює діапазон хвиль, довжиною 0,4-800 мкм. і включає видиме світло (0,4-0,8 мкм) та інфрачервоні промені (0,8 – 800 мкм). В області температур до 2000°С основну роль в теплообміні відіграють інфрачервоні хвилі.

Теплове випромінювання є результат перетворення внутрішньої енергії тіл в енергію електромагнітних коливань.

Як відомо, енергія, що падає на тіло $E_{\text{пад}}$, частково поглинається (E_A), частково відбивається (E_R), і частково проникає крізь нього (E_D) (Рис. 22).

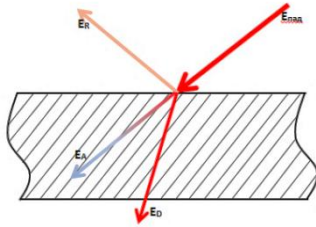


Рис.22. Розподіл енергії випромінювання, що падає на тіло

Ці величини поєднуються рівнянням теплового балансу

$$E_{\text{пад}} = E_A + E_R + E_D \quad (17)$$

Найпростішою моделлю для вивчення процесів випромінювання є абсолютно чорне тіло, у якого вся енергія, що падає на нього повністю поглинається. Густина потоку випромінювання абсолютно чорного тіла в залежності від його температури визначається законом Стефана-Больцмана:

$$E_0 = \sigma \cdot T^4 \quad (18)$$

де $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ – стала Стефана-Больцмана,

T – температура тіла (К).

Для технічних розрахунків закон Стефана-Больцмана, як правило, записують у вигляді:

$$E_0 = C_0 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4 \quad (19)$$

де $C_0 = \sigma_0 \cdot 10^8 = 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ називається коефіцієнтом випромінювання абсолютно чорного тіла.

Задача 4.6. Робота яких опалювальних елементів здебільшого базується на використанні інфрачервоного випромінювання?

- | | |
|--|--|
| <p>а) традиційні батареї опалення;</p> <p>б) UFO обігрівачі;</p> <p>в) електрокаміни та нагрівальні прилади;</p> | <p>д) системи поверхневого обігріву.</p> <p>д) система опалення «тепла підлога»;</p> |
|--|--|

Задача 4.7. Визначити кількість тепла, що випромінюється 1 м^2 батареї опалення з температурою 60°C протягом 6 місяців опалювального сезону.

Дано:

$$\begin{aligned}
 S &= 1 \text{ м}^2 \\
 t &= 60^\circ \text{C} \\
 \Delta T &= 6 \text{ міс} = \\
 &= 6 \text{ міс} \cdot 30 \text{ дн} \cdot 24 \text{ год} \cdot 3600 \text{ с} = \\
 &= 15,55 \cdot 10^6 \text{ с}
 \end{aligned}$$

$Q = ?$

Розв'язання:

Густина потоку випромінювання абсолютно чорного тіла в залежності від його температури визначається законом Стефана-Больцмана

$$E_0 = C_0 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4$$

де $C_0 = 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла. Тоді, енергія, випромінена протягом 6 міс.

$$Q = E_0 \cdot \Delta T = C_0 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4 \cdot \Delta T = 5.67 \cdot \left(\frac{333}{100}\right)^4 \cdot 15,55 \cdot 10^6 = \\ = 10841525266 \text{ Дж} \approx 10,84 \text{ ГДж} \approx 2,593 \text{ Гкал.}$$

Відповідь: кількість тепла, що випромінюється 1 м^2 батареї опалення протягом 6 місяців опалювального сезону становить $\approx 2,593$ Гкал (без урахування теплопередачі шляхом конвекції та теплопровідності).

Задача 4.8. Визначити сонячну сталу для Землі, тобто кількість променевої енергії, що надсилається Сонцем за одиницю часу на одиницю поверхні Землі. Температура поверхні Сонця $T = 5800 \text{ К}$. Випромінювання Сонця вважати близьким до випромінювання абсолютно чорного тіла.

Дано:
 $S = 1 \text{ м}^2$
 $T = 5800 \text{ К}$
 $R_c = 6.96 \cdot 10^8 \text{ м}$
 $R_3 = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ м}$

 $K = ?$

Розв'язання:
 Оскільки за умовою задачі випромінювання Сонця близьке до випромінювання абсолютно чорного тіла, то за законом Стефана-Больцмана поверхнева густина потоку випромінювання:

$$E_0 = C_0 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4$$

Потужність випромінювання Сонця

$$N = E_0 \cdot S_c.$$

де $S_c = 4\pi R_c^2$ – площа поверхні Сонця

$$\text{Маємо: } N = 4\pi C_0 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4 \cdot R_c^2.$$

Потужність, що випромінюється Сонцем, падає на внутрішню поверхню сфери, радіус якої дорівнює середній відстані від Сонця до Землі

$$R_3 = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ м.}$$

Площа поверхні такої сфери

$$S_3 = 4\pi R_3^2$$

По визначенню сонячної сталої

$$K = \frac{N}{S_3} = \frac{4\pi C_0 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4 \cdot R_c^2}{4\pi R_3^2} = \frac{C_0 \cdot \left(\frac{T}{100}\right)^4 \cdot R_c^2}{R_3^2} = \\ = \frac{5.67 \left(\frac{5800}{100}\right)^4 \cdot (6.96 \cdot 10^8)^2}{(1,496 \cdot 10^{11})^2} \approx 1380 \text{ Вт} \approx 1,38 \text{ кВт/м}^2$$

Відповідь: кількість енергії, що надсилається Сонцем за одиницю часу на одиницю поверхні Землі (сонячна стала) $K = 1,38 \text{ кВт/м}^2$.

Задачі для самостійного розв'язання

Задача 4.9. Чому у вікнах скло вставляють у подвійні рами, а не подвійної товщини?

Задача 4.10. Пласку поверхню з температурою 400°C потрібно ізолювати піношамотом ($\lambda=0,29 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$) так, щоб втрати теплоти не перевищували 450 Вт/м^2 , при температурі на зовнішній поверхні ізоляції 43°C . Визначте товщину шару ізоляції.

Задача 4.11. Стіна з бетону товщиною 450 мм має з одного боку температуру -20°C , а з другого $+20^{\circ}\text{C}$. Якою буде товщина стіни, якщо густина теплового потоку через стіну залишиться такою ж, а стіну виготовити з червоної цегли?

Задача 4.12. Виходячи з яких міркувань батареї опалення розміщують внизу, а не у верхній частині приміщення?

Задача 4.13. Якими шляхами можна підвищити ефективність батареї опалення?

- а. Підвищити температуру батареї;
- б. Підвищити теплопровідність повітря шляхом збільшення його вологості;
- в. Внести вдосконалення в конструкцію батареї з метою покращення тепловіддачі за рахунок конвекції;
- г. Створити умови для більш вільного доступу повітря до батареї з метою покращення тепловіддачі за рахунок конвекції.

Задача 4.14. Дайте характеристику радіатора до комп'ютерного процесора з точки зору умов теплопередачі та конвекції (Рис. 23).

Задача 4.15. Після встановлення потужної батареї опалення в приміщенні надто жарко. Вкажіть найбільш раціональний і швидкий шлях створення в кімнаті комфортних умов.

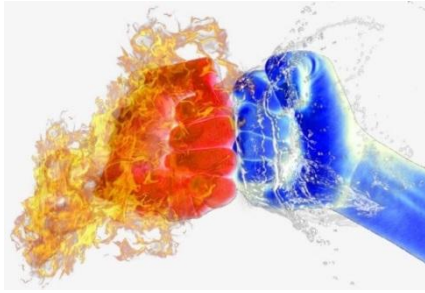
- а. Відкрити квартиру,
- б. Зменшити кількість секцій батареї опалення,
- в. Частина батареї опалення накрити ковдрою,
- г. Встановити під батареєю опалення вентилятор,
- д. Увімкнути кондиціонер.



Рис. 23. Радіатор охолодження процесора персонального комп'ютера

Задача 4.16. Коефіцієнт корисної дії лампочки розжарення складає близько 5%. В які види енергії перетворюється інші 95%?

4.2. Складний теплообмін.



*Тепло і холод – це дві руки природи,
якими вона дає майже все.*

Френсіс БЕКОН

Розглянуті явища передачі тепла як правило здійснюються одночасно. Наприклад, коли нагріте тіло контактує з газом, то наряду з випромінюванням теплообмін здійснюється конвекційним шляхом. В системах опалення, вентиляції та кондиціонування нагріта теплоносієм до температури t_1 поверхня стінки віддає тепло навколишньому середовищу, з середньою температурою t_2 (Рис. 24). При цьому густина теплового потоку для одношарової стінки з урахуванням формул (6) та (15) становитиме:

$$q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (20)$$

де α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від нагрітого середовища лівої поверхні стінки (Вт/(м²·К),

d – товщина стінки,

λ – коефіцієнт теплопровідності стінки,

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від правої поверхні стінки середовищу, що нагрівається (Вт/(м²·К).

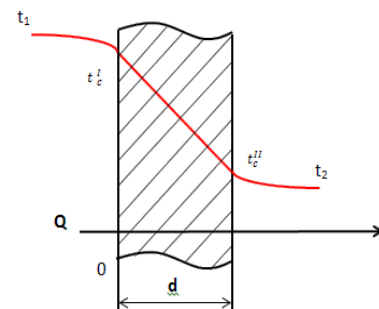


Рис. 24. Передача тепла від середовища з температурою t_1 до середовища з температурою t_2 через стінку

Опір теплопередачі R_0 , (м²·К/Вт) огорожувальної конструкції можна визначити за формулою

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_1} + R_k + \frac{1}{\alpha_2}, \quad (21)$$

де $R_k = \frac{d}{\lambda}$ — термічний опір одношарової огорожувальної конструкції, (м²·К/Вт).

Коефіцієнти тепловіддачі α_1 та α_2 для кожних конкретних умов визначаються з таблиць.

Задача 4.18. Стіна з червоної цегли ($\lambda=0,68$ Вт/(м·К)) товщиною 450 мм має з одного боку температуру -20°C , а з другого $+20^\circ\text{C}$. Визначте густину теплового потоку для даної стінки з урахуванням конвекційного теплообміну та без нього.

Значення коефіцієнтів тепловіддачі $\alpha_1 = 8,7$ Вт/(м²·К) та $\alpha_2 = 23$ Вт/(м²·К).

Дано:

$\lambda=0,68 \text{ Вт/(м·К)}$;
 $\alpha_1 = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$;
 $\alpha_2= 23 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$;
 $d = 0,45 \text{ м}$;
 $t_1 = + 20^\circ\text{C}$;
 $t_2 = - 20^\circ\text{C}$

$q_1, q_2 - ?$

Розв'язання:

Густина теплового потоку для цегляної стінки з урахуванням конвекційного теплообміну визначається формулою (19)

$$q_1 = \frac{t_2 - t_1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{-20 - 20}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,45}{0,68} + \frac{1}{23}} =$$

$$= \frac{-40}{0,11 + 0,66 + 0,04} = \frac{-40}{0,81} = -49,4 \text{ Вт/м}^2$$

Без урахування конвекційного теплообміну густина теплового потоку визначається законом Фур'є (5)

$$q_2 = \frac{\lambda}{d} \cdot (t_2 - t_1) = \frac{0,68}{0,45} (-20 - 20) = -60,4 \text{ Вт/м}^2$$

Відповідь: Густина теплового потоку для цегляної стінки з урахуванням конвекційного теплообміну $49,4 \text{ Вт/м}^2$, а без урахування конвекційного теплообміну $60,4 \text{ Вт/м}^2$. Суттєве зменшення густини теплового потоку з урахуванням конвекційного теплообміну пояснюється тим, що конвекційні потоки зменшують різницю температур з обох сторін стіни, адже, виходячи з Рис.24 $t_1 > t_c^1$ та $t_c^2 > t_2$.

Задача 4.19. Обчислити термічний опір стіни будинку і визначити втрати теплоти через 1 м^2 її поверхні, якщо стіна складається з гіпсових блоків, товщиною 200мм, з коефіцієнтом теплопровідності $0,3 \text{ Вт/(м·К)}$, силікатної цегли, товщиною 125мм, з коефіцієнтом теплопровідності $0,8 \text{ Вт/(м·К)}$, шару утеплення з пінопласту товщиною 100 мм з коефіцієнтом теплопровідності $0,04 \text{ Вт/(м·К)}$ та шару цементної штукатурки, товщиною 10мм, з коефіцієнтом теплопровідності $0,9 \text{ Вт/(м·К)}$. Температуру стіни всередині будинку прийняти 20°C . Зовнішня поверхня стіни оточена повітрям з температурою -20°C . Коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні стіни $\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$, для внутрішньої поверхні стіни $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Розрахувати також температуру на межі шарів і побудувати в масштабі графік зміни її по товщині пакета стіни.

Дано:

$S= 1 \text{ м}^2$
 $d_1= 0,2 \text{ м}$
 $\lambda_1= 0,3 \text{ Вт/(м·К)}$
 $d_2= 0,125 \text{ м}$
 $\lambda_2= 0,8 \text{ Вт/(м·К)}$
 $d_3= 0,1 \text{ м}$
 $\lambda_3= 0,04 \text{ Вт/(м·К)}$

Розв'язання:

Стіну будинку можна розглядати як багатошарову стінку, з кількістю шарів n , термічний опір якої:

$$R = \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B}$$

де d_i - товщина шару, м;

λ_i - коефіцієнт теплопровідності, $\text{Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$;

α_3, α_B – коефіцієнти тепловіддачі зовнішньої та

$$d_4 = 0,01 \text{ м}$$

$$\lambda_4 = 0,9 \text{ Вт/(м·К)}$$

$$t_B = 20 \text{ °С}$$

$$t_3 = -20 \text{ °С}$$

$$\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$$

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$$

$$R, g_B - ?$$

внутрішньої поверхні стіни.

В даному випадку:

$$R = \frac{1}{\alpha_3} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_B}$$

$$R = \frac{1}{23} + \frac{0,2}{0,3} + \frac{0,125}{0,8} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{0,01}{0,9} + \frac{1}{8,7} = 3,49 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$$

Втрату теплоти через 1 м^2 стіни визначаємо за формулою:

$$g_B = \frac{t_B - t_3}{R} = \frac{(20 - (-20))}{3,49} = 11,45 \text{ Вт/м}^2$$

Температура на теплій поверхні стіни

$$t_1 = t_B - g \frac{1}{\alpha_B} = 20 - 11,45 \frac{1}{8,7} = 18,68 \text{ °С}$$

Температуру між першим і другим шарами знайдемо за формулою:

$$t_{ш1} = t_1 - g \frac{d_1}{\lambda_1} = 18,68 - 11,45 \frac{0,2}{0,3} = 11,05 \text{ °С}$$

Температура між другим і третім шарами:

$$t_{ш2} = t_{ш1} - g \frac{d_2}{\lambda_2} = 11,05 - 11,45 \frac{0,125}{0,8} = 9,26 \text{ °С}$$

Температура між третім і четвертим шарами:

$$t_{ш3} = t_{ш2} - g \frac{d_3}{\lambda_3} = 9,26 - 11,45 \frac{0,1}{0,04} = -19,37 \text{ °С}$$

Температура на холодній поверхні стіни:

$$t_{ш4} = t_{ш3} - g \frac{d_4}{\lambda_4} = -19,37 - 11,45 \frac{0,01}{0,9} = -19,5 \text{ °С}$$

Тоді очікувана температура навколишнього середовища

$$t_2 = t_{ш4} - g \frac{1}{\alpha_3} = -19,5 - 11,45 \frac{1}{23} = -19,99 \text{ °С} \approx -20 \text{ °С}$$

Побудуємо в масштабі графік зміни температури по товщині пакета стіни (Рис. 25).



Рис. 25.

Відповідь: термічний опір стіни $R = 3,49 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$, втрати теплоти через 1 м^2 стіни $g_B = 11,45 \text{ Вт/м}^2$.

Задача 4.20. Користуючись даними попередньої задачі визначте термічний опір стіни будинку та втрати тепла через 1 м^2 її поверхні:

- без урахування шару пінопласту;
- з шаром пінопласту, товщиною 5 см;

в) з шаром пінопласту, товщиною 30 см. За результатами розрахунків заповніть таблицю.

$d_{\text{пінопл}} \text{ (м)}$	$R \text{ (м}^2 \cdot \text{К /Вт)}$	$g \text{ (Вт/м}^2\text{)}$
0		
0,05		
0,1	3,49	11,45
0,3		
Опір теплопередачі (за ДБН В.2.6-31:2006)	2,8	



Рис. 26. Камін

Дайте відповіді на питання

1. Який спосіб теплопередачі переважає в опаленні за допомогою каміна (Рис. 26)?
2. Які способи теплопередачі використовуються в системі охолодження автомобіля? Конкретизуйте відповідь.
3. На Рис. 27 зображені традиційна та інфрачервона система опалення будівлі. Дайте їх коротку характеристику, їх переваги та недоліки.

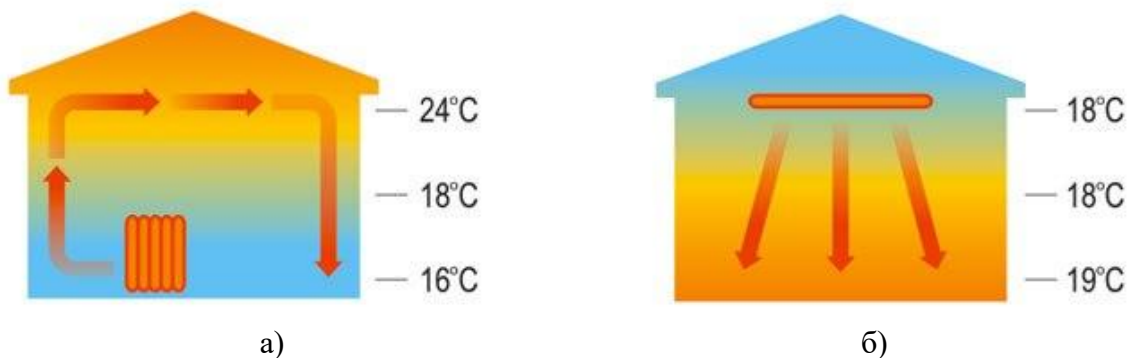
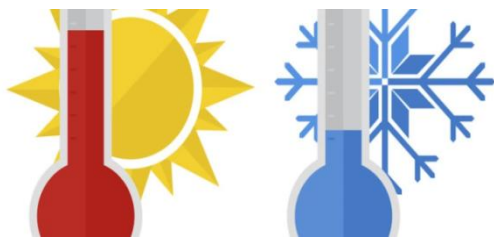


Рис. 27. Традиційна а) та інфрачервона; б) система опалення в будівлі

4.3. Кількість тепла. Тепловий баланс при нагріванні та зміні агрегатного стану речовини. Паливо.



Відповідно до законів фізики, те, що ми вважаємо холодом насправді є відсутністю тепла.

Закон фізики

Як відомо з шкільного курсу фізикиⁱⁱⁱ, енергію, що віддає або отримує тіло в результаті теплообміну, називають кількістю теплоти Q (Дж). Внаслідок теплообміну внутрішня енергія переходить від тіла з більшою температурою до тіла з меншою температурою. Цей перехід буде здійснюватись до настання теплової рівноваги, коли температури тіл вирівнюються. Кількість тепла, яка передається тілу для нагрівання його на певну кількість градусів визначається формулою.

$$Q = c \cdot m \cdot (t_k - t_n). \quad (22)$$

Тут, $t_k - t_n$ – різниця кінцевої та початкової температури тіла, m – маса тіла. Коефіцієнт пропорційності c називають **питомою теплоємністю** речовини (Дж/(кг·К)). Вона дорівнює кількості тепла, яке треба передати тілу, масою 1кг., щоб підвищити його температуру на 1К. Питомі теплоємності найбільш поширених речовин занесені до таблиці (Додаток 1).

Зміна внутрішньої енергії відбувається також під час зміни агрегатного стану речовини (плавлення, пароутворення, конденсація та кристалізація). Кількість теплоти Q , необхідна для того, щоб розплавити кристалічне тіло за температури плавлення, пропорційна масі тіла m .

$$Q = \lambda \cdot m \quad (23)$$

Коефіцієнт пропорційності λ залежить від речовини. Його називають **питомою теплотою плавлення** речовини (Дж/кг). Питома теплота плавлення для всіх речовин визначена та занесена до таблиці (Додаток 2).

Кількість теплоти Q , необхідна для того, щоб перетворити рідину на пару за температури кипіння, пропорційна масі тіла m .

$$Q = L \cdot m \quad (24)$$

Коефіцієнт пропорційності L залежить від речовини і називається **питомою теплотою пароутворення** речовини (Дж/кг). Питома теплота пароутворення речовин занесена до таблиці (Додаток 3).

Енергія може виділятися внаслідок хімічних реакцій, тобто перетворень одних речовин в інші. Це відбувається, наприклад, в результаті горіння. Кількість тепла Q , що виділяється внаслідок повного згорання палива пропорційна його масі.

$$Q = q \cdot m \quad (25)$$

Коефіцієнт пропорційності q називають **питомою теплотою згорання палива** (Дж/кг). Питомая теплота згорання для більшості видів палива визначена та занесена до таблиці (Додаток 4).

Задача 4.21. У будинку встановлено накопичувач теплової енергії, теплоносієм у якому є: а) 100 кг. води; б) 100 кг. парафіну; в) 100 кг. глауберової солі ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

Унаслідок роботи сонячного геліоколектора теплоносій в накопичувачі нагрівся від 10 до 60°C. Яка кількість теплової енергії накопичена?

Скільки природного газу з питомою теплотою згорання $q=33\,500$ кДж/м³ буде зекономлено при одному циклі використання накопичувача? Оберіть варіант найкращого накопичувача тепла для даного випадку.

(Прим.1. Глауберова сіль. При 32°C відбувається гідратація (вивільнення води) глауберової солі. Це явище можна вважати плавленням. Питомая теплота цієї реакції 251,4 кДж/кг). Питомая теплоємність – 1920 Дж/кг·К. Питомая теплоємність рідкої солі – 2300 Дж/кг·К.

(Прим.2. Парафін – аморфна речовина, її температуру плавлення можна вважати $\approx 52^\circ\text{C}$. Питомая теплоємність – 1600 Дж/кг·К. Питомая теплоємність рідкого парафіну – 3000 Дж/кг·К. Питомая теплота плавлення 150 кДж/кг).

Дано:

$$m = 100 \text{ кг}$$

$$1) \text{ H}_2\text{O}$$

$$2) \text{ Парафін}$$

$$3) \text{ Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$$

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 60^\circ\text{C}$$

$$q = 33\,500 \text{ кДж/м}^3 = 3,35 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^3$$

$$V, V_{100} - ?$$

Розв'язання:

Кількість тепла, яке накопичується за один цикл, якщо накопичувачем тепла є вода

$$Q_1 = c_1 \cdot m(t_2 - t_1),$$

де $c = 4190$ Дж/кг·К – питома теплоємність води.

Кількість тепла, яке накопичується за один цикл, якщо накопичувачем тепла є глауберова сіль, або парафін

$$Q_2 = c_{2_{\text{тв}}} \cdot m(t_{\text{пл}} - t_1) + \lambda m + c_{2_{\text{рідк}}} \cdot m(t_2 - t_{\text{пл}}),$$

де $c_{\text{тв}}$ – Дж/кг·К – питома теплоємність накопичувача у твердому стані,

$c_{\text{рідк}}$ – Дж/кг·К – питома теплоємність накопичувача у рідкому стані,

λ – питома теплота плавлення (Дж/кг).

Тоді маємо:

$$Q_1 = 4190 \cdot 100 \cdot (60 - 10) = 20950000 \text{ Дж} = 2,1 \cdot 10^7 \text{ Дж};$$

$$Q_2 = 1920 \cdot 100 \cdot (32 - 10) + 251400 \cdot 100 + 2300 \cdot 100 \cdot (60 - 32) = 35804000 \text{ Дж} = 3,58 \cdot 10^7 \text{ Дж};$$

$$Q_3 = 1600 \cdot 100 \cdot (52 - 10) + 150000 \cdot 100 + 3000 \cdot 100 \cdot (60 - 52) = 24120000 \text{ Дж} = 2,41 \cdot 10^7 \text{ Дж};$$

Знаючи кількість тепла, що виділяється при згоранні газоподібного палива, отримаємо: $Q = q \cdot V$, звідси

$$V_1 = \frac{Q_1}{q} = \frac{2,1 \cdot 10^7}{3,35 \cdot 10^7} = 0,63 \text{ м}^3,$$

Аналогічно:

$$V_2 = \frac{Q_2}{q} = \frac{3,58 \cdot 10^7}{3,35 \cdot 10^7} = 1,07 \text{ м}^3, \quad V_3 = \frac{Q_3}{q} = \frac{2,41 \cdot 10^7}{3,35 \cdot 10^7} = 0,72 \text{ м}^3,$$

Відповідь: Внаслідок роботи сонячного геліоколектора буде накопичено:

$2,1 \cdot 10^7$ Дж теплової енергії, якщо накопичувачем буде вода;

$3,58 \cdot 10^7$ Дж енергії, якщо накопичувачем буде глауберова сіль;

$2,41 \cdot 10^7$ Дж енергії, якщо накопичувачем буде парафін.

Така кількість енергії виділиться відповідно при згоранні $0,63 \text{ м}^3$, $1,07 \text{ м}^3$, $0,72 \text{ м}^3$ природного газу. Найкращим накопичувачем тепла для даного випадку є глауберова сіль.

Задача 4.22. Через протяг у вікні, щохвилини втрачається 1 кг. теплого повітря, температура якого на 20° вища температури навколишнього середовища. Скільки тепла буде втрачено через цей протяг за весь опалювальний сезон? Скільки тепла втрачається через 100 таких протягів?

Дано:

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$\Delta t_0 = 60 \text{ с}$$

$$\Delta T = 20^\circ \text{C}$$

$$\Delta t_1 = 6 \text{ міс}$$

$$n = 100$$

$$Q_0, Q_n - ?$$

Розв'язання:

Кількість тепла, яке щохвилини втрачається через протяг

$$Q = c \cdot m \Delta T,$$

де $c = 1,005 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$ – питома теплоємність повітря (табл.).

Тоді, щоб визначити втрати тепла протягом

опалювального сезону, його час визначимо в хвилинах.

$$(6 \text{ міс} \cdot 30 \text{ дн} \cdot 24 \text{ год} \cdot 60 \text{ хв})$$

$$Q_0 = 1,005 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 6 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 60 = 5209920 \text{ Дж} \approx 5,21 \text{ МДж}.$$

Тоді втрати тепла через n протягів

$$Q_n = Q_0 \cdot n = 5,21 \cdot 100 = 521 \text{ МДж} = 52,1 \text{ МДж}$$

Знаючи, що $1 \text{ кал} = 4,18 \text{ Дж}$, отримаємо

$$Q_0 = 1,24 \text{ Мкал}, \text{ через } n \text{ протягів } Q_n = 124 \text{ Мкал}$$

Відповідь: Втрати тепла через протяг за опалювальний сезон складають $1,24 \text{ Мкал}$, втрати тепла через 100 протягів складають 124 Мкал .

Задача 4.23. Для роботи пральна машина нагріває 15 л. води до температури 80°C . Використання низькотемпературного режиму дозволяє прати білизну у воді з температурою від 30 до 60°C . Визначте економію енергії при пониженні температури води на 10° протягом 100 режимів прання за рік.

Дано:

$$m = 15 \text{ кг}$$

$$t = 80^\circ \text{C}$$

$$t_2 = 60^\circ \text{C}$$

$$t_3 = 50^\circ \text{C}$$

$$t_4 = 40^\circ \text{C}$$

Розв'язання:

Кількість тепла, яке витрачається на один цикл роботи пральної машини

$$Q_1 = c \cdot m \cdot (t - t_0),$$

За 100 режимів прання

$$Q_1 = n \cdot c \cdot m \cdot (t - t_0),$$

При використанні низькотемпературного режиму

$$t_5 = 30^\circ\text{C}$$

$$c = 4190 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$$

$$n = 100$$

$$\Delta Q = ?$$

$$Q_2 = n \cdot c \cdot m \cdot (t_2 - t_0),$$

Тоді економія енергії буде становити:

$$\Delta Q = Q_2 - Q_1 = n \cdot c \cdot m \cdot (t_2 - t_0) - n \cdot c \cdot m \cdot (t - t_0) =$$

$$= n \cdot c \cdot m \cdot t_2 - n \cdot c \cdot m \cdot t = n \cdot c \cdot m \cdot (t_2 - t) =$$

$$= 100 \cdot 4190 \cdot 15 \cdot (60 - 80) = -125,7 \cdot 10^6 \text{ Дж} = -125,7 \text{ МДж}.$$

Знак (-) вказує, що кількість витраченої енергії зменшиться.

Відповідно для всіх інших температур отримаємо результати:

$$\Delta Q_2 = n \cdot c \cdot m \cdot (t_3 - t) = 100 \cdot 4190 \cdot 15 \cdot (50 - 80) = -188,55 \cdot 10^6 \text{ Дж} = -188,55 \text{ МДж};$$

$$\Delta Q_3 = n \cdot c \cdot m \cdot (t_4 - t) = 100 \cdot 4190 \cdot 15 \cdot (40 - 80) = -251,4 \cdot 10^6 \text{ Дж} = -251,4 \text{ МДж}.$$

$$\Delta Q_4 = n \cdot c \cdot m \cdot (t_5 - t) = 100 \cdot 4190 \cdot 15 \cdot (30 - 80) = -314,25 \cdot 10^6 \text{ Дж} = -314,25 \text{ МДж}.$$

Відповідь: Залежно від температури, до якої буде нагріватись вода в пральній машині, економія тепла становитиме (табл. 4):

t_n (°C)	60	50	40	30
$-\Delta Q$ (МДж)	125,7	188,55	251,4	314,25
<u>Для порівняння:</u> зекономленої енергії достатньо, щоб нагріти від 0 до 100°C води (кг)				
(кг)	300	450	600	750

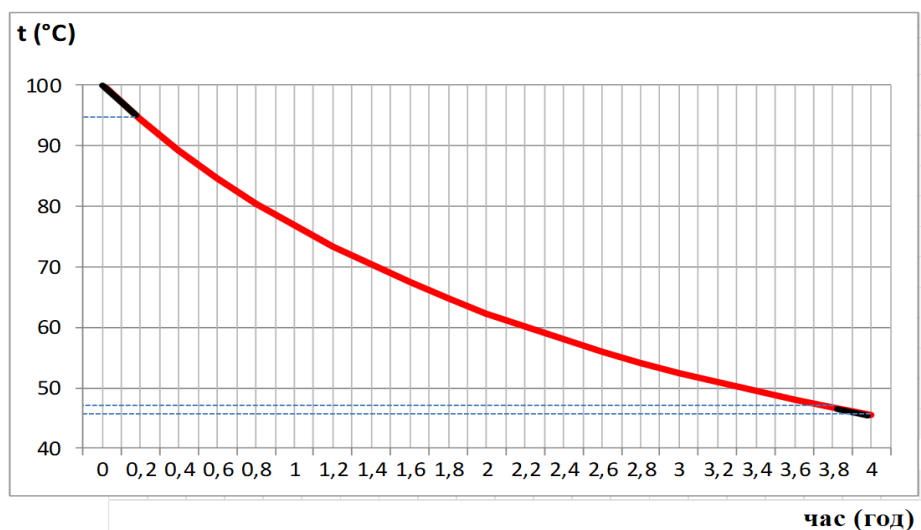
Таблиця 4. Залежність економії тепла від температури води в пральній машині.

Задача 4.24. У результаті практичної роботи визначено послідовність та складено графік остигання 1кг. води в чайнику (Табл. 5). Визначте потужність віддачі тепла водою на початку та в кінці графіка. Поясніть відмінність. Проясніть причину «нелінійності» даного графіка. На якій з ділянок графіка інтенсивність остигання води буде більшою (Рис. 28).

Таблиця 5.

час (год)	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
температура °C	100,0	94,5	89,2	84,6	80,5	76,8	73,4	70,3	67,4	64,7	62,3	60,1	58,0	56,0	54,2	52,5	50,9	49,4	48,0	46,7	45,6

Рис. 28. Графік зміни температури води при остиганні чайника



Розв'язання:

Дано:
 $t_1 = 100^\circ\text{C}$

Потужність будь-якого процесу можна визначити відношенням виконаної роботи до часу її виконання. В

$t_2 = 94,5^\circ\text{C}$
 $\Delta t = 0,2 \text{ год.}$
 $t_3 = 46,7^\circ\text{C}$
 $t_4 = 45,6^\circ\text{C}$

$P_1, P_2 - ?$

даному випадку робота рівна кількості відданого чайником тепла

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{\Delta t}$$

де $c = 4190 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ – питома теплоємність води.

Припускаючи, що на маленьких ділянках графік можна вважати лінійним, потужність віддачі тепла на початку графіка

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{\Delta t} = \frac{4190 \cdot 1 \cdot (94,5 - 100)}{0,2 \cdot 3600} = -32 \text{ Вт.}$$

Потужність віддачі тепла в кінці графіка

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{c \cdot m \cdot (t_4 - t_3)}{\Delta t} = \frac{4190 \cdot 1 \cdot (45,6 - 46,7)}{0,2 \cdot 3600} = -6,4 \text{ Вт.}$$

Знак (-) вказує на те, що внутрішня енергія системи зменшується.

Відповідь: Потужність віддачі тепла на початку графіка становить 32Вт, в кінці графіка – 6,4Вт. Різниця потужностей віддачі тепла пояснюється значною різницею температур води та навколишнього середовища на початку та її зменшенням в кінці дослідження. Із зменшенням різниці температур потужність тепловіддачі зменшується.

Задача 4.25. Виходячи з висновків попередньої задачі, обґрунтуйте енергетичні затрати на підтримання сталої температури води в побутовому електронагрівальному пристрої (бойлері) при температурі 50 та 80°C.

