

## ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Методичні рекомендації до виконання домашніх завдань  
для студентів напрямку підготовки 6.050604  
«Енергомашинобудування» спеціальності 7.07010301  
«Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден  
і авіадвигунів»

Укладачі: А. П. Вознюк, П. І. Греков, К. І. Капітанчук,  
Е. П. Ясиніцький, І. Е. Ясиніцька

Рецензент О.А. Шевченко

*Затверджено методично-редакційною радою Національного  
авіаційного університету (протокол № 2/13 від 14.03.2013 р.).*

**Енергоресурсозбереження:** методичні рекомендації до  
виконання домашніх завдань / уклад.: А. П. Вознюк, П. І. Греков,  
К. І. Капітанчук та ін. — К. : НАУ, 2015. — 40 с.

Містять рекомендації щодо вивчення дисципліни, питання для самоконтролю, список літератури та завдання для виконання домашніх завдань.

Для студентів напряму підготовки 6.050604 «Енергомашинобудування» спеціальності 7.07010301 «Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів».

## ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Проблема енергоресурсозбереження тісно пов'язана з проблемами енергетики, екології, технічного переоснащення і структурної перебудови всієї економіки країни.

Енергоресурсозбереження визнано одним з найпріоритетніших напрямів державної політики сучасної України.

Дисципліна «Енергоресурсозбереження» є спеціальною дисципліною в системі теоретичної та практичної підготовки спеціалістів. Знання навчального матеріалу дисципліни є обов'язковими для всіх фахівців, діяльність яких може бути пов'язана з використанням паливно-енергетичних ресурсів.

Теоретичні знання необхідні для розуміння структури та сучасного стану паливно-енергетичного комплексу України, основних положень Закону України «Про енергозбереження», а також для визначення шляхів і засобів зниження витрат та втрат енергоресурсів, напрямів підвищення енергоефективності виробництва, впровадження сучасних енергозберігаючих технологій у різних галузях суспільного господарства.

Метою дисципліни є навчання майбутніх фахівців основам енерго- та ресурсозбереження на сучасному науково-технічному рівні, виховання ощадливого ставлення до використання паливно-енергетичних ресурсів та пропаганда економічних, екологічних і соціальних переваг енергозбереження.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- надання студентам теоретичних знань з енергозбереження та практичних навичок використання сучасних енергозберігаючих технологій у різних галузях суспільного господарства;
- ознайомлення із законодавством України з питань енергоресурсозбереження;
- ознайомлення з методикою складання енергетичного паспорту підприємства;
- надання прикладів технічних рішень у напрямку підвищення рівня енергозбереження на виробничих підприємствах різних галузей суспільного господарства.

Дисципліна складається з двох модулів.

Після вивчення модуля 1 «Енергоресурсозбереження в системі паливно-енергетичного комплексу України» студенти повинні знати:

- загальний стан паливно-енергетичного комплексу України та шляхи підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів;
- основні статті Закону України «Про енергозбереження»;
- структуру типового енергетичного паспорта об'єкта, що використовує енергоресурси.

У результаті вивчення модуля 1 студенти повинні вміти:

- складати карту використання енергії;
- здійснювати облік і контроль енергоспоживання;

Після вивчення модуля 2 «Новітні технології енергоресурсозбереження в промисловій енергетиці» студенти повинні знати:

- шляхи підвищення використання енергоресурсів на підприємствах;
- основні поняття, схеми та принципи використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.

У результаті вивчення модуля 2 студенти повинні вміти: оцінювати можливу економію енергоресурсів на підприємстві.

Дисципліна «Енергоресурсозбереження» вивчається на механіко-енергетичному факультеті (МЕФ) у VII семестрі протягом 126 год, 75 год з яких відводяться на самостійну роботу студентів з рекомендованою літературою та періодичними виданнями, на факультеті літальних апаратів (ФЛА) у X семестрі протягом 72 год, 36 год з яких відводяться на самостійну роботу студентів.

На лекціях (34 год на МЕФ, 18 год на ФЛА) студенти здобувають знання із законодавства України у сфері енергозбереження, технічного забезпечення енергоресурсозбереження на підприємствах, використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії.

Метою практичних (17 год на МЕФ) та лабораторних (18 год на ФЛА) занять є закріплення основних положень курсу, набуття студентами практичних навичок з експертної оцінки енергоспоживання на підприємствах.

Програмою передбачено виконання двох домашніх завдань, диференційований залік (МЕФ) та іспит (ФЛА).

## МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛІВ КУРСУ

### Модуль 1. ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМІ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

#### 1.1. Вступ. Енергозбереження як фактор економічної та екологічної безпеки країни

Енергозбереження як фактор екологічної безпеки країни. Вплив енергетики на екологію та здоров'я людини. Парниковий ефект. Кислотні дощі. Зміна клімату. Енергозбереження як фактор енергетичної безпеки країни.



Література: [1–4]; [6]; [7–10].

#### Методичні рекомендації

Вивчаючи вступну частину дисципліни, необхідно зрозуміти життєву необхідність збереження енергетичних ресурсів в усіх галузях економіки України, у зміні ситуації в енергетиці, що можливо лише за умови проведення відповідних змін в соціальній, економічній і духовній сферах сучасного суспільства.

Розглядаючи питання екологічної безпеки країни, слід чітко усвідомити, що вплив енергетики на довкілля став настільки загрозливим, що постали проблеми планетарного масштабу: парниковий ефект, озонна діра, кислотні дощі тощо.

Ці явища природи є наслідками недбалої життєдіяльності людства, вони загрожують життю флори і фауни планети, руйнують історичні пам'ятки культури.

Енергозбереження є найважливішим напрямом забезпечення енергетичної безпеки країни. Саме воно вселяє впевненість у тому, що енергія буде в такій кількості і такій якості, які необхідні за відповідних економічних умов. Отже, найважливішими шляхами підвищення рівня енергетичної безпеки є збільшення ефективності використання палива та енергії і переведення економіки на енергозберігаючий шлях розвитку.



### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Що розуміють під поняттям «екологічна безпека країни»?
2. Наведіть приклади зміни клімату на планеті загалом і зокрема в Україні.
3. Наведіть приклади наслідків парникового ефекту.
4. Як впливають оксиди азоту та сірковий ангідрид на довкілля?
5. Чим відрізняється енергетична безпека країни-експортера від країни, що імпортує енергоносії?
6. Наведіть приклади збільшення енергетичної складової в структурі собівартості промислової продукції.
7. Наведіть приклади збільшення екологічної складової енергетичної безпеки країни.

## 1.2. Паливно-енергетичний комплекс України.

### Паливно-енергетичні ресурси

Вугільний комплекс України. Нафтогазовий комплекс України. Об'єднана електроенергетична система. Теплоенергетика. Гідроенергетика. Атомна енергетика.



Література: [2–4]; [6]; [7–10].

### Методичні рекомендації

Під час вивчення матеріалу теми необхідно засвоїти, що паливно-енергетичний комплекс (ПЕК) України є складною міжгалузеву системою видобутку та виробництва палива і енергії, їх транспортування, розподілу та використання.

Розглядаючи вугільний комплекс України, основні басейни кам'яного та бурого вугілля, потрібно зосередити увагу на проблемах і можливих шляхах виходу галузі з кризи, на розробці галузевої енергетичної програми розвитку.

У процесі вивчення нафтогазового комплексу слід опанувати основні компоненти нафти та розуміти різницю між складом природного газу газових, газоконденсатних родовищ та попутними газами нафтовидобутку.