Задача 4.26. У будинку щодоби використовується 20л води, нагрітої від 20 до 80°C, або 40л води, нагрітої від 20 до 50°C. Враховуючи графік інтенсивності остигання води, знайдіть більш ефективний спосіб її використання.

<i>Варіанти відповідей</i>		
<i>a</i>	<i>в</i>	<i>с</i>
<i>Обидва способи рівноцінні</i>	<i>Більш ефективний спосіб нагрівання води від 20 до 80°C</i>	<i>Більш ефективний спосіб нагрівання води від 20 до 50°C</i>

Практична робота 1. Прослідкувати процес нагрівання води з часом.

Отримати та пояснити графік.

(З групи учнів виконують роботу з нагрівання 1, 2, та 3 кг. води відповідно, потім результати порівнюються).

Практична робота 2. Провести практичну роботу, прослідкувавши процес остигання води в ємності з закритою та відкритою кришкою, при рівних інших умовах. Отримати та пояснити графік. Зробіть висновки про інтенсивність втрат тепла з ємності залежно від наявності кришки.

5. Енергозбереження в побуті.



Знайомі винахідника Томаса Едісона довгий час дивувалися, чому так важко відкривається хвіртка до його будинку. Нарешті один з друзів сказав йому:

- Такий геній, як ти, міг би сконструювати кращу хвіртку.

- Мені здається, – відповів Едісон, – хвіртка сконструйована геніально. Вона з'єднана з насосом домашнього водопроводу.

Кожен, хто входить, накачує мені в цистерну двадцять літрів води.

Томас ЕДІСОН

5.1. Споживання енергії в побуті, енергетичний аудит квартири, будинку. Шляхи зменшення енергоспоживання в побуті.

Житлово-комунальний сектор економіки України відноситься до найбільших споживачів енергії. Основна частина енергії в будівлях споживається системами опалення, а також за їх наявності, системами вентиляції та кондиціонування повітря. Сьогодні житлово-комунальна сфера України споживає близько 40% газу для обігріву будівель, виробництва гарячої води і приготування їжі. Важливо те, що ефективність використання енергоресурсів у житловому фонді України в 3-5 разів нижча, ніж у країнах ЄС з подібними кліматичними умовами.

Для того, щоб зробити помешкання менш енергоємним, перш за все слід провести його детальне обстеження – енергоаудит. Адже зменшити енергоспоживання можна по різному. Можна, наприклад, встановити новітню енергоустановку, поліпшити вентиляцію чи кондиціонування, встановити джерело альтернативної енергії. А можна встановити сучасні склопакети, утеплити будинок теплоізолюючими матеріалами. Все, що «заходить» у наш дім (газ, вода, чи електроенергія), несе у собі енергетичну складову. Відповідно це ж саме зумовлює різні втрати. Саме тому, аби зрозуміти, де «гроші вилітають у трубу», і проводиться енергоаудит.

Енергетичне оцінювання будівель здійснюється з метою:

- оцінки відповідності будівельним нормам та правилам, вираженої через обмеження на використання енергії;
- моніторингу енергоефективності будівлі та її інженерних систем;
- допомоги при плануванні заходів з модернізації шляхом прогнозування економії енергії, отриманої від різних заходів.

Розрізняють розрахункову та вимірювальну енергетичні оцінки. Оскільки способи отримання цих оцінок відмінні, вони не можуть бути

порівнянні безпосередньо. Однак, різниця між цими двома оцінками для однієї і тієї ж будівлі, може використовуватися для оцінки існуючої споруди, систем та умов їх експлуатації порівняно зі стандартними показниками енергоспоживання.

Розрахункова оцінка включає енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, гарячому водопостачанні і освітленні. Вона базується на вхідних даних про кліматичні умови регіону, де розміщена будівля, експлуатацію і даних, наведених у національному додатку.

Вимірювальна енергетична оцінка ґрунтується на даних отриманих з встановленого вимірювального обладнання та лічильників (Рис. 29).

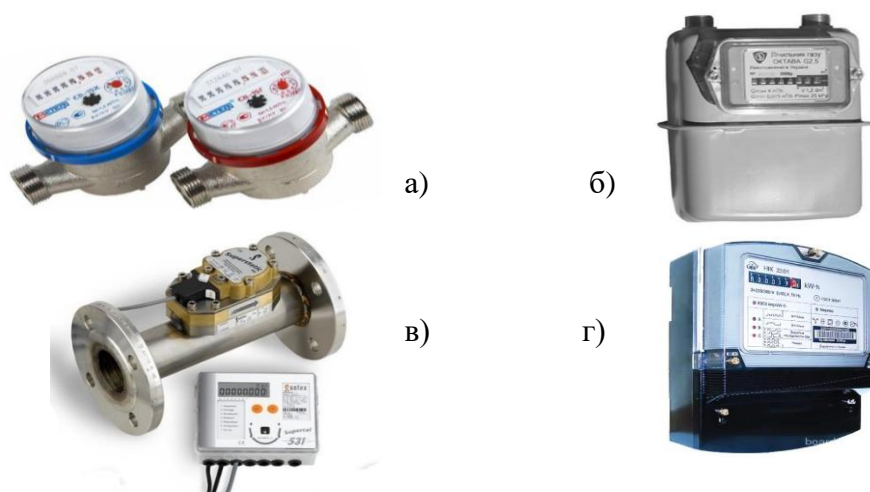


Рис. 29. Побутові прилади обліку енергоносіїв: а) лічильник води; б) лічильник газу; в) лічильник тепла; г) лічильник електроенергії

Виходячи з цього, можна відзначити два шляхи зменшення енергоспоживання в побуті:

- покращення якості споживачів (утеплення огорожуючих конструкцій будинку, використання приладів більш високого класу ефективності, застосування більш ефективних опалювальних приладів і т.д.);

- оптимізація роботи споживачів (використання двозонного споживання електроенергії, оптимізація роботи опалювальних приладів і т.д.).

Перш ніж вживати заходів покращення якості огорожуючих конструкцій будинку, доцільно знати шляхи надходження енергії та інтенсивність її втрат через різні елементи будівлі, щоб першочергові заходи були найбільш ефективними (Рис. 30).

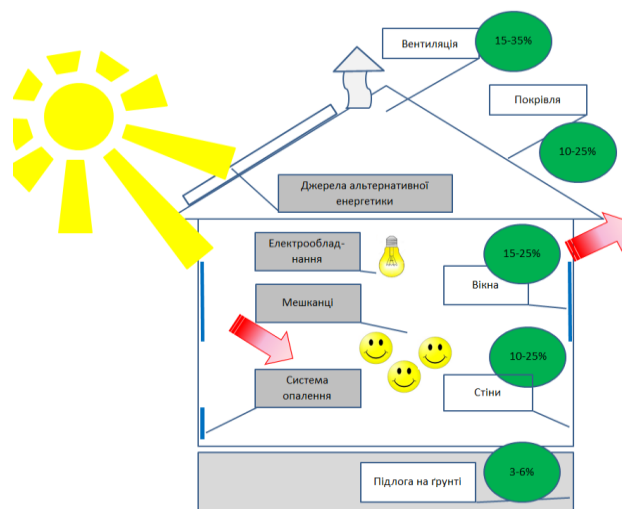


Рис. 30. Шляхи надходження та втрат енергії в будинку

Задача 5.1. Приведемо розрахунок термічного опору стіни будинку, розташованому в центральному регіоні країни. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі житлового будинку $R_{q \min}=2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (відповідно до ДБН В.2.6-31:2006)

Опір теплопередачі стіни розраховується за формулою (21)

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_B}$$

де α_B, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь стіни, які приймаються згідно ДБН. ($\alpha_B=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $\alpha_3=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$)

R_i – термічний опір і-го шару стіни, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$,

$$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i}$$

Розрахункова температура зовнішнього повітря: -22°C .

Розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення: $+20^{\circ}\text{C}$.

Візьмемо поширену конструкцію стіни: шлакоблок, товщиною 20см облицьований цеглою 12 см з повітряним прошарком між ними 10см.

Для розрахунку прийємо коефіцієнт теплопровідності шлакоблоку $0,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Звідси, термічний опір шару шлакоблоку

$$R_1 = \frac{0,2\text{м}}{0,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})} = 0,33 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Коефіцієнт теплопровідності цегли в стіні $0,81 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Звідси, термічний опір шару оздоблювальної цегли

$$R_2 = \frac{0,12\text{м}}{0,81 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})} = 0,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Термічний опір повітряного замкнутого прошарку $0,18 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (табличне значення).

Сума термічних опорів шарів стіни складає $0,66 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Зведений опір теплопередачі стіни:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{23} + 0,33 + 0,15 + 0,18 + \frac{1}{8,7} = 0,82 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт},$$

що менше $R_{q \min}=2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Отже, стіну необхідно утеплювати.

Визначимо економічну доцільність утеплення стіни шаром пінопласту, товщиною 10см.

Користуючись формулою

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_B}$$

Визначимо опір теплопередачі стіни з шаром пінопласту. Термічний опір шару пінопласту

$$R_{\text{п}} = \frac{d_{\text{п}}}{\lambda_{\text{п}}} = \frac{0,1 \text{ м}}{0,034 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})} = 2,94 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

Де коефіцієнт теплопровідності пінопласту $0,034 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Опір теплопередачі стіни з шаром пінопласту

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{23} + 0,33 + 0,15 + 0,18 + 2,94 + \frac{1}{8,7} = 3,76 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

Результат $3,76 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ перевищує вимогу ДБН В.2.6-31:2006

$R_{\text{qmin}}=2.8 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$,. Стіна утеплена достатньо.

Порівняємо втрати тепла через 1 м^2 поверхні стіни до та після утеплення:

- до утеплення: $g_1 = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{R_{\Sigma}} = \frac{(20 - (-22))}{0,82} = 51,2 \text{ Вт}/\text{м}^2$

- після утеплення: $g_2 = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{R_{\Sigma}} = \frac{(20 - (-22))}{3,76} = 11,2 \text{ Вт}/\text{м}^2$

Задача 5.2. Виконайте розрахунок економічної доцільності утеплення даної стіни шаром пінопласту, якщо на матеріали та монтаж витрачається $300 \text{ грн.}/\text{м}^2$, період експлуатації будівлі 30 років, середня температура зовнішнього повітря дорівнює $-1,1^\circ\text{C}$, температура повітря в приміщенні 18°C , а тривалість опалювального періоду становить 187 днів.

	Неутеплена стіна	Утеплена стіна
Розрахунковий період експлуатації будівлі	30 років	
Вартість матеріалів для утеплення стіни (з урахуванням монтажу) (грн./м ²)		300
Опір теплопередачі (м ² ·К/Вт)	0,82	3,76
Тепловтрати і витрати на тепло за сезон	$Q = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot S \cdot 24\text{год} \cdot 187\text{дів} \cdot 3600}{R \cdot 1000 \cdot 3600}$	
(кВт·год).	$19,1^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ м}^2 \cdot 3600\text{с} \cdot 24\text{год} \cdot 187 \text{ дів} / (0,82 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} \cdot 1000 \cdot 3600) \approx 105,4$	$19,1^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ м}^2 \cdot 24\text{год} \cdot 187 \text{ дів} / (3,76 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} \cdot 1000) \approx 22,8$
Враховуючи, що при згорянні 1 м ³ природного газу виділяється 10,5 кВт·год енергії і ціна газу 8,55 грн за 1 м ³ (грн.).	$105,4 \text{ кВт} \cdot \text{год} / 10,5 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3 \cdot 8,55 \text{ грн.} / \text{м}^3 \approx 106 \text{ грн.}$	$22,8 \text{ кВт} \cdot \text{год} / 10,5 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3 \cdot 8,55 \text{ грн.} / \text{м}^3 \approx 23 \text{ грн.}$
Загальні витрати на утеплення та за тепло (грн.)	$106 \cdot 30 = 3180$	$300 + 23 \cdot 30 = 990$
Економія за розрахунковий період		$3180 - 990 = 2190 \text{ грн.}$
Середня економія в рік		$2190 \text{ грн.} / 30 \text{ років} \approx 73 \text{ грн.} / \text{рік}$

Приблизний термін окупності додаткових витрат на утеплення стіни		$300 / 73 = 4,1$ років
Чиста економія на кожну вкладену гривню за весь термін експлуатації		$2190/300 = 7,3$ грн.

Величезний простір для економного споживання енергії є використання енергоефективних приладів.

Наприклад, заощадити на освітленні можна, встановивши енергозберігаючі лампи замість звичайних ламп розжарювання, більше використовувати денне світло, а також правильно розташувати світлові прилади.

Ефективним заходом є заміна звичайних ламп розжарювання на світлодіодні лампи (табл.6). Термін їх служби більший, ніж ламп розжарювання і за час експлуатації вони окупають себе 8-10 разів.

Світлодіодна LED лампа	Лампа розжарення
4-5 Вт	40 Вт
8-10 Вт	60 Вт
10-12 Вт	75 Вт
12-15 Вт	100 Вт

Таблиця 6. Порівняльна потужність ламп різних типів, що створюють однакову освітленість поверхні.

Задача 5.3. Визначте термін окупності світлодіодної лампи, потужністю 12Вт замість лампи розжарювання, потужністю 75Вт при тарифі 1,68 грн./кВт·год. Будемо вважати, що лампа використовується в середньому 2000 годин за рік (близько 5,5 год. щодня).

Спожита електроенергія звичайною лампою: $2000 \cdot 0,075 = 150$ кВт·год.

Спожита електроенергія світлодіодною лампою: $2000 \cdot 0,012 = 24$ кВт·год.

Різниця в споживанні: $150 - 24 = 126$ кВт·год /рік.

Вартість зекономленої електроенергії при тарифі 90 коп. за кВт·год.:

$$126 \cdot 1,68 \approx 212 \text{ грн./рік.}$$

Таким чином, при ціні лампочки 50 гривень вона окупить себе за три місяці експлуатації, і буде заощаджувати до 10 кВт·год щомісяця.

Важливу роль в зменшенні енергоспоживання відіграє оптимізація роботи споживачів. Зменшення температури води у водонагрівачі, розумне використання електроплити, чайника, мікрохвильової печі, навіть оптимальне розміщення холодильника будуть зменшувати кількість спожитих кіловат-годин. А зменшення температури опалення у вашому будинку на час відсутності мешканців зекономить десятки кубометрів газу.

Посилення контролю за всіма системами будинку хоч і зменшує енергоспоживання, та зменшує і кількість вільного часу.

Вирішенням цієї проблеми є встановлення автоматичного регулювання інженерних систем. Це один з найбільш сучасних і ефективних заходів з енергозбереження. Системи "розумного будинку" здатні "думати" за господаря – своєчасно вимикати світло, вмикати вентиляцію при появі людини, і переводити всі системи в економний режим за її відсутності.

Важливо пам'ятати, що енергозбереження включає в себе не лише економію коштів, а ще й економію природних ресурсів. Саме принцип турботи про природу і про майбутні покоління зможе сформувати культуру енергозбереження, яка увійде в кожен дім і в кожную квартиру.

5.4. Дайте відповідь на питання

1. Кількість енергії, що надходить до будівлі і кількість енергії, що втрачається через вентиляцію та огорожуючі конструкції:

- а) повинні бути рівні між собою;
- б) згідно закону про зменшення якості енергії, енергія, що надходить до будівлі повинна бути більшою за ту, що втрачається;
- в) енергія, що втрачається повинна бути більшою за ту, що надходить до будівлі.

2. Запропонуйте заходи з енергозбереження у вашому будинку:

- а) за рахунок модернізації будинку;
- б) за рахунок використання енергозберігаючого обладнання;
- в) за рахунок оптимізації роботи обладнання.

3. Яка, на вашу думку, повинна бути температура в приміщеннях будинку?

- а) в коридорі;
- б) на кухні;
- в) в спальні;
- г) у вітальні.

5.2. Облік використання енергоресурсів у квартирі (будинку) та економічна ефективність їх використання.



Перше правило будь якої технології є те, що ефективно застосована автоматизація збільшить продуктивність. Друге правило те, що неефективна автоматизація зменшить продуктивність.

Біл ГЕЙТС

Ми визначили два шляхи зменшення енергоспоживання в побуті: покращення якості споживачів та оптимізація їх роботи. Не менш дієвим інструментом енергозбереження, який створює потужний стимул для оптимізації енергоспоживання, є облік використання енергоресурсів. Він дає можливість стежити за динамікою енергоспоживання та контролювати економічну ефективність енергозберігаючих заходів в ході їх впровадження.

Облік споживання енергоресурсів передбачає етапи збору інформації, її обробки та аналізу. Це дозволяє визначити обсяги споживання, найбільших споживачів, проаналізувати динаміку споживання, з'ясувати причини надмірного використання енергоносіїв та запропонувати шляхи до їх зменшення. Значною мірою даний облік можна здійснити за допомогою робочого листа (ст. 79).

Одним з результатів оптимізації роботи споживачів, який було визначено шляхом аналізу обліку, стало багатозонне споживання електроенергії.

Установка дво- та тритарифного електролічильника буде виправдана при наявності побутових приладів, які можна включати на ніч (на час дії дешевого «нічного тарифу») – посудомийна та пральна машина, водонагрівач, система опалення. В даному випадку в системі опалення доцільно використовувати накопичувач тепла. Цей прилад працює вночі, акумулюючи енергію, а вдень рівномірно її розподіляє.

З економічного боку електричний обігрів визнається найбільш дешевим, щодо інвестиційних витрат. Акумуляційні нагрівальні прилади дещо дорожчі на етапі інвестицій, але дозволяють використовувати дешеву нічну електроенергію і тому дешевші в експлуатації.

Багатотарифний лічильник рахує не просто кількість спожитих кВт·год., а з поправкою на встановлені коефіцієнти залежно від часу доби споживання (Рис. 31). Використання багатотарифного обліку – це той рідкісний випадок, коли збігаються інтереси споживачів, які можуть заощадити кошти та генеруючих компаній, яким багатотарифне споживання дозволяє знизити навантаження на електромережі.

Відповідно до Порядку застосування тарифів на електроенергію, що

відпускається населенню, затвердженого постановою НКРЕ №498 від 23.04.2012р. (із змінами), розрахунки з побутовими споживачами за наявності окремого обліку споживання електроенергії здійснюються наступним чином (табл. 7):



Рис. 31. Тарифні коефіцієнти залежно від часу доби споживання

Таблиця 7

Зона	Час доби	Тарифний коефіцієнт
Двобіжний облік електроенергії		
День	з 7.00 до 23.00	1
Ніч	з 23.00 до 7.00	0,5
Тризонний облік електроенергії		
Пік	з 8.00 до 11.00 і з 20.00 до 22.00	1,5
Напівпік	з 7.00 до 8.00 і з 11.00 до 20.00	1
Ніч	з 23.00 до 7.00	0,4

Визначимо вартість електроенергії для населення за умови використання двобіжних тарифів (Таблиця 8).

Вхідні дані:

Таблиця 8

Споживання за періодами часу:	
Ніч	450
День	200
Разом:	650
Зонний коефіцієнт:	
Нічний	0,5
Денний	1
Тарифи:	
Нічний	0,84
Денний	1,68

Розрахунок:

Таблиця 9

Вартість нічного обсягу спожитої електричної енергії:	$450 \cdot 0,84 = 378,00$ грн.
Вартість денного обсягу спожитої електричної енергії:	$200 \cdot 1,68 = 336,00$ грн.
Кінцева сума до сплати:	$378,00 + 336,00 = 714,00$ грн.

Вартість цієї-ж кількості електричної енергії за умови однозонного тарифного споживання.

$$650 \cdot 1,68 = 1092 \text{ грн}$$

Енергозбутом пропонуються різні схеми розрахунків використання двозонних та тризонних тарифів.

Залежно від мети обстеження моніторинг енергоспоживання можна здійснювати щоденно, потижнево чи помісячно. Для розрахунку з енергопостачаючими організаціями ведеться помісячний облік. Та навіть з нього можна отримати додаткову інформацію.

Наприклад, аналізуючи графік споживання електроенергії протягом року (Рис. 32), можна дійти висновку, що надмірне споживання електроенергії взимку пояснюється використанням обігрівача, а влітку – кондиціонера. Отже, будинок має недостатню теплоізоляцію.

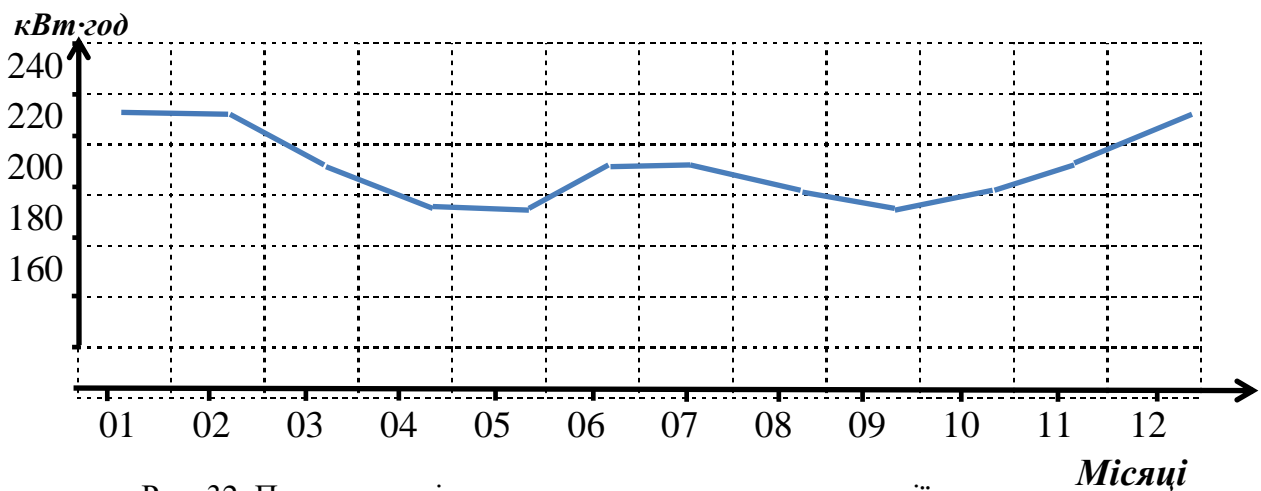


Рис. 32. Приклад помісячного споживання електроенергії

Інформацію про основних споживачів електроенергії можна отримати, проаналізувавши роботу кожного з них та оформивши результати в робочому листі споживання електричної енергії (Таблиця 10).

Аналіз робочого листа дозволить визначити, які прилади є найбільшими споживачами електроенергії, які споживають енергію в режимі очікування, які працюють цілодобово і скільки енергії вони при цьому споживають.

Задачі для самостійного розв'язання

Задача 5.5. Складіть робочий лист споживання електричної енергії у вашому будинку. Сформулюйте пропозиції щодо зменшення втрат електроенергії.

Задача 5.6. Ціна життєвого циклу побутової техніки включає ціну виробу та вартість спожитої електроенергії за 6 років роботи. Холодильник, вартістю 8000грн., класу В споживає 1,3 кВт·год. енергії щодня. Аналогічний холодильник, вартістю 9000 грн. класу А⁺⁺ споживає 0,5 кВт·год. енергії. Порівняйте ціну життєвих циклів цих холодильників. Вартість електроенергії 1,68 грн./кВт·год.

Робочий лист споживання електричної енергії

Таблиця 10

Кількість мешканців		3	Тип будинку (квартира / приватний)				квартира			
Кількість кімнат		3	Загальна / житлова площа				55м ²			
№	Споживач	Кількість	Під час роботи (ефективне використання)				В режимі очікування (втрати)			
			Сумарна потужність (Вт) *	Час роботи за добу (год)	Спожита енергія за день (кВт·год)	Спожита енергія за місяць (кВт·год)	Потужність (Вт) *	Час роботи за добу (год)	Втрачена енергія за день (кВт·год)	Втрачена енергія за місяць (кВт·год)
1	Лампа осв. (кімн 1)	5	65	4	0,26	7,8	0	0	0	0
	Лампа осв. (кімн 2)	2	26	3	0,078	2,34	0	0	0	0
2	Телевізор	1	50	6	0,3	9	0,6	18	0,0108	0,324
3	Комп'ютер	1	150	5	0,75	22,5	4,3	19	0,0817	2,451
4	T-2 теле. приставка	1	4,5	4	0,018	0,54	4	18	0,072	2,16
5	Індикаторна лампочка	4	0	0	0	0	0,4	24	0,0096	0,288
6	Мікрохвильова піч	1	400	0,5	0,2	6	2,6	23,5	0,061	1,83
7	Wi-Fi роутер	1	3,5	5	0,0175	0,525	3,0	19	0,057	1,71
8	Пральна машина	1				3,84**	0	0	0	0
9	Хлібопіч	1			0,25	7,5***	0	0	0	0
10	Зарядний пристрій до телефону	2	3	4	0,024	0,72	0,5	20	0,02	0,6
Прилади постійного використання										
11	Холодильник	Річне споживання електроенергії холодильником класу A – 310 кВт·год/рік A + – 260 кВт·год/рік, A ++ – 140 кВт·год/рік								
				0,72	310 / 12 = 25,83					
12	Морозильна камера	Річне споживання електроенергії морозильною камерою класу A – 310 кВт·год/рік A + – 260 кВт·год/рік, A ++ – 140 кВт·год/рік								
				0,72	260 / 12 = 21,67					
13	Електричний водонагрівач	Річне споживання електроенергії водонагрівачем близько 700 кВт·год/рік на одного мешканця								
		1500		5,8	700·3 / 12 = 175					
					306					15,3
	Разом за лічильником:				321,3					

*- взято середні значення

** – пральна машина використовується 8 разів протягом місяця, споживаючи 0,48 кВт·год за один цикл прання;

*** – хлібопіч використовується щоденно, споживаючи 0,25 кВт·год за один цикл.

Задача 5.7. Оберіть найбільш ефективний режим роботи плити під час доведення до кипіння та при приготуванні страви. Обґрунтуйте відповідь.

а)	Доведення до кипіння та приготування страви на найбільш інтенсивному режимі
б)	Доведення до кипіння на найбільш інтенсивному, приготування страви на мінімальному режимі.
в)	Доведення до кипіння на найменш інтенсивному, приготування страви на максимальному режимі.
г)	Доведення до кипіння та приготування страви на середньому режимі.

Задача 5.8. За рахунок використання пилососу потужністю 1800Вт, з неочищеним мішком для збирання пилу час його роботи збільшився з 30 до 40 хвилин. Визначте втрати електроенергії від подібної експлуатації приладу протягом року (50 циклів роботи).

Задача 5.9. З прикладу, наведеного в таблиці 10, визначте:

- найбільшого споживача електроенергії в будинку;
- відсоток енергії, що споживається приладами в режимі очікування.

Задача 5.10. З якою точністю реєструють свої показники прилади обліку (Рис. 33):

- а) лічильник електроенергії;
- б) лічильник води;
- в) лічильник газу?



Рис. 33. Точність приладів обліку

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

Тема роботи: Визначення обсягів споживання електроенергії в будівлі.

Мета роботи: навчитися визначати обсяги споживання електричної енергії та визначати заходи щодо енергозбереження у власній оселі.

Місце проведення: власне помешкання.

Обладнання: лічильник електроенергії, калькулятор.

Хід роботи

1. Опрацюйте «Теоретичний блок», дайте відповіді на «Контрольні запитання».
2. Виконайте «Розрахунковий блок».
3. Самостійно виконайте «Практичний блок» (д/з).
4. Самостійно виконайте «Творчий блок» (д/з).
5. Зробіть висновок.

Теоретичний блок

Нормування витрат енергетичних ресурсів – це встановлення планової міри їх споживання. Основним завданням нормування є впровадження в практику планування технічно і економічно обґрунтованих норм витрати палива, теплової та електричної енергії з метою найбільш ефективного і раціонального їх використання при досягненні максимальної економії.

Витрати електричної енергії реєструються приладами обліку – лічильниками. Маючи різні конструктивні особливості, вони виконують одне завдання – здійснюють облік електричної енергії, спожитої на підконтрольній їм ділянці.

1. Загальний підхід до економії електроенергії

Зважаючи на значний асортимент побутових електроприладів, можна визначити такі шляхи економії електроенергії: детальний моніторинг споживання енергії, оптимізація роботи її споживачів, використання приладів меншої потужності та більш високого класу енергоефективності.

Моніторингом споживання енергії може бути облік та аналіз її використання протягом дня (табл.11) тижня (табл.12) та року (табл.13).

2. Аналіз можливостей оптимізації роботи електроприладів

2.1. Використання електроплити

Електрична плита має потужність до 2 кВт на одну конфорку. Тому навіть незначне збільшення ефективності використання призведе до суттєвої економії. Найбільш ефективно нагрівається посуд з плоским дном та посуд, розміри якого відповідають розмірам нагрівальної поверхні.

Конфорка електроплити розігрівається з затримкою, накопичуючи певну кількість тепла. Отже, якщо вимкнути електроплиту за кілька хвилин до закінчення процесу приготування – страва «дійде» за рахунок залишкового тепла, а це заощадить в середньому 3-4 кВт·год на місяць.

2.2. Використання електрочайника.

В порівнянні з електроплитою вода в електрочайнику такої ж потужності нагрівається приблизно на 20% швидше, адже він має більш високий ККД. У чайник слід заливати стільки води, скільки вам необхідно. Невикористаний окріп охолоне і енергія на його приготування, буде втрачена марно. Це заощадить близько 2 кВт·год за місяць для однієї людини.

2.3. Використання мікрохвильової печі

Мікрохвильова піч зручна для розігріву, але її ККД ще менший, ніж у електроплити. Тому при потребі щось приготувати в мікрохвильовій печі, окріп для цього найкраще нагріти за допомогою електрочайника. При щоденному використанні мікрохвильової печі це заощадить 3-4 кВт·год.

2.4. Оптимальне розміщення холодильника

Холодильник, як апарат для генерації холоду, дуже «не любить» тепло. Тому вкрай небажано ставити його, а особливо задньою чи боковою частиною з радіатором, поблизу опалювальних та нагрівальних приладів, під прямими сонячними променями або надто близько до стіни. Це зменшує ефективність і збільшує час роботи холодильника. Дотримання цих вимог заощадить 4-5 кВт·год, а при використанні старих холодильників – ще більше.

Для холодильників актуальні проблеми намерзання льоду та погана герметичність дверей, що також погіршують його роботу. Своєчасне вирішення цих проблем заощадить ще до 6-7 кВт·год.

Слід також врахувати, що холодильник краще працює при повному завантаженні.

2.5. Відключення побутової техніки від мережі

Складна побутова техніка при вимиканні не від'єднується від мережі повністю, а перебуваючи в режимі очікування споживає певну кількість електроенергії. Здавалося б, споживання енергії незначне – від 0,5 до 10 Вт, але враховуючи значний час в цьому режимі, та значну кількість приладів, це може привести до суттєвих втрат – 5-10% від енергії, спожитої загалом.

У середньому відключення 4-5 приладів від мережі заощадить до 5 кВт·год на місяць.

2.6. Економічний режим прання

Пральна машина перед початком роботи підігріває воду, що є дуже енерговитратною операцією. Споживання електроенергії можна значно скоротити, якщо обирати режим з мінімально необхідною температурою води. Можна відсортувати речі за ступенями забруднення: для речей з незначним забрудненням задати режим прання 40°C, а для інших 60°C, замість 90. Це знизить споживання електроенергії до 5 кВт·год на місяць.

2.7. Своєчасна заміна фільтрів пирососа

Пиросос споживає близько 0,5 кВт·год на прибирання однієї кімнати, але за умови, що він має чистий фільтр. Не очищений або старий фільтр суттєво послаблює всмоктування пилу, що збільшує час роботи приладу. Своєчасне очищення фільтрів зробить прибирання не лише ефективним, а і заощадить до 2 кВт·год на місяць.

2.8. Використання приладів більш високого класу енергоефективності

Важливий напрям економії електроенергії – використання приладів меншої потужності та більш високого класу енергоефективності. Побутові прилади можуть виконувати ту ж саму роботу, споживаючи менше енергії. Наприклад, одна світлодіодна LED-лампочка, потужністю 12 Вт, замість аналогічної за освітленістю лампи розжарення, потужністю 100 Вт дасть економію до 13 кВт·год, а холодильник більш високого класу енергоефективності – 5-7 кВт·год щомісяця.

2.9. Використання багатотарифних лічильників.

Багатотарифний облік електроенергії передбачає використання так званих тарифних періодів протягом доби. Доба розбивається на періоди, і електроенергія в кожному з таких періодів для споживача має свою вартість. Найвищу вартість енергія має в час максимального навантаження, а найменшу, відповідно, в години мінімального. Таким чином постачальники електроенергії намагаються звести до мінімуму відмінності в навантаженні на мережі, стимулюючи споживачів використовувати енергію в години найменшого споживання. Це допомагає їм зберегти генератори і електромережі від перепадів напруги і збільшити тим самим термін їх служби.

Найбільш доцільне використання багатотарифного обліку для споживачів, у яких за допомогою електроенергії налагоджено опалення і забезпечення гарячою водою. Особливо, якщо потужність цього устаткування становить понад 5кВт. Вартість електроенергії в цьому випадку може суттєво розрізнятися в різні тарифні періоди.

2.10. Оптимізація роботи електричних водонагрівачів.

Після систем електричного опалення та електроплит прилади нагрівання води (бойлери) є найбільшими споживачами електроенергії. Тому оптимізація їх роботи шляхом правильного вибору об'єму бойлера, зменшення необхідної температури води, регламентації роботи приладів дозволить зменшити споживання електроенергії на 30-40%.

2.11. Інтер'єрі рішення.

Цілком реально зменшити споживання енергії шляхом інтер'єрних та дизайнерських рішень. Доцільно при оформленні стін квартири використати світлі кольори разом зі світлими шторами та чистими вікнами. Це сприятиме зменшенню потреби в роботі освітлювальних приладів і зменшують витрати на освітлення на 10-15%.

Контрольні запитання

1. Поясніть, як реагує лічильник на увімкнення побутових приладів різної потужності? (Оберіть правильну відповідь).

- а) в потужних приладах електричний струм виконує роботу за більший проміжок часу;
- б) в потужних приладах більший відсоток електричної енергії перетворюється в тепло;
- в) із збільшенням потужності приладів їх ККД збільшується;
- г) в потужних приладах напруга в мережі перевищує номінальну;
- д) чим більшу потужність мають споживачі в електричній мережі – тим швидше обертається диск лічильника та змінюються його показники.

2. Зафіксовано дані лічильника електроенергії на початку та в кінці спостереження (1 та 2) (Рис.34). Скільки електроенергії було спожито під час спостереження?

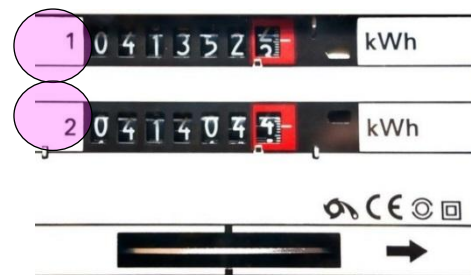


Рис. 34. Показники лічильника за час спостереження

Розрахунковий блок

Виходячи з описаних рекомендацій по економічній роботі електроприладів, запропонуйте найбільш енергозберігаючі заходи для вашої оселі, класифікуючи їх на безвитратні, низьковитратні та високовитратні.

За даними робочого листа визначте кількість електричної енергії, спожитої приладами за місяць взагалі та в режимі очікування.

Практичний блок

1. Складіть «Робочий лист» споживання електроенергії у вашій оселі (табл.11). Для цього визначте потужність електроприладів, час їх роботи протягом доби, визначте кількість енергії, спожитої приладами за день, місяць та енергію, спожиту в режимі очікування.

Визначте:

- Які прилади мають найбільшу потужність?
- Які прилади працюють найбільше часу?
- Які прилади споживають найбільше енергії?
- Які прилади за час вашої відсутності працюють в режимі очікування?
- Які прилади (на вашу думку) доцільно замінити на більш енергоефективні?

2. Складіть «Графік споживання електроенергії за тиждень» (табл.12).

2.1. Щовечора протягом тижня зафіксуйте показники лічильника електричної енергії в один і той самий час. Занесіть результат до таблиці.

2.2. Складіть графік споживання електроенергії протягом тижня. Визначте загальну кількість спожитої енергії. Поясніть причини пікового споживання електроенергії на тижневому графіку та запропонуйте заходи щодо зменшення енергоспоживання у вашій оселі.

3. Складіть таблицю «Споживання електроенергії протягом року» (табл.13). Відобразіть дані таблиці в графіку. Поясніть причини пікового споживання електроенергії та запропонуйте заходи щодо його зменшення.

4. Визначте прилади, які можуть працювати в нічний час. Визначте, яку частину електроенергії вони споживають. (занесіть дані в табл. 14.) За аналогією зі зразком розгляньте доцільність встановлення у вашому будинку двозонного лічильника. Визначте очікувану економію.

5. Дайте оцінку очікуваних результатів енергозбереження у власній оселі.

6. Зробіть висновок.

Творчий блок

Використовуючи рекомендації з енергозбереження у власній оселі, отриману інформацію про споживання електроенергії (табл.10-14), підготуйте рекламний буклет (листівку) на тему «Енергозбереження у побуті».

РОБОЧИЙ ЛИСТ

Таблиця 11

споживання електричної енергії в житловому будинку

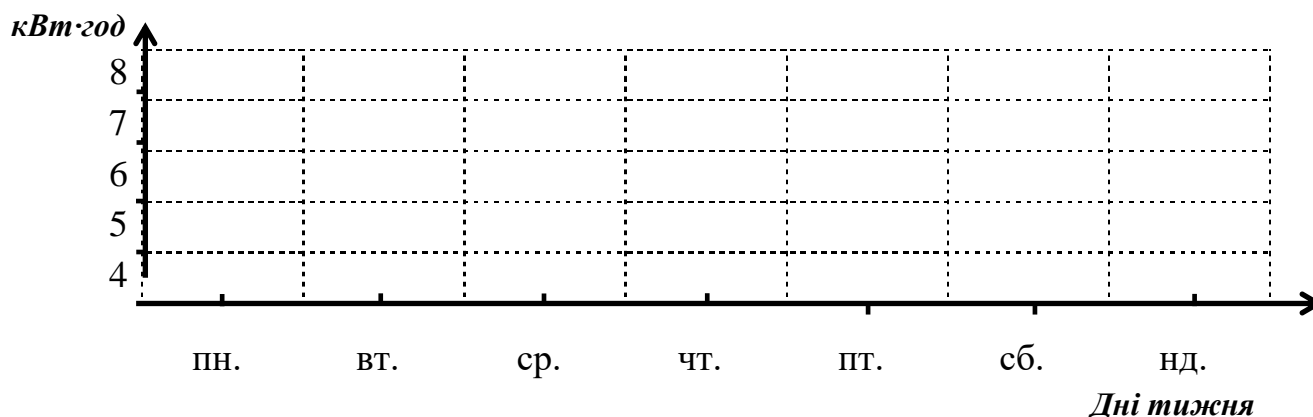
Споживач	Під час роботи (ефективне використання)				В режимі очікування (втрати)			
	Сумарна потужність (Вт) *	Час роботи за добу (год)	Спожита енергія за день (кВт·год)	Спожита енергія за місяць (кВт·год)	Потужність (Вт) *	Час роботи за добу (год)	Втрачена енергія за день (кВт·год)	Втрачена енергія за місяць (кВт·год)
Лампа осв. (кімн 1)								
Лампа осв. (кімн 2)								
Лампа осв. (кімн 3)								
Телевізор	50				0,6			
Комп'ютер	150				4,3			
T-2 телеприставка	4,5				4			
Телевізійний тюнер	10,5				7,5			
Мікрохвильова піч					2,6			
Кондиціонер					1,5			
Wi-Fi роутер	3,5				3			
DVD програвач	10				1,4			
Пральна машина								
Зарядний пристрій до телефону	3				0,5			
Індикаторна лампочка (вимикачі)	0				0,4			
Посудомийна машина (клас _____)								
Прилади постійного використання								
Холодильник (клас _____)	Річне споживання електроенергії холодильними приладами класу: А ~ 310 кВт·год/рік, А+ ~ 260 кВт·год/рік, А++ ~ 140 кВт·год/рік							
Морозильна камера (клас _____)								
Електричний водонагрівач	Річне споживання електроенергії водонагрівачем ~ 700 кВт·год/рік на одну людину							
РАЗОМ:	X	X	X	X	X	X	X	X

* – взято наближені значення.

Таблиця 12

СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРОТЯГОМ ТИЖНЯ

Дата: Початок експерименту: _____ Кінець експерименту: _____

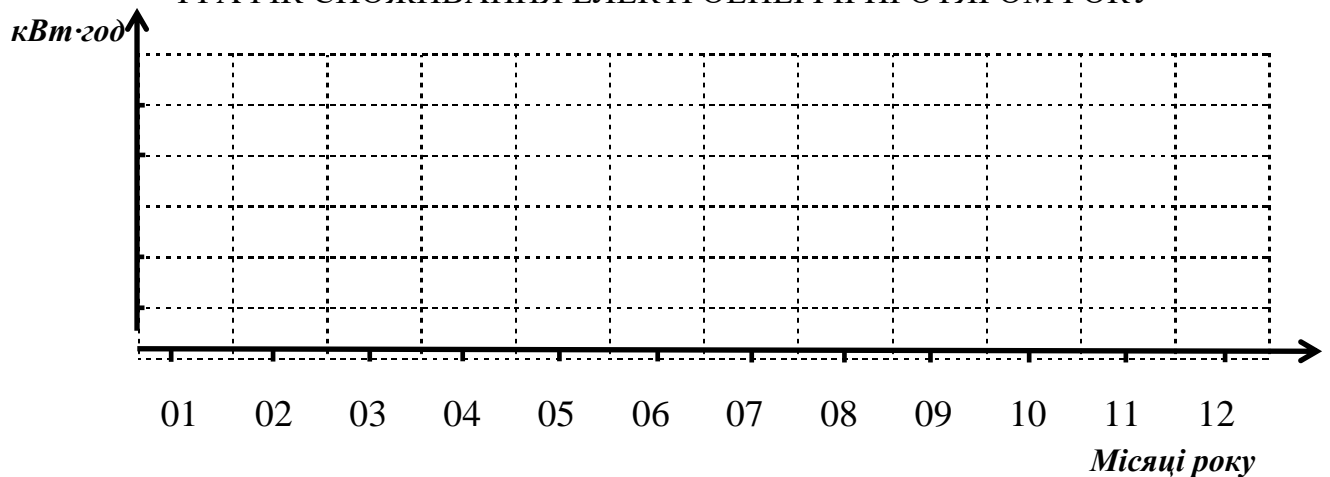


Таблиця 13

СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРОТЯГОМ РОКУ

Рік	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	разом
кВт·год													

ГРАФІК СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПРОТЯГОМ РОКУ



Причини пікового споживання електроенергії

Кількість мешканців, що проживають в будинку _____ чол.

Разом витрати електроенергії на одного мешканця _____ кВт·год / 1 людину

Таблиця 14

АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДВОЗОННОГО ЛІЧИЛЬНИКА

1	Енергоспоживання (з робочого листа (табл. 11)) (кВт·год)					
	Споживач	Спожита енергія за денним тарифом (кВт·год)	Споживання за нічним тарифом			
			Потужність (Вт) *	Час роботи за добу (год)	Спожита енергія за день (кВт·год)	Спожита енергія за місяць (кВт·год)
2	Прилади, які можна використовувати за нічним тарифом					
	Кондиціонер					
	Пральна машина					
	Електричний водонагрівач					
	Хлібопіч (один цикл за день)					
	Холодильник					
	Посудомийна машина					
	Разом					

Розрахунок доцільності використання двозонного лічильника приведено на стор. 78.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

Тема роботи: визначення обсягів споживання теплової енергії в будівлі.

Мета роботи: навчитися визначати обсяги споживання теплової енергії, фактори, що на них впливають та заходи щодо енергозбереження у власній оселі.

Місце проведення: власне помешкання.

Обладнання: лічильник газу, інженерні системи свого житла, калькулятор.

Хід роботи

1. Опрацюйте «Теоретичний блок», дайте відповіді на «Контрольні запитання».
2. Виконайте «Розрахунковий блок».
3. Самостійно виконайте «Практичний блок» (д/з).
4. Самостійно виконайте «Творчий блок» (д/з).
5. Зробіть висновок.

Теоретичний блок

Для забезпечення житла тепловою енергією використовуються різні види енергоносіїв: газ природний та скраплений, дрова, вугілля, електроенергія, пелети та ін. Та незважаючи на вид палива вирішальну роль відіграє його кількість, необхідна для забезпечення будівлі теплом. Вона залежить від архітектурних та геометричних особливостей будівлі, матеріалу її огорожувальних конструкцій та стану теплоізоляції, ефективності опалювальної системи та багатьох інших параметрів.

Основні заходи зі збереження теплової енергії мають напрями: моніторинг обсягів споживання теплової енергії, визначення факторів, що на них впливають, підвищення ефективності використання приладів опалення та безпосереднє зменшення втрат тепла.

1. Загальний підхід до моніторингу використання енергоносіїв та теплової енергії.

Моніторинг енергетичного потенціалу передбачає вивчення параметрів будинку: його типу, розмірів та стану огорожувальних конструкцій, визначенні виду енергоносія, кількості його використання протягом опалювального сезону, теплоти згорання, ефективності спалювання та теплової потужності опалювальної системи. Це дозволяє не лише визначити абсолютні (кВт·год), а і питомі (кВт·год / м² за рік) показники використання палива для забезпечення комфортних житлових умов (Табл.15).

Робочий лист «Моніторинг споживання теплової енергії»

Мешканець будинку (учень)

Прізвище

Ім'я

Група

Характеристика будинку

Населений пункт

Кількість мешканців

Рік

забудови

Опалювана

площа (м²)

Фото будинку

Тип будівлі

Проект	<input type="checkbox"/>	Типова забудова до 1970-х років	<input type="checkbox"/>	Типова забудова 1970-2000 років	<input type="checkbox"/>	Типова забудова після 2000 року	<input type="checkbox"/>	Забудова за індивід. проектом
Висота будівлі	<input type="checkbox"/>	1 поверх	<input type="checkbox"/>	1,5 поверхи	<input type="checkbox"/>	... поверхи	<input type="checkbox"/>	
Підвал	<input type="checkbox"/>	Повністю опалюється	<input type="checkbox"/>	Частково опалюється	<input type="checkbox"/>	Не опалюється	<input type="checkbox"/>	Немає
Мансардний поверх	<input type="checkbox"/>	Повністю опалюється	<input type="checkbox"/>	Частково опалюється	<input type="checkbox"/>	Не опалюється	<input type="checkbox"/>	Немає

Витрати енергоносіїв на опалення та гарячу воду (середні витрати за 1-3 роки)

Природний газ	Вугілля	Електроенергія
<input type="text"/> (м ³)	<input type="text"/> (кг.)	<input type="text"/> (кВт·год.)
Питома теплота згорання 8,5 кВт·год./м ³	Питома теплота згорання 5,8 кВт·год./кг.	
ККД при згоранні у котлі 75% / 90%	ККД при згоранні у котлі 75% / 90%	ККД у котлі 95%
<input type="text"/> (кВт·год.)	<input type="text"/> (кВт·год.)	<input type="text"/> (кВт·год.)
Пелети	Вугілля	Дрова
<input type="text"/> (м ³)	<input type="text"/> (кг.)	<input type="text"/> (м ³)
Питома теплота згорання 8500 кВт·год./м ³	Питома теплота згорання 5,8 кВт·год./кг.	Питома теплота згорання 1700-2100 кВт·год./м ³
ККД при згоранні у котлі 80%	ККД при згоранні у печі 70%	ККД при згоранні у печі 70%
<input type="text"/> (кВт·год.)	<input type="text"/> (кВт·год.)	<input type="text"/> (кВт·год.)

Витрати енергії на опалення та гарячу воду в розрахунку на одиницю опалюваної площі за рік

<input type="text"/>	Понад 350
<input type="text"/>	250-350
<input type="text"/>	150-250
<input type="text"/>	100-150
<input type="text"/>	До 100

(кВт·год / м² за рік)

Таблиця 15. Визначення питомих показників використання енергоносіїв

Одним із сучасних засобів визначення факторів, що впливають на обсяги споживання теплової енергії є тепловізійне обстеження, яке стає

незамінним під час будівництва, реконструкції або утеплення будинку. Втрати тепла, виявлені тепловізором, можуть становити до 50% від загального споживання енергії в будівлі. Причинами цього можуть служити неякісно встановлені вікна, тріснуті або недостатньо утеплені стіни, щілини в підлозі, не утеплене горище. Їх може бути безліч і термофотографія (Рис.35) допоможе визначити ступінь теплоізоляції будівлі.

Проведіть візуальне обстеження будівлі, зробіть фото, визначте рік за будови, матеріал стін, вікон, їх стан. Зробіть висновки щодо потреби в утепленні будинку.

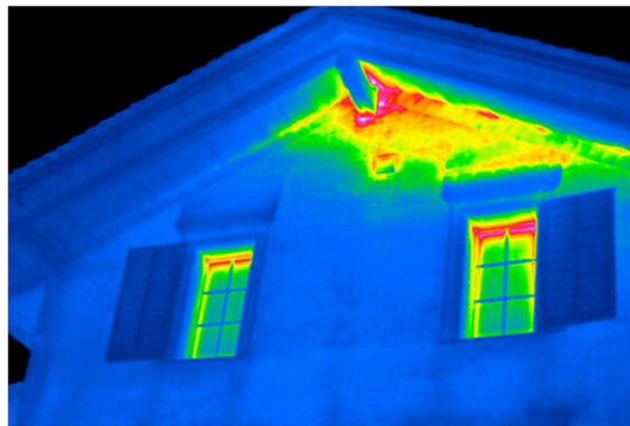


Рис.35. Термофотографія будинку

Заповніть робочий лист енергетичного паспорту вашої оселі (табл.19). У разі газового опалення скористайтесь робочим листом споживання газу (табл.17). Визначте кількість газу, спожитого приладами за день, місяць та енергію, витрачену на забезпечення будівлі теплом.

2. Рекомендації по зменшенню споживання та економії тепла

За комфортну температуру повітря та збереження тепла в будинку відповідають стан будівлі, її утеплення та опалювальні прилади: батареї опалення, котли, нагрівальні кабелі підлоги та ін. Кожен з цих приладів виконує свою окрему функцію. Завдання всієї опалювальної техніки – обігрів приміщення з мінімальними втратами.

2.1. Оптимальне використання опалювальних приладів

Залежно від енергоносія опалювальні апарати є електричними, газовими, твердопаливними, рідинними та комбінованими. Наближено потужність опалювального апарату розраховується так: на 10 м² площі приміщення, що утеплене (з середніми тепловтратами), при висоті стелі 2,5 м потрібно 1 кВт теплової потужності котла, тобто для приміщення площею 100 м² потрібен апарат, потужністю не менше 10 кВт. Коефіцієнт корисної дії котла повинен бути якомога вищий. ККД сучасних котлів становить до 98%, а конденсаційних – понад 100% (дізнайтесь, яким чином?).

Опалювальні апарати можуть працювати як у системах обігріву приміщень з природною, так і в системах з примусовою циркуляцією теплоносія.

Рух теплоносія в системах з природною циркуляцією (Рис.36) забезпечується різницею тисків в подавальному та зворотному трубопроводах, яка виникає за рахунок різниці густини нагрітого і охолодженого теплоносія.

В системах з примусовою циркуляцією (Рис.37) важливим елементом є насос, який примушує циркулювати теплоносії. Використання циркуляційного насоса в котлах будь-якої потужності сприяє більш швидкому і рівномірному нагріванню системи, дозволяє зберегти необхідний рівень циркуляції при значно менших діаметрах трубопроводів та істотно знижує інерційність системи.

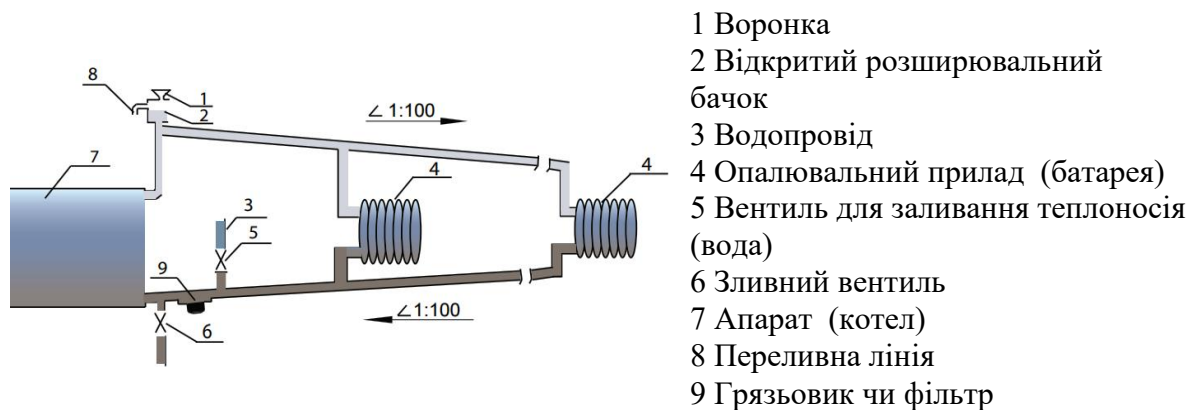


Рис.36. Система опалення з природною циркуляцією теплоносія

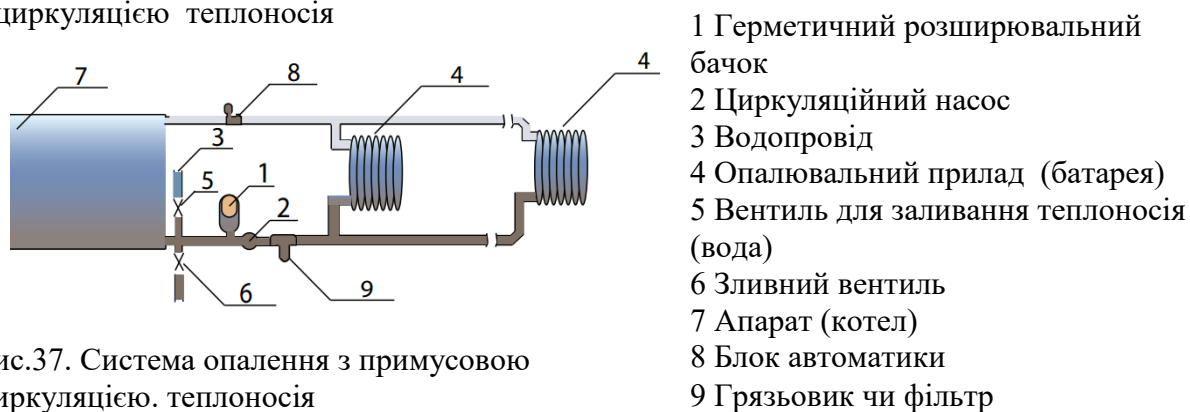


Рис.37. Система опалення з примусовою циркуляцією теплоносія

При вирішенні питання опалення будівлі варто віддати перевагу системі з примусовою циркуляцією. За умови дотримання всіх правил і рекомендацій ККД системи при цьому зростає на 20-30%.

Підвищення кімнатної температури на 1°C понад норму викликає зміни споживання теплової енергії приблизно на 6%. Регулюючи температуру в приміщенні можна істотно впливати на споживання енергії при опаленні. Тож перегрівати приміщення недоцільно.

Фахівці організацій, що займаються опаленням, регулярно чистять і налаштовують опалювальні прилади на оптимальну роботу. Тоді енергія палива буде використовуватися найбільш ефективно.

2.2. Оптимальне розміщення батареї та її експлуатація

При розміщенні та експлуатації батареї опалення (Рис.38) необхідно дотримуватись певних рекомендацій:

- в кімнаті з кількома вікнами батареї повинні бути під кожним вікном;
- два коротких радіатора мають більшу тепловіддачу, ніж один з вели-

кою кількістю секцій;

- зазор між стіною і радіатором повинен бути не менше 3 см;
- фольговані теплоізоляційні екрани, наклеєні за радіатором, здатні зберегти до 10% теплового потоку;
- відстань 6-10 см від підлоги та підвіконня до радіатора є оптимальною для утворення конвекційних потоків;
- доступу повітря до батарей опалення не повинні перешкоджали штори, меблі чи декоративні ґратки;
- вільний доступ до торця батареї для безперешкодного під'єднання до труб стояка або запірної арматури.

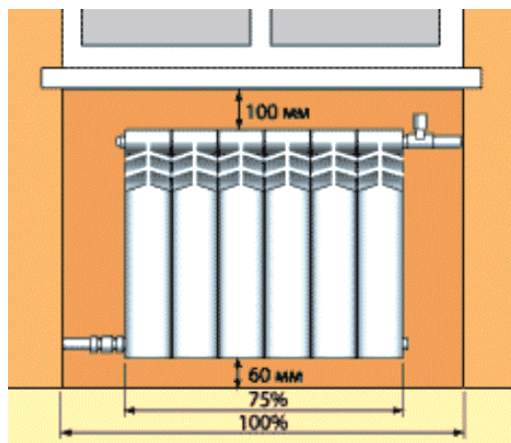


Рис.38. Оптимальне розміщення опалювальної батареї

2.3. Утеплення огорожуючих конструкцій

При будівництві та реконструкції будинків важливо знати і враховувати теплопровідність їх огорожуючих конструкцій. Ефективність утеплення стін показана в задачі 4.19 на стор. 62.

2.4. Використання регулятора опалення

Регулювання температури опалення – важливий фактор ефективності опалювальних систем. Саме тому зменшення витрат шляхом оптимізації системи опалення – це реальний шанс її збалансувати та керувати віддачею тепла від батареї в залежності від бажаного мікроклімату у приміщенні.

Використання регулятора температури опалення (Рис.39) є досить вигідним шляхом економії. І цьому є кілька причин:

- регулятор контролює температуру в місці установлення батареї, тому можна одержати той температурний фон, який вас задовольнить;
- регулятор допоможе не допустити перегрівання повітря в приміщенні в той час, коли кімната нагрівається сонцем;
- можна регулювати температуру для кожної окремої кімнати. Наприклад, якщо якийсь приміщення не використовується то можна виставити температуру батарей мінімальною, а там, де ви буваєте частіше – більш комфортною.



Рис.39. Регулятор опалення

2.5. Економний режим провітрювання

Наші звички щодо провітрювання приміщень суттєво впливають на витрати тепла. Тривале провітрювання значно підвищує втрати тепла. Слід віддати перевагу короткочасному провітрюванню кілька разів на день при повністю відкритому вікні і вимкненому опалювальному приладі.

Ще економнішим буде використання вбудованої вентиляції в приміщенні в поєднанні з приладом для вторинного отримання тепла з використаного повітря (рекуператором).

Таким чином, можна отримати бажану економію енергії і бездоганний з точки зору гігієни стан повітря в приміщенні, а також «здорову» будівлю (без пошкоджень від вогкості, грибка, пилових кліщів).

2.6. Співпраця «Розумного дому» та системи опалення

Одним із завдань системи «Розумний дім» є створення комфортних температурних умов у будинку. За її допомогою можна управляти системою опалення так, як це вам необхідно. Головні можливості системи:

- незалежна терморегуляція окремих приміщень будинку (Рис.40). У кожному окремому приміщенні встановлюється індивідуальний температурний поріг, що забезпечує максимальний комфорт приміщення залежно від його призначення. «Розумний дім» сам визначить індивідуальний режим роботи кожного опалювального приладу, що дозволить раціонально використовувати опалювальну систему загалом. Термоконтроль в приміщеннях здійснюється незалежно від пори року та часу доби. Одночасно відстежується температура як всередині приміщення, так і за його межами;
- «Розумна» система опалення сама відкоригує температуру в будинку, коли за вікном похолодання чи відлига. Наприклад, вночі теплі підлоги можуть вимикатися, а до дзвінка будильника вже будуть прогрітими. Є можливість програмувати режим роботи теплих підлог на всі дні тижня;
- безпека системи опалення в «Розумному будинку» забезпечується за рахунок своєчасного реагування на надзвичайні ситуації. У разі порушення цілісності труб, виходу з ладу модулів системи опалення, вони повністю відключаються, при цьому «Розумний дім» сповістить господарів про аварію.

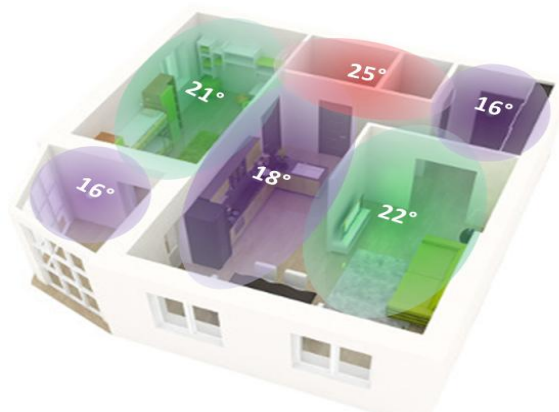


Рис. 40. Приклад регулювання та контролю температури приміщень

Контрольні запитання

1. Поясніть, як реагує лічильник на увімкнення опалювальних приладів різної потужності? (оберіть правильну відповідь).

- прилад великої потужності нагріває приміщення за більший проміжок часу;
- в приладах значної потужності більший відсоток теплової енергії втрачається через витяжну вентиляцію;
- із збільшенням потужності опалювальних приладів їх коефіцієнт корисної дії збільшується;
- чим більшу потужність мають споживачі газу – тим швидше змінюються цифри газового лічильника.

2. На початку та в кінці моніторингу було зафіксовано показники газового лічильника (1 та 2) (Рис.41). Скільки газу було спожито за час моніторингу?

3. Використовуючи робочий лист споживання газу (табл.17), визначте:

- Яка кількість газу використовується для побутових потреб та опалення?

- Які прилади за час вашої відсутності працюють в автономному режимі?

- Які прилади доцільно замінити на нові, більш ефективні? Чому?

4. Класифікуйте пропозиції щодо збереження тепла на безвитратні, низьковитратні та високовитратні:

- Утепліть стіни – найпростіше це зробити під час ремонту.
- Відремонтуйте двері та вікна. Їх можна утеплити сучасними методами теплоізоляції або замінити їх на склопакети. Слідкуйте, щоб двері були щільно зачинені.
- Встановіть за батареями теплозахисний екран.
- Кожні 5 років промивайте систему опалення від накопичених бруду та іржі.
- Зачиняйте квартирки. Краще влаштовувати "залпове" провітрювання – відкривати всі вікна на 10-15 хвилин.
- На ніч закривайте штори так, щоб вони закривали вікна та не закривали батареї.
- Використовуйте жалюзі, вони скорочують втрати тепла на 8-15%.
- Встановіть якісний склопакет.

5. Вкажіть основні відмінності конструкції систем опалення з природною та примусовою циркуляцією.



Рис.41. Показники газового лічильника

Розрахунковий блок

1. За даними робочого листка обчисліть кількість тепла, що витрачається на опалення 1 м^2 житла протягом року.

2. Обчисліть термічний опір стіни будинку і визначте втрати тепла через 1 м^2 її поверхні. Температуру стіни всередині будинку прийняти 20°C . Зовнішня поверхня стіни оточена повітрям з температурою -22°C . Коефіцієнти тепловіддачі $\alpha_{\text{в}}$, α_3 внутрішньої і зовнішньої поверхонь стіни $\alpha_{\text{в}}=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, $\alpha_3=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$. Склад стіни (матеріал, товщина, коефіцієнт теплопровідності) для свого варіанту вказано у табл.16.

Таблиця 16.

Варіант	Шар 1		Шар 2		Шар 3		Шар 4	
	d (мм)	λ (Вт/м·К)	d (мм)	λ (Вт/м·К)	d (мм)	λ (Вт/м·К)	d (мм)	λ (Вт/м·К)
1	Блок саманний		Глинобитний шар		Цегла червона		-	
	200	0,6	50	0,8	125	0,7	-	-
2	Блок шлакобетонний		Шлак котельний		Цегла силікатна		Пінополістирол	
	200	0,6	50	0,2	125	0,7	50	0,04
3	Блок пінобетонний		Цегла силікатна		Пінополістирол		-	
	300	0,15	125	0,7	100	0,04	-	-

Практичний блок

1. Складіть робочий лист «Споживання газу протягом року» (табл.17). За даними робочого листа запропонуйте заходи щодо зменшення втрат газу.

2. Складіть робочий лист теплового енергетичного обстеження житла. Порівняйте температуру в кімнатах з запропонованою (ДБН) (табл.18).

3. Запропонуйте заходи щодо енергозбереження у вашій оселі, дайте оцінку очікуваних результатів.

Таблиця 17

**Рекомендовані температури повітря
в приміщеннях за ДБН В.2.2-15-2005. «Житлові будинки»**

Кімната	Рекомендована температура за ДБН $^\circ\text{C}$	Кімната	Рекомендована температура за ДБН $^\circ\text{C}$
Загальні кімнати, спальні, кабінет	20	Вестибюль, коридор, передпокій	16
Кухня	18	Гараж, котельня	5
Ванна, санвузол	25		

Творчий блок

Використовуючи знання інформаційних технологій, створіть рекламний проєкт (проспект, листівку) на тему «Збереження тепла в будинку».

Робочий лист «Споживання газу протягом року»

Місяці року	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
Витрати газу за лічильником (м ³)												
Середні літні показники – газ використовується на побутові потреби												
Побутові потреби												
Витрати на опалення:												

Разом на опалення за рік витрачається (V) _____ м³ газу.

Опалювана площа будинку (S) _____ м².

Витрати тепла на 1 м² опалюваної площі за рік (V/S) _____ м³.

При згоранні 1 м³ газу виділяється в середньому 10,5 кВт·год енергії. Тоді витрати тепла на 1 м² опалюваної площі за рік складатимуть:

_____ кВт·год/м² за рік

У випадку, якщо вдома витрати газу за лічильником визначити неможливо, виконайте обчислення за одним з варіантів (Табл.19).

Таблиця 19

Варіант	Витрати газу за лічильником по місяцях року (м ³)												Опалювана площа (м ²)
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	
1	360	343	390	118	18	15	14	15	26	60	248	315	72
2	470	472	460	200	30	23	25	31	25	90	270	390	64
3	634	615	448	126	25	20	26	20	20	127	331	334	56

Проведіть моніторинг власного будинку

Площа зовнішніх стін S _{ст}	_____	м ²
Загальна площа вікон S _{вік}	_____	м ²
Відсоток площі вікон від площі зовнішніх стін S _{вік} /S _{ст} · 100%	_____	%
Товщина та матеріал зовнішніх стін d _{ст}	_____	см
Наявність та стан утеплення стін	_____	
Наявність та стан утеплення підлоги	_____	
Наявність та стан утеплення покрівлі	_____	
Регулярність та час провітрювання приміщення	_____	
Встановлено рекуператор повітря	_____	

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

Тема роботи: Вивчення потенціалу ефективності енергозберігаючих заходів в житловому будинку (квартирі).

Мета роботи:

- провести аналіз економічної доцільності енергозберігаючих заходів в житловій будівлі, провести розрахункове дослідження частки енергозбереження за рахунок їх впровадження.

- популяризація економічних і соціальних переваг ефективного використання енергоресурсів, підвищення рівня обізнаності молоді у цій сфері.

Місце проведення: власний будинок (квартира).

Обладнання: ПК, інженерні системи житла, інструкція до виконання практичної роботи.

Хід роботи

Теоретичний блок

Найкращим способом зниження енергоспоживання сьогодні визнано енергозбереження. Вкладення капіталу в енергозбереження вигідніше, ніж в розробку нових способів отримання енергії або нове енергоустаткування.