Потрібно вміти характеризувати основні регіони родовищ та структуру видобутку і споживання нафти і газу, нафтопровідну та газотранспортну системи України.

Розглядаючи стан гідро- та теплоенергетики, варто зосередити увагу на нерівномірному розподілі промислового виробництва по території України, на майже 100 % відпрацьованні гарантованого ресурсу енергоблоків та можливому переході паливної кризи в державі в технологічну.

У сучасній Україні атомні електростанції (АЕС) є головним виробником електричної енергії (40–45 %) і разом з гідроелектростанціями (ГЕС) стримують зростання тарифів. Однак існують проблеми з відбудовою нових блоків та відпрацюванням старих.




### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Із чого складається ПЕК України?
2. Охарактеризуйте склад паливної промисловості.
3. Назвіть головне стратегічне завдання ПЕК України.
4. Які ресурси входять до класифікації паливно-енергетичних ресурсів?
5. Які види палива належать до природних?
6. Які види енергоресурсів належать до природних?
7. Які види палива зараховують до продуктів його переробки?
8. Які види енергоресурсів належать до паливних другорядних енергоресурсів?
9. Який процес називають вуглефікацією?
10. Назвіть стадії утворення надр твердих палив гумусового класу.
11. Назвіть основні басейни кам'яного та бурого вугілля.
12. Охарактеризуйте основні басейни кам'яного та бурого вугілля в Україні.
13. Назвіть основні компоненти нафти.
14. Назвіть основні складові органічної маси нафти.
15. Чим відрізняються природні гази газових родовищ від газів газоконденсатних родовищ?
16. З якою метою газ осушують та знесолюють при транспортуванні газопроводами?
17. Назвіть основні нафтогазові регіони України.
18. Назвіть нафтопереробні заводи України.
19. Охарактеризуйте основні нафтогазові басейни України.
20. У чому різниця між нафтопроводом та нафтопродуктопроводом?
21. Охарактеризуйте газотранспортну систему України.
22. Розгляньте питання теплоенергетики України.
23. Охарактеризуйте гідроенергетику України.
24. Розгляньте питання атомної енергетики України.
25. Скільки АЕС працює в Україні?

### 1.3. Закон України «Про енергозбереження».

#### Державні програми з енергозбереження

Закон України «Про енергозбереження». Комплексна державна програма енергозбереження України (КДПЕ) та «Додаткові заходи та показники виконання КДПЕ України». Програма державної підтримки розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики України (НВДЕ). Програма заходів щодо скорочення споживання природного газу в Україні (ПССГ).

 Література: [1]; [2]; [4]; [5]; [6].

#### Методичні рекомендації

Вивчаючи Закон України «Про енергозбереження», необхідно зосередити увагу на правових, економічних, соціальних та екологічних основах енергозбереження для всіх підприємств та організацій України, а також всіх громадян.

Законом уведені поняття енергозбереження, енергетична політика, паливно-енергетичні ресурси (ПЕР), раціональне використання ПЕР, економія ПЕР, енергозберігаюча технологія, норматив споживання палива та енергії, вторинні енергетичні ресурси, нетрадиційні та відновлювані джерела енергії.

Ознайомлюючись з першим розділом Закону, потрібно зрозуміти завдання і мету законодавства з енергозбереження та запам'ятати основні принципи державної політики енергозбереження.

Окремими статтями визнано об'єкти та суб'єкти правового регулювання відносин, освіта та навчання, керівництво в галузі енергозбереження, державні програми та наукові дослідження.

У процесі вивчення другого розділу Закону потрібно запам'ятати економічні механізми забезпечення бюджетного фінансування і стимулювання енергозбереження, використання небюджетних фондів та економічні санкції за марнотратне використання ПЕР.

Третій та четвертий розділи Закону присвячені стандартизації, нормам і нормативам споживання ПЕР, проведенню державної експертизи з енергозбереження.

Потрібно зрозуміти обов'язковість виконання розпоряджень та висновків цієї експертизи.

Контроль за енергозбереженням і відповідальність посадових осіб за порушення Закону визначено в п'ятому розділі.

У шостому розділі відображено правові міжнародні відношення України в галузі енергозбереження.

Вивчаючи КДПЕ, НВДЕ, ПССГ, необхідно зрозуміти мету та основні завдання, які намагаються вирішити за їх допомогою, та знати етапи їх виконання.



#### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Які організації забезпечують державне управління в галузі енергозбереження?
2. Сформулюйте поняття Закону України «Про енергозбереження»: енергозбереження, енергетична політика, паливно-енергетичні ресурси, раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, економія паливно-енергетичних ресурсів, енергозберігаюча технологія, норматив споживання палива та енергії, вторинні енергетичні ресурси, нетрадиційні та відновлювані джерела енергії.
3. Назвіть мету законодавства України з енергозбереження.
4. Наведіть основні принципи державної політики в області енергозбереження.
5. Які існують джерела фінансування заходів щодо раціонального використання та економії ПЕР?
6. Як Законом України «Про енергозбереження» передбачено стимулювання енергозбереження?
7. За що накладають економічні санкції на юридичних та фізичних осіб згідно із Законом України «Про енергозбереження»?
8. Які завдання передбачає стандартизація та нормування в галузі енергозбереження?
9. Охарактеризуйте мету, основні завдання та етапи виконання КДПЕ України.
10. Назвіть мету, основні завдання та етапи виконання Програми державної підтримки розвитку НВДЕ.
11. Яка мета, основні завдання та етапи виконання Програми заходів щодо скорочення споживання природного газу?

#### 1.4. Основні напрямки енергозберігаючої політики України. Енергозбереження в різних галузях суспільного господарства

Поняття про енергозберігаючу політику України. Основні напрямки енергозбереження в різних галузях суспільного господарства України: системах енергопостачання, житлово-комунальному секторі, промисловості, на будівництві, транспорті, в АПК.



Література: [1]; [2]; [4]; [6–12].

#### Методичні рекомендації

Під час вивчення матеріалу теми потрібно засвоїти, що енергозберігаюча політика — це:

— орієнтований на довгострокову перспективу комплекс заходів підвищення ефективності використання енергоресурсів в економіці країни за допомогою скорочення витрат кінцевої енергії на потреби відповідних обсягів суспільного споживання;

— підвищення коефіцієнта корисного використання енергії шляхом удосконалення видобутку, виробництва, перетворення, розподілу та використання ПЕР;

— заміна дорогих та обмежених ресурсними можливостями джерел енергії більш дешевими та необмеженими;

— проведення дійсної структурної перебудови господарчих комплексів при максимальному врахуванні екологічних аспектів.

Енергозберігаюча політика передбачає проведення комплексу заходів (їх потрібно знати) для виведення України на світовий рівень ефективного використання ПЕР.

Важливо відрізнити економію ПЕР, яка супроводжує «природні» зміни, технічний прогрес у господарстві, від економії ПЕР за рахунок активних дій, наприклад, при виділенні капітальних вкладень і спрямованої системи економічного стимулювання. При цьому розглядають пряму, непряму та структурну економію ПЕР.

Енергозберігаюча політика базується на виконанні КДПЕ. Необхідно знати пріоритетні напрямки проведення енергозберігаючої політики в різних галузях суспільного господарства, навчитися визначати конкретні заходи з енергозбереження систем енергопоста-

чання (електро-, тепло-, газопостачання), в житлово-комунальному секторі, чорній та кольоровій металургії, нафтогазовій та хімічній промисловості, машинобудуванні та металообробці, харчовій, лісній та деревообробній промисловості, на будівництві, транспорті та в АПК.



#### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Назвіть заходи, які передбачає енергозберігаюча політика для виведення України на світовий рівень ефективного використання ПЕР.
2. У чому полягає пряма і непряма економія ПЕР?
3. У чому полягає структурна економія ПЕР?
4. Що таке теоретичний, технічний та економічний потенціал енергозбереження?
5. Які існують пріоритетні напрямки енергозбереження систем електропостачання?
6. Які існують пріоритетні напрямки енергозбереження систем теплопостачання?
7. Назвіть пріоритетні напрямки енергозбереження систем газопостачання.
8. Розгляньте пріоритетні напрямки енергозбереження в житлово-комунальному секторі.
9. Назвіть пріоритетні напрямки енергозбереження в чорній металургії.
10. Охарактеризуйте пріоритетні напрямки енергозбереження в кольоровій металургії.
11. Які існують пріоритетні напрямки енергозбереження в нафтогазовій промисловості?
12. Які існують пріоритетні напрямки енергозбереження в хімічній промисловості?
13. Розгляньте пріоритетні напрямки енергозбереження в машинобудуванні.
14. Охарактеризуйте пріоритетні напрямки енергозбереження в лісовій та деревообробній промисловості.
15. Назвіть пріоритетні напрямки енергозбереження на будівництві.
16. Які існують пріоритетні напрямки енергозбереження на транспорті?

## 1.5. Порівняльний аналіз централізованого та децентралізованого енергопостачання

Порівняльний аналіз централізованого та децентралізованого енергопостачання. Фактори, що впливають на розповсюдження децентралізованої енергетики. Когенерація. Технологія «Водолій».



Література: [1]; [2]; [4]; [10].

### Методичні рекомендації

Аналізуючи теплопостачання державних, комерційних та житлових приміщень у країнах Центральної та Східної Європи, зосередьте увагу на зношеності багатьох ТЕЦ та небезпеці, яку вони створюють для екології.

Децентралізоване виробництво електричної енергії та теплоти підвищує загальну ефективність виробництва продукції за рахунок факторів, які потрібно знати.

У сучасних технологіях будівництва установок децентралізованого електро- та теплопостачання потужністю менше за 10 МВт використовують двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ), парові та газові турбіни.

Потрібно знати переваги та недоліки кожного способу когенерації, вміти пояснювати основні схеми газотурбінного циклу (простого, регенеративного та з проміжним охолодженням робочого циклу).

Вивчаючи новий вид технології — паливні елементи, потрібно з'ясувати переваги їх використання, основні типи, діапазони робочих температур при конверсії метану та електрохімічному процесі зв'язування водню з киснем повітря при виробництві електроенергії.

Під час вибору найбільш економічно вигідної технології для установки децентралізованого електро- та теплопостачання орієнтуються на такі фактори, як пікове електричне навантаження, співвідношення теплової та електричної енергії, ціна природного газу, можливість технічного обслуговування.

Потрібно знати, в яких випадках віддається перевага тій або іншій технології.

Вивчаючи систему стимулювання розвитку децентралізованого енергопостачання, потрібно знати такі фактори регулювання, як цінова політика, енергоринок, права на продаж електричної та теплової енергії. Суттєво розширюють потенційні можливості когенерації як в промисловості, так і в житловому секторі технології використання тепла, що відводиться, для виробництва холоду в абсорбційних та компресорних холодильних установках.

Потрібно знати принципову відмінність їх роботи, джерела живлення та бажані умови використання.

Парогазова технологія «Водолій» створена на принципі регенерації водяної пари та пари продуктів згоряння палива у вигляді водяного конденсату в контактному конденсаторі-газоохолоджувачі.

Потрібно знати можливості технології та невирішені проблеми для використання її в майбутньому на підприємствах.



### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Яка система енергопостачання поширена в країнах Центральної та Східної Європи?
2. Охарактеризуйте сучасний стан централізованого енергопостачання в Україні.
3. Назвіть переваги децентралізованої системи енергопостачання.
4. Яке паливо найчастіше використовується на ТЕС, ТЕЦ та в децентралізованих енергетичних установках у містах? Чому?
5. Дайте визначення когенерації.
6. Назвіть переваги використання когенерації.
7. Зобразіть схему простого газотурбінного циклу.
8. Зобразіть схему регенеративного циклу з проміжним перегріванням.
9. Зобразіть схему газотурбінного циклу з проміжним охолодженням робочого тіла.
10. Дайте визначення конверсії метану.
11. Який електрохімічний процес використовується в паливних елементах?
12. Назвіть основні переваги паливних елементів.
13. Які типи паливних елементів існують?
14. Назвіть основні ринки для когенерації в промисловості.
15. Яке джерело енергії використовують у компресорних холодильних установках?
16. Яке джерело енергії використовують в абсорбційних холодильних установках?
17. Якого типу холодильну установку найдоцільніше використовувати для когенерації в країнах із жарким кліматом?
18. Охарактеризуйте можливості технології «Водолій».

## 1.6. Централізоване і децентралізоване енергопостачання

### Методичні рекомендації

Основною формою енергопостачання в багатьох країнах були і залишаються на тривалу перспективу централізовані системи.

Об'єднуючи енергогенерувальні установки, транспортні і розподільні пристрої та енергоспоживачів, вони характеризуються спільністю принципів формування і режиму роботи всіх ланок, взаємозалежністю процесів виробництва, розподілу і використання енергії. На сьогодні системи централізованого теплопостачання потребують планомірного здійснення комплексу технічних і організаційних заходів.

До них належить заміна теплопроводів із застосуванням ефективних теплоізоляційних матеріалів, реконструкція теплових пунктів з установкою в них автоматизованих теплообмінників, здійснення спільної роботи ТЕЦ і котельних на загальні теплові мережі, будівництво високоефективних ТЕЦ з парогазовим циклом, перетворення районних котельних на міні-ТЕЦ, впровадження прогресивних технологій спалювання твердого палива, застосування комп'ютерних технологій для керування системами та ін.

Автономні системи, оснащені сучасними котлами, ККД яких дорівнює 92–95 %, більш економічні, ніж централізовані системи. Сучасні автономні автоматизовані котельні обслуговуються нечисленним персоналом, дозволяють здійснювати їх монтаж та пуск в експлуатацію в короткі строки. До того ж розміщення цих котельень не потребує відведення спеціальних територій.

На думку зарубіжних фахівців, автономні котельні для великих міст не повинні бути конкурентами великих ТЕЦ і районних котельень, а бути їх ефективним доповненням з доцільною часткою 10–15 % від потенційного ринку теплової енергії.

Але разом з тим необхідно розвивати технології з використанням альтернативних джерел енергії (у зв'язку з дефіцитом та подорожчанням газу), які повинні привести до більш широкого використання децентралізованих джерел енергії з рівнем високої економічної ефективності та екологічної прийнятності.

Світовий досвід показав, що витрати на створення локальних систем теплопостачання окупаються протягом одного року.

Вивчаючи цю тему, необхідно звернути увагу на те, в яких випадках в Україні автономні системи енергопостачання слід застосовувати для окремих будівель при їх будівництві або при модернізації.



Література: [7]; [8]; [10].



### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Яке основне обладнання використовується при централізованому виробництві теплової та електричної енергії?
2. Яке обладнання використовується при децентралізованому виробництві теплової та електричної енергії?
3. Назвіть основні недоліки децентралізованого виробництва теплової енергії.
4. Які палива використовують в індивідуальних системах опалення?
5. У яких випадках доцільно використовувати децентралізовані системи енергопостачання?
6. Як впливають на довкілля децентралізовані системи опалення?
7. Охарактеризуйте вплив на довкілля централізованих систем енергопостачання.
8. Які системи опалення доцільно використовувати в системах децентралізованого теплопостачання?