1. Загальний підхід до вивчення потенціалу ефективності енергозберігаючих заходів.

Основною експлуатаційною характеристикою житлових будинків є витрати на їх енергозабезпечення. Зниження енерговитрат можливо за рахунок підвищення ефективності використання приладів та інженерних систем, проведення термомодернізації будинків. Під термомодернізацією слід розуміти комплекс ремонтно-будівельних робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель.

Оцінка потенціалу енергозбереження проводиться на підставі нормативних вимог згідно з ДБН В.2.6-31. Так, нормами визначено, що питомі тепловитрати на опалення будинків повинні задовольняти умові:

$$q_{\text{буд}} \leq E_{\text{max}};$$

де $q_{\text{буд}}$ – розрахункові або фактичні питомі тепловитрати;

E_{max} – максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період, кВт·год/м².

2. Приклади визначення потенціалу ефективності енергозберігаючих заходів.

2.1. Енергозберігаючі лампи.

Кампанію по заміні звичайних ламп розжарювання на енергозберігаючі сьогодні можна назвати найбільш популярним і доступним засобом економії сімейного бюджету. Обчислимо ефект від використання енерго-

зберігаючих ламп. Візьмемо звичайну лампу розжарювання потужністю 100 Вт, вартістю 10 грн. з терміном служби дві тисячі годин. В якості альтернативи візьмемо енергозберігаючу люмінесцентну лампу, потужністю 34 Вт, яка забезпечує аналогічне освітлення в кімнаті. Термін служби такої лампи близько 5000 годин. Припустим, що лампи горять 5 годин на добу.

Параметри		Лампа розжарю-вання	Люмінесцентна лампа
Потужність лампи	(Вт)	100	34
Вартість однієї лампи	(грн.)	10	50
Термін служби лампи	(годин)	2000	5000
Час роботи, взятий для розрахунків	(годин)	5000	
Вартість ламп, придбаних за 5000 год. (грн.)		$5000/2000 \cdot 10 = 25$	50
Споживання енергії за 5000 годин (кВт·год.)		$5000 \cdot 0,1 = 500$	$5000 \cdot 0,034 = 170$
Витрати на електроенергію за 5000 годин (тариф 1,68 грн. за 1 кВт·год) (грн.)		840	285,6
Загальні витрати на лампи та за енергію (грн.)		$840 + 25 = 865$	$285,6 + 50 = 335,6$
Економія за 5000 годин роботи (грн.)		-	$865 - 335,6 = 529,4$
Час роботи лампи за рік (год)		$5 \text{ год./день} \cdot 365 \text{ дн.} = 1825$	
Перерахунок 5000 годин роботи в роки (років)		$5000 / 1825 \approx 2,7$	
Потенціал енергозбереження – різниця енергоспоживання лампи розжарення та люмінесцентної ламп за рік роботи	(кВт·год/рік) (грн./рік)	$(500-170) / 2,7 \approx 122$ $529,4 / 2,7 \approx 196$	
Орієнтовний термін окупності (додаткові витрати / середня економія) (років)		-	$(50-25) / 100 \approx 0,25$
Економія на кожен вкладену гривню (середня економія / додаткові витрати)		-	$529,4 / (50-25) = 21,2$

2.2. Сонячна мініелектростанція

Сьогодні сонячні панелі все частіше можна зустріти на покрівлях звичайних житлових будинків. Сонячна електростанція (СЕС), що складається з сонячних панелей, інвертора (перетворювач постійного струму в змінний), комплекту для механічного та електричного монтажу, засобів автоматики та двотарифного лічильника може бути встановлена на даху будівлі (Рис.43).



Рис.43. Структура сонячної станції

Звичайно, сонячну електростанцію не можна розглядати як енергозбе-

рігаюче рішення, оскільки вона не економить електроенергію, а просто є її альтернативним джерелом. Але її використання, безсумнівно, зменшить розмір платежів за електрику. Оцінимо доцільність її використання.

Середньостатистичний невеликий будинок споживає близько 200 кВт·год. енергії на місяць. Якщо СЕС, встановлена на його даху, згенерувала протягом місяця, наприклад, 500 кВт, держава має викупити різницю 300 кВт за ціною, обумовленою в договорі. Якщо СЕС запущено в експлуатацію в період 01.01.2020 – 31.12.2024, то у грошовому еквіваленті це виходить $300 \times 4,7878 = 1436$ грн. мінус 20% податки, у результаті 1149 грн.

Орієнтовна вартість комплексу обладнання з пусконаладжувальними роботами	110000 грн.
Виробляється енергії (вважаємо, що станція виробляє 6000 кВт·год за рік)	
Електроенергія, спожита для власних потреб за рік	$200 \text{ кВт·год} \cdot 12 \text{ міс.} \cdot 2400 \text{ кВт·год}$
Вартість електроенергії, викупленої державою. грн.	$(6000-2400) \text{ кВт·год} \cdot 4,7878 \text{ грн./кВт·год} = 17236 \text{ грн.}$
З урахуванням 20% податку	$17236 \cdot (100\% - 20\%) \approx 13789 \text{ грн.}$
Умова окупності станції за n років	$n_{\text{років}} \cdot (13789 \text{ грн.} + 4032 \text{ грн.}) = 110000 \text{ грн}$
Час окупності n (років)	$110000 / (13789 \text{ грн.} + 4032 \text{ грн.}) = 6,2 \text{ років}$

Отже, в стандартних умовах електростанція потужністю 5 кВт, окупить себе за 6-7 років. Однак, призначення у неї може бути і іншим. Так, в населених пунктах, де часті перебої в електропостачанні, подібне рішення буде просто незамінним!

2.3. Економія тепла

Тепло – найдорожчий з комунальних ресурсів, тому його споживання потребує особливо ощадного відношення. При цьому класичною проблемою для більшості споживачів є відсутність можливості регулювати споживання тепла в періоди потепління, в нічний час, коли вдома нікого немає і просто по відчуттях, коли в кімнаті жарко. У результаті ми змушені оплачувати зайве тепло, опалюючи вулицю через відкриті квартирки.

Щоб економити тепло і отримати реальний результат, потрібно модернізувати систему опалення і перейти на поквартирний облік. Втім, останнє – лише запитання часу, тому що в даний момент поетапний перехід споживачів на поквартирний облік тепла в Україні вирішується законодавчо. А щоб отримати економію в рамках окремо взятої квартири – знадобляться спеціальні пристрої.

а) автоматичні радіаторні терморегулятори;

Вони контролюють температуру повітря в приміщенні відповідно до заданого параметру і при потребі автоматично вимикають опалювальні прилади.



Рис.44. Радіаторний терморегулятор

Комплекс з автоматизованого теплового пункту з погодозалежним регулюванням, балансувальними клапанами і радіаторними терморегуляторами на опалювальних приладах при поквартирному обліку тепла дає економію в середньому 25%, у тому числі 13-14% за рахунок використання власне терморегуляторів. І це далеко не межа.

Визначимо економію тепла за рахунок використання радіаторних терморегуляторів (Рис.44) для кімнати, площею 20 м².

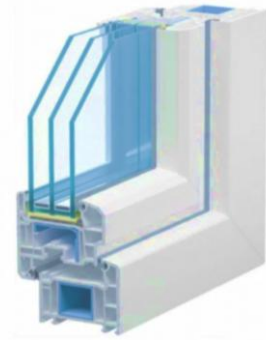
Термін служби радіаторних терморегуляторів «Danfoss»	25 років
Вартість терморегулятора і його установки	Вартість терморегулятора – 650 грн. Вартість установки – 300 грн.
Вартість тепла для зазначеної кімнати за рік та за 25 років при усередненому споживанні 35 м ³ газу (за рік) і вартості тепла 8,55 грн./м ³ (35 м ³ за рік відповідає витратам 300 кВт·год на м ² за рік)	$35 \text{ м}^3 \cdot 8,55 \text{ грн./м}^3 \cdot 20 \text{ м}^2 = 5985$ грн./рік або за 25 років $5985 \cdot 25 = 149625$ грн.
Економія за розрахунковий період (при зменшенні споживання тепла на 13%)	$149625 \text{ грн} \cdot 0,13 - (650 \text{ грн.} + 300 \text{ грн.}) = 18501$ грн.
Середня економія в рік	$18501 \text{ грн.} / 25 \text{ років} \approx 740$ грн./рік
Приблизний термін окупності	$(650 + 300) / 740 \approx 1,28$ року
Чиста економія на кожен вкладену гривню за весь термін експлуатації	$18501 / 950 \approx 19,5$ грн.

Слід зауважити, що без автоматизації опалювальної системи, встановлення автоматичних терморегуляторів і переходу на поквартирний облік тепла інші заходи по його економії в масштабах окремо взятої квартири відчутних результатів не дадуть. Адже просто утеплити вікна, двері та стіни, мешканець буде отримувати все ту ж кількість тепла, призначену його квартирі за проектом, а «зеконотлені» калорії принесуть лише незручності, підвищивши температуру повітря до некомфортної. У результаті – перевитрата тепла, відкриті квартирки і, як наслідок, – застуди. Якщо ж тепловий пункт будівлі належним чином автоматизований – можна говорити про наступний крок: заміну вікон у квартирі.

б) енергозберігаючі вікна;

Установка сучасних енергозберігаючих вікон (Рис.45) дозволяє скоротити втрати тепла більш ніж на 30-40%. Такий ефект досягається за рахунок

конструктивних особливостей пластикових вікон. Перш за все, профілі, з яких збираються рами мають до 4-5 повітряних камер, що підвищує тепловий опір конструкції. Замість одинарних стекол в пластикових вікнах використовуються склопакети, що складаються з 2-3 стекол, герметично склеєних в єдиний блок з утворенням повітряних камер. Для ще більшого зниження тепловтрат в склопакеті використовують скло з низькоемісійним покриттям, а камери заповнюють інертними газами (наприклад, аргоном). Крім того, між рамою і стулками передбачені ущільнення, які перешкоджають виникненню протягів.



Оцінимо економію для вікна, розміром 1500x1000мм. При цьому вважатимемо, що середня температура опалювального сезону зовнішнього повітря дорівнює $-1,1^{\circ}\text{C}$, температура повітря в приміщенні 18°C , а тривалість опалювального періоду становить 187 днів.

Рис.45. Пакет енергозберігаючого вікна

Параметри	Звичайне вікно	Енергозберігаюче вікно (VEKA-Softline 82) (4i – 16Ar – 4 – 16Ar – 4i)
Термін служби	30 років	30 років
Вартість вікна із зазначеними параметрами за розрахунковий період (з урахуванням монтажу)	вартість вікон 2000 грн. Монтаж 500 грн.	3800 грн. (з урахуванням монтажу)
Опір теплопередачі (R)	$0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$	$1,29 \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$
Тепловтрати і витрати на тепло за сезон	$Q = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot S \cdot 24\text{год} \cdot 187\text{діб} \cdot 3600\text{с}}{R} [\text{Вт} \cdot \text{с}] =$ $= \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot S \cdot 24\text{год} \cdot 187\text{діб} \cdot 3600}{R \cdot 1000 \cdot 3600} [\text{кВт} \cdot \text{год}]$ $= \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \cdot S \cdot 24\text{год} \cdot 187\text{діб}}{R \cdot 1000} [\text{кВт} \cdot \text{год}]$	
(кВт·год).	$19,1^{\circ}\text{C} \cdot 1,5 \text{ м}^2 \cdot 24\text{год} \cdot 187 \text{ діб} / (0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт} \cdot 1000) \approx 429 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$	$19,1^{\circ}\text{C} \cdot 1,5 \text{ м}^2 \cdot 24\text{год} \cdot 187 \text{ діб} / (1,29 \text{ м}^2 \cdot \text{C}/\text{Вт} \cdot 1000) \approx 100 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$
(грн.)	$429 \text{ кВт} \cdot \text{год} / 10,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3 \cdot 8,55 \text{ грн.}/\text{м}^3 \approx 349 \text{ грн}.$	$100 \text{ кВт} \cdot \text{год} / 10,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3 \cdot 8,55 \text{ грн.}/\text{м}^3 \approx 81 \text{ грн}.$
Загальні витрати на вікна та за тепло за час експлуатації (грн.)	$2500 + 349 \cdot 30 = 12970$	$3800 + 81 \cdot 30 = 6230$
Економія за розрахунковий період	$12970 - 6230 = 6740 \text{ грн}.$	

Середня економія в рік (грн./ рік)	6740 грн. / 30 років \approx 225
Термін окупності додаткових витрат на установку енергозберігаючого вікна	$(3800 \text{ грн.} - 2500 \text{ грн.}) / 225 \approx 5,8$ років
Чиста економія на кожну вкладену гривню за весь термін експлуатації	$6740 / (3800-2500) = 5,2$ грн.

Отже, якщо аналізувати вартість вікон різного типу з урахуванням монтажу в тривалій перспективі, то з'ясується, що звичайні вікна ненабагато дешевші енергозберігаючих. Відповідно, останні дають хоч і невелику в грошовому вираженні, зате чисту економію. За рахунок цієї економії різниця у вартості звичайних і енергозберігаючих вікон повністю окупається за 5 років. Причому не слід забувати, що сучасні вікна – це не лише збереження тепла, а і ліквідація протягів та добра шумоізоляція.

в) утеплення стін будівлі;

В попередній роботі було виконано розрахунки опору теплопередачі стіни до та після її утеплення шаром пінопласту, товщиною 0,1м.

$$R_1 = 0,82 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, \quad R_2 = 3,76 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Визначимо економічну доцільність утеплення такої стіни, якщо на матеріали та монтаж витрачається 300 грн./м², період експлуатації будівлі 30 років, середня температура зовнішнього повітря -1,1°C, температура в приміщенні 18°C, а тривалість опалювального періоду становить 187 днів.

	Не утеплена стіна	Утеплена стіна
Термін служби (років)	30	30
Вартість матеріалів для утеплення стіни (з монтажем) (грн./м ²)		300
Опір теплопередачі (м ² ·К/Вт)	0,82	3,76
Теплові витрати і витрати на тепло за сезон	$Q = \frac{(t_b - t_3) \cdot S \cdot 24\text{год} \cdot 187\text{дн} \cdot 3600\text{с}}{R} [\text{Вт} \cdot \text{с}] =$ $= \frac{(t_b - t_3) \cdot S \cdot 24\text{год} \cdot 187\text{дн}}{R \cdot 1000} [\text{кВт} \cdot \text{год}]$	
(кВт·год)	$19,1^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ м}^2 \cdot 24\text{год} \cdot 187 \text{ дн} / (0,82 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт} \cdot 1000) \approx 105,4 \text{ кВт}\cdot\text{год}$	$19,1^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ м}^2 \cdot 24\text{год} \cdot 187 \text{ дн} / (3,76 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт} \cdot 1000) \approx 22,8 \text{ кВт}\cdot\text{год}$
(грн.)	$105,4 \text{ кВт}\cdot\text{год} / 10,5 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3 \cdot 8,55 \text{ грн.}/\text{м}^3 \approx 86 \text{ грн.}$	$22,8 \text{ кВт}\cdot\text{год} / 10,5 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3 \cdot 8,55 \text{ грн.}/\text{м}^3 \approx 19 \text{ грн.}$
Загальні витрати на утеплення та за тепло (грн.)	$86 \cdot 30 = 2580$	$300 + 19 \cdot 30 = 870$
Економія за увесь час (грн.)	$2580 - 870 = 1710$	

Середня економія за рік (грн. / рік)	1710 грн. / 30 років ≈ 57
Приблизний термін окупності додаткових витрат на утеплення стіни (років)	$300 / 57 = 5,3$
Чиста економія на кожну вкладену гривню за весь термін експлуатації (грн.)	$1710/300 = 5,7$

Як бачимо, для переважної більшості споживачів, утеплення зовнішніх стін вже зараз є привабливим термоізоляційним заходом, оскільки термін окупності пінопластом, товщиною 0,1м становить 5 років, а кожна вкладена гривня дасть 6 гривень чистої економії. До того ж не утеплені зовнішні стіни збільшують вологу і, як наслідок, сприяють промерзанню та утворенню цвілі. А це в свою чергу впливає на стан здоров'я мешканців, зменшує міцність і час експлуатації будинку.

г) провітрювач з рекуперацією тепла;

Помічено, що значна частина тепла втрачається з будинку не через вікна і стіни, а через провітрювання приміщень. Встановлено, що до 50% тепла, витраченого на обігрів середньостатистичного житла, втрачається даремно, вивітрюючись через відкриті квартирки.

Все частіше для зменшення цих витрат застосовуються спеціальні пристрої – вентиляційні панелі, які не просто оновлюють повітря в приміщенні, а і фільтрують його від шкідливих домішок і запахів вулиці. Найбільш сучасні моделі оснащуються рекуператором (Рис.46), щоб з відпрацьованим повітрям в навколишнє середовище не втрачалось тепло.

Не використовуючи досить складних розрахунків енергетичної ефективності, можна стверджувати, що термін окупності витрат на установку рекуператора становить близько 3 років. Чиста економія за 25 років експлуатації складає близько 9 грн. на кожну вкладену гривню.

2.4. Економія води

Видатки на гарячу і холодну воду – ще одна важлива стаття сімейного бюджету.

Душова лійка з економічним режимом

Економити воду можна різними способами, наприклад, скоротивши її витрати при прийомі душу. Зробити це дозволяють душові лійки, з

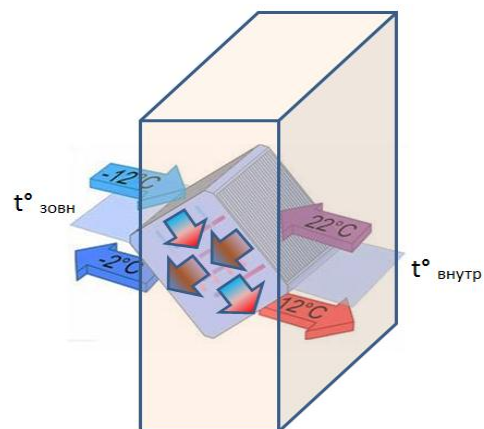


Рис.46. Принцип рекуперації повітря

економічним режимом, наприклад, досить перевести клавішу в економічний режим, і витрата води скоротиться на 40%.

Оцінимо, у що це «виліється», взявши «середній» для Харкова тариф 14,778 грн. за кубометр води та водовідведення.

Термін експлуатації економічної душової лійки	20 років
Вартість душової лійки	1000 грн.
Обсяг води, яка щодня використовується для прийому душу	≈150 л (двоє дорослих і дитина)
Вартість прийому душу (з водовідведенням) за весь термін експлуатації	$0,15 \text{ м}^3 \cdot 14,778 \text{ грн.} / \text{м}^3 \cdot 365 \text{ днів} \cdot 20 \text{ років} \approx 16182 \text{ грн.}$
Економія за час експлуатації (40%)	$16182 \text{ грн.} \cdot 0,4 = 6473 \text{ грн.}$
Середня економія в рік	$6473 \text{ грн.} / 20 \text{ років} \approx 324 \text{ грн.} / \text{рік.}$
Термін окупності	$1000 / 324 \approx 3,1 \text{ років}$
Економія на кожну вкладену гривню	$6473 / 1000 = 6,5 \text{ грн.}$

Підведемо підсумки:

- Люмінесцентна лампа – 0,25 року.
- Радіаторний терморегулятор – час окупності 1,28 року.
- Провітрювач з рекуператором – близько 3 років.
- Економічна душова лійка – 3,6 років.
- Утеплення стін – 5,3 років.
- Енергозберігаючі вікна – 5,8 років.
- Сонячна міні-електростанція – 6,2 років.

Контрольні запитання

1. Потенціал енергозбереження – це:

- а) Різниця між енергоспоживанням ДО та ПІСЛЯ проведення енергозберігаючого заходу
- б) Сума коштів, які можна вкласти в енергозберігаючі заходи в будинку
- в) Різниця між фінансовими витратами на енергоносії ДО та ПІСЛЯ проведення енергозберігаючого заходу
- г) Середнє значення споживання енергоносіїв ДО та ПІСЛЯ проведення заходу

2. Відзначте п'ятірку найбільш ефективних заходів з енергозбереження для приватного будинку (1- найбільш важливий, потім 2 ... і т.д.)

Розрахунковий блок

Вихідними даними для «Розрахункового блоку» є дані практичних робіт №1 та №2 «Визначення потреби будівлі в енергії».

1. Визначте витрати електроенергії та економічну доцільність встановлення LED ламп, з урахуванням часу роботи: а) 5 год., б) 0,5 год. на добу

Результати розрахунків занесіть в таблицю.

Параметри	Лампа розжарювання	Світлодіодна лампа
Потужність кожної лампи (P_0) (Вт)	100	12
Вартість однієї лампи (грн.)	10	110
Термін служби ламп (годин)	2000	40000
Сумарна кількість роботи (годин)	40000	
Вартість ламп, придбаних за 40000 годин (грн.)		
Споживання енергії за 40000 годин (кВт·год.)		
Витрати на електроенергію за 40000 годин (тариф 1,68 грн. за 1 кВт·год) (грн.)		
Витрати на лампи та за електроенергію (грн.)		
Економія (у порівнянні з лампою розжарення) за 40000 годин роботи (грн.)	---	
Щоденний час роботи лампи (год/ день)		
Час роботи лампи за рік (год)		
Перерахунок 40000 годин роботи в роки (років)		
Потенціал енергозбереження (кВт·год / рік) (грн./рік)		
Приблизний термін окупності (років)		
Чиста економія на кожну вкладену гривню за увесь час (середня економія / додаткові витрати)		

Зробіть висновок про економічну доцільність світлодіодних ламп у порівнянні з іншими енергозберігаючими заходами.

2. Визначте економічну доцільність монтажу на вікно теплозахисної плівки, вартість матеріалів якої з установкою складає 20 грн./м²., а опір теплопередачі вікна збільшився на 0,05 м²·К/Вт. При цьому вважатимемо, що середня температура зовнішнього повітря дорівнює -1,1°C, температура в приміщенні 18°C, опір теплопередачі звичайного вікна становить 0,3 м²·К/Вт, а тривалість опалювального періоду 187 діб.

	Звичайне вікно	Вікно з теплозахисною плівкою
Розрахунковий період експлуатації плівки	1 рік	
Вартість матеріалів (з монтажем)		20 грн.
Опір теплопередачі R (м ² ·°C/Вт)	0,3	0,35
Теплові витрати і витрати на тепло за сезон	$Q = \frac{(t_b - t_3) \cdot S \cdot 24\text{год} \cdot 187\text{діб}}{R \cdot 1000}$	

(кВт·год). (грн.)		
Економія за розрахунковий період (грн.)		
Середня економія в рік (грн.)		
Приблизний термін окупності додаткових витрат на установку захисної плівки		
Чиста економія на кожну вкладену гривню		

3. Визначте економічну доцільність встановлення водозберігаючої насадки, вартістю 110 грн., якщо при її встановленні на кухонний кран витрати води зменшуються з 12 до 3 літрів за хвилину. Щоденне використання води на кухні до встановлення насадки складало 30 літрів.

Термін експлуатації водозберігаючої насадки	10 років
Вартість насадки	110 грн.
Обсяг води, яка щодня використовується	30 л
Вартість використання води без насадки за весь час роботи	
Вартість використання води з насадкою за весь час роботи	
Середня економія	
Середня економія за рік	
Термін окупності	
Економія на кожну вкладену гривню	

Практичний блок

1. Виконайте розрахунки потенціалу енергоефективності вашої оселі за варіантом:

1	Заміна всіх вікон та утеплення стін вашого будинку
2	Заміна всіх ламп на світлодіодні + утеплення вікон теплозахисною плівкою «третє вікно»
3	Визначте потенціал енергоефективності найбільш ефективного (на ваш погляд) заходу з енергозбереження

Творчий блок

Використовуючи результати розрахунків потенціалу енергоефективності у власній оселі, підготуйте рекламний лист (проспект) на тему «Потенціал енергоефективності у побуті».

6. Енергетичний моніторинг.



Багато з нас чули приказку "Ви те, що ви їсте". Я частково переробляю її. Я кажу: "Ви стаєте тим, що ви вчите".

Роберт КІЙОСАКІ "Багатий Тато, Бідний Тато"

Одним з найбільш дієвих інструментів енергоефективності та енергозбереження, який створює потужний інформаційний ресурс та стимул для оптимізації енергоспоживання є енергетичний моніторинг. Він дає можливість стежити за динамікою енергоспоживання та контролювати економічну ефективність енергозберігаючих заходів в ході їх впровадження.

Під енергетичним моніторингом розуміють обстеження підприємств, будинків з метою визначення можливостей економії споживаної енергії шляхом впровадження механізмів енергетичної ефективності, а також з метою впровадження на об'єкті системи енергетичного менеджменту.

Метою енергетичного моніторингу є вирішення наступних задач:

- складання карти використання об'єктом паливно-енергетичних ресурсів;
- розробка організаційних і технічних заходів, спрямованих на зниження втрат енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка енергозберігаючих заходів.

Енергетичний моніторинг проводиться енергосервісними компаніями чи незалежними експертами (енергоаудиторами), що мають відповідний сертифікат і уповноважені суб'єктами господарювання на його проведення.

В залежності від мети та обсягів робіт, що проводяться, допускаються наступні види моніторингу:

Простий моніторинг об'єкта. Іноді при проведенні енергетичного аудиту необхідно дослідити та визначити енергетичну ефективність лише певної ланки енергоспоживання, а не об'єкта загалом. У таких випадках проводять простий (експрес) аудит.

Прикладами такого обстеження для будівель можуть бути:

- обстеження огорожувальних конструкцій;
- обстеження віконних блоків;
- обстеження теплопункту;
- обстеження електричної мережі;
- обстеження трубопроводів водяної мережі, тощо.

Простий енергетичний моніторинг будівлі забезпечує базове енергетичне обстеження, робить загальні висновки про споживання енергії, при цьому приділяє увагу невеликому числу заходів для економії енергії.

Повний (комплексний) енергетичний моніторинг об'єкта це – аналітично-розрахунковий аудит та інструментальне дослідження об'єкта з детальною оцінкою потенціалу енергозбереження, створення енергетичного паспорту, розробки питомих норм на споживання енергетичних ресурсів і плану організаційно-технічних заходів щодо енергозбереження. Даний метод заснований на підрахунку кількості використаної енергії і порівнянні цієї величини з нормативами енергоспоживанням. Метод допомагає визначити потенційну економію енергії. Здійснюється підрахунок енергії, спожитої всіма основними видами устаткування і порівнюється з загальним енергоспоживанням. Дана методика дозволяє провести якісний енергоаудит, заснований на науковому підході і вимірі різних параметрів.

Енергетичний аудит будівлі передбачає наступні етапи:

1. Збір документальної інформації.
2. Інструментальне обстеження.
3. Обробка та аналіз отриманої інформації.
4. Розробка рекомендацій з енергозбереження.
5. Оформлення звіту.
6. Складання енергетичного паспорту будівлі.

Збір інформації проводиться протягом всього обстеження у відповідності до розробленої програми. Джерелами інформації є:

1. бесіди та анкетування адміністрації та обслуговуючого персоналу громадської будівлі;
2. схеми енергоспоживання та аналіз системи обліку енергоносіїв;
3. звіти по комерційному та технічному обліку енергоносіїв;
4. добові, тижневі, місячні графіки навантаження;
5. рахунки від постачальників енергоносіїв;
6. технічна документація на обладнання (технологічні схеми, специфікації, паспортні дані, і т.д.);
7. звітна документація по ремонтних, налагоджувальних, випробувальних, енергозберігаючих заходах.

Інструментальне обстеження проводиться для отримання повної інформації необхідної для оцінки ефективності енерговикористання.

При інструментальному обстеженні громадська будівля ділиться на категорії споживачів енергії, які підлягають комплексному обстеженню, серед них:

- *Конструкція будівлі*
- *Система електропостачання*
- *Система опалення*
- *Подача гарячої води*

- Система водопостачання
- Холодильна система
- Системи вентиляції і кондиціонування
- Устаткування, що споживає електроенергію
- Устаткування, що працює на газі / нафтопродуктах
- Інші споживачі.

Аналіз інформації. Опираючись на отримані дані проводиться аналіз інформації. При цьому визначаються обсяги витрат енергоносіїв підприємством, питомі витрати на одиницю продукції, визначаються найбільш «вразливі» місця енергоспоживання та готується інформація для енергетичного паспорта.

Розробка рекомендацій з енергозбереження. У загальному значенні проведення енергетичного обстеження, цей етап найважливіший, тому що обґрунтування дій з енергозбереження – це головна причина, по якій на об'єкті призначається енергоаудит. При розробці рекомендацій необхідно:

- визначити технічну суть вдосконалення, що пропонується та принципи отримання економії;
- розрахувати річну економію в фізичному та грошовому вираженні;
- оцінити загальний ефект від запропонованих рекомендацій;
- оцінити життєздатність проекту, з точки зору впровадження рекомендацій з енергозбереження.

Можливості енергозбереження можна розбити на категорії чи на альтернативні рішення однієї і тієї ж енергетичної проблеми. Найбільш поширеним є поділ рекомендацій з енергозбереження за вартістю заходів.

Безвитратні рекомендації:

- Більш ощадливе використання наявних ресурсів;
- Необхідне технічне обслуговування;
- Закупівля палива з більш дешевого джерела.

Низьковитратні рекомендації:

- Встановлення більш ефективного устаткування;
- Встановлення нових (автономних) пристроїв керування;
- Навчання персоналу;
- Контроль і оперативне планування.

Високвитратні рекомендації:

- Заміна більшості енергетичних установок;
- Встановлення комплексних систем керування;
- Когенерація (комбіноване виробництво тепла та електроенергії);
- Утилізація теплоти;
- Утеплення огорожувальних конструкцій.

Ці заходи допоможуть заощадити енергію (і/чи кошти) шляхом:

- Скорочення втрат;
- Скорочення зайвих операцій;
- Підвищення ефективності використання енергії;
- Підвищення ефективності енергозбереження;
- Використання більш дешевих енергетичних ресурсів.

В кінці процесу розробки рекомендацій всі енергозберігаючі заходи зводяться в одну таблицю. Це відповідає найбільш оптимальній (в порядку зниження економічної вартості) черговості їх виконання.

Для прикладу наведемо перелік найбільш ефективних заходів з енергозбереження в громадських закладах та ймовірну економію ПЕР від їх впровадження (Таблиця 20).

Таблиця 20

Заходи з енергозбереження	Очікувана економія ПЕР, %	
1. Економія теплової енергії при опаленні будівель		
Автоматизація котельнь, абонентських вводів, центральних теплових пунктів	До 15, від загальних витрат теплоти	
Встановлення на вводах теплолічильників, контроль за витратою теплоти	До 5	
Встановлення на нагрівальних приладах терморегуляторів	6 – 7	
Зняття декоративних огорожень з радіаторів та встановлення зарадіаторних рефлекторів (екранів) між зовнішньою стіною та нагрівальним приладом	2 – 10	
Періодичне промивання систем опалення	3	
2. Підвищення теплового захисту будинків (зниження тепловтрат)		
Збільшення опору теплопередачі зовнішніх огорожень існуючих будинків	на 10%:	2 – 4
	на 20%:	4 – 8
Створення теплих горіщ та подвійних тамбурів	3 – 5, від витрат на опалення	
Використання 2- та 3-камерних склопакетів	4 – 6	
Використання спеціальних пристроїв на світлотехнічній плівці в якості гардин	До 15 кг у.п. на рік на 1м ² заскління, від витрат на опалення	
3. Економія теплової енергії при гарячому водопостачанні		
Організація обліку витрат гарячої води	5	
Утилізація теплоти стічних вод	6,9	
4. Енергозберігаючі заходи в системах водопостачання та водовідведення		
Усунення витоків води зі змивних бачків із заміною застарілих конструкцій на сучасні	До 80, від загального обсягу витоків	
Заміна зношених кранів-змішувачів, туалетних кранів, встановлення регуляторів тиску води	До 50, від загального обсягу витрат води на будинок	
Організація обліку витрат холодної води	5	
5. Енергозберігаючі заходи в системах вентиляції та кондиціонування повітря		
Зменшення обміну повітря в нічний час та у вихідні до 0,5 м ³ /год. в приміщеннях, що не використовуються	Не менше 10 від витрат теплоти на опалення	
Утилізація теплоти витяжного повітря	5–10, від витрат тепла на піді-	

	грів припливного повітря
Використання жалюзі на вікнах	До 15, від витрат електроенергії на кондиціювання повітря
6. Економія палива за рахунок використання теплоти з низьким потенціалом, вторинних енергоресурсів та відновлюваних джерел енергії	
Використання геліоустановок у системах опалення та ГВП	До 120-180 кг у.п. щорічно на 1м ² геліоприймача, порівняно з традиційними системами
Впровадження сонячних пасивних систем опалення	30 – 40, від витрат теплоти на традиційне опалення будівель
7. Енергозберігаючі заходи в системі електропостачання	
Зменшення кількості особистих електропобутових приладів (кип'ятильники, електрочайники, тощо)	До 5-20, від річного споживання електроенергії
Оснащення систем електропостачання системами моніторингу споживання електричної енергії	До 10-20, від річного споживання електроенергії
8. Економія електричної енергії в освітленні	
Подальше скорочення застосування ламп розжарювання та заміна їх на світлодіодні	До 55, від споживаної ними електроенергії
Застосування малогабаритних криптонових ламп замість звичайних люмінесцентних	До 8, споживаної ними електроенергії
Фарбування приміщень в більш світлі тони	До 5-10, від споживаної ними електроенергії
Заміна електромагнітної пускорегулювальної апаратури на електронну	До 11, від споживаної ними електроенергії

При розробці та виборі проєктів з енергозбереження на окремих об'єктах основною задачею є виявлення тих проєктів, які при мінімальних витратах здатні забезпечити максимальний позитивний ефект.







Складання енергетичного паспорту будівлі. Після отримання результатів обстеження складається енергетичний паспорт будівлі. Паспорт, який оформлений за такими даними, містить наступну інформацію:

1. Оснащеність засобами обліку енергетичних ресурсів;
2. Об'єм енергетичних ресурсів, які витрачаються, та їх динаміка;
3. Клас енергетичної ефективності будівлі;
4. Відсоток (%) втрат енергетичних ресурсів;
5. Потенціал енергозбереження, оцінка "можливої" економії;
6. План енергозбереження та підвищення енергоефективності.

Для нового будівництва енергопаспорт є невід'ємним атрибутом проєктної документації і повинен складатися за проєктними даними. Правила розробки і порядок складання енергетичного паспорта регламентується відповідним державним стандартом ДСТУ-Н Б А.2.2-5: 2010.

За аналогією з електроприладами паспорт енергоефективності передбачає зазначення відповідного класу енергоефективності, а саме:

Різниця у % розрахункових або фактичних значень питомих витрат тепла $q_{\text{буд}}$, від максимально допустимого значення E_{max} ,
 $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\%$

Клас енергетичної ефективності будівлі		
$[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\%$		
Мінус 50 і менше		будинки з відмінними показниками;
Від мінус 49 до мінус 10		
Від мінус 9 до плюс 5		
Від плюс 6 до плюс 25		
Від плюс 26 до плюс 75		
Плюс 76 і більше		будинки з найгіршими показниками

Розрахунок базується на порівнянні розрахункового питомого споживання теплової енергії на опалення будинку з нормативним значення для цього типу будинку. На даний момент, будівництво нових будинків допускається тільки при показниках класу енергоефективності не нижче «С».

Задача 1.31. У таблиці приведено помісячне використання газу в будинку за показниками газового лічильника.

Місяць	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
м ³ газу	590	450	400	140	23	23	23	23	23	180	345	430

Опалювана площа будинку 64 м². Знаючи, що при згоранні 1 м³ газу виділяється 10,5 кВт. год. енергії, визначте енергетичні затрати на опалення 1 м² житла протягом сезону.

Розв'язання.

Місяці року	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
Витрати газу за лічильником (м ³)	590	450	400	140	23	23	23	23	23	180	345	430
Від щомісячних витрат віднімемо середні літні показники – це витрати на харчування, миття посуду, душ та ін. (побутові витрати):												
Побутові витрати	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23

Те, що залишилось – є витрати на опалення:

	567	427	377	117	0	0	0	0	0	157	322	407
--	-----	-----	-----	-----	---	---	---	---	---	-----	-----	-----

Разом на опалення за рік витрачається 2374 м³ газу.

Опалювана площа будинку 64 м².

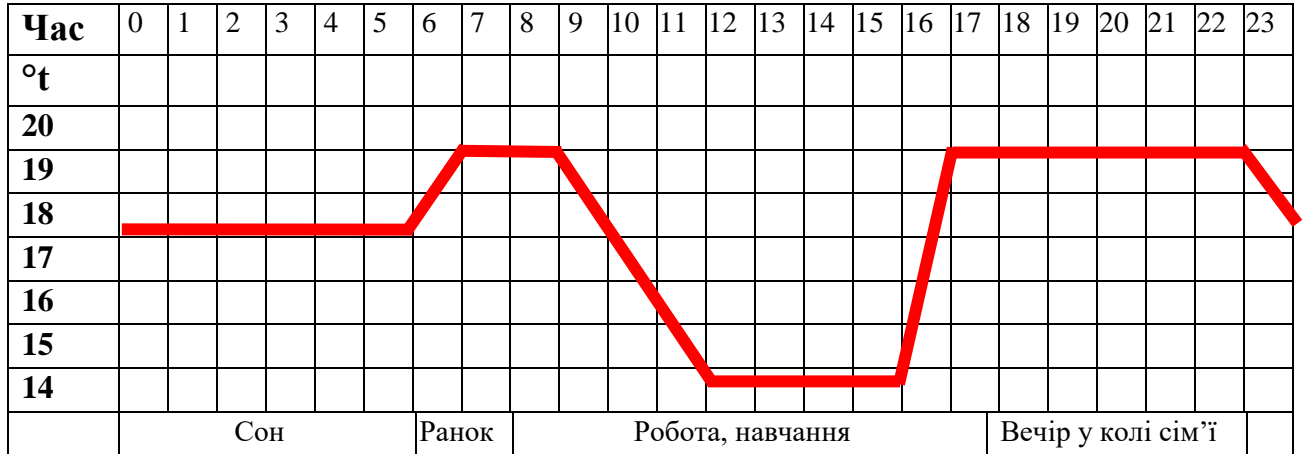
Розділивши річні витрати газу на опалювану площу будинку, маємо витрати тепла на 1 м² опалюваної площі за рік 37,09 м³.

При згоранні 1 м³ газу виділяється в середньому 10,5 кВт.год. енергії. Тоді витрати тепла на 1 м² опалюваної площі за рік складатимуть:

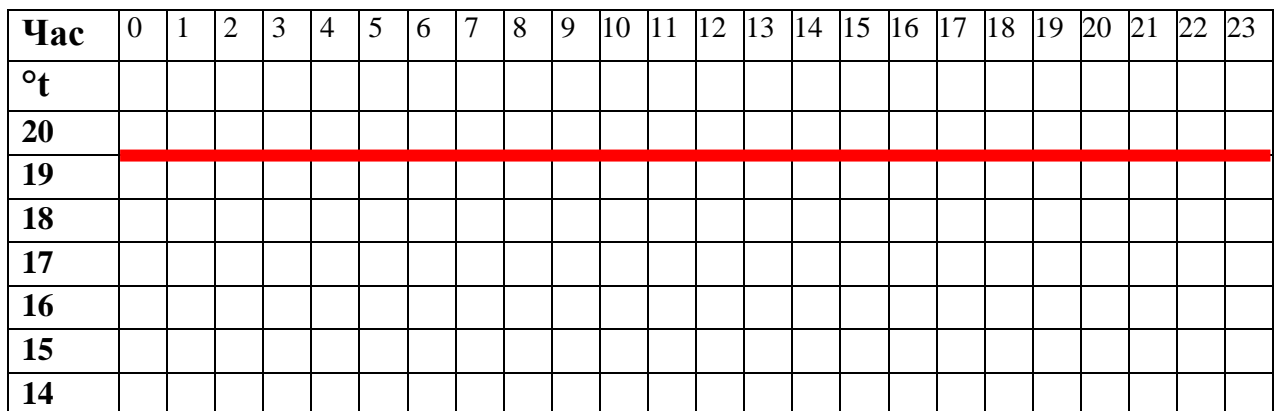
$$37,09 \cdot 10,5 = 389,4 \text{ кВт}\cdot\text{год./м}^2 \text{ за рік}$$

Задача 1.32. Враховуючи ваш щоденний режим роботи, складіть ідеалізований почасовий графік бажаної температури в будинку протягом доби. Поясніть його.

Очікуваний графік матиме вигляд:



Задача 1.33. Порівняйте графік попередньої задачі з реальним, який має вигляд:



Оцініть доцільність регулювання температурного режиму в будинку за допомогою програми «розумний дім».

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4 **

Тема роботи: Енергетичне обстеження будівлі закладу освіти. Потенціал енергоефективності закладу.

Мета роботи: набути навичок самостійного енергетичного обстеження об'єктів виробництва, робочих місць, будівель, навчитись складати енергетичний баланс, визначати потенціал енергоефективності.

Місце проведення: навчальні кабінети, майстерні, суспільно-побутові приміщення закладу освіти.

Обладнання: прилади енергетичного моніторингу.

Рекомендації щодо організації заняття.

Виконання цієї роботи спрямовано на енергетичне обстеження закладу освіти, визначенню потенціалу енергоефективності та формуванню пропозицій щодо його реалізації.

Роботу можна провести у вигляді реального енергетичного обстеження учнівськими експертними групами будівлі, навчальних та службових приміщень закладу з метою визначення обсягів, виявленням фактів неефективного використання енергоресурсів, напрацювання заходів щодо їх усунення, розрахунком витрат до і після енергетичної санації.

Хід роботи

1. Опрацюйте «Теоретичний блок», дайте відповіді на «Контрольні запитання».

Постановка завдання. Ви – група експертів з енергетичного аудиту, яку запросили для проведення енергетичної санації. Проведіть санацію обраної ділянки закладу, складіть висновок про потенціал енергоефективності, розробіть проєкт щодо його реалізації, надайте творчий звіт керівнику.

2. Самостійно виконайте «Практичний блок»:

- Розрахуйте обсяги надходження енергії до будівлі та її втрат.
- Здійсніть енергетичне обстеження будівлі (електро- і теплоаудит). Зберіть інформацію для розрахунків, підготуйте фотоматеріали.

3. Виконайте «Розрахунковий» блок:

- Складіть звіт про моніторинг об'єкта та його енергетичний баланс.
- Зробіть висновок експертної групи.

4. Виконайте «Творчий» блок:

- Розробіть проєкт щодо впровадження енергозберігаючих заходів на об'єкті з метою підвищення його енергоефективності.
- Складіть до творчого звіту презентацію (буклет тощо).

5. Зробіть висновок.

Теоретичний блок

Загальні відомості про енергоаудит

Методологія енергоаудиту залежить від тієї інформації, що прагне одержати замовник, та від обладнання, що використовувалось в ході обсте-

ження. За обсягом робіт, що проводяться, енергетичні обстеження будівель поділяються на:

а) прості (експрес – обстеження). Проводяться за скороченою програмою, з мінімальним використанням чи без використання устаткування й несе обмежений характер. При цьому проводиться оцінка ефективності використання всіх або одного виду енергоносіїв, функціонування окремої групи обладнання (теплового пункту, котла тощо), або окремих показників енергоефективності і т. д.;

б) повні (комплексні) інструментальні обстеження. Проводяться за всіма видами енергоносіїв з інструментальними вимірами, необхідний об'єм яких визначається енергоаудитором у відповідності з узгодженою програмою даного енергетичного обстеження;

Залежно від мети робіт допускаються будь-які комбінації видів енергетичних обстежень та енергоаудитів.

Енергетичний аудит дозволяє встановити «діагноз» та рекомендувати шляхи покращення стану енергоспоживання.

В даній роботі пропонується провести простий енергоаудит навчального корпусу, необхідно дослідити та визначити енергетичну ефективність лише певної ланки енергоспоживання. Прикладами такого обстеження для будівель можуть бути:

- обстеження огорожувальних конструкцій будівлі – стін, віконних блоків, перекриття, підлоги;
- обстеження системи теплопостачання;
- обстеження електропостачання;
- обстеження теплопостачання від інших джерел тепла, тощо.

Дане обстеження передбачає детальне вивчення та надання рекомендацій, що обмежуються вузькими межами об'єкту дослідження.

Енергетичний аудит будівлі передбачає наступні етапи:

- Збір документальної інформації.
- Інструментальне обстеження.
- Обробка та аналіз отриманої інформації.
- Розробка рекомендацій з енергозбереження.

Практичний блок

На етапі збору документальної інформації визначаються основні характеристики обстежуваної будівлі. Визначається:

- Загальна інформація про будинок (місце будівництва, адреса, рік за будови, тип будинку, загальна опалювальна площа (об'єм), кількість персоналу. Знайомство з проєктними конструктивними рішеннями, тепло-технічними характеристиками конструкцій, системою опалення, вентиляції, водопостачання та електропостачання будинку.
- Інформація для об'ємно-планувальних та геометричних показників будівлі (розташування будинку на плані забудови, плани поверхів,

висота поверху, загальна висота будинку, загальна площа зовнішніх стін за напрямками сторін світу, загальна площа світлових отворів, тощо).

- Первинні дані про витрати теплової енергії, води, електроенергії й природного газу за попередній і поточний роки.
- Параметри систем енергопостачання будинку: джерела та схеми електро-тепло-водопостачання, система опалення, наявність та типи приладів обліку енергоносіїв.

З Р А З О К

*Навчальний корпус Регіонального центру професійної освіти розташований в рівнинній місцевості на окраїні міста за адресою:
Корпус збудовано в 1976 році.*

Це чотириповерхова будівля з м'якою покрівлею та підвальними приміщеннями по яких проходять опалювальні комунікації. Розмір будівлі 27,5 x 15,5 м., висота будівлі 12,5 м. Загальна опалювана площа 1378 м², об'єм 4134 м³. Коефіцієнт компактності будівлі – відношення площі зовнішніх конструкцій (стіни,



підлога покрівля) до об'єму опалюваної частини будинку $A/V = (1075 + 2 \cdot 344,5) / 4134 = 0,43 \text{ м}^{-1}$. Зовнішні стіни корпусу збудовані з силікатної цегли, товщиною 51 см (коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,82 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$) та шару штукатурки, товщиною 1 см ($\lambda = 0,9 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$). В навчальному корпусі встановлено 69 вікон, площею 3,33 м² кожне та 33 вікна на сходах, площею 0,42 м² кожне. Загальна площа вікон навчального корпусу 243,63 м². Вікна металопластикові (4-8-4-8-4i). Коефіцієнт опору теплопередачі такого пакету $R \approx 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Площа зовнішніх стін 1075 м², а з урахуванням вікон: $1075 \text{ м}^2 - 243,63 \text{ м}^2 = 831,37 \text{ м}^2$.

В корпусі розміщено 13 навчальних кабінетів, площею від 49 до 68 м².

Світловий коефіцієнт (відношення площі вікон в навчальних кабінетах до площі підлоги в них) складає 1:5, що відповідає гігієнічним вимогам до навчальних приміщень.

В навчальному корпусі встановлена однотрубна система опалювання. Вона крім навчального корпусу опалює адміністративно-побутовий корпус та майстерні центру. Загальна опалювана площа 6563,3 м².

Нагрівальними приладами в навчальних приміщеннях корпусу є 80 чавунних батарей опалення, які загалом нараховують 570 секцій.

ЗРАЗОК (тут і далі)	ВАШІ ДАНІ (тут і далі)
---------------------	------------------------

Інструментальне обстеження проводиться для отримання повної інформації, необхідної для оцінки ефективності енерговикористання. Для проведення інструментального обстеження повинні застосовуватися стаціонарні або переносні спеціалізовані прилади. При проведенні вимірювань необхідно максимально використовувати існуючі на об'єкті системи обліку енергоносіїв.

Облік теплових витрат здійснюється лічильником, який реєструє витрати тепла на навчальний, адміністративно-побутовий корпуси та майстерні центру. За лічильником витрати тепла за попередній рік склали 616,683Гкал, або в грошовому еквіваленті 1149539грн. Витрати тепла на опалення навчального корпусу складають ≈30% загальних витрат, тобто:

$616,683\text{Гкал} \cdot 0,3 = 185,005\text{Гкал}$,

Знаючи, що $1\text{Гкал} = 1163\text{кВт} \cdot \text{год}$, маємо:

$185,005\text{Гкал} = 215161\text{ кВт} \cdot \text{год}$

Інструментальне дослідження температурного режиму в корпусі показало:

- температура системи опалення «на вході» 47°C,*
- температура системи опалення «на виході» 40°C,*
- середня температура в приміщеннях 18 °C.*

Розрахунковий блок

Обробка та аналіз отриманої інформації. Вся інформація, отримана з документів або шляхом інструментального обстеження є вихідним матеріалом для аналізу ефективності енерговикористання. Методи аналізу застосовуються до окремої системи або будівлі загалом та поділяються на фізичні і фінансово-економічні.

Фізичний аналіз оперує фізичними величинами та має на меті визначення характеристик ефективності енерговикористання. Він, як правило, включає наступне:

1. Конкретизується аналіз об'єктів. Об'єктами можуть слугувати окремі споживачі, системи, будівлі в цілому чи окремі приміщення.
2. Визначається розподіл всієї спожитої енергії будівлею по окремих видах енергоносіїв, для цього дані по енергоспоживанню приводяться до єдиної системи вимірювання.
3. Визначаються фактори, що впливають на споживання енергії. Наприклад, для систем опалення таким фактором є температура зовнішнього повітря.
4. Обчислюється питоме енергоспоживання за окремими видами енергоносіїв та порівнюється з нормативними значеннями, після чого робиться висновок про ефективність енерговикористання.
5. Складається енергетичний баланс будівлі.
6. Визначаються прямі втрати різних енергоносіїв.

З метою складання енергетичного балансу будівлі з'ясуємо всі енергетичні потоки, по яких теплова енергія надходить до будівлі та виходить з неї.

Шляхи надходження тепла до будівлі:

- через систему тепlopостачання;
- джерелом тепла є працівники та учні, що перебувають в навчальному корпусі;
- в тепло перетворюється енергія електроприладів.

Шляхи втрат тепла:

- тепловтрати через зовнішні огороження (стіни, вікна, підлоги, перекриття);
- витрати тепла на нагрівання повітря, що інфільтрується в приміщення через вентиляцію та щілини в конструкціях.

Надходження тепла через систему тепlopостачання (Q_m) становлять 215161 кВт·год.

Надходження тепла від 30 працівників та 350 учнів, які навчаються по 8 годин протягом (187 / 7 x 5 = 133) робочих днів опалювального сезону і є джерелами тепла, потужністю 0,1кВт кожен.

$$Q_l = (30 + 350) \text{чол} \cdot 8 \text{год} \cdot 0,1 \text{кВт} \cdot 133 \text{дн} = 40432 \text{кВт} \cdot \text{год}.$$

Найбільшими споживачами електроенергії в навчальному корпусі є 35 комп'ютерів, середньою потужністю 0,15кВт кожен, які працюють по 8 годин щодня та 100 ламп денного світла, потужністю 36Вт кожна, які кожного робочого дня увімкнені протягом двох годин.

$$Q_{el} = (35 \text{шт.} \cdot 0,15 \text{кВт} \cdot 8 \text{год} + 100 \text{шт.} \cdot 0,036 \text{кВт} \cdot 2 \text{год}) \cdot 133 \text{дн} = 6544 \text{кВт} \cdot \text{год}.$$

Таким чином, надходження тепла до навчального корпусу становлять:

$$Q_{надх} = Q_m + Q_l + Q_{el} = 215161 + 40432 + 6544 = 262137 \text{кВт} \cdot \text{год}.$$

В центрі встановлена сонячна водонагрівальна установка, продуктивністю близько 2000 кВт·год на рік, але в енергетичному балансі навчального корпусу вона не використовується.

В моніторингу не враховано надходження тепла в сонячні дні до приміщень на південно-східній частині навчального корпусу.

Визначимо умови, при яких втрачається тепло з будівлі.

Середня температура приміщень навчального корпусу $t_6 = 18^\circ\text{C}$

Середня зовнішня температура протягом опалювального сезону $t_3 = -1,1^\circ\text{C}$

$\alpha_6 = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні стіни

$\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни.

Зафіксуємо в таблиці параметри зовнішніх стін, вікон, підлоги та перекриття будівлі. Відзначимо коефіцієнт теплопровідності та обчислимо термічний опір матеріалів, з яких побудовано корпус. З метою складання енергетичного балансу будівлі з'ясуємо всі енергетичні потоки, по яких тепла енергія надходить до будівлі та виходить з неї.

Шляхи надходження тепла до будівлі:

- через систему теплостачання;
- джерелом тепла є працівники та учні, що перебувають в навчальному корпусі;
- в тепло перетворюється енергія електроприладів.

Шляхи втрат тепла:

- тепловтрати через зовнішні огороження (стіни, вікна, підлоги, перекриття);
- витрати тепла на нагрівання повітря, що інфільтрується в приміщення через вентиляцію та щілини в конструкціях.

Надходження тепла через систему теплостачання (Q_m) становлять 215161 кВт·год.

Надходження тепла від 30 працівників та 350 учнів, які навчаються по 8 годин протягом (187 / 7 x 5 = 133) робочих днів опалювального сезону і є джерелами тепла, потужністю 0,1кВт кожен.

$$Q_l = (30+350)\text{чол} \cdot 8\text{год} \cdot 0,1\text{кВт} \cdot 133\text{дн} = 40432 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Найбільшими споживачами електроенергії в навчальному корпусі є 35 комп'ютерів, середньою потужністю 0,15кВт кожен, які працюють по 8 годин щодня та 100 ламп денного світла, потужністю 36Вт кожна, які кожного робочого дня увімкнені протягом двох годин.

$$Q_{ел} = (35\text{шт.} \cdot 0,15\text{кВт} \cdot 8\text{год} + 100\text{шт.} \cdot 0,036\text{кВт} \cdot 2\text{год}) \cdot 133\text{дн} = 6544 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

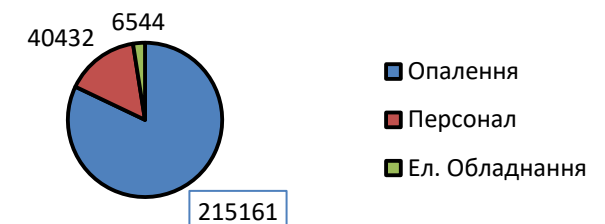
Таким чином, надходження тепла до навчального корпусу становлять:

$$Q_{надх} = Q_m + Q_l + Q_{ел} = 215161 + 40432 + 6544 = 262137 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

В центрі встановлена сонячна водонагрівальна установка, продуктивністю близько 2000 кВт·год на рік, але в енергетичному балансі навчального корпусу вона не використовується.

В моніторингу не враховано надходження тепла в сонячні дні до приміщень на південно-східній частині навчального корпусу.

Надходження тепла до навчального корпусу



Визначимо умови, при яких втрачається тепло з будівлі.

Середня температура приміщень навчального корпусу $t_в = 18^\circ\text{C}$

Середня зовнішня температура протягом опалювального сезону $t_з = -1,1^\circ\text{C}$

$\alpha_в = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні стіни

$\alpha_з = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни.

Зафіксуємо в таблиці параметри зовнішніх стін, вікон, підлоги та перекриття будівлі.

Відзначимо коефіцієнт теплопровідності та обчислимо термічний опір матеріалів, з яких побудовано корпус.

	Площа (м^2)	Товщина (м)	Коеф. теплопро- відності ($\text{Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$)	Термічний опір ($\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$)
	S	d	λ	$R = \frac{1}{\alpha_з} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_в}$
Стіни				
Цегла	831,37	0,51	0,82	0,79
Штукатурка		0,01	0,9	
Теплові втрати через стіни за сезон				
$Q_{ст} = \frac{(t_в - t_з) \cdot S \cdot 24\text{год} \cdot 187\text{дїб}}{1000 \cdot R} =$ $= 19,1^\circ\text{C} \cdot 831,37 \text{ м}^2 \cdot 24\text{год} \cdot 187 \text{ дїб} / (0,79 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \cdot 1000) \approx 90210 \text{ кВт}\cdot\text{год}$				

Вікна				
	243,63		4-8-4 8-4i	0,6
Теплові втрати через вікна за сезон				
$Q_в = \frac{(t_в - t_з) \cdot S \cdot 24\text{год} \cdot 187\text{дїб}}{1000 \cdot R} =$ $= 19,1^\circ\text{C} \cdot 243,63 \text{ м}^2 \cdot 24\text{год} \cdot 187 \text{ дїб} / (0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \cdot 1000) = 34807 \text{ кВт}\cdot\text{год}$				
Перекриття				

Плита залізобетонна	344,5	0,22	1,94	$R = \frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_B} = 1,34$
Утеплювач керамзит		0,1	0,1	
Цементно-піщана стяжка		0,05	0,7	

Теплові втрати через перекриття за сезон

$$Q_{\text{пер}} = \frac{(t_B - t_3) \cdot S \cdot 24 \text{ год} \cdot 187 \text{ діб}}{1000 \cdot R} =$$

$$= 19,1^\circ\text{C} \cdot 344,5 \text{ м}^2 \cdot 24 \text{ год} \cdot 187 \text{ діб} / (1,34 \text{ м}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт} \cdot 1000) = 21985 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Підлога

Тут:

$t_n = 8^\circ\text{C}$ середня температура підвальних приміщень;

$\alpha_n = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні стіни до неопалюваного підвального приміщення.

Плита залізобетонна	344,5 м^2	0,22	1,94	$Q_{\text{п}} = \frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{\text{п}}} = 0,42$
Дерев'яна підлога		0,03	0,17	

Теплові втрати через підлогу за сезон

$$Q_{\text{п}} = \frac{(t_B - t_3) \cdot S \cdot 24 \text{ год} \cdot 187 \text{ діб}}{1000 \cdot R} =$$

$$= 10^\circ\text{C} \cdot 344,5 \text{ м}^2 \cdot 24 \text{ год} \cdot 187 \text{ діб} / (0,42 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} \cdot 1000) = 37105 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Таким чином, втрати тепла через огорожувальні конструкції навчального корпусу становлять:

$$Q_{\text{ок}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{пер}} + Q_{\text{п}} = 90210 + 34807 + 21985 + 37105 = 184107 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Визначимо витрати тепла на нагрівання повітря, що інфільтрується в приміщення через вентиляцію об'єм 4134 м^3 . Обмін повітря в навчальних приміщеннях має забезпечити відповідність повітря гігієнічним вимогам. Отже, протягом опалювального сезону вентиляційна система повинна пропустити:

$$4134 \text{ м}^3 \cdot 187 \text{ дн} \cdot 8 \text{ год} = 6184464 \text{ м}^3 \text{ повітря.}$$

Масу такого об'єму повітря визначимо з рівняння Менделєєва-Клапейрона

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$m = \frac{PV\mu}{RT} = \frac{10^5 \cdot 6184464 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 290} = 8212077 \text{ кг.}$$

Кількість тепла, що витрачається на нагрівання такої кількості повітря:

$$Q_{\text{вент}} = c \cdot m \cdot \Delta t = 1000 \cdot 8212077 \cdot 19,1 = 156850674000 \text{ Дж}$$

Знаючи, що $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 3600000 \text{ Дж}$, маємо:

$$156850674000 \text{ Дж} = 43570 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Таким чином, втрати тепла з навчального корпусу становлять:

$$Q_{\text{випр}} = Q_{\text{ок}} + Q_{\text{вент}} = 184107 + 43570 = 227677 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

За спільним рішенням експертної групи втрати тепла через протяги та щілини встановлено в розмірі 10% від загальних витрат тепла (22768 кВт·год). Також визначені інші втрати, що не підлягали розрахункам:

- вплив вітру та атмосферних опадів на інтенсивність теплових втрат;
- фактор орієнтації будівлі за сторонам горизонту.

На інші втрати віднесено 8246 кВт·год (4,5%) загальних витрат.

Співвідношення втрат тепла в будівлі:

Q огорож.	184107 кВт·год	70,2%
Q вентиляція	43570 кВт·год	16,6%
Q протяги	26214 кВт·год	10,0%
Інші втрати	8246 кВт·год	3,1%
Разом:	262137 кВт·год	100,0%

Співвідношення втрат через огорожуючі конструкції будівлі:

Стіни	90210 кВт·год	49,0%
Вікна	34807 кВт·год	18,9%
Перекриття	21985 кВт·год	11,9%
Підвал	37105 кВт·год	20,2%
Разом:	184107 кВт·год	100,0%

Таким чином, моніторингом встановлено енергетичний баланс – кількість енергії, що надходить до будівлі рівна кількості енергії, що з неї втрачаються.

$$Q_{\text{надх}} = Q_{\text{випр}} = 262137 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Або, питомі втрати на одиницю площі складатимуть:

$$(262137 \text{ кВт}\cdot\text{год}) / (1378 \text{ м}^2) = 190 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2.$$

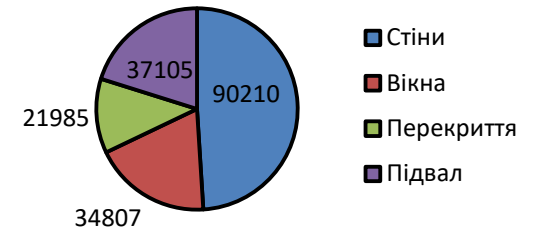
Потенціал енергозбереження показує, яку частку втрат енергії (енергоресурсу) можливо скоротити чи корисно використати, якщо виконати відповідні вдосконалення. Він характеризується співвідношенням корисного використання енергії існуючого (реального) та нормативного технологічного процесу.

$$\Pi = W_p - W_n$$

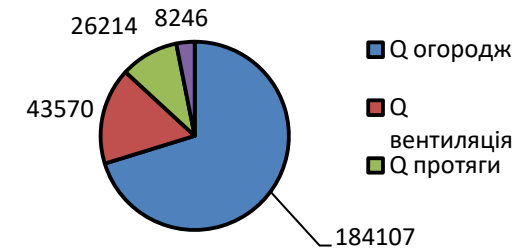
де: Π – нормативний потенціал енергозбереження;

W_p і W_n – втрати в реальному та нормативному процесах.

**Втрати через огорожуючі конструкції
кВт·год**



**Втрати тепла в навчальному корпусі
кВт·год**



Нормативний технологічний процес – це процес, при якому обладнання, його режими, будівля, характеристики огорожувальних конструкцій тощо відповідають нормативним, паспортним, проектним даним та будівельним нормам.

Порівняємо енергетичні витрати в навчальному корпусі з втратами в ідеалізованій будівлі, параметри якої відповідають ДБН «Теплова ізоляція будівель» (В.2.6-31:2006). Враховуючи мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій житлових та громадських будинків для різних температурних зон України, маємо:

	S	Термічний опір (за ДБН) ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$)	Δt	Теплові втрати (кВт·год) $Q = \frac{\Delta t \cdot S \cdot 24 \text{ год} \cdot 187 \text{ діб}}{1000 \cdot R}$
Стіни	853,23	2,8	19,1	26223
Перекриття	334,5	4,95	19,1	5793
Підвал	344,5	3,75	10	4003
Вікна	243,63	0,75	19,1	27846
Разом:				63865

Або, питоми витрати складатимуть:

$$63865 \text{ кВт} \cdot \text{год} / 1378 \text{ м}^2 = 46,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2.$$

Отже, потенціал енергозбереження навчального корпусу

$$П = W_p - W_n = 262137 \text{ кВт} \cdot \text{год} - 63865 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 198272 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Творчий блок

Розробка рекомендацій з енергозбереження – найважливіший етап у проведенні енергетичного обстеження, тому що обґрунтування дій з енергозбереження – це звичайно головна причина, з якої на об'єкті призначається енергоаудит.

При розробці рекомендацій необхідно:

1. Визначити технічну суть вдосконалення, що пропонується та принципи отримання економії.
2. Розрахувати потенційну річну економію в фізичному та грошовому вираженні.
3. Визначити обладнання, необхідне для реалізації рекомендацій, його вартість, вартість встановлення та введення в експлуатацію.
4. Розглянути всі можливі способи зниження витрат, наприклад монтаж обладнання силами технічного персоналу громадської будівлі.
5. Визначити можливі побічні ефекти від впровадження рекомендацій, що впливають на реальну економічну ефективність.
6. Оцінити загальний ефект від запропонованих рекомендацій з урахуванням всіх вище перерахованих пунктів.
7. Оцінити життєздатність проекту з точки зору впровадження рекомендацій з енергозбереження.

Можливості енергозбереження можна розбити на категорії чи на альтернативні рішення однієї і тієї ж енергетичної проблеми.

Найбільш поширеним є поділ рекомендацій з енергозбереження за вартістю заходів.

Безвитратні рекомендації:

- Більш ошадливе використання наявних ресурсів.
- Необхідне технічне обслуговування.
- Закупівля палива з більш дешевого джерела.

1. Вентиляційна система навчального корпусу відкрита постійно. Пропонується на позаурочний час закривати канали вентиляційної системи (листами паперу), що зменшить витік теплого повітря. Виконання цієї пропозиції навіть на 1% дасть економію в 435 кВт·год. за рік.

2. Провести енергоаудит всіх приміщень закладу.

3. Запровадити систему матеріального стимулювання окремих працівників за ефективне використання та економію паливо-енергетичних ресурсів.

4. Застосовувати адміністративні та матеріальні засоби пливу за марнотратне витрачання енергоносіїв внаслідок безгосподарної або некомпетентної діяльності відповідальних осіб.

Низьковитратні рекомендації:

- Встановити більш ефективно устаткування.
- Встановити нові (автономні) пристрої керування.
- Навчання персоналу.
- Контроль і оперативне планування.

1. Термоізоляція системи опалення в підвальних приміщеннях.

2. Ліквідувати пошкодження теплової ізоляції на тепломережах центру.

3. Встановити зарядіаторні екрани.

4. Обладнати вхідні двері та двері на поверхах засобами автоматичного закриття.

Високовитратні рекомендації:

- Заміна більшості енергетичних установок.
- Встановлення комплексних систем керування.
- Когенерація (процес виробництва двох видів енергії одночасно).
- Утилізація теплоти.
- Утеплення огорожувальних конструкцій.

1. Теплоізоляція стін.

Обґрунтування:

Площа стін 831,37м².

Термічний опір стін до утеплення 0,79 м²·К/Вт

У разі утеплення стін мінераловатними блоками, товщиною 0,1м (0,04 м²·К/Вт), ма-

εмо:

$$R_{\text{ст.ут.}} = \frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_B} = \frac{1}{23} + \frac{0,51}{0,82} + \frac{0,01}{0,9} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{1}{8,7} = 3,29 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

Теплові втрати через таку стіну за сезон

$$Q_{\text{ст.ут.}} = \frac{\Delta t \cdot S \cdot 24 \text{ год} \cdot 187 \text{ діб}}{1000 \cdot R} = \frac{19,1 \cdot 831,37 \cdot 24 \cdot 187}{1000 \cdot 3,29} = 21661 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Економія : $90210 - 21661 = 68549 \text{ кВт} \cdot \text{год}$

Орієнтовна вартість робіт: $400 \text{ грн} / \text{м}^2 \cdot 840 \text{ м}^2 = 336000 \text{ грн}$.