## Модуль 2. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В ПРОМИСЛОВІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ

### 2.1. Енергозбереження в електро- та теплоенергетиці, теплопостачанні та газопостачанні. Когенерація

Основні напрями енергозбереження в галузях суспільного господарства України, пов'язаних з виробництвом, транспортуванням і споживанням електричної та теплової енергії. Когенерація.



Література: [7]; [8]; [10].

#### Методичні рекомендації

Вивчаючи цю тему, необхідно звернути увагу на те, що в таких галузях народного господарства, як електро- та теплоенергетика, нафтогазова промисловість, житлово-комунальний сектор використовується застаріле енергоємне обладнання.

Це призводить до підвищеного споживання енергоресурсів. У КДПЕ окреслено пріоритетні напрями енергозбереження в різних галузях народного господарства.



#### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Назвіть шляхи зниження втрат енергоресурсів при виробництві електроенергії.
2. Які шляхи зниження втрат електроенергії при її транспортуванні?
3. Розгляньте шляхи зниження втрат електроенергії на промислових підприємствах.
4. Як зменшити втрати електроенергії в житлово-комунальній сфері?
5. Назвіть основні причини втрат енергоресурсів у теплоенергетиці.
6. Охарактеризуйте відомі способи вироблення тепла.
7. Які особливості використання теплової енергії на промислових підприємствах?
8. Які особливості використання теплової енергії в освітніх і лікувальних закладах та закладах культури?
9. Розгляньте шляхи зниження втрат теплової енергії в житлово-комунальній сфері.

10. Назвіть основні причини втрат теплової енергії при її транспортуванні.
11. Перерахуйте основні види теплоносіїв, вкажіть їх переваги та недоліки.
12. Які сучасні матеріали використовують для транспортування теплової енергії?
13. Назвіть сучасні теплоізоляційні матеріали.
14. Назвіть основні шляхи втрат енергетичних ресурсів в газопостачанні об'єктів житлово-комунальної сфери.
15. Які основні шляхи втрат енергетичних ресурсів у газопостачанні промислових об'єктів різних напрямків?
16. Поясніть вплив технічного стану технологічного обладнання на втрати енергетичних ресурсів на промислових підприємствах.
17. Як впливає технічний стан об'єктів газотранспортної системи на втрати енергетичних ресурсів?
18. Дайте визначення когенерації.
19. Назвіть переваги використання когенерації.
20. Зобразіть схему простого газотурбінного циклу.
21. Зобразіть схему регенеративного циклу з проміжним перегріванням.
22. Зобразіть схему газотурбінного циклу з проміжним охолодженням робочого тіла.
23. Назвіть основні ринки для когенерації в промисловості.
24. Якого типу холодильна установка найбільш прийнятна для когенерації в країнах із жарким кліматом?

### 2.2. Утилізація тепла. Турбодетандерні установки

Утилізація тепла. Утилізація надлишкового тиску газу в газопроводах для виробництва електроенергії або електроенергії та холоду із застосуванням турбодетандерних установок.



Література: [1]; [2]; [4]; [5–10].

#### Методичні рекомендації

Екологічно чиста теплоутилізаційна установка вторинних енергоресурсів призначена для зменшення викидів оксидів азоту й утилізації тепла продуктів згоряння природного газу, що виходять в навколишнє середовище, з метою попереджувального підігрівання дуттєвого повітря, а також для нагрівання води для технічних потреб.

Теплоутилізаційна установка являє собою комбінований теплообмінник, до складу якого входять контактний теплоутилізатор та

підігрівач. Разом вони складають циркуляційний контур. Під час вивчення утилізації енергії надлишкового тиску природного газу, яка створюється в процесі вимушеного дроселювання при транспортуванні його магістральними газопроводами, потрібно зосередити увагу на принципі роботи, завданнях, перевагах та недоліках турбодетандерних теплоутилізаційних установок.

Вони використовуються на газорозподільних станціях та інших енергетичних об'єктах. Потужність їх використовують для приводу електрогенераторів, інколи — компресорів та насосів.



### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Що собою являє теплоутилізаційна установка?
2. Назвіть економічні та екологічні переваги використання системи теплоутилізації на енергоємних підприємствах.
3. Охарактеризуйте економічні та екологічні переваги використання системи теплоутилізації у вентиляційних системах будинків різного призначення.
4. Які економічні та екологічні переваги використання системи теплоутилізації технологічної води, яку скидають у каналізацію?
5. Розгляньте економічні та екологічні переваги використання теплоутилізаційних установок, що включені до холодильних машин та холодильних камер.
6. Поясніть фізичну суть появи енергії надлишкового тиску в процесі вимушеного дроселювання природного газу при транспортуванні.
7. Назвіть переваги використання турбодетандерних теплоутилізаційних установок.
8. Чому необхідно підігрівати газ на вході в турбодетандерну теплоутилізаційну установку?
9. Назвіть можливі наслідки використання турбодетандерної теплоутилізаційної установки при відсутності підігрівання газу на вході.
10. Охарактеризуйте невирішені проблеми для широкого використання турбодетандерних теплоутилізаційних установок

### 2.3. Енергозбереження в житлово-комунальній сфері.

#### Теплова ефективність будинків та споруд

Енергозбереження в житлово-комунальній сфері. Оптимізація теплової ефективності будинків за кліматичними умовами.

Перспективні напрямки підвищення енергоефективності житлових будинків.

Підвищення теплової ефективності шляхом раціонального вибору огорожувальних конструкцій будинків.

Нові енергозберігальні теплоізоляційні матеріали. «Термоцит».



Література: [1]; [2]; [4]; [5–10].

### Методичні рекомендації

Основним фактором, що визначає витрати тепла і, відповідно, попит енергії на опалення, є опір теплопередачі зовнішніми огорожувальними конструкціями будинків, тобто стінами, вікнами, балконними отворами, панелями та перекриттями.

Потрібно знати норми опору теплопередачі зовнішніми огорожувальними конструкціями будинків з залізобетону відповідно до Будівельних норм і правил (БНіП). Вони використовувались для масового будівництва за радянських часів і з багатьма додатками використовуються сьогодні.

Слід зосередити увагу на необхідності збільшення економічно доцільного опору теплопередачі зовнішніми огорожувальними конструкціями будинків за рахунок додаткових капіталовкладень та реалізацію такого збільшення шляхом встановлення в Україні чотирьох кліматичних зон.

Теплозахисні якості несвітлопрозорих огорожувальних конструкцій можна поліпшити використовуючи в багатошарових панелях теплоізоляційні матеріали. Необхідно знати загальні вимоги до таких матеріалів та їх характеристики.

Розглядаючи оптимальну товщину теплоізоляції з точки зору економії коштів, потрібно засвоїти, що цей важливий параметр залежить від світових цін на енергоносії і змінюється протягом часу.

Вивчаючи різні способи покращення теплоізоляційних якостей конструктивних елементів будинків (зовнішніх стін, дахів, вікон і т.д.), потрібно чітко розуміти доцільність використання конкретного способу, знати переваги та недоліки його використання, вміти аналізувати сучасний стан існуючих будинків та давати рекомендації щодо покращення їх теплоізоляційних якостей.