Знаючи, що $1 \text{ Гкал} = 1163 \text{ кВт} \cdot \text{год}$, а вартість 1 Гкал тепла 1864 грн ., при незмінних тарифах матимемо щорічну економію

$$\frac{68549}{1163} \cdot 1864 = 109867 \text{ грн.}$$

Час окупності:

$$\frac{336000}{109867} = 3,1 \text{ років.}$$

2. Встановлення рекуператорів повітря. Встановлення 4-х рекуператорів з продуктивністю $800 \text{ м}^3 / \text{год}$ кожен забезпечить необхідний повітрообмін навчальних приміщень.

Обґрунтування:

ККД рекуператора 72% Втрати тепла через вентиляцію $43570 \text{ кВт} \cdot \text{год}$.

Економія від роботи рекуператорів

$$43570 \text{ кВт} \cdot \text{год} \cdot 0,72 = 31370 \text{ кВт} \cdot \text{год, або}$$

$$\frac{31370}{1163} \cdot 1864 = 50278 \text{ грн.}$$

Вартість рекуператорів

$$4 \cdot 31000 = 124000 \text{ грн.}$$

Час окупності:

$$\frac{124000}{50278} = 2,5 \text{ років.}$$

3. Реалізація описаних заходів також сприятиме зменшенню втрат тепла через протяги, щілини та атмосферні фактори. Зменшення на 75% цих втрат дасть економію

$$(22768 + 8246) \cdot 0,75 = 23261 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

4. Установка системи опалення з терморегуляторами. Запровадження системи керування витратами тепла з регулюванням необхідного рівня температури у приміщеннях у залежності від погодних умов, у неробочий час, вихідні та святкові дні. Встановлення терморегуляторів дозволяє зменшити витрати тепла на 13-14% (ЛПР №2).

$$215161 \text{ кВт}\cdot\text{год}\cdot 0,13 = 27971 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Щорічна економія

$$\frac{27971}{1163} \cdot 1864 = 44831 \text{ грн.}$$

Вартість терморегулятора з встановленням 1000 грн. кількість 80 шт. (по кількості батарей опалення). Термін окупності

$$\frac{80000}{44831} = 1,8 \text{ років.}$$

5. Заміна старого енергоємного технологічного обладнання (електроплити, холодильники, навчальне обладнання та інше) на сучасне, менш енергоємне. Навіть 10% зекономленої енергії – це 654 кВт·год.

Енергетичний потенціал обчислених енергозберігаючих заходів

$$68549 + 31370 + 27971 + 23261 + 654 = 151805 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Споживання енергії навчальним корпусом після впровадження запропонованих заходів:

$$262137 - 151805 = 110332 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Або, питомі витрати на одиницю площі складатимуть:

$$(110332 \text{ кВт}\cdot\text{год}) / (1378 \text{ м}^2) \approx 80,1 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$$

Звіт про енергетичний моніторинг будівлі (Енергетичний паспорт)

Загальна інформація

Дата заповнення _____
 Адреса будинку _____
 Об'єкт моніторингу _____
 Автори моніторингу _____

(прізвище, ім'я виконавців, група):

Рік за будови _____

Розрахункові параметри

Найменування розрахункових параметрів	Позначення	Одиниця вимірювання	Величина
Розрахункова температура внутрішнього повітря	t_v	°C	18 / _____
Розрахункова температура підвального приміщення	$t_{п}$	°C	8 / _____
Тривалість опалювального періоду	$Z_{оп}$	доба	178 / _____
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період	$t_{опз}$	°C	-1,1 / _____

Геометричні, теплотехнічні та енергетичні показники

Показник	Позначення і розмірність	Фактичне значення
Геометричні показники		
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку	$S, м^2$	
У тому числі:		
– стін	$S_{ст}, м^2$	
– вікон	$S_{в}, м^2$	
– вхідних дверей	$S_{д}, м^2$	
– горищних перекриттів (холодного горища)	$S_{пер хг}, м^2$	
– перекриттів теплих горищ	$S_{пер тг}, м^2$	
– перекриттів над техпідпіллями	$S_{підв тех}, м^2$	
– перекриттів над неопалюваними підвалами і підпіллями	$S_{підв х}, м^2$	
– підлоги по ґрунту	$S_{підл}, м^2$	
Площа опалюваних приміщень	$S_{оп}, м^2$	
Опалюваний об'єм	$V_{оп}, м^3$	
Світловий коефіцієнт будинку	$m_{ск}$	
Показник компактності будинку	$A/V, м^{-1}$	
Теплотехнічні показники		
Приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожень:	$R_{пр}, (м^2 \cdot °C / Вт)$	
– стін	$R_{пр ст}$	
– вікон і балконних дверей	$R_{пр в}$	

– орищних перекриттів (холодних орищ)	$R_{пр\ пер}$	
– перекриттів над неопалюваними підвалами або підпіллями	$R_{пр\ п}$	
Енергетичні показники		
Розрахункові питомі тепловитрати	$q_{буд}$, кВт·год/м ²	190/ ____
Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку	E_{max} , кВт·год/м ²	46,3/ ____
Різниця у % розрахункових або фактичних значень питомих витрат тепла $q_{буд}$, від максимально допустимого значення E_{max} , $[(q_{буд} - E_{max}) / E_{max}] \cdot 100\%$		
- фактична	–	310 / ____
- після впровадження запропонованих заходів	–	72,9 / ____
Клас енергетичної ефективності будівлі		
$[(q_{буд} - E_{max}) / E_{max}] \cdot 100\%$		
Мінус 50 і менше		
Від мінус 49 до мінус 10		
Від мінус 9 до плюс 5		
Від плюс 6 до плюс 25		
Від плюс 26 до плюс 75		
Плюс 76 і більше		
	 	



- фактичний клас енергетичної ефективності будівлі;



- клас енергетичної ефективності будівлі після реалізації запропонованих заходів.

Висновки з практичної роботи за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку

Проведено енергетичний моніторинг навчального корпусу, складено енергетичний баланс будівлі. Визначено питомі втрати тепла та енергетичний потенціал. Сформульовано пропозиції по зменшенню втрат енергії в будівлі, для більшості визначено економічну доцільність. Реалізація цих заходів дозволить підвищити клас енергетичної ефективності будівлі.

Відповідальні виконавці

7. Дослідження енергоефективності галузі.



Економіка (...) – не просто наука про використання обмежених ресурсів, але і наука про раціональне використання обмежених ресурсів.

Герберт САЙМОН, економіст

Концепції енерго- та ресурсозбереження

Вирішити проблему ефективності використання енергоресурсів можна комплексно за допомогою:

- проведення енергоаудиту з метою визначення ефективності використання ресурсів та потенціалу енергозбереження;
- впровадження системи енергетичного менеджменту;
- розробки та реалізації програм з енергозбереження, енергозберігаючих проєктів та заходів;
- моніторингу енергоекономічного ефекту від реалізації програм, проєктів та заходів.

У цьому контексті важливого значення набуває досвід розвинутих країн. Вивчення світового досвіду пов'язане з трьома основними концепціями організації енергозбереження.

Енергетична криза сімдесятих років XX століття сприяла активізації робіт в області енерго – та ресурсозбереження. В результаті цих робіт виникли послідовно декілька концепцій енерго – та ресурсозбереження і підвищення енергоефективності.

Першою концепцією енерго – та ресурсозбереження була DSM (*Demand Side Management*), що виникла в США в середині сімдесятих років XX століття. У перекладі звучить як (Управління з точки зору забезпечення лише необхідних потреб). Термін DSM розуміли як синонім понять «економія енергії» або як «управління навантаженням».

Аналіз особливостей підприємств та технологічних процесів за концепцією DSM дозволяє сформулювати їх модель з точки зору вирішення наступних задач:

- 1) оптимізація режимів енергоспоживання;
- 2) адекватна оцінка витрат енергії на виробництво продукції;
- 3) мінімізація витрат енергії на виробництво продукції.

Безперечним аргументом на користь концепції DSM слід враховувати те, що економічно і екологічно виправданим є такий баланс між встановленою і споживаною потужністю, при якому маємо не безрозмірний надлишок встановленої потужності, а лише її розумний резерв.

Услід за DSM з'явилася наступна концепція енерго – та ресурсозбереження LCP (*Least Cost Planning*), в перекладі (Планування мінімальних витрат). Концепція LCP мала на увазі обов'язкове включення оптимізації енергоспоживання у визначенні вартості продукту і виробничих витрат.

У результаті спроб усунення деяких недоліків попередніх концепцій виникла концепція IRP (*Integrated Recourses Planning*), – (Комплексне планування ресурсів). Суть концепції IRP полягає в порівняльній оцінці витрат на організацію заходів по потужності енергогенеруючих установок. В результаті порівняння вибирається варіант з меншими витратами.

Загальною рисою перерахованих концепцій є те, що і виробники енергії, і її споживачі, зв'язуються спільними інтересами відносно економії енергії і підвищення ефективності її використання. Концепції DSM, LCP і IRP були з успіхом використані в країнах з розвинутою ринковою економікою і показали свою ефективність.

Слід відзначити, що у наш час політика енергозбереження в Україні базується на концепціях LCP і IRP і має стратегічні та політичні цілі, які пов'язані із зниженням залежності країни від постачань енергоносіїв, і в першу чергу від природного газу.

Втім, для інтенсифікації практичного енергозбереження необхідно активізувати діяльність в рамках концепції організації енергозбереження DSM як найбільш нагальної проблемою високої енергоемності об'єктів житлового комплексу.

Особливості енергозбереження у галузях економіки

В сучасних умовах раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів стає одним з найважливіших факторів рентабельності і конкурентоспроможності промислових підприємств.

До цього часу однією з основних причин низької ефективності використання ПЕР є поширена помилка про незначність частки енергетичних витрат у собівартості продукції. Разом з тим в ряді галузей ця частка становить до 40% собівартості продукції, а в окремих випадках досягає 75%.

У той же час низька конкурентоспроможність вітчизняної продукції пояснюється як постійним подорожчанням енергоносіїв, так і застарілим підходом до управління і контролю за використанням енергоресурсів в промисловості. Слід також підкреслити, що в масштабах всієї країни економія ПЕР має значно вищу рентабельність порівняно зі збільшенням обсягів видобутку палива і будівництвом нових потужностей з виробництва енергії.

Схеми енергопостачання в більшості своїй однакові для підприємств самого різного призначення. На будь-якому промисловому підприємстві є насоси, вентилятори, компресори та інше обладнання. Тут рекомендації з енергозбереження можна вважати універсальними. Але у кожній промис-

лової галузі є свій, притаманний лише їй, набір технологічного устаткування. Тому технологія енерговикористання в залежності від виду продукції, що випускається, може значно змінюватися.

Основні стратегічні напрями та заходи з енергозбереження в галузях економіки

Пріоритетними напрямками енергозбереження для основних енергоємних галузей промисловості, на транспорті та в будівництві є наступні:

- Промисловість. Чорна металургія. Основною метою стратегії енергозбереження в чорній металургії є досягнення у виробничій структурі галузі переважної частки технологій з високою енергоефективністю за рахунок впровадження енергоефективних виробництв;

- Вугільна промисловість – насамперед, підвищення якості вугілля, утилізація шахтного метану та вторинних енергетичних ресурсів, впровадження нових сучасних технологій видобутку та збагачення вугілля, а також вентиляції шахт, підвищення безпеки вуглевидобутку;

- Газова промисловість – зниження витрат природного газу на його транспортування за рахунок використання нових газотурбінних перекачувальних агрегатів з більш високим ККД ;

- Нафтова та нафтопереробна промисловість – Основні напрями стратегії енергозбереження пов'язані з удосконаленням технологічних процесів видобутку нафти. Попередні оцінки свідчать про можливість зменшення питомих витрат енергоресурсів до 2030 року на 7,0-11,0%. Впровадження сучасних енергозберігаючих технологій і обладнання, що дозволить поглибити якість переробки нафти з 72-75% у 2010-2015 рр. до 85-90% у 2030 році, уникнути значного споживання ПЕР;

- Електроенергетика – модернізація, реконструкція та оновлення фізично зношеного обладнання, підвищення ефективності його експлуатації, зменшення питомих витрат палива на виробництво електричної та теплової енергії, зниження втрат енергії в мережах енергопостачання, вирішення проблеми покриття змінних електричних навантажень;

- Хімічна та нафтохімічна промисловість – модернізація діючих та впровадження нових енерго- і ресурсозберігаючих технологій виробництва, докорінна реконструкція котельних установок, підвищення ступеня використання горючих і теплових вторинних ресурсів;

- Машинобудування і металообробка – підвищенні частки високо-ефективних технологій використання палива та енергії за рахунок удосконалення та впровадження нових технологічних процесів у виробництві продукції машинобудування, зокрема ливарних і термічних печей, зварювального і гальванічного обладнання, металообробних агрегатів тощо;

- Промисловість будівельних матеріалів – розробка та виробництво будівельних матеріалів з кращими параметрами енергозбереження, удосконалення існуючих і впровадження нових енергоефективних технологій у процесах виробництва, підвищення ступеня утилізації вторинних енергетичних ресурсів, впровадження сучасних систем обліку та контролю використання енергоресурсів;

- Сільське господарство – запровадження принципово нових напрямів розвитку галузі, зорієнтованих на ресурсо – та енергозберігаючі технології, сучасні технічні засоби для їх реалізації, зокрема використання нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії ;

- Житлово-комунальне господарство – підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів за рахунок сучасних схем і систем енергопостачання, приладів і пристроїв, які використовують тепло та енергію, зниження втрат енергоносіїв, що сприятиме більш повному задоволенню попиту населення на житлові, комунальні та побутові послуги.

- Будівництво – впровадження нових енергозберігаючих технологій і матеріалів, перехід на енергоефективне будівництво та енергозберігаючі конструкції, суттєве зниження енергоємності галузі.

Слід зазначити, що поряд з системами контролю і управління використанням енергоресурсів в технологічних процесах і суміжних виробничих потребах істотна роль в підвищенні енергоефективності експлуатації промислового устаткування, виробничих споруд та трубопроводів належить високоефективній теплоізоляції.

Дайте відповіді на питання.

1. Які ви бачите шляхи підвищення енергоефективності в галузі, до якої входить ваша професія?

8. Потенціал енергоефективності на підприємстві.



*Єдина проблема сучасності полягає в тому, чи зуміє людина пережити свої власні винаходи.
Луї де БРОЙЛЬ.*

В останні роки у науково-технічній літературі з'являється все більше публікацій науковців і фахівців щодо визначення потенціалу енергозбереження та енергоефективності. Аналіз тематики публікацій з цих питань вказує на те, що більшість авторів приділяють увагу методам визначення потенціалу на рівні галузі, регіону або окремих промислових об'єднань. В публікаціях здебільшого розглядаються питання визначення потенціалу енергоефективності упровадження або нової техніки, або нових організаційних заходів. Особливо це характерно для публікацій, які стосуються житлово-комунального комплексу. Що стосується визначення комплексних параметрів потенціалу енергозбереження та енергоефективності підприємства, то таку задачу рекомендується вирішувати шляхом використання методів експертної оцінки. Погоджуючись з таким підходом, доцільно для великих підприємств визначати потенціал енергозбереження і енергоефективності на основі використання широковідомого універсального методу SWOT-аналізу. Цей метод заснований на експертних оцінках по 4-м базовим групам факторів:

- можливості підприємства;
- загрози і ризики для підприємства;
- сильні сторони функціонування підприємства;
- слабкі сторони функціонування підприємства.

Слід відзначити, що цей підхід дає оцінку загального потенціалу підприємства, а потенціал енергозбереження входить лише як складова частина загальної оцінки, як один з його факторів. При розробці стратегічної програми енергозбереження та енергоефективності підприємства більш прийнятним буде використання методу експертних оцінок. Ця методика засована на експертному аналізі окремих істотних факторів, що впливають на енергозбереження на рівні підприємства і зрештою визначається як їх фактор з урахуванням їх вагових коефіцієнтів. Оскільки при аналізі питань енергозбереження на підприємстві завжди виникає розмежування між можливим резервом технічно обґрунтованого і досяжного енергозбереження та економічною можливістю його реалізації, пропонується визначати дві оцінки потенціалу енергозбереження:

1 – стратегічний потенціал енергозбереження, що визначає рівень технічно досяжного енергозбереження на даний момент розвитку науки і техніки $P_{стр}$;

2 – реалізаційний потенціал енергозбереження, що визначає рівень енергозбереження з урахуванням технічних і фінансових можливостей та організаційних умов роботи підприємства $P_{реал}$:

$$P_{реал} = \sum_{i=1}^K \Phi_i \cdot P_{i-стр} ;$$

де Φ_i – експертна оцінка можливості реалізації резервного потенціалу енергозбереження підприємства;

$P_{i-стр}$ – стратегічний потенціал енергозбереження за рахунок:

- а) упровадження інноваційної техніки;
- б) оптимізації режимів навантаження енергообладнання;
- в) удосконалення технічного обслуговування та ремонту енергообладнання.

Отримані оцінки стратегічного потенціалу $P_{стр}$ і реалізаційного потенціалу енергозбереження $P_{реал}$ можуть використовуватися в сукупності як деяка складова експертної оцінки в SWOT-аналізі підприємства, для точнішого уявлення перспектив і діяльності підприємства в області здійснення енергозберігаючих проєктів. Таке розділення визначення потенціалу енергозбереження на дві експертні оцінки дозволяє уточнити оцінку ефективності запланованого енергозберігаючого проєкту на даному підприємстві. Слід зазначити, що викладена методика дає лише орієнтовне визначення енергопотенціалу підприємства. Для розробки конкретних заходів необхідно провести цільове обстеження енергосистеми підприємства, розробити енергопаспорт, а уже на цій основі визначати розміри потенціалу.

Галузева матриця енергоменеджменту на підприємстві

У всіх галузях економіки держави доцільно використовувати так звану галузеву матрицю, що дозволяє оцінювати поточний рівень енергоменеджменту на підприємстві та його динаміку протягом певного часу.

Матриця показує рівень в балах (за 5 бальною шкалою) організації менеджменту за шістьма параметрами:

1. енергополітика підприємства (ЕП) (головний параметр) характеризує цілеспрямованість галузевого підприємства у сфері впровадження заходів з енергозбереження. Енергополітика галузевого підприємства повинна бути спрямована за конкретними відділками даного підприємства. Наприклад, якщо підприємство багато споживає газу, то саме на цей енергоносій повинна бути спрямована енергополітика, що повинно включати конкретні кроки і вказувати конкретні терміни їх використання;

2. організація енергоменеджменту (ОМ) спрямована на впровадження організаційних заходів, таких як організація так званих енергооблікових центрів (ЕОЦ), організація спец. груп енергоменеджменту, а також введення самої посади енергоменеджера підприємств;

3. мотивація персоналу (МП). До заходів з енергозбереження, яка передбачає певні кроки галузевого підприємства для заохочення персоналу шляхом видачі премій за досягнення в енергозбереженні, підвищення заробітної платні, а також моральні заходи (відзнаки, грамоти), накази про підвищення, посадових надбавок;

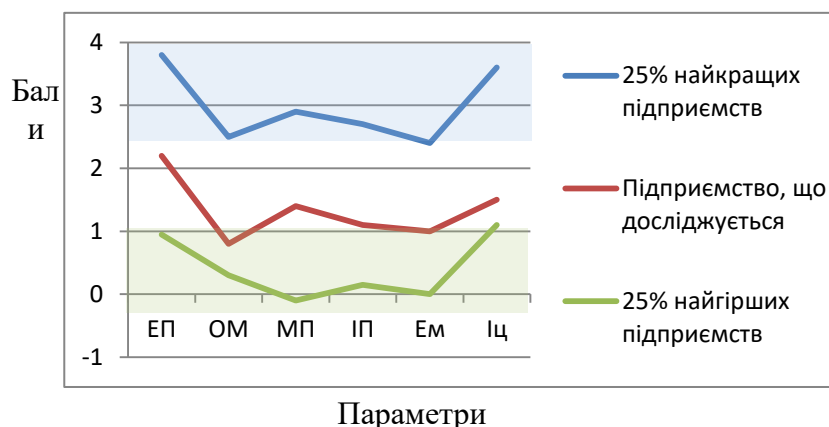
4. інформованість персоналу (Іп) про стан заходів з енергозбереження та про їх виконання або не виконання;

5. стан справ з енергомаркетингу на підприємстві (Ем);

6. інвестиції в енергозберігаючі заходи (Іц).

Галузева матриця (Рис. 48) показує картину діяльності підприємства у порівнянні зі спорідненими підприємствами цієї галузі. Для порівняння обирають 25% найкраще працюючих підприємств галузі і 25 % найгірше працюючих підприємств.

Рис. 48 Матриця рівня енергоменеджменту галузевого підприємства:



Після побудови галузевої матриці необхідно розробити заходи по усуненню недоліків які були виявленні під час побудови матриці. Робота досить складна потребує зусиль як з боку служби енергоменеджменту підприємства, так і з боку керівництва.

Дайте відповіді на питання.

1. Користуючись галузевою матрицею дайте оцінку стану енергетичного менеджменту на підприємстві, де ви проходили виробничу практику.

9. Підвищення енергоефективності на робочому місці.



Якщо ви думаєте, що ви здатні на щось, ви маєте рацію, якщо ви думаєте, що у вас не вийде щось, ви теж маєте рацію”

Генрі ФОРД.

Трудові процеси відрізняються один від одного не лише змістом, а й часом тривалості. Нормування пов'язане з вивченням затрат часу і методів роботи. Тому поряд з дослідженням трудових процесів приділяється увага виміру затрат часу на їх виконання, а також визначенню ефективності використання робочого часу працівників та устаткування. Відомо, що трудовий процес здійснюється людиною з застосуванням машин та обладнання в певних організаційних та санітарно-гігієнічних умовах. Це зумовлює специфічність аналізу трудового процесу, що передує його раціоналізації та нормуванню праці. Такому аналізу підлягають:

- а) якість організації та обслуговування робочого місця – технічного рівня устаткування, планування робочого місця, наявність потрібних інструментів та технологічного оснащення, своєчасність обслуговування;
- б) робота устаткування – ступінь його використання щодо часу, потужності та технологічних можливостей;
- в) умови праці – фізичні зусилля та розумове напруження людини, темп роботи, мікроклімат, рівень шуму, вібрації, чистота повітря тощо;
- г) діяльність людини — прийоми та методи праці, затрати робочого часу на виконання окремих елементів трудового процесу (операцій, переходів, трудових рухів тощо), фізіологічні зміни в організмі.

Використовуються різноманітні методи проведення досліджень та аналізу трудових процесів. Для одиничного виробництва характерне застосування візуальних спостережень з використанням секундомірів, хронометрів та інших приладів. У великосерійному та масовому виробництвах, де дуже часто повторюваність трудових прийомів за короткої їх тривалості, застосовується метод відеозйомки. Графоаналітичні методи дають змогу дослідити план робочого місця, розміщення робітника, маршрут його руху, робочу позу, кількість, послідовність та характер трудових рухів, затрачений час.

Завершується аналіз трудового процесу висновками щодо його якості, недоліків та їх причин, шляхів усунення, можливостей подальшої раціоналізації.

Поряд з дослідженням складових елементів трудового процесу здійснюється детальне вивчення структури робочого часу, яка необхідна для виконання конкретної роботи, і є підставою для встановлення норми праці. Для цього здійснюється класифікація робочого часу. Вона передбачає групування окремих видів затрат робочого часу за їх характерними ознаками в межах однієї зміни. Класифікація може здійснюватися стосовно трьох елементів виробничого процесу: працівника, предмета праці та устаткування.

Нормативна база з енергозбереження та економічне стимулювання енергозбереження на робочому місці.

Складовим елементом організації енергоефективної праці на підприємстві є організація робочих місць, метою якої є створення перш за все необхідних умов для високопродуктивної і високоякісної праці за якомога менших фізичних і нервових зусиль працівника.

Робоче місце – це первинна ланка виробництва, зона праці одного або кількох виконавців, визначена на підставі трудових та інших діючих норм і оснащена необхідними засобами для трудової діяльності.

Комплексне оснащення робочого місця є необхідною передумовою ефективно організації праці. Іншою важливою умовою є раціональне просторове розміщення засобів оснащення на робочому місці так, щоб забезпечити зручність їх обслуговування, вільний доступ до механізмів, економію рухів і переміщень працівника, зручне робоче положення, хороший огляд робочої зони, безпеку праці, економію виробничої площі, зручний взаємозв'язок із суміжними робочими місцями, з підлеглими і керівниками. Забезпечення цих умов досягається у процесі планування робочих місць, яке ми коротко визначаємо як найраціональніше просторове розміщення матеріальних елементів виробництва, що становлять оснащення робочого місця та самого працівника (Рис. 49).

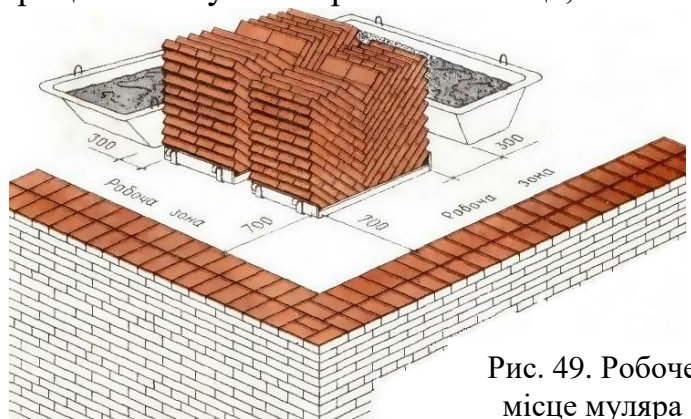


Рис. 49. Робоче місце муляра

Рівень організації праці на конкретному робочому місці залежить також від якості його обслуговування. Обслуговування робочого місця передбачає своєчасне забезпечення його всім необхідним, включаючи технічне обслуговування (налагодження, регулювання, ремонт); регулярну подачу необхідних видів енергії, інформації та витратних матеріалів; контроль якості роботи обладнання, транспортне та господарське обслуговування (прибирання, тощо).

Важливим завданням у поліпшенні організації праці є встановлення найдоцільніших режимів праці та відпочинку. Розрізняють змінний, добо-

вий, тижневий та місячний режими праці та відпочинку. Вони формуються з урахуванням працездатності людини, яка змінюється протягом доби, що береться до уваги передусім у змінному та добовому режимах.

Обслуговування робочих місць здійснюється за такими функціями:

- енергетична – забезпечення робочих місць електроенергією, стисненим повітрям, парою, водою, а також опаленням виробничих приміщень;
- транспортно-складська – доставка предметів праці до робочого місця, вивезення відходів виробництва, зберігання, облік і видача матеріалів, сировини та інших цінностей;
- підготовчо-технологічна – розподіл робіт за робочими місцями, комплектування технічної документації, підготовка інструменту та допоміжних матеріалів, інструктаж виконавців щодо передових методів праці;
- інструментальна – зберігання, застосування, комплектування і видача на робочі місця інструменту, пристроїв, технологічного оснащення;
- налагоджувальна – налагодження і регулювання технологічного устаткування;
- міжремонтна – профілактичне обслуговування;
- контрольна – контроль якості робіт, сировини і готових виробів;
- облікова облік бракованої продукції та аналіз причин браку, профілактичні заходи для підвищення якості продукції.

Усі ці функції мають виконуватися безперебійно й у певних організаційних формах, зокрема стандартному, планово-попереджувальному, черговому обслуговуванню робочих місць.

Стимулювання працівників до енергозбереження.

Важливу роль в процесах енергозбереження та енергоефективності відіграє організація стимулювання на підприємстві і зокрема на робочому місці. Методи стимулювання економії енергоресурсів поділяються на соціальні, матеріальні і примусові.

Соціальні методи впливу.

Соціальні методи включають заходи морального впливу на членів суспільства – від пропаганди до різних форм індивідуального заохочення.

До пропаганди економії енергоресурсів можна віднести наочну агітацію, що ілюструє прийоми, пропозиції по найекономічніших режимах роботи на пристроях і технологіях, розробку відповідних пропозицій для раціоналізаторів і винахідників, постачання робітників інструкціями з експлуатації устаткування, що враховують енергозберігаючі прийоми роботи, вивчення і розповсюдження наявного досвіду споріднених підприємств по економічних прийомах експлуатації устаткування.

До форм індивідуального заохочення можна віднести накази з оголошенням подяки, вручення грамот, занесення на дошку пошани, інформація в ЗМІ, присвоєння звань кращого раціоналізатора і т. д. Для використання цих методів велике значення має знання закономірностей соціальної психології і індивідуальної психіки людини.

Матеріальні методи впливу.

З матеріальних методів впливу отримали розповсюдження системи матеріального заохочення за економію енергоресурсів. Для цього розробляються спеціальні системи економічного стимулювання. Ними дозволяється частину вартості заощаджених в порівнянні з нормованою кількістю паливо-енергетичних ресурсів перевести до преміального фонду на заохочення працівників, що заощадили паливо і енергію. При цьому преміальна фундація формується незалежно від інших – господарських показників. Виплату премій за економію або утримання за перевитрату проводять щокварталу. Остаточний розрахунок премій може проводитись в кінці календарного року.

Примусові методи впливу.

За перевитрату паливно-мастильних матеріалів з вини працівників адміністрація має право утримати: з робітника – до 50%, з бригадира – 10 вартості паливно-мастильних матеріалів. За перевитрату паливо-енергетичних ресурсів стягується в дохід підприємства вартість цієї перевитрати в 1,5 – кратному розмірі. Примусові методи дії, спрямовані на економію енергоресурсів, частіше за все виступають у вигляді інструкцій, нормативних положень і рекомендацій. Їх виконання перевіряють при контрольних обстеженнях з оформленням відповідних актів. У випадках, коли заподіюється значний матеріальний збиток або істотна шкода інтересам підприємства, посадовці можуть притягатись до кримінальної відповідальності.

Підводячи підсумки методам стимулювання економії енергоносіїв, слід мати на увазі, що технологічні і енергетичні режими у багатьох випадках взаємозв'язані. Оптимальним енергетичним режимам відповідає максимальна продуктивність технологічного устаткування з мінімальними питомими витратами енергії.

Можна підсумувати, що у сучасному світі виграють не ті країни, які володіють енергією, а ті, які можуть і вміють ефективно її використовувати.

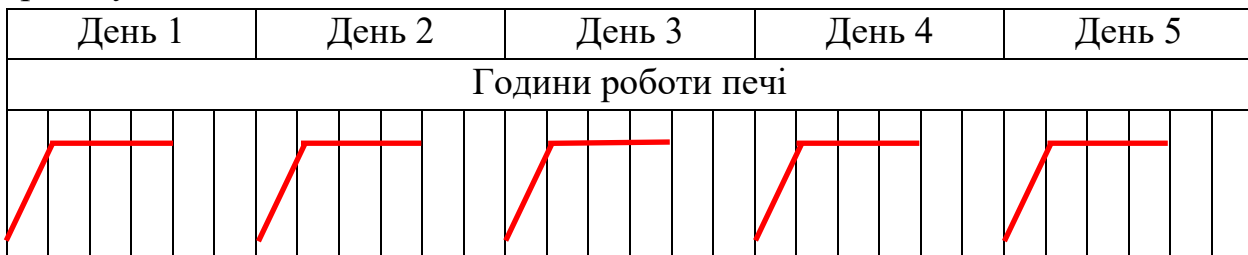
Україна – далеко не перша держава у Європі, яка стикнулася з необхідністю підвищення енергоефективності економіки. Позитивним для нас є те, що, освоюючи нові технології, ми вже можемо покладатися на позитивний практичний досвід інших країн. Акумулюючи результати вже реалізованих реформ і власних розробок, ми можемо знайти найбільш прийнятні моделі для галузей України, враховуючи їх специфіку.

Таким чином, енергоефективність повинна стати не просто пріоритетом держави, а й ринковим ресурсом, що підтримується переконанням кожної окремо взятої людини. Досягнення цього полягатиме у свідомій суспільній діяльності населення щодо формування соціальних стереотипів, у яких переважає вплив особистості у сфері індивідуального споживання паливо-енергетичних ресурсів. Усвідомлення кожною людиною необхідності використання енергоощадних техніки і технологій та ефективного енергоспоживання, тобто утвердження нових ціннісних орієнтирів у суспільстві, дозволить сформувати енергозберігаючий тип суспільної свідомості і використовувати енергозбереження як ресурс розвитку ефективного енергоринку.

Задача 9.1. Для проведення практикуму групу учнів розбито на 5 бригад. Однією з робіт практикуму є робота з електроплитою, яка крім 3-х годин роботи передбачає 1-годинне розігрівання до робочого режиму. Запропонований режим роботи передбачає щоденну роботу кожної бригади над завданнями практикуму, в т.ч. і з плитою. Обґрунтуйте доцільність такого графіку роботи практикуму, а при можливості запропонуйте інший.

Розв’язання:

Запропонований режим роботи, коли кожна бригада щоденно виконує роботу з плитою.



Пропонується альтернативний графік роботи практикуму, коли протягом перших двох днів роботи з плитою виконуються двома бригадами по-змінно. При цьому всі бригади виконують вказану роботу, а енергія економиться за рахунок зменшення кількості циклів на розігрів плити.



Питання для перевірки.

1. Підготуйте інформацію, як організоване з точки зору ефективності ваше робоче місце на підприємстві під час виробничої практики.
2. Які методи стимулювання економії енергоресурсів застосовуються на підприємстві під час виробничої практики?

Задачі для самостійного розв'язання

Задача 9.2. Після кожного уроку навчальний кабінет об'ємом 300 м^3 необхідно провітрювати. Знаючи, що температура повітря в приміщенні $t_{в}=18^{\circ}\text{C}$, зовні $t_{з}=0^{\circ}\text{C}$, визначте втрати тепла протягом одного дня (8 перерв) та протягом 6 місяців опалювального сезону (120 робочих днів).

Задача 9.3. У шкільному питному фонтанчику 1 л. води виливається за 5 хв. Скільки води витрачається у цьому фонтанчику протягом 9 місяців навчального року при щоденному використанні в робочі дні протягом 8 годин. Яка вартість витраченої води. Тариф за 1 м^3 води та стоків складає 15 грн. У кожному місяці 22 робочих дні.

Практична робота

Мета: встановити на досліді, скільки води витрачається при несправності крану. Дізнатися скільки грошей витрачається марно за 1 місяць? За 1 рік? (вартість 1 м^3 води (зі стоками) ≈ 15 грн).

Хід роботи :

- 1) Відкриваємо кран так, щоб з нього капала вода.
- 2) Підставляємо під кран мірну склянку, об'ємом 200 мл.
- 3) Заповнюємо склянку водою впродовж 30 хвилин.
- 4) Фіксуємо, скільки мл води накапало в склянку за цей час.
- 5) Порахуємо, скільки мл води витече з «несправного» крану за годину, вирахуємо втрати води за добу.

Висновок: Наприклад, за 30 хвилин склянка заповнюється водою повністю. Отже, при несправності крану, за 1 годину витікає 400 мл води, за добу – 9600 мл ($400 \text{ мл/год.} \times 24 \text{ год.} = 9600 \text{ мл} = 9,6 \text{ л}$). Отже за місяць марно витрачаються ($9,6 \text{ л} \times 30 \text{ дн.} = 288 \text{ л} = 0,288 \text{ м}^3$;

За місяць витрачається води на суму: $0,288 \text{ м}^3 \times 15 \text{ грн./м}^3 = 4,32 \text{ грн.}$

А за рік ($4,32 \times 12 = 51,84$ (грн.).

10. Альтернативна енергетика.



Наш світ занурений у величезний океан енергії, ми летимо в нескінченному просторі з незбагненною швидкістю. Все навколо обертається, рухається – все енергія. Перед нами грандіозне завдання – знайти способи видобутку цієї енергії. Тоді, витягуючи її з цього невичерпного джерела, людство буде просуватися вперед гігантськими кроками.

Н. ТЕСЛА 1891р.

В інтересах підвищення енергетичної безпеки світове співтовариство докладало зусиль з розвідки невідновлюваних джерел енергії. Внаслідок підвищення оцінок запасів сировини, що знаходяться в першу чергу в Канаді, Венесуелі та інших родовищах, глобальні запаси нафти суттєво зросли, що дозволило скоригувати період забезпеченості світової економіки даними енергоносієм до 54 років. Крім того, в результаті підвищення оцінок покладів природного газу в Туркменії, Ірані, Китаї та США (сланцевого газу) світові запаси газу збільшилися, а передбачуваний термін їх використання до 64 років. Обсяг світових покладів вугілля залишився незмінним, хоча розрахунковий період їх споживання був дещо скорочено – до 112 років через підвищення оцінки щорічних світових витрат даного енергоносія.

Наступ енергетичної революції незворотній. Провідні країни світу витрачають мільярди доларів на будівництво електростанцій, що використовують «зелені» джерела енергії, насамперед енергію вітру і Сонця. Китай, США і Європейський союз прагнуть отримувати якомога більше енергії з невичерпних джерел, які дозволяють не тільки скоротити викиди парникових газів, але й стати менш залежним від вугілля, нафти і газу.

Сонце, вітер, морські припливи і течії – нескінченна (і безкоштовна) енергія планети довгий час животіла на задвірках світової енергетики. Простіше і дешевше було спалювати нафту і вугілля. Все це тривало більше ста років, поки не стали очевидними дві речі. По-перше, мінливий клімат обходиться державам у копійчку, зокрема, через те, що посухи ведуть до зростання цін на продовольство. По-друге, нафта і нафтопродукти стають все дорожчими. В глобальну гонку за добробут вступає все більше і більше країн і попит на паливо зростає. А дві третини викидів парникових газів, яким ми зобов'язані глобальним потеплінням, припадають саме на енергетику.

США, Китай, Німеччина, Іспанія та Індія є лідерами в розвитку і впровадження технологій двадцятого століття, допомагають отримувати все більше і більше енергії з так званих "поновлюваних джерел". Це природні стихії, які неможливо вичерпати взагалі (на відміну від нафти і вугілля).

Сонячна енергія. Сонце виливає на Землю океан енергії. Людина буквально «купається» в цьому океані. Енергія скрізь. Сонячна енергія доступна всім і кожному. Вона екологічна – нічого не забруднює, нічого не порушує, вона дає життя усьому суццюму на Землі. На жаль, навряд чи коли-небудь ці величезні потенційні ресурси вдасться реалізувати у великих масштабах. Однією з найбільш серйозних перешкод такої реалізації є низька інтенсивність сонячного випромінювання. Щоб колектори сонячного світла "зби-рали" за рік енергію, необхідну для задоволення всіх потреб людства потрібно розмістити їх на території 130000 км²! Необхідність використовувати колектори таких величезних розмірів, потягне за собою і значні матеріальні витрати (Рис.50).



Рис. 50. Фотоелектростанція в Одеській області

Середньорічна кількість енергії сонячного випромінювання, яка надходить щорічно на територію України, знаходиться в межах від 1000 кВт·год/м² в північній частині до 1350 кВт·год/м² на півдні. Для зручності аналізу дані розрахунки були розподілені на 4 зони (Рис. 51).

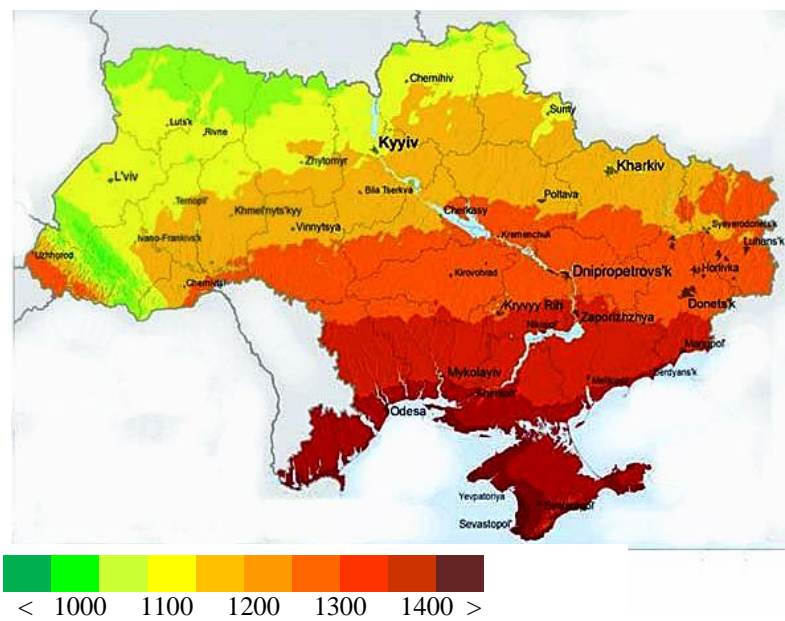


Рис. 51. Середньорічна кількість енергії сонячного випромінювання на території України

Перетворення сонячної енергії в електричну в умовах України слід орієнтувати в першу чергу на використання фотоелектричних пристроїв які достатньо ефективно можуть експлуатуватися на протязі всього року проте,

максимально ефективно з квітня по жовтень. Вітчизняна промисловість в змозі повністю забезпечити не тільки потреби вітчизняних споживачів, але й експортувати більше двох третин виробленої продукції.

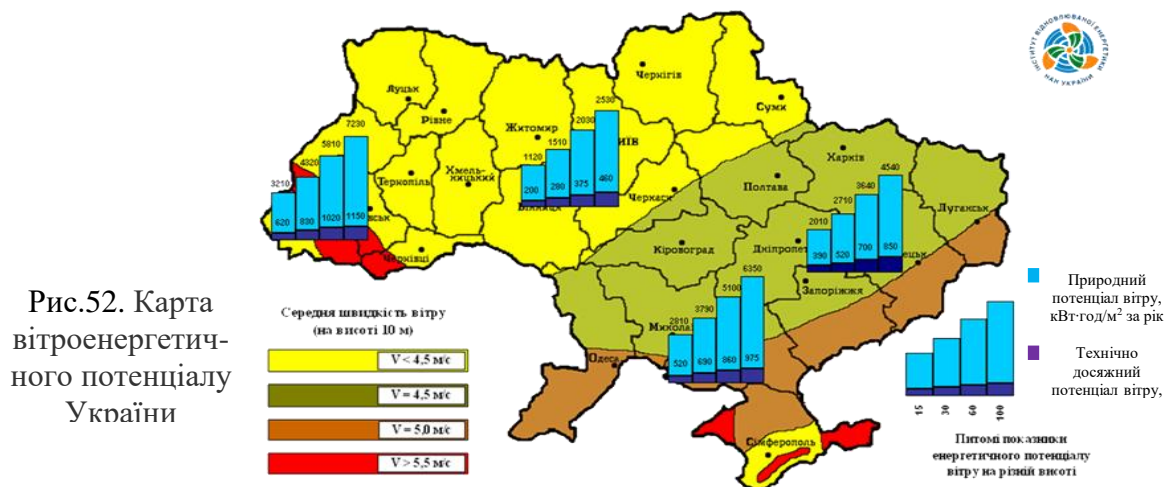
Сонячна енергетика України — відносно нова галузь енергетики, яка стрімко розвивається. На кінець 2020 року встановлено сонячних електростанцій (СЕС) загальною номінальною потужністю 6320 МВт. Частка СЕС на 2021 рік у загальній генерації енергії в Україні складала близько 6 %.

Беручи до уваги досвід впровадження СЕС в європейських країнах зі схожим рівнем сонячного випромінювання, та з огляду на тенденції постійного зниження собівартості будівництва СЕС внаслідок розвитку технологій, в Україні виробництво електроенергії СЕС може бути значно збільшено.

Енергія вітру. Запаси енергії вітру більш ніж в сто разів перевищують запаси гідроенергії всіх річок планети. У країнах, що розвиваються, інтерес до вітрових енергетичних установок (ВЕУ) пов'язаний в основному з автономними установками малої потужності, які можуть використовуватися в селах, віддалених від систем централізованого електропостачання. Такі установки вже сьогодні конкурентоздатні з дизелями, що працюють на привозному паливі.

Здавалося б, якщо вітер дме безкоштовно, то і електроенергія від нього повинна бути дешевою. Але будівництво вітроагрегатів вимагає значних витрат, які входять складовою частиною в ціну виробленої енергії.

Існуючі на сьогоднішній день в Україні потужності вітрових електростанцій перевищують 51 МВт, а з моменту, коли запрацювала перша вітчизняна вітрова електростанція, вироблено понад 80 млн кВт·год. електроенергії. За оцінками фахівців, загальна потенційна потужність української вітроенергетики становить 5000 МВт.



Значне зростання будівництва вітроелектростанцій спостерігається з 2009 року, після запровадження урядом України «Зеленого тарифу».

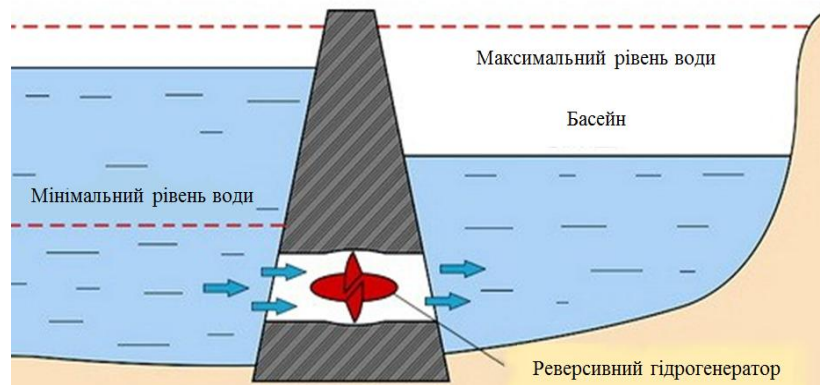
Інститутом відновлюваної енергетики НАН України складена карта віт-

роенергетичного потенціалу нашої країни (Рис. 52). Найбільш привабливими регіонами для використання енергії вітру є узбережжя Чорного та Азовського морів, гірські райони АР Крим, територія Карпатських гір, Одеська, Херсонська та Миколаївська області.

Енергія води (енергія пропливів, морських хвиль, енергія течій). Океан – гігантський акумулятор і трансформатор сонячної енергії, перетворюється в енергію течій, тепла і вітрів. Енергетичні ресурси океану представляють велику цінність як поновлювані і практично невичерпні. Рівень води на морських узбережжях протягом доби змінюється три рази. Такі коливання особливо помітні в затоках і гирлах річок, що впадають в море. Максимальна амплітуда припливів у різних місцях нашої планети неоднакова і становить від 4 до 20м.

Для побудови найпростішої приливної електростанції (ПЕС) потрібен басейн – перекрита греблею затока або гирло річки (Рис. 53). У греблі є водопропускні отвори і встановлені турбіни. Під час припливу вода надходить в басейн. Коли рівні води в басейні і море зрівнюються, затвори водопропускних отворів закриваються. З настанням відливу рівень води в морі знижується, і, коли тиск стає достатнім, турбіни та з'єднані з ним електрогенератори починають працювати, а вода з басейну поступово

Рис.53. Припливна електростанція



відходить.

В основі роботи хвильових енергетичних станцій лежить вплив хвиль на робочі органи, виконані у вигляді поплавців, маятників, лопатей, оболонки і т.п. Механічна енергія їх переміщень за допомогою електрогенераторів перетворюється в електричну. В даний час хвильові енергетичні установки використовуються для енергоживлення автономних буїв, маяків, наукових приладів.

Потужні течії океану – потенційне джерело енергії. Сучасні технології дозволяють отримати енергію течій при швидкості потоку більше 1 м/с.

Україна має значний потенціал використання ресурсів малих річок (головним чином у західних регіонах), що складає майже 28% загального гідропотенціалу всіх рік України.

На сьогодні, потенціал гідроенергетики використовуються на 60%, в основному за рахунок Дніпровського каскаду та інших великих ГЕС. Залишок потенціалу можливо реалізувати за рахунок встановлення нових та відновлення старих потужностей малих ГЕС.

Станом на 2015 рік в Україні діяло 102 МГЕС із загальною встановленою потужністю близько 80 МВт, якими вироблено у 2015 році 251 млн. кВт·год. При цьому, слід відзначити, що в 1960-х роках минулого сторіччя в Україні існувало більше 1000 малих ГЕС. Деякі з них є можливість відновити.

Геотермальні джерела. Близько 4% всіх запасів води на нашій планеті зосереджено під землею – в товщах гірських порід. Води, температура яких перевищує 20° С, називають термальними. Нагріваються підземні озера і річки в результаті радіоактивних процесів і хімічних реакцій, що протікають в надрах Землі. У районах вулканічної діяльності на глибині 500-1000 м зустрічаються басейни з температурою 150-250°С; вода в них знаходиться під великим тиском і тому не кипить. У країнах, де термальні води підходять близько до поверхні, споруджують геотермальні електростанції (геоТЕС). Вони перетворюють теплову енергію підземних джерел в електричну. Оскільки паливо у геоТЕС безкоштовне, то і собівартість вироблюваної електроенергії в кілька разів нижча.

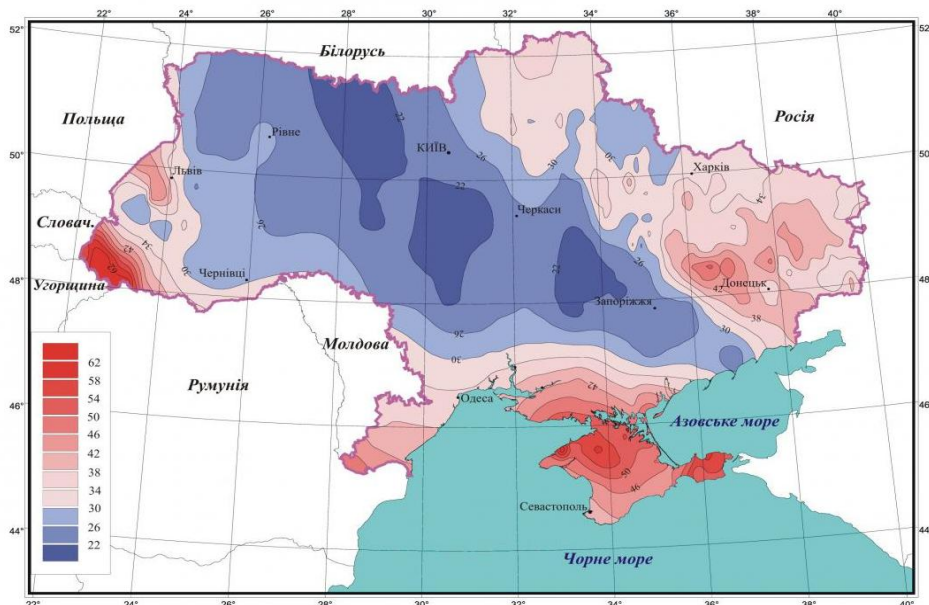
Україна має певний потенціал розвитку геотермальної енергетики. За різними оцінками, економічно-доцільний енергетичний ресурс термальних вод України становить до 8,4 млн. т.н.е. за рік (Рис. 54).

Практичне освоєння термальних вод в Україні велося в АР Крим, де було споруджено 11 геотермальних циркуляційних систем, які відповідають сучасним технологіям видобування геотермального тепла землі. Усі геотермальні установки працювали на дослідницько-промисловій стадії.

Великі запаси термальних вод виявлено і на території Чернігівської, Полтавської, Харківської, Луганської та Сумської областей. Сотні свердловин, які виявили термальну воду і знаходяться в консервації, можуть бути відновлені для подальшої експлуатації в якості системи видобутку геотермального тепла.

Енергія водню. Загострення проблеми охорони довкілля на фоні зростаючого попиту на паливо та енергію спонукає світову спільноту до ефективного пошуку нових енергетичних технологій, які б забезпечували прийнятний рівень забруднення і одночасно не уповільнювали економічного зростання. Ключове місце в розв'язанні цієї проблеми, на думку багатьох фа-

Рис.54. Карта розподілу геотермальних температур України на глибині 1000м.



хівців, займе воднева енергетика – виробництво водню і його використання в промисловості, будівництві, енергетиці та інших сферах економіки.

Воднева енергетика розглядається багатьма фахівцями саме як засіб досягнення завдань енергетичної революції і тому в розвинутих країнах світу їй приділяється значна увага, проводяться активні роботи над її технологіями. В країнах створена значна кількість енергетичних установок на паливних елементах потужністю від одиниць ват до мегават, які вже сьогодні конкурентоспроможні з установками що використовують традиційні технології. Розроблені та виконуються відповідні довгострокові програми, на виконання яких виділяються значні кошти. Зокрема, у США на цілі водневої енергетики виділяється до 1 млрд. доларів на рік. Останнім часом у США, Канаді, Японії, країнах ЄС зростає активність в сфері технологій водневої енергетики і розробки паливних елементів.

Стосовно технології одержання водню необхідно відзначити, що він в природі зустрічається тільки у виді різних сполук. Але ресурсна база для його одержання є досить широкою. Крім води, з якої водень можна одержати шляхом електролізу з використанням електричної та теплової енергії, до ресурсної бази належать практично всі викопні види палива, різні види біомаси, різні відходи виробництва, та ін.

Найбільш відомі технології одержання водню базуються на хімічному, термотехнічному процесах та електролізі води, але вони мають такі недоліки, як використання високопотенційної енергії з витратами викопного палива і відповідно значним забрудненням довкілля. Недоліком електролізу води є значний рівень споживання електроенергії. Це найбільш доступна, але найбільш дорога технологія. Сьогодні найбільше розповсюдження отримала технологія виробництва водню або суміші водню з іншими газами шляхом парової конверсії природного газу – метану, але при цьому втрачається

майже половина початкового об'єму газу. У зв'язку з цим у світі ведеться інтенсивний пошук таких технологій одержання водню, які б відповідали вимогам економічної та енергетичної ефективності й екологічної чистоти.

Найбільш перспективним напрямом використання водневої енергетики є заміна вуглеводневих видів палива на водень у системах транспорту, перш за все у автомобілебудуванні (двигуни внутрішнього згорання). Вона передбачає застосування паливних елементів (Рис. 55), в яких електроенергія виробляється шляхом електрохімічних процесів на відміну від спалювання дизельного палива чи бензину. Іншими сферами застосування водню та змішаного газу, що містить водень, можуть бути хімічна, металургійна промисловість та ін.

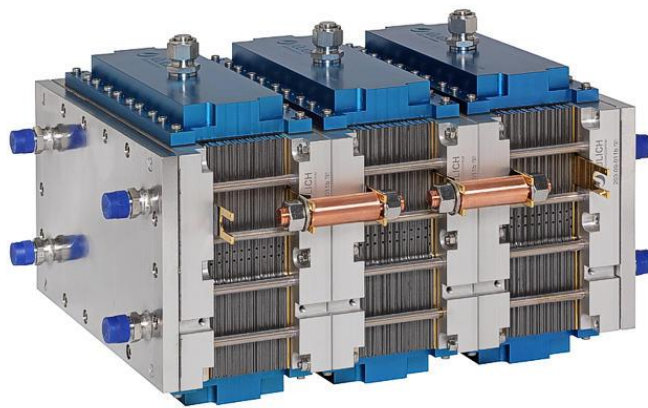


Рис.55. Паливний елемент

Безсумнівною перевагою водневої енергетики для України могла б стати можливість значного зменшення енергетичної залежності країни за рахунок перетворення існуючих власних енергетичних ресурсів (вугілля, торфу, сланців, біомаси, промислових відходів та ін.) у водень з його подальшим використанням для задоволення енергетичних потреб країни.

Продукт газифікації (водень) може використовуватися в паливних елементах для виробництва електричної та теплової енергії.

В Україні існує також можливість одержання водню як побічного продукту при хімічних, коксохімічних та нафтопереробних виробництвах, використання для одержання водню скидних газів чи різних органічних сполук. Екологічний ефект від використання побічних продуктів досягається тим, що одержана з них енергія заміщує енергію, яка повинна вироблятися із викопного палива, у т.ч. імпортованого.

Водневі енергетичні технології в даний час ще не набули у світі тієї якості й ефективності, коли могли б замінити традиційну енергетику та існуючі нафтові технології на транспорті. Однак потенційні можливості водневих технологій дозволяють прогнозувати широке їх використання у майбутньому, чому сприятимуть зазначені переваги водню перед викопними видами палива.

Для України в найближчій перспективі можна говорити про використання водневих технологій в автономних системах енергоспоживання та на транспорті, насамперед, в комбінації з газифікацією вугілля або біомаси, а також сонячною та вітровою енергетикою. Україні слід також знайти свою нішу в міжнародних проєктах з розробки високотемпературних реакторних

установок для комбінованого виробництва водню і електроенергії. Темпи впровадження цих технологій і розвитку відповідної галузі будуть залежати від вирішення вище зазначених проблем. Це дозволило б Україні у майбутньому знайти своє місце в розподілі та використанні водневих технологій у міжнародному масштабі, створити нові робочі місця для висококваліфікованих фахівців, як в галузі стратегічних наукових досліджень і розробок, так і на високотехнологічних виробництвах.

Використання біомаси. Україна відмінно підходить для розвитку біоенергетики завдяки наявності великих масивів промислового лісу, рівнинного ландшафту, добре розвиненої інфраструктури розподілу енергії і тепла, сучасних підприємств енергетичного та загального машинобудування, а також високого рівня технічної освіти населення.

В якості біопалива можуть бути використані: біомаса деревини, її відходи, що утворюються при вирубці та обробці, біомаса швидко зростаючих чагарникових і трав'янистих рослин, горюча частина комунальних відходів, відходи, одержані при меліоративних роботах, розчищення територій під нове будівництво, відходи рослинництва (Рис.56), горючі відходи переробної та харчової промисловості, тваринництва.

Для України біоенергетика є одним із стратегічних напрямків розвитку сектору відновлюваних джерел енергії, враховуючи великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії. На жаль, темпи розвитку біоенергетики в Україні досі істотно відстають від європейських.

На сьогоднішній день частка біомаси у валовому кінцевому енергоспоживанні становить 1,78%. Щорічно в Україні для виробництва енергії використовується близько 2 млн.т. у.п. біомаси різних видів. На деревину припадає найвищий відсоток використання економічно доцільного потенціалу – 80%, тоді як для інших видів біомаси цей показник на порядок нижче. Найменш активно (до 1%) реалізується енергетичний потенціал соломи зернових культур та ріпаку.



Рис.56. Солома як сировина для біопалива

Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал твердої біомаси в Україні є еквівалентним 18 млн. т. н.е., а його використання дає змогу щорічно заощаджувати близько 22 млрд.м.³ природного газу. Найбільший потенціал твердої біомаси зосереджений у Полтавській, Дніпропетровській, Вінницькій та Кіровоградській областях і становить понад 1,0 млн.т н.е. За різними оцінками, на кожному тонну зерна можна отримати 1,5-2,0 т соломи

або рослинних залишків. Частина їх використовується для утримання худоби та удобрення ґрунтів, а стебла кукурудзи та соняшнику залишаються на полях після збирання врожаю. Таким чином, в Україні є достатній енергетичний потенціал соломи і рослинних відходів.

Значна частина соломи після збирання пресується у тюки, брикети та пелети і використовується для опалення. На підприємствах олійної промисловості спалюється і гранулюється сотні тисяч тонн лушпиння соняшнику. Лісистість території України становить близько 16% її загальної площі. Щорічно заготовлюється 16-17 млн.м³ ділової деревини; відходи деревини складають до 10 млн.м³. На цей час близько 70% відходів деревини у вигляді тирси, пелет і брикетів використовується як біопаливо.

Альтернативні джерела енергії практично лежать у нас під ногами. Щоб перетворити їх на електрику, потрібні лише кошти, технології і воля. І вже зараз передові країни світу вкладають мільярди в альтернативні джерела енергії. Причому ці вкладення ростуть в геометричній прогресії.

«Зелена» революція в енергетиці – це не примха чи данина моді, а сувора необхідність, яку, втім, ще не всі до кінця усвідомили.

Чи знаєте ви, що?

- В американському штаті Орегон будується найбільша вітряна електро станція у світі. Понад півтисячі вітрогенераторів будуть виробляти 845 мегават енергії, чого вистачить на 235 тисяч домашніх господарств. За даними «Дженерал електрик», електростанція дозволить запобігти викиду в атмосферу 1,5 мільйона тонн вуглекислого газу, які б утворилися при видобутку цього обсягу енергії за допомогою викопного палива.

- У Фінляндії маркування «ЕКО-енергія» була введена ще в 1998 році. Вона дозволяє споживачам самим вирішувати, яку електрику вони хочуть купувати – вироблену з традиційних джерел або з «альтернативних джерел енергії». Ще у 2009 році чверть усієї проданої в Фінляндії електроенергії було отримано з поновлюваних джерел.

- У Сахарі будується гігантський парк сонячних батарей. Проєкт «Дезертек» забезпечить 15 відсотків потреб Західної Європи в електриці.

- Поблизу Нікополя Дніпропетровської області встановлено СЕС, потужністю понад 200 МВт! Це найбільша СЕС в Україні та одна з найпотужніших в Європі. Передбачається, що Нікопольська СЕС вироблятиме до 290 млн. кВт·год електроенергії на рік. Цього достатньо, щоб повністю задовольняти потреби 100 тис. домогосподарств. СЕС також дасть змогу скоротити викиди вуглекислого газу на понад 300 тис. тонн на рік.

- За даними міжнародного енергетичного агентства, до 2030 року 60% електроенергії в світі планується вироблятися за рахунок відновлюваних джерел. Більше того, дослідники стверджують, що перейти на «альтерна-

тивні джерела енергії» дешевше, ніж традиційно спалювати нафту і вугілля.

Дайте відповіді на питання.

1. Приведіть відомі вам приклади використання альтернативних джерел енергії у світі, країні, чи у вашому місті.

2. Підготуйте інформацію про альтернативні джерела енергії, не описані в посібнику (наприклад термоядерна чи космічна енергетика).

3. Яке, на ваш погляд, джерело альтернативної енергії найбільш реально використовувати у вашій місцевості? Відповідь обґрунтуйте.

Задача 10.1 З метою оцінки потенціалу використання ресурсів малих річок визначте енергетичний потенціал потоку води у шлюзовій системі на річці Псел, поблизу селища Велика Багачка на Полтавщині (Рис. 57), де через 4 – шлюзи, шириною 5 м. проходить потік, товщиною 25 см. зі швидкістю 5 м/с. Висота підйому шлюзу 2м.

Розв’язання:

Енергетичний потенціал шлюзової системи можна визначити як різницю потенціальної енергії потоку води який щосекунди проходить через неї,

$$\Delta E/t = (E_1 - E_2)/t,$$

де $E = mgH$ – потенціальна енергія

Маса води, яка щосекунди проходить через систему:

$$M = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot L = \rho \cdot d \cdot h \cdot v \cdot t$$

Тоді маємо:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta E}{t} &= \frac{n \cdot m \cdot g \cdot H}{t} = \rho \cdot d \cdot h \cdot v \cdot g \cdot H = \\ &= 4 \cdot 1000 \cdot 4 \cdot 0.52 \cdot 5 \cdot 9.8 \cdot 2 = 313600 \text{ Дж/с} \approx 391 \text{ кВт} \end{aligned}$$



Рис. 57. Шлюзова система річки Псел

Відповідь: Енергетичний потенціал системи шлюзів малої ріки в Україні становить близько 390кВт.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

Тема роботи: Розрахунок сонячної водонагрівальної установки.

Мета роботи: Ознайомитись з принципом роботи сонячної водонагрівальної установки, її конструктивними елементами, набути навичок самостійного розрахунку водонагрівальної установки для приватного будинку.

Місце проведення: навчальний кабінет.

Обладнання: інструкція до виконання практичної роботи, діаграма розрахунку, персональний комп'ютер.

Хід роботи

Теоретичний блок

1. Загальні відомості про геліоколектор

Сонячний колектор (геліоколектор) – пристрій для збору енергії випромінювання сонця у видимому та інфрачервоному спектрі.



Рис.58. Принцип роботи геліоколектора.

Принцип роботи сонячних колекторів базується на трансформації променевої енергії сонця в теплову енергію (Рис.58). Відбувається це шляхом нагрівання циркулюючого в колекторі теплоносія (води чи антифризу) і подальшої передачі тепла до накопичувача та споживача. Іншими словами, сонячний колектор працює як водонагрівач, що і визначило його сферу застосування – постачання гарячої води для різних потреб приватних будинків.

2. Сонячна водонагрівальна установка (СВУ) призначена для отримання гарячої води від сонячних колекторів. В залежності від інженерного рішення СВУ може бути представлена в моно-або поліфункціональному виконанні і забезпечувати потреби гарячого водопостачання, опалення, підігрівання підлоги та басейнів.

В основу функціонування СВУ покладено чотири базових процеси:

- ✓ уловлювання сонячного випромінювання;
- ✓ теплообмін;

- ✓ накопичення отриманого тепла;
- ✓ автоматизований контроль роботи системи.

Сонячна водонагрівальна установка (СВУ) (Рис.59) складається з сонячного колектора і теплообмінника-акумулятора. Через сонячний колектор циркулює теплоносії, який нагрівається в ньому енергією сонця і потім через теплообмінник, вмонтований в бак-акумулятор, віддає теплову енергію воді. У баку-акумуляторі зберігається гаряча вода до моменту її використання, тому він повинен має хорошу теплоізоляцію.

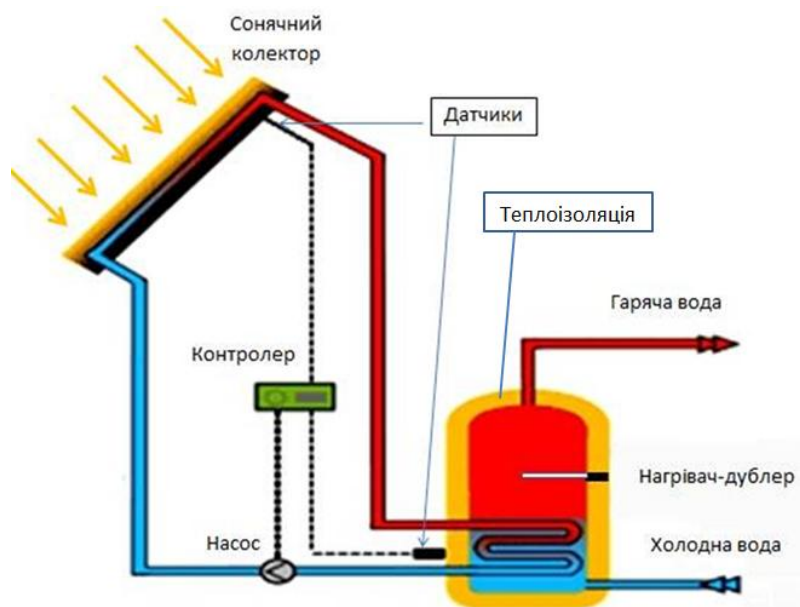


Рис.59. Будова сонячної водонагрівальної системи.

У першому контурі, де розташований сонячний колектор, може використовуватися природна або примусова циркуляція теплоносія. Примусову циркуляцію забезпечує насос. У бак-акумулятор може встановлюватися електричний нагрівач-дублер. У разі зниження температури в баку-акумуляторі нижче встановленої – нагрівач-дублер автоматично вмикається і догріває воду до потрібної температури. Додаткові джерела енергії можуть бути різної природи – традиційний водонагрівач, що працює на електроенергії, газі, рідкому або твердому паливі. Вони забезпечують безперервне використання гарячої води в зимовий час, вночі або хмарну погоду, при цьому альтернативне джерело енергії використовується як додаткова складова для підтримки її температури.

Автоматизований контроль за роботою системи здійснює контролер. За показниками датчиків він реєструє температуру в колекторі та баку і керує роботою насоса та нагрівача-дублера.