## Запитання та завдання для самоперевірки

1. Який основний фактор визначає витрати тепла в приміщенні?
2. Назвіть одиниці виміру опору теплопередачі зовнішніми огорожувальними конструкціями будинків.
3. Які норми опору теплопередачі зовнішніми огорожувальними конструкціями будинків із залізобетону відповідно до БНіП?
4. Чому необхідно збільшувати опір зовнішніми огорожувальними конструкціями?
5. Що таке економічно доцільний опір?
6. На які кліматичні зони розділена територія України за необхідними значеннями опору теплопередачі згідно з додатком до БНіП 11-3-79 «Будівельна теплотехніка»?
7. Який фактор є характеристикою кліматичної зони?
8. Як досягають необхідних значень опору зовнішніх огорожувальних конструкцій на сучасному етапі розвитку України?
9. Охарактеризуйте основні теплоізоляційні матеріали, які використовуються в житловому будівництві.
10. Назвіть шляхи покращення теплозахисних якостей багат шарових стінових панелей, що використовуються при будівництві житла в сучасній Україні.
11. У чому полягає принципова різниця між зібраною теплоізоляцією фасадів будинків, що вентилюється, та суцільною теплоізоляцією без порожот? Назвіть їх переваги.
12. У яких випадках доцільно використовувати теплоізоляцію внутрішніх поверхонь зовнішніх стін житлових будинків?
13. Назвіть недоліки використання теплоізоляції внутрішніх поверхонь зовнішніх стін житлових будинків.
14. Охарактеризуйте переваги та недоліки використання тришарових стін при будівництві житлових будинків.
15. Які існують способи поліпшення теплоізоляційних якостей вікон, плоских та скатних дахів житлових будинків?
16. Назвіть переваги «рідинної бічної обшивки» – покриття Thermo-shield.

### 2.4. Теплові помпи для децентралізованого тепло- та холодопостачання

Класифікація та основні характеристики теплових pomp. Принцип роботи теплової помпи.

Використання теплових pomp. Схеми опалювання з використанням теплопомпових установок.

## Методичні рекомендації

Теплові помпи є різновидом трансформаторів теплоти і призначені для одержання теплоносія середнього та підвищеного потенціалу, використовуваного при тепловому споживанні.

Слід знати переваги та недоліки використання теплових pomp. Які теплоносії використовують в установках з тепловими pompami?

Застосування теплопомпових установок у системах теплопостачання є одним з найважливіших перетинань техніки низьких температур з теплоенергетикою, що приводить до енергозбереження невідновлювальних джерел енергії й захисту навколишнього природного середовища внаслідок зменшення викидів CO<sub>2</sub> та NO<sub>x</sub> в атмосферу.

Застосування теплових pomp перспективно в комбінованих системах теплопостачання у поєднанні з іншими технологіями використання відновлювальних джерел енергії (сонячної, вітрової та біоенергії).



Література: [7–9].



## Запитання та завдання для самоперевірки

1. Дайте визначення теплової помпи.
2. Поясніть принцип дії теплової помпи.
3. Які теплоносії можна використовувати в теплових pompax?
4. У яких галузях застосовують теплові помпи?
5. Зобразіть принципову схему теплової помпи та поясніть призначення основних елементів помпи.
6. Окресліть переваги і недоліки використання теплових pomp.
7. Теплові помпи: класифікація та характеристики.

### 2.5. Модернізація огорожувальних конструкцій будинків

Теоретичні положення модернізації огорожувальних конструкцій житлових будинків, що базуються на функціонально системному підході до енергозбереження. Способи улаштування додаткового утеплення зовнішніх стін будинків.



Література: [10].

## Методичні рекомендації

Проведення енергозберігаючих заходів у жилих будинках приводить не лише до економії паливно-енергетичних ресурсів, воно має соціальний і екологічний ефект.

Одним з важливих етапів енергозбереження є додаткове утеплення зовнішніх стін існуючих будинків. Це можна зробити з використанням різних технологічних рішень і матеріалів.

Вивчаючи цю тему, необхідно засвоїти, які існують варіанти утеплення залежно від розташування теплоізоляційного матеріалу в огорожувальній конструкції.

Також слід зрозуміти, що таке «вентильований фасад» і як конструктивно його влаштувати, його технологічні особливості, способи додаткового утеплення зовнішніх стін будинків, переваги зовнішнього утеплення будинків і споруд.



### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Назвіть основні сучасні конструкційні матеріали, які використовують при спорудженні будинків.
2. Які фактори визначають витрати тепла в приміщенні?
3. Поясніть, як можна зменшити витрати тепла в будинках старої забудови.
4. Для чого використовують зовнішнє утеплення стін будинків?
5. Для чого застосовують вентиляцію зовнішніх стін будинків?
6. Назвіть вимоги до багатошарових панелей сучасних теплоізоляційних матеріалів.
7. Охарактеризуйте пінополістирол як матеріал, що використовується для утеплення стінових панелей.
8. Охарактеризуйте поліуретанову піну як матеріал, що використовується для утеплення стінових панелей.
9. Охарактеризуйте ековату як матеріал, що використовується для утеплення перекриттів з бетону.
10. Розкрийте властивості екструзивного пінополістиролу.
11. Що таке піноізол?
12. Поясніть, чому оптимальна товщина теплоізоляції з точки зору економії коштів змінюється протягом часу.
13. Які переваги і недоліки металопластикових вікон?
14. Для чого застосовують «вентильовані фасади» будинків?

## 2.6. Енергоефективність систем опалення та вентиляції будинків

Системи опалення та вентиляції будинків. Гігієнічні проблеми енергопостачання житлових будинків. Водяне опалення. Повітряне опалення. Промєневе опалення. Теплогенератори для автономного теплопостачання. Енергозберігаючі опалювальні прилади.



Література: [1]; [2]; [4]; [5–11].

### Методичні рекомендації

Розглядаючи організацію централізованого та децентралізованого теплопостачання, потрібно звернути увагу на основні системи опалення, що використовуються на промислових підприємствах та в житлових будинках в Україні, знати основні переваги та недоліки кожної та доцільність використання в тому або іншому випадку.

Вивчаючи системи водяного опалення, потрібно звернути увагу на класифікацію за такими параметрами, як спосіб з'єднання труб з нагрівачами, спосіб з'єднання нагрівачів відносно фундаменту, розташування магістралей, напрямок руху води в магістралях, спосіб циркуляції води в системі.

У сучасних багатоповерхових житлових та суспільного значення будинках використовують однотрубні проточні та припливно-регульовані системи опалення.

Необхідно вміти зображувати і пояснювати роботу таких систем з основними приладовими вузлами з верхнім та нижнім розведенням, знати, за рахунок яких факторів можна змінити температуру повітря в приміщеннях з однотрубними системами опалення.

Для енергозбереження тепла при децентралізованому теплопостачанні житлових будинків використовують двотрубну горизонтальну поквартирну систему опалення. Необхідно знати переваги такої системи та прилади реєстрації і регулювання параметрів у ній.

У випадках використання водяного опалення підлоги встановлюють спеціальний змішувальний пристрій.

Слід знати температурні перепади води в системі децентралізованого теплопостачання і низькотемпературній системі опалення підлоги, вміти зображувати комбіновану систему опалення.

Вивчаючи повітряне опалення, слід звернути особливу увагу на те, що умови життєдіяльності людей безпосередньо залежать від якості повітря в приміщеннях, яка суттєво погіршується при збільшенні часу перебування в них людей, а також від організації вентиляції.

Потрібно знати вимоги БНіП «Житлові будинки» до температури, відносної вологості, руху та кількості надходження свіжого повітря для різних кліматичних зон України.

Слід уважно розглянути структурні схеми системи сумісного повітряного опалення та дахової повітряної установки і запам'ятати, що при використанні систем променевого опалення основними чинниками комфортних умов для людей є променевий потік і температура внутрішніх поверхонь захисних конструкцій, а не температура повітря в приміщенні.



#### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Які системи опалення поширені в системах централізованого теплопостачання на промислових підприємствах і в житлових будинках України?
2. Які системи опалення є найгігієнічнішими та найзручнішими в експлуатації?
3. Назвіть основні переваги і недоліки водяного, парового повітряного та панельно-променевого опалення.
4. Які системи опалення доцільно використовувати в системах децентралізованого теплопостачання?
5. Назвіть основні переваги та недоліки однотрубних систем опалення з проточними нагрівачами.
6. Внаслідок зміни яких факторів можна змінити температуру повітря в приміщеннях з однотрубними системами опалення?
7. Назвіть переваги використання децентралізованої системи теплопостачання з двотрубною горизонтальною поквартирною системою опалення.
8. Які прилади реєстрації і регулювання параметрів необхідно встановити при використанні двотрубною горизонтальною по-квартирною системою опалення?
9. Охарактеризуйте системи водяного опалення підлоги.
10. Чому недоцільно створювати загальну систему водяного трубного опалення та водяного опалення підлоги?
11. Покажіть на прикладах, що життєві якості повітря погіршуються при збільшенні часу перебування людей у приміщеннях.
12. Яка система вентиляції використовується в житлових будинках в

Україні? Назвіть її недоліки.

13. Що являє собою система суміщеного повітряного опалення з припливно-витяжною механічною вентиляцією?
14. Що являє собою дахова вентиляційно-опалювальна установка?
15. Поясніть доцільність використання променевого випромінювання для опалювання великих виробничих приміщень, спортивних споруд, магазинів, відкритих площадок та ін.

## 2.7. Теплогенератори для автономного теплопостачання. Опалювальні прилади

Теплогенератори для автономного теплопостачання. Енергозберігаючі опалювальні прилади. Впровадження приладів обліку та регулювання споживання електричної та теплової енергії, гарячої води, природного газу та холодної води.



Література: [1–4]; [7–12].

### Методичні рекомендації

На внутрішньому ринку України пропонують споживачам теплогенератори для автономного теплопостачання різного призначення та різної потужності. Їх виробляють європейські підприємства та спільні підприємства, розташовані на території України.

Потрібно знати основні характеристики, переваги та недоліки таких теплогенераторів: газові опалювальні прилади для повітряного опалення приміщень, настінні газові водонагрівачі проточного типу (газові колонки), настінні газові котли проточного типу, котли настінні газові з вбудованим ємкісним бойлером на 40–60 літрів, підлогові котли, газові котли конденсатного типу, водонагрівачі контактного типу, автоматизовані котельні контейнерного типу.

Розглядаючи шляхи впровадження державного обліку споживання ПЕР, слід зосередитися на проблемах, що існують в Україні в цьому питанні, знати основні розділи проекту закону «Про облік паливних енергоресурсів», чітко усвідомити, що лише поквартирний облік ПЕР може стати основою для економічної витрати енергії громадянами. Вони, в свою чергу, зможуть сплачувати кошти за реально надані послуги, а не держава дотуватиме приватні енергокомпанії, змушуючи останніх впроваджувати нові технології з енергозбереження.



## Запитання та завдання для самоперевірки

1. Назвіть види теплогенераторів опалювальної техніки для автономного теплопостачання.
2. Охарактеризуйте газові опалювальні прилади для повітряного опалювання приміщень.
3. Які особливості настінних газових водонагрівачів проточного типу?
4. Охарактеризуйте настінні газові котли проточного типу.
5. Які особливості настінних газових котлів з вбудованим емкісним бойлером на 40–60 літрів?
6. Охарактеризуйте підлогові котли.
7. Що собою являють газові котли конденсатного типу?
8. Охарактеризуйте водонагрівачі контактного типу.
9. Які особливості автоматизованих котельнь контейнерного типу.
10. Назвіть енергозберігаючі опалювальні прилади.
11. Розгляньте основні розділи проекту закону «Про облік паливних енергоресурсів».

### 2.8. Облік споживання енергії та інших ресурсів

Енергетичний менеджмент. Напрямки та завдання енергетичного менеджменту. Складання мапи потреб енергії та економічного плану. Економічна оцінка енергозбереження. Державна інспекція енергозбереження. Паспортизація енергозберігаючих об'єктів.



Література: [1–4]; [7–12].

### Методичні рекомендації

Основним засобом скорочення споживання енергії і, відповідно, підвищення ефективності її використання є енергетичний менеджмент. Слід засвоїти концепцію енергетичного менеджменту, основну мету його впровадження, визначати об'єкти енергетичного менеджменту та етапи впровадження енергетичного аудиту.

Аналіз рівнів споживання ПЕР включає збір первинних даних, аналіз структури витрат на ПЕР, аналіз частки витрат на ПЕР у загальних витратах підприємства, визначення витрат енергоносіїв на одиницю продукції. Слід визначати умови, на яких базується цей етап енергетичного аудиту.

Вивчаючи етап визначення енергетичних потоків, потрібно усвідомити, що він дозволяє не лише виявити повну картину розподілу енергоносіїв, але й визначає найбільших споживачів і пріоритети для подальшої роботи.

Етап реєстрації споживання і моніторингу використання ПЕР має на меті визначення можливих напрямків енергозберігаючої політики на підприємстві.

Аналіз енергетичних потоків і розробка комплексних енергозберігальних заходів дає можливість визначити ефективність використання ПЕР за основними технологічними процесами в кожному підрозділі. На цьому етапі формується пакет організаційних та технологічних заходів з енергозбереження.

Слід знати основні типи технологічних заходів та шляхи співпраці з адміністрацією в напрямку переоснащення енергогосподарства.

На етапі оцінки результатів і формування перспективних планів роботи передбачається авторський супровід впровадження заходів з енергозбереження, порівняльний аналіз досягнутих результатів щодо еталонних пілотних проектів.

Потрібно засвоїти необхідність аналізу загального рівня скорочення ПЕР, роз'яснення, складових витрат ПЕР персоналу та адміністрації для формування енергозберігаючого світогляду.

Слід узяти до уваги, що енергетичний аудит спрямований на розробку і реалізацію комплексу енергозберігаючих заходів на підприємстві, а інспекторська перевірка має лише фіскальний характер.

Під час проведення енергетичного менеджменту складається комплекс науково-методичного забезпечення для анкетування підприємства.

Варто знати основні складові цього комплексу, зокрема паспорт технологій, схему моделі енергоспоживання, базу даних енергозберігаючої техніки і технологій, нормативні документи з витрат ПЕР. Слід звернути увагу на обов'язки енергетичного менеджера, планування його роботи та циклічність енергетичного менеджменту.

Вивчаючи економічну оцінку заходів з впровадження енергетичного менеджменту, потрібно засвоїти такі поняття: первинні витрати, поточні витрати, річна економія, економія поточних експлуатаційних витрат, термін окупності.



### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняття «енергетичний менеджмент».
2. Які заходи передбачає концепція енергетичного менеджменту?
3. Що дозволяє досягнути впровадження енергетичного менеджменту на підприємстві?
4. Що є предметом енергетичного аудиту на підприємстві?
5. Назвіть етапи енергетичного аудиту на підприємстві.
6. Охарактеризуйте етап аналізу рівнів споживання ПЕР.
7. Охарактеризуйте етап визначення енергетичних потоків.
8. Назвіть основні складові етапу визначення енергетичних потоків.
9. Охарактеризуйте етап реєстрації споживання і моніторинг використання ПЕР.
10. Які особливості етапу аналізу енергетичних потоків і розробки комплексних енергозберігаючих заходів?
11. Охарактеризуйте етап оцінки результатів роботи і формування перспективних планів.
12. Назвіть обов'язки енергетичного менеджера.
13. Які документи потрібні при розробці комплексу науково-методичного забезпечення для анкетування підприємства?
14. На що слід звертати увагу при виборі приладів обліку спожитих енергоресурсів?
15. Які прилади обліку спожитих енергоресурсів використовуються у помешканнях?