Математичне моделювання сонячних водонагрівальних установок з використанням сучасних програмних засобів показало, що в реальних кліматичних умовах України доцільно використання сезонних сонячних водонагрівачів, що працюють в період з березня по вересень. В осінньо-зимовий період вони дають лише частину теплової енергії, іншу частину забезпечує нагрівач-дублер, тепловий насос чи опалювальний котел.

Особливості СВУ:

- можливість використання системи як з основним так і з додатковим джерелом енергії для опалення;
- СВУ в широтах нашої країни (середня інтенсивність сонячної радіації) забезпечують нагрівання води до температури $\approx 50\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- мають велику кількість варіантів підключення;
- монтуються в існуючі системи гарячого водопостачання та опалення;
- до розміщення баку немає вимог, тому системи легко модифікуються;
- продуктивність підвищується за рахунок примусової циркуляції рідини.

3. Види сонячних колекторів

Плаский сонячний колектор (Рис.60) складається з елемента, що поглинає сонячне випромінювання, прозорого покриття та термоізолюючого шару. Поглинаючий елемент називається абсорбентом, він з'єднаний з теплопровідною системою. Прозорий елемент, зазвичай, виконується із загартованого скла з пониженим вмістом металів (боросилікатне). При відсутності відбору тепла пласкі колектори здатні нагрівати воду до $190 - 200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

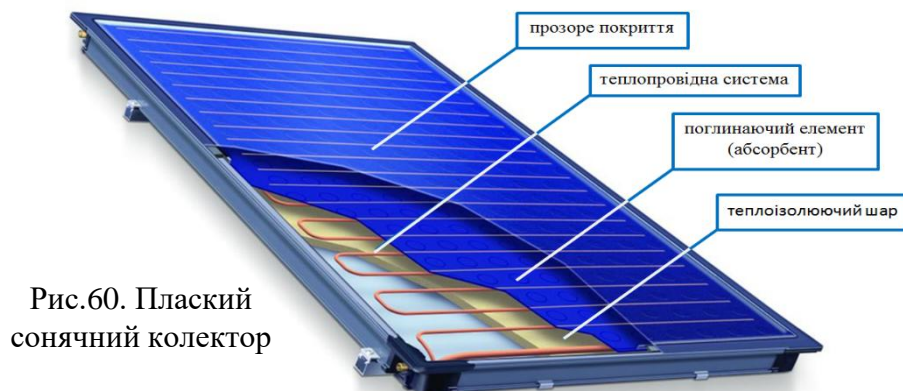
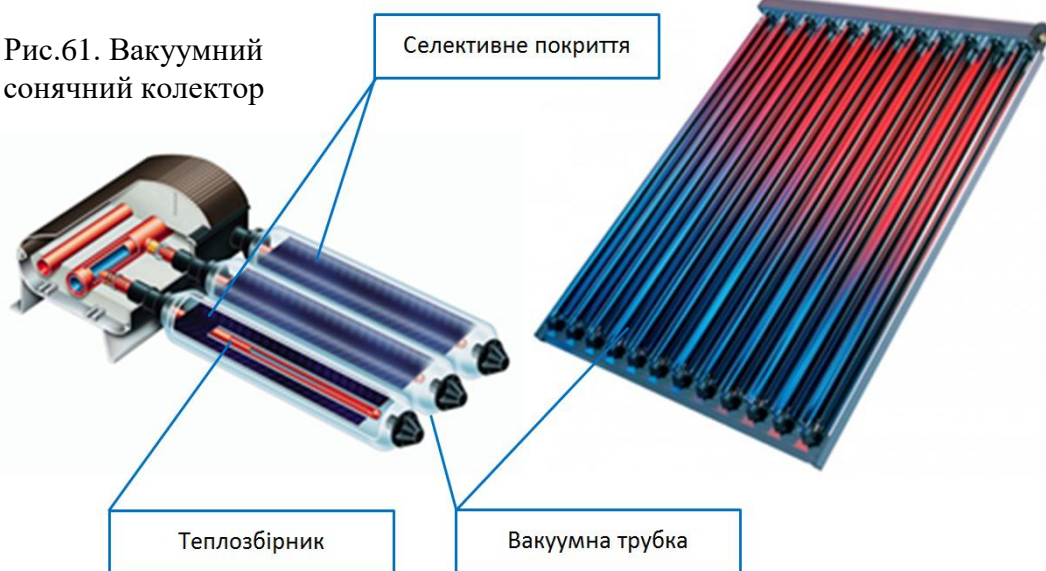


Рис.60. Плаский сонячний колектор

Вакуумний сонячний колектор. У силу конструктивних особливостей принцип роботи вакуумних колекторів дещо інший. Головним робочим елементом є не пластина адсорбера, а система вакуумних трубок і теплозбірник (Рис.61). Незважаючи на декілька варіантів конструкцій таких трубок, загальна схема їх дії фактично однакова. Склона поверхня поглинає сонячні промені завдяки спеціальним селективним покриттям. Енергія сонця нагріває внутрішній теплоносіє, а вакуумний прошарок зменшує тепловтрати, оскільки вакуум – найкращий ізолятор.

Вакуумна порожнина дає можливість зберегти близько 95% уловленої теплової енергії. Через теплозбірник акумульоване тепло надходить далі в систему і використовується для нагріву води в баку-накопичувачі. Загалом колектор цього типу забезпечує більш високу продуктивність у порівнянні з пласким аналогом.

Рис.61. Вакуумний сонячний колектор



Сучасні побутові сонячні колектори здатні нагрівати воду до температури кипіння навіть при низькій навколишній температурі. У вакуумних колекторах можливе підвищення температури до 250-300°C. Це досягається за рахунок зменшення теплових втрат шляхом використання багат шарового скляного покриття, герметизації або створення в колекторах вакууму. Фактично сонячна тепла труба за будовою схожа з побутовим термосом.

Важливим фактором ефективної роботи СВУ є вид покриття, що поглинає сонячне світло. Як видно з Рис.62, найбільш ефективними є покриття, що створюються в умовах сучасного виробництва.



Рис.62. Ефективність поглинання та відбивання сонячного світла покриттями різних видів

Саме високоселективне та чорне хромоване покриття поглинають найбільшу кількість сонячної енергії, яка використовується на нагрівання води в теплопровідній системі.

Але реальне практичне застосування знаходять не тільки високотехнологічні промислові системи. Цілком практичні і саморобні СВУ, які протягом дня забезпечують нагрітою водою для побутових потреб одну чи кілька сімей, або можуть використовуватися в польових умовах. Використовуючи енергію сонця, геліосистеми дозволяють заощаджувати традиційне паливо, яке необхідно для нагрівання гарячої води і опалення.

Системи сонячного теплопостачання вважаються одними з самих надійних і довговічних, за умови, якщо вони були правильно розраховані та

якісно змонтовані. Сонячні колектори можуть встановлюватися на даху або майданчику біля будинку, на стіні будівлі. При цьому вони повинні бути зорієнтовані на південь.

Кількість теплової енергії, отримуваної СВУ, залежить від багатьох факторів: конфігурації системи та її конструктивних особливостей, ясності дня, кута відхилення площини геліоколектора від південного напрямку, кута місця сонця над горизонтом (Рис.63) і т.д.

Рис.63. Орієнтація геліоколекторів за сторонами горизонту

До того ж в самій системі на всіх етапах: отримання сонячної енергії, передачі по трубопроводам, зберігання – частина енергії втрачається (Рис.64).

Рис.64. Умовне вироблення теплової енергії для нагрівання води в сонячний день геліосистемою, площею 1 м²



Для прикладу зробимо кількісну оцінку ефективності роботи саморобної побутової сонячної водонагрівальної установки. Протягом сонячного дня на 1 м² поверхні падає $E_0 \approx 7$ кВт·год сонячної енергії. Враховуючи ККД різних елементів СВУ, а саме:

- $\eta_k \approx 50\%$ – ККД геліоколектора,
- $\eta_T \approx 95 - 97\%$ – ККД трубопроводу,
- $\eta_b \approx 95 - 97\%$ – ККД баку з водою,

визначимо кількість тепла, що використана безпосередньо для нагрівання води.

$$Q = E_0 \cdot \eta_k \cdot \eta_T \cdot \eta_b = 7 \cdot 0,5 \cdot 0,97 \cdot 0,97 = 3,3 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Знаючи, що 1 кВт·год = 3600 кДж, маємо:

$$Q = 3,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 11880 \text{ кДж} = 11,9 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

Виходячи з рівняння кількості тепла:

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1),$$

де $c = 4190$ Дж/(кг · К) – питома теплоємність води, визначимо, на скільки градусів нагріється 100кг води при такій кількості поданого тепла

$$(t_2 - t_1) = \frac{Q}{c \cdot m} = \frac{11,9 \cdot 10^6}{4190 \cdot 100} \approx 23^\circ\text{C}$$

Тобто, СВУ з геліоколектором, площею 1 м^2 здатна протягом дня нагріти 100 кг води майже на 23 градуси (наприклад з 10 до 33°C). Це 160льтерн-жують і дані, отримані шляхом експериментальних досліджень.

Визначимо орієнтовну комплектацію СВУ для власних потреб.

Для прикладу візьмемо сім'ю з чотирьох осіб. Встановимо середнє споживання гарячої води однією людиною на добу 50 л (душ та миття посуду). Об'єм накопичувального баку при цьому бажано мати від 200 до 300 літрів.

Температура холодної води для нагрівання: 15°C . Температура гарячої води 45°C .

Енергія, необхідна для забезпечення потреб однієї людини (нагрівання 50 л води на 30°C):

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) = 4190 \cdot 50 \cdot 30 \approx 6,3 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 1,75 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Для сім'ї з 4 чоловік: $1,75 \text{ кВт} \cdot \text{год} \cdot 4 = 7 \text{ кВт} \cdot \text{год}$.

Порівнюючи з результатами попередньої задачі можемо зробити висновок, що потреби в такій кількості тепла можуть забезпечити:

$$7 \text{ кВт} \cdot \text{год} / 3,3 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 2,1 \approx 3 \text{ колектори, площею } 1\text{ м}^2.$$

Та при більш детальному розрахунку кількості колекторів для СВУ слід також враховувати очікуваний ступінь заміщення наших потреб у теплі енергією сонця, географічну широту, де знаходиться будівля, орієнтацію колекторів за сторонами горизонту, кут їх нахилу до сонця, ймовірність щоденного нагрівання води до температури не менше 45°C , яка становить від 30 до 70%. Це дозволить зробити висновок, що для забезпечення 4-х чоловік теплою водою в достатній кількості необхідна СВУ з 4-6 колекторами, площею 1 м^2 .


Для більш спрощеного розрахунку кількості колекторів можна скористатись діаграмою (Рис.64) в наступній послідовності:

1. Визначимося з кількістю споживачів гарячої води.
2. Визначимо приблизну кількість води, споживаної кожним членом родини на добу (оптимально 30-50 літрів на одну людину протягом доби).
3. Це дасть можливість визначити рекомендований об'єм накопичувального бака.
4. Визначимо бажану ступінь заміщення ваших потреб у теплі енергією сонця (орієнтовно 45, 60 чи 70%).
5. Врахуємо регіон України де планується розміщення системи (південний, північний чи діапазон між ними).
6. Визначимо плановану орієнтацію встановлюваних колекторів за сторонами горизонту (бажана південна орієнтація).
7. Визначимо кут нахилу встановлюваних колекторів. (Для географічного розміщення України оптимально $30-60^\circ$).
8. Після виконання останнього кроку ми отримаємо приблизно необхідну кількість колекторів.

Можна переконатись, що висновки, зроблені за допомогою діаграми підтверджують наші розрахунки. Звичайно, сонячну водонагрівальну установку, не можна розглядати як енергозберігаюче рішення, оскільки вона є

альтернативним джерелом енергії. Але її використання, безсумнівно, зменшить розмір платежів за енергоносії.

Визначимо, економічну доцільність застосування СВУ.

Термін експлуатації СВУ	25 років
Орієнтовна вартість комплексу обладнання (від 161льтернат документації до «пуску» включно): (161льт.)	Разом – 45500 грн.
Потенціал використання 161 льтернативної енергії (кількість енергії, що виробляється установкою за рік). Мається на увазі лише корисна теплова енергія, тобто враховані теплові втрати в трубопроводі і в баку та реальний ККД роботи обладнання в заданому температурному режимі (з паспорта СВУ) кВт·год/рік	2328 
Кількість енергії, що виробляється установкою за увесь термін експлуатації	$2328 \text{ кВт·год/рік} \cdot 25 \text{ років} = 58200 \text{ кВт·год}$
Вартість еквівалентної кількості газу, що був би затрачений на утворення такої кількості тепла протягом року При тарифі 8,55 грн. / м ³ Питома теплота згорання природного газу $q=10,55 \text{ кВт·год} / \text{м}^3$ ККД $\eta=90\%$	$Q = \eta \cdot q \cdot V$ $V = \frac{Q}{\eta \cdot q} = \frac{2328}{0,9 \cdot 10,5} \approx 246 \text{ м}^3$ $246 \cdot 8,55 = 2103 \text{ грн.}$
Окупність СВУ за термін експлуатації при нагріванні еквівалентної кількості води газом	$45500 / 2100 = 21,7$
Чиста економія на кожен вкладену гривню за весь термін експлуатації	$2100 \cdot 25 / 45500 = 1,15$

Отже, умовах приватного будинку, сонячна водонагрівальна установка з двома геліомодулями окупить себе приблизно за 22 роки, кожна вкладена гривня дасть економію в 1,15 грн. Начебто невеликий ефект, та в той-же час використання СВУ має важливу екологічну складову.

При згоранні 1 моля метану утвориться 1 моль вуглекислого газу, тобто при згоранні 22,4 л метану утвориться 22,4 л = $22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ вуглекислого газу.

При згоранні 305 м³ метану утвориться 305 м³ вуглекислого газу. 1 моль вуглекислого газу (CO₂) має масу 44г = 0,044кг.

$$v = \frac{V_{\text{CH}_4}}{V_{\text{моль}}} = \frac{305}{22,4 \cdot 10^{-3}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ моль}$$

Тоді маса вуглекислого газу:

$$m_{\text{CO}_2} = 0,044 \cdot 13,6 \cdot 10^3 \approx 6000 \text{ кг}$$

Встановлення однієї установки не тільки економить газ, а і зменшує викиди CO₂ на 6 тонн щороку.

Контрольні запитання

1. В яких регіонах України інтенсивність сонячного випромінювання є найбільш високою? А найнижчою?
2. Які, на ваш погляд, плоскі чи вакуумні сонячні колектори є більш ефективними? а) плоскі, б) вакуумні, в) однакові по ефективності.

Розрахунковий блок

1. Визначте денну потребу споживання гарячої води у вашій сім'ї.
2. Скориставшись діаграмою (Рис.65) визначте потужність сонячної водонагрівальної установки відповідно до потреб вашої сім'ї.
3. Користуючись даними таблиці, визначте річну продуктивність сонячної водонагрівальної установки, яка в залежності від сезону 200 літрів води нагріває до температури:

Середньостатистичний підігрів води в день	Сезон			
	Весна	Літо	Осінь	Зима
від 15 °С	до 49 °С	до 60 °С	до 28°С	до 18°С

Практичний блок

Обчисліть енергетичну ефективність саморобної СВУ для потреб вашої сім'ї. Очікувана вартість кожного геліомодуля, площею 2м² – 2000 грн., вартість накопичувального баку та інших комплектуючих системи 1000 грн. Денна продуктивність геліомодуля протягом сезону 1,5 кВт·год.

Термін експлуатації СВУ	20 років
Орієнтовна вартість комплекту обладнання : - геліомодулі (грн.) - всі системи СВУ (грн.) Разом:	
Кількість енергії, що виробляється установкою за сезон кВт·год / сезон	
Кількість енергії, що виробляється установкою за увесь термін експлуатації кВт·год	
Вартість еквівалентної кількості газу, що був би затрачений на утворення такої кількості тепла протягом року при тарифі 8,55 грн. / м ³ Питома теплота згорання природного газу q=8,5 кВт·год / м ³ , ККД η= 90%	$Q = \eta \cdot q \cdot V$ $V = \frac{Q}{\eta \cdot q}$
Окупність СВУ за термін експлуатації	
Чиста економія на кожному вкладену гривню за весь термін експлуатації	

Творчий блок

Оцініть можливості встановлення СВУ на покрівлі вашого будинку.

Регіон України, де знаходиться ваш будинок

Площа покрівлі, придатна для встановлення СВУ

Кут відхилення покрівлі від південного напрямку

Кут нахилу покрівлі

Відсоток площі покрівлі, що затіняється деревами

Можливість установки баку-акумулятора

Потенційна площа геліоколекторів

Потенційна кількість тепла, отримана від геліоколекторів

Вид догрівача-дублера

Кількість користувачів гарячої води

Бажана температура гарячої води

Можливість використання СВУ як додаткового джерела тепла для системи опалення будинку

м ²	
град.	
град.	
%	
(дах, кімнати, підвал)	
м ²	
кВт·год / день	
чол.	
град.	

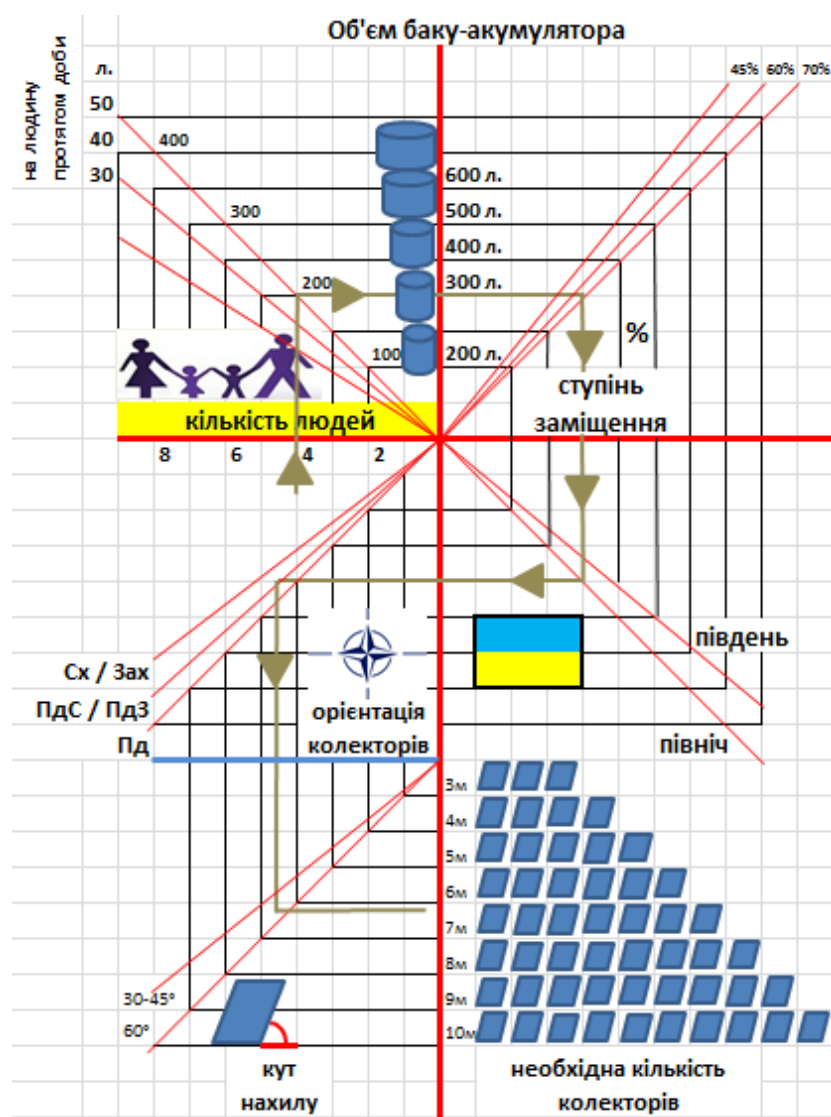


Рис. 65. Діаграма розрахунку сонячної водонагрівальної установки

Зробіть висновок про виконану роботу.

11. Енергозбереження і роль громад.



Все буде не так, як ми вирішимо, все буде коли ми наважимося...

Народна мудрість

У закритих суспільствах люди століттями вірили в те, що їхнє життя повністю контролюється державою. Від уряду очікувалось, що він має забезпечувати усі потреби громадян. І це сприймалось як щось таке, на що не можна вплинути або навіть неможливо зрозуміти. З розвитком демократії прийшло усвідомлення важливості участі громадськості в управлінні державними справами, необхідності забезпечення реальних можливостей для впливу громадян на дії влади, розвиток та реалізацію планів та програм, розв'язання наявних проблем.

В останні роки в Україні відбулися значні зміни. Україна обрала для себе демократичний шлях розвитку. Європейську інтеграцію проголошено стратегічною метою. На всіх рівнях влада говорить про важливість діалогу з громадськістю. Місцеве самоврядування набуває реальної сили. Люди перестають бути просто "населенням", що мешкає на певній території, і стають самоврядною ГРОМАДОЮ, кожен член якої у міру своїх можливостей допомагає становленню добробуту всіх.

Виходячи з базових цінностей демократії, базових принципів рівності, соціальної справедливості та залучення громадськості до процесів прийняття рішень, визнання свобод та прав людини можна виділити кілька загальних принципів роботи в громаді:

- **Бажання змінити своє життя і готовність до відповідальності – основний принцип дій.** Розвиток починається зсередини. Доки людина не матиме бажання змінити себе, своє життя, ніхто інший не зможе за неї це зробити. Ми повинні усвідомити хто ми є, наше місце у цьому світі та наші можливості, й самим бути відповідальним за своє життя, за своє навколишнє середовище, за свою громаду. Важливо перестати бути пасивним очікувачем змін, отримувачем послуг, а натомість змінити своє ставлення до того, що відбувається, захотіти змін на краще і стати їх рушієм. Лише діючи, людина реалізовує себе. У будь-якій спільній справі треба починати з себе – якщо Ви прагнете змін, покажіть, що можна зробити, як це робиться.

- **Позитивне мислення, гнучкість.** Якщо не можеш змінити ситуацію, зміни своє ставлення до неї. Важливо не акцентуватися на минулому: на старих образах, старих невдачах, минулих втратах. Зацикловання на "старих ранах" заважає тверезо оцінювати ситуацію в теперішньому і майбутньому.

Треба дивитися вперед і діяти. Необхідно розвивати впевненість у собі, у силі команди. Гнучкість підходів передбачає адекватне реагування на наявні проблеми, готовність до корегування планів, нових домовленостей заради розв'язання актуальних проблем.

- **Єдність – сила громади.** Запорукою успіху є об'єднання громадян навколо спільних проблем та інтересів. Якщо ми разом, якщо ми об'єднуємо свої зусилля на шляху до поставлених перед нами завдань – ми відчуваємо підтримку інших, ми відчуваємо свою силу і віримо у наші перемоги.

- **Участь – умова розвитку.** Без участі кожного члена громади марно сподіватися на належний її розвиток. Участь дає можливість самореалізації, обговорення проблем та варіантів рішень, пошуку оптимальних шляхів розвитку, залучення людей до вирішення питань, що впливають на їх життя.

- **Спільне бачення майбутнього.** Об'єднання навколо спільних проблем та інтересів вимагає визначення і спільних цілей та завдань. Необхідно розуміти, чого ми хочемо досягти, куди йдемо і навіщо. Без бачення майбутнього немає розвитку.

Ці цінності та принципи, які використовуються для посилення спроможності громади реагувати на потреби громадян, мають відношення як до соціального, так і до економічного розвитку. Вони є основою процесів розвитку громад. Найважливішим є те, що вони сприяють участі і залученню громадян, і це є ключовим для демократії.

Виробництво та споживання енергії залежить не лише від власників домогосподарств та компаній-постачальників енергії. Значну роль в енергетичній картині відіграють громади. Те, як громади планують виробництво та споживання енергії, значною мірою впливає і на споживання жителів громади, цілої країни і регіону загалом.

Європейські муніципалітети, як форми громадського правління, намагаються активно впливати на енергетичну політику країн та ЄС загалом. Зокрема, з цією метою в 2008 році керівники міст створили Угоду Мерів (*Covenant off Mayors*). Метою об'єднання, до якого зараз входить понад 11000 європейських міст, є добровільні зобов'язання підвищувати енерго-ефективність та нарощувати використання відновлювальних джерел енергії на своїх територіях. Слідуючи цим зобов'язанням підписанти Угоди прагнуть скоротити власні викиди CO₂ щонайменше на 20%, сприяючи, таким чином реалізації політики сталого енергетичного розвитку, розвитку екологічно орієнтованої економіки та підвищенню якості життя.

Завдяки Угоді мерів, країни ЄС зробили безпрецедентний крок у безпосередньому залученні громад до місцевих і регіональних органів влади, тим самим визнаючи їхню важливу роль у досягненні амбітних цілей у галузі енергетики й збереження клімату.

Окрім заощадження енергії, можна очікувати й інших результатів від заходів, до яких вдаються підписанти: надання екологічно чистих і фінансово доступних енергетичних послуг, створення постійних робочих місць, підвищення фінансової та соціальної стабільності, здоровіше довкілля, краща якість життя, підвищення економічної конкурентоспроможності за рахунок розвитку бізнесу, а також поліпшення якості суспільних послуг та інфраструктури. Ці заходи, внесені підписантами Угоди в базу кращих практик під назвою «Зразки досконалості», слугують для інших прикладом для наслідування. Каталог Планів дій зі сталого енергетичного розвитку є унікальним джерелом натхнення, оскільки він в стислому вигляді демонструє цілі та основні заходи для їх досягнення.

Все більше муніципалітетів виявляють політичну волю підписати Угоду, однак, вони не завжди мають необхідні політичний і адміністративний потенціал, а також фінансові та технічні ресурси для виконання своїх зобов'язань. З цієї причини тим органам державного управління й мережам, котрі в змозі сприяти підписантам у виконанні їхніх амбітних цілей, пропонується особливий статус в рамках Угоди.

Підписантам Угоди надається технічна та адміністративна допомога з боку Офісу Угоди мерів (ОУМ), розташованого у Брюсселі, та з боку офісів-філій Угоди мерів у Львові та Тбілісі (ОУМ – Схід). Спільний дослідницький центр Європейської комісії у співпраці з Офісами Угоди мерів надає допомогу підписантам з науково-технічних питань, пов'язаних, головним чином, з реєстром викидів та планами дій зі сталого енергетичного розвитку.

В Україні муніципалітети також почали займатись енергетичними проблемами – зокрема, українські міста також долучаються до Угоди Мерів та створили Асоціацію Енергоефективних міст України (АЕМУ). На сьогодні до неї входить 303 міста з 20 регіонів України.

Чи знаєте ви, що ...



Година Землі – це щорічна міжнародна акція, організована Всесвітнім фондом дикої природи (World Wide Fund for Nature, WWF), яка проводиться щорічно в одну з останніх субот березня. В цей день в призначений час люди в різних країнах світу на одну годину вимикають світло та інші електроприлади. Сенс акції – максимально привернути увагу світового співтовариства до проблеми зміни клімату нашої планети, показати свою підтримку ідеї необхідності об'єднаних дій у вирішенні даної екологічної проблеми. Варто відзначити, що «Година Землі» – це, насамперед, символічна акція дбайливого ставлення до природи, заклик до рішучих заходів по збереженню клімату планети і турботи про її обмежені ресурси.

Вплив діяльності людини на екосистему планети зріс настільки, що якщо сучасні тенденції збережуться, то до 2050 року – людям знадобиться друга планета, щоб задовольнити свої потреби в енергії, воді, їжі, складуванні відходів, тощо. Тому вирішувати проблему збереження планети необхідно спільно, а участю в акції люди можуть продемонструвати свою стурбованість проблемою і «проголосувати» за здорову планету.

Вперше ідея вимкнути електрику на годину з метою боротьби за охорону навколишнього середовища була реалізована в 2007 році в масштабах одного міста – Сіднея (Австралія) (Рис. 66). На наступний рік даний

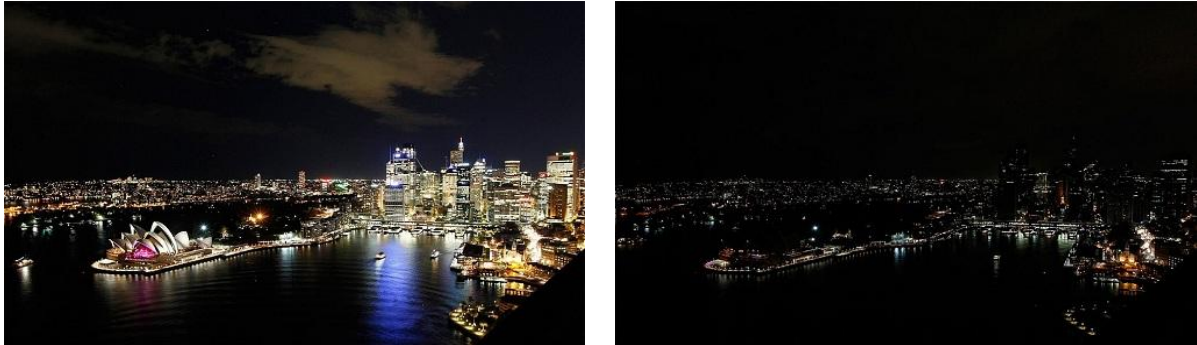


Рис. 66 Нічний Сідней та нічний Сідней під час акції

захід було підтримано світовим співтовариством (до акції долучилося більше 100 мільйонів людей 35 країн світу), ставши світовою екологічною ініціативою. З тих пір акція все більше набирає обертів, і в ній бере участь все більше людей і країн. Україна офіційно приєдналася до акції в 2008 році – в ній беруть участь понад 50 українських міст.

Дайте відповіді на питання.

1. Приведіть відомі вам приклади проведення енергозберігаючих заходів силами громади у країні, чи у вашому місті.
2. Який захід енергозберігаючої тематики запропонуєте особисто ви для своєї групи (закладу освіти)?

Додатки

Додаток 1

Питомі теплоємності для речовин (с)

Тверді речовини

Речовина	Дж/(кг·К)	Речовина	Дж/(кг·К)
Алюміній	880	Бетон	920
Залізо, сталь	460	Пісок	970
Чавун	550	Цемент	800
Латунь, мідь	380	Цегла	750
Срібло	250	Парафін	3200
Олово	250	Нафталін	1300
Платина	125	Дерево	2700
Золото	125	Лід (сніг)	2090
Свинець	120	Глауберова сіль $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	1100
Скло	840		

Рідини

Речовина	Дж/(кг·К)	Речовина	Дж/(кг·К)
Вода	4187	Олія трансформ.	2093
Гас	2140	Олива машинна	2100
Гліцерин	2430	Ртуть	125
Ефір сірчаний	2330	Скипидар	1760
Залізо	830	Спирт етиловий	2430
Глауберова сіль	2300	Парафін	3000

Гази

Речовина	Дж/(кг·К)	Речовина	Дж/(кг·К)
Азот	1000	Вуглекислий газ	880
Аміак	2100	Гелій	5200
Аргон	530	Кисень	920
Водень	14300	Криптон	251
Водяна пара	2130	Повітря	1000

Питома теплота плавлення речовин (Q)

Речовина	Температура плавлення (°C)	(кДж/кг)
Лід	0	332
Олово	232	58
Свинець	327	24
Алюміній	660	393
Парафін C ₂₄	51,1	141,2
Глауберова сіль Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	32,2	251,4

Питома теплота пароутворення (L)

Речовина	Температура кипіння (°C)	(МДж/кг)
Вода	100	2,3
Спирт	78	0,9
Ефір	35	0,4
Аміак	-33	1,4

Питома теплота згорання палива (q),***Тверде паливо***

Речовина	(10 ⁶ Дж/кг)	Речовина	(МДж/кг)
Буре вугілля	9,3	Кам'яне вугілля:	
Деревні цурки	15	- марки А-1	20,5
Деревне вугілля	31	- донецьке	25,5
Дрова сухі	8,3	Кокс	30,3
Торф	15	Порох	3,0

Рідке паливо

Бензин, нафта	46	Лігроїн	43,3
Дизельне паливо	42	Мазут	40
Гас	44	Спирт етиловий	27

Газоподібне паливо (для 1 м³ за нормальних умов)

Генераторний газ	5,5	Природний газ	35,5
Коксовий газ	44	Світільний газ	21
Доменний газ	3,7		

Відповіді

Задача 4.5. б, в, г, д, з

Задача 4.6. б, в, д

Задача 4.13. а, в, г

Задача 4.15. в

Задача 5.4.1. а

Список використаних джерел

ДБН В.2.6-31: 2006 «Конструкції будинків і споруд теплова ізоляція будівель»

ДСТУ-Н Б А.2.2-5: 2007. «Настанова з розроблення енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції»

ДБН Б.2.2 – 12:2018 "Планування і забудова територій"

¹ [Електронний ресурс]

– Режим доступу: <http://burneft.ru/archive/issues/2013-01/1>

¹ Бараннік В.О. Енергоємність ВВП держави: історичні паралелі та уроки для України Стратегічні пріоритети, № 1 (34), 2015 р. с. 113-119.

¹ Л.Е. Генденштейн Фізика підручник 8 клас. Харків Гімназія 2008,

Посібник імпортозаміщення для України. Нафта і газ. Міністерство енергетики та захисту довкілля України.

ОСНОВИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

*(на допомогу викладачам закладів професійної
(професійно-технічної) освіти)*

Головний редактор:
Редактор:
Коректор:
Комп'ютерна верстка:
Дизайн обкладинки:

Тетяна РУСЛАНОВА
Ольга ГОРЄНKOBA
Ольга ГОРЄНKOBA
Олена ЯКОВЕНКО
Олена ЯКОВЕНКО



Науково-методичний центр професійно-технічної освіти у Харківській області
61121 м.Харків, вул. Владислава Зубенка, 37, 4 поверх
Тел.: (0572) 69-32-79

E-mail: pr.nmc@ptukh.org.ua



<https://www.facebook.com/groups/162399237723984/>