### 2.9. Енергетичний аудит

Енергетичний аудит. Основні етапи проведення енергетичного аудиту підприємств. Мета енергетичного аудиту. Розрахунки спожитого палива. Аналіз потоків енергії. Оцінка споживання енергоресурсів.



Література: [1–4]; [7–12].

### Методичні рекомендації

Енергетичний аудит — це дослідження підприємств, організацій та окремих виробництв за їх власною ініціативою для визначення можливостей економії споживання енергії і допомоги під-

приємству в здійсненні економії на практиці шляхом застосування механізмів енергетичної ефективності.

Вивчаючи цю тему, необхідно звернути увагу на основні етапи проведення енергетичного аудиту, його методологію.

При проведенні енергетичного аудиту аналізують потоки енергії на підприємстві. Це дозволяє не лише виявити повну картину розподілу енергоносіїв, але й визначити найбільших споживачів і пріоритети для подальшої роботи з економії енергії.

Головною метою енергетичного аудиту є пошук можливостей енергозбереження та допомоги суб'єктам господарювання у визначенні напрямків ефективного енергоспоживання.

Слід узяти до уваги, що енергетичний аудит спрямований на розробку і реалізацію комплексу енергозберігаючих заходів на підприємстві, а інспекторська перевірка має лише фіскальний характер.

Результати енергетичного аудиту висвітлюють у звіті з енергоаудиту.



### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняття «енергетичний аудит».
2. Що є предметом енергетичного аудиту на підприємстві?
3. Назвіть етапи енергетичного аудиту на підприємстві.
4. Охарактеризуйте етап аналізу рівнів споживання ПЕР.
5. Поясніть суть простого енергоаудиту. Хто його проводить і з якою метою?
6. Поясніть суть комплексного енергоаудиту. Із якою метою його проводять?
7. Охарактеризуйте етап визначення енергетичних потоків.
8. Назвіть основні складові етапу визначення енергетичних потоків.
9. Охарактеризуйте етап реєстрації споживання і моніторингу використання ПЕР.
10. Охарактеризуйте етап аналізу енергетичних потоків і розробки комплексних енергозберігаючих заходів.
11. Назвіть основні розділи звіту з енергоаудиту підприємства.

## 2.10. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії.

### Мала гідроенергетика. Вітроенергетика. Сонячна енергія

Сонячна енергетика. Вітроенергетика. Мала гідроенергетика. Переваги і недоліки використання нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії.



Література: [1–4]; [6]; [7]; [11]; [12].

### Методичні рекомендації

До нетрадиційних, поновлюваних джерел енергії належать усі напрями розвитку біоенергетики, енергія вітру та океану, сонячна та геотермальна енергія. Ці види енергії створені природою і кожен з них потенційно міг би замінити існуючі сучасні ПЕР.

За допомогою фотосинтезу на Землі за рік створюється приблизно 120 млрд тонн сухої органічної сировини, що є енергетичним еквівалентом 40 млрд тонн нафти. У світі створено і працює майже 25 тис. вітрових турбін загальною потужністю 3600 МВт, які щорічно виробляють понад 5 млрд кВт/год електричної енергії.

Запаси геотермальної теплоти становлять  $8 \cdot 10^{12}$  Дж, що перевищує річне споживання енергії людством в 35 млрд разів.

Вивчаючи поновлювані джерела енергії, слід звернути увагу на проблеми використання енергопотенціалу кожного виду, вивчити ресурси України, знати сучасні технології та обладнання, уміти пояснювати переваги будь-якого поновлюваного джерела енергії перед традиційними.

Особливу увагу варто звернути на економічні переваги використання кожного поновлюваного джерела енергії.



### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Оцініть потенціал біомаси в Україні на прикладі сировини лісу.
2. Оцініть потенціал біомаси в Україні на прикладі сільськогосподарських рослинних відходів.
3. Оцініть потенціал біомаси в Україні на прикладі сільськогосподарських тваринних відходів.
4. Який потенціал біогазу в Україні?

5. Із чого складається принципова схема біогазової котельні комбінованого виробництва теплоти та електроенергії?
6. Оцініть потенціал енергії вітру у світі. Які проблеми її використання існують в Україні?
7. Який потенціал сонячної енергії у світі? Які проблеми її використання існують в Україні?
8. Зобразіть принципову схему теплової помпи та поясніть принцип її дії.
9. Назвіть основні нетрадиційні та поновлювані джерела енергії.
10. Як поновлювані джерела енергії пов'язані із діяльністю Сонця?
11. Вітроенергетичні установки: основні напрямки використання теплової енергії, класифікація.
12. Гідроенергетика як головна галузь використання поновлюваної енергії в Україні.

## 2.11. Біотехнології, утилізація відходів.

### Геотермальна енергія. Нові технології генерації енергії

Біотехнології, утилізація відходів. Геотермальна енергія. Джерела геотермальної енергії (зони виявлення) та перше використання; типи геотермальної енергії; можливості використання енергії та їх обмеження (економічні причини); практичне значення (поділ геотермальних резервуарів); принцип дії геотермальних електростанцій. Воднева енергетика. Головні переваги і недоліки використання водню як палива. Нові технології генерації енергії.



Література: [1–4]; [6–10].

### Методичні рекомендації

Геотермальна енергія сьогодні використовується для теплопостачання (виробничі технологічні процеси харчової та обробної промисловості, опалення тощо) та вироблення електроенергії.

Експлуатація геотермальних джерел базується на попередньому геологічному дослідженні, щоб уникнути значного фінансового ризику за умови подальших капітальних витрат.

В умовах зростаючого попиту на енергетичні ресурси, вичерпання викопних видів палива та зростаючого рівня забруднення довкілля в багатьох країнах світу взято курс на розвиток водневої



енергетики як альтернативного та більш екологічно чистого виду палива та енергозабезпечення.

Ресурсна база для одержання водню 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, а також різні відходи виробництва, побутові відходи та ін.



### Запитання та завдання для самоперевірки

1. Зобразіть схеми геотермальних установок для теплопостачання та для виробництва електроенергії.
2. Де в Україні розташовані основні ресурси геотермальної енергії?
3. Що таке енергетика водню? Назвіть способи отримання водню.
4. Які переваги та недоліки використання водню як палива?
5. Який електрохімічний процес використовується в паливних елементах?
6. Що таке геотермальна енергія? Поясніть роботу паросилової установки з рибойлерами для пару.
7. Назвіть країни, в яких найбільше використовують геотермальну енергію.
8. Що таке біомаса та біоенергетика? Які основні процеси переробки та використання біомаси?
9. Оцініть потенціал біогазу в Україні.
10. Із яких основних елементів складається принципова схема біогазової котельні комбінованого виробництва теплоти та електроенергії?

## ДОМАШНІ ЗАВДАННЯ

Домашні завдання студенти виконують самостійно протягом 8 год кожне. Тематику завдань розглядають, затверджують на засіданні кафедри і її пропонує викладач для виконання.

Домашні завдання складаються з титульного аркуша, змісту, пояснювальної записки обсягом не менше 10 сторінок формату А4 з включенням необхідного графічного матеріалу, ілюстрацій, ескізів, планів, схем, таблиць.

### Домашнє завдання 1

Уздовж сталеві труби із зовнішнім діаметром  $d$  волога пара з температурою  $t_2$  від газового котла (ККД котла 80 %) передається через невеликий цех до технологічного обладнання. Температура в цеху  $t_1$ . Планується ізолювати трубу за допомогою скловолкна при наданні інвестицій протягом  $n$  років.

Необхідно визначити товщину ізоляції та період окупності для цієї товщини, якщо ціна на газ становитиме 0,01 €/кВт·год при роботі обладнання 3000 год на рік.

Коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої поверхні ізоляції становить 10 Вт/м<sup>2</sup>·К. Питома вартість ізоляції  $c_{iz}$  (€/м) залежить від товщини  $x$  (мм) і визначається за формулою  $c_{iz} = 0,2x$ .

### Методичні рекомендації

Збільшення товщини ізоляції зменшує теплові витрати, але вартість ізоляції може перевищити фінансові вигоди від цієї процедури. Тому розв'язання таких завдань виконують шляхом визначення економічної товщини ізоляції.

Слід дотримуватися такого алгоритму розв'язання задачі:

- 1) внутрішнім тепловим опором труби та її стінки нехтують, коефіцієнт теплопередачі зовнішньої поверхні вважають незмінним для всіх діаметрів труби та температур;
- 2) товщину ізоляції приймають за  $x$ , мм;
- 3) визначають тепловий опір ізоляції та зовнішньої поверхні на одиницю труби;

4) після визначення питомої потужності теплових втрат виконують розрахунки вартості теплових втрат;

5) питому вартість ізоляції розподіляють рівномірно на задану кількість років інвестицій;

6) визначають загальні річні експлуатаційні витрати на ізоляцію, які мінімізуються при економічній товщині;

7) після розрахунку річної вартості теплових втрат при економічній товщині визначають період окупності ізоляції.

### Приклад виконання завдання

Для варіанта з даними:

$d = 60,3$  мм;  $t_2 = 200$  °C;  $t_1 = 15$  °C;  $\lambda_{in} = 0,07$  Вт/м·К;  $n = 5$  років.

1. Тепловий опір ізоляції, мК/Вт:

$$R_m = \frac{\ln(d_{in}/d)}{2\pi\lambda} = \frac{\ln[(60,3+2x)/60,3]}{2\pi \cdot 0,07} = \frac{\ln(1+0,03317x)}{0,44}$$

2. Питома потужність теплових втрат (на 1 м довжини), Вт/м:

$$Q = \frac{t_2 - t_1}{1/\pi d_{in} \alpha + R_m} = \frac{200 - 15}{\frac{1}{1,894(1+0,0317x)} + 0,44}$$

3. Річна вартість теплових втрат, €/м:

$$C_{an} = Q \cdot \frac{3000}{1000} \cdot \frac{0,01}{0,8} = 0,0375 \cdot Q$$

4. Загальна річна ефективна вартість ізоляції, €/м:

$$C_{\Sigma} = C_{in}/n + C_{an} = \frac{0,2x}{n} + 0,0375Q$$

5. Економічна товщина ізоляції визначається за умови  $C'_{\Sigma}(x) = 0$ , але на практиці інженери використовують табличний метод розрахунку, задаючи декілька значень  $x$ , наприклад,  $x = 19, 25, 32, 38, 50, 60$  мм.

Отже, розрахунок зводиться до заповнення таблиці та пошуку мінімального значення річної ефективної вартості ізоляції.

№ з/п	Товщина ізоляції, мм	Питома потужність теплових втрат, Вт/м	Річна вартість теплових втрат, €/м	Вартість ізоляції за один рік інвестування, €/м	Річна ефективна вартість ізоляції, €/м
1	0	350,5	13,14	0	13,14
2	19	129,0	4,84	0,76	5,60
3	25	111,4	4,18	1,00	5,18
4	32	97,4	3,65	1,28	4,93
5	38	88,6	3,32	1,52	4,84
6	50	76,4	2,87	2,00	4,87
7	60	69,4	2,60	2,40	5,00

Економічна товщина ізоляції  $x_{ек}$  становить 38 мм.

6. Період окупності ізоляції завтовшки 38 мм визначається як:

$$n = 0,2x_{ек} / (C_{an} - C_{анек}) = \frac{0,2 \cdot 38}{13,14 - 3,32} = 0,774, \text{ або } 9,3 \text{ місяця.}$$

### Варіанти домашнього завдання 1

Варіант	$d$ , мм	$t_2$ , °C	$t_1$ , °C	Вт/м К	Кількість років
1	68	110	15	0,07	5
2	70	120	16	0,07	4
3	73	127	17	0,07	3
4	76	133	18	0,07	6
5	83	140	15	0,07	3
6	89	143	16	0,07	2
7	95	148	17	0,07	5
8	102	150	18	0,07	4
9	108	158	19	0,07	3
10	114	165	20	0,07	2
11	121	170	15	0,07	3
12	127	175	16	0,07	5
13	133	180	17	0,07	5
14	140	183	18	0,07	4
15	146	185	19	0,07	3
16	152	190	21	0,07	3
17	70	195	15	0,07	4
18	83	150	16	0,07	5
19	95	125	18	0,07	2
20	102	120	14	0,07	6

## Домашнє завдання 2 (тематика рефератів з дисципліни)

1. Енергозбереження як фактор екологічної безпеки країни. Зміна клімату. Парниковий ефект.
2. Енергозбереження як фактор економічної безпеки країни.
3. Закон України «Про енергозбереження». Стандартизація та нормування в галузі енергозбереження.
4. КДПЕ — Комплексна державна програма енергозбереження України: її мета, основні напрями та завдання.
5. НВДЕ — Програма розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії: її мета, основні напрями та завдання.
6. Паливно-енергетичний комплекс України. Види палив. Види енергоресурсів. Потенціал енергозбереження України.
7. Паливно-енергетичний комплекс України. Загальний стан ПЕК та головні завдання в його сфері. Потенціал енергозбереження.
8. Паливно-енергетичний комплекс України. Вугільний комплекс України.
9. Паливно-енергетичний комплекс України. Нафтогазовий комплекс України.
10. Паливно-енергетичний комплекс України. Газотранспортна система України.
11. Паливно-енергетичний комплекс України. Електроенергетична система України.
12. Паливно-енергетичний комплекс України. Теплоенергетика України.
13. Паливно-енергетичний комплекс України. Гідроенергетика України.
14. Паливно-енергетичний комплекс України. Атомна енергетика України.
15. Поняття енергозберігаючої політики України. Основні напрями енергозберігаючої політики України.
16. Основні напрями енергозбереження в різних галузях суспільного господарства України (в житлово-комунальній сфері, тепlopостачанні, промисловості).
17. Основні напрями енергозбереження в газотранспортній системі України.

18. Основні напрями енергозбереження в системах транспорту теплової і електричної енергії.
19. Основні напрями енергозбереження в тепло- та електрогенеруючих підприємствах України.
20. Порівняльний аналіз централізованого та децентралізованого енергопостачання.
21. Когенерація. Основні переваги когенерації при широкомасштабному впровадженні її в країні.
22. Утилізація тепла. Теплоутилізаційні установки.
23. Утилізація надлишкового тиску газу в газопроводах з використанням турбодетандерних установок.
24. Енергозбереження у будівництві та житлово-комунальній сфері. Оцінка енергоспоживання будівельним сектором порівняно із загальним споживанням ПЕР в Україні.
25. Теплова ефективність будинків. Перспективні напрями підвищення енергоефективності будинків.
26. Підвищення теплової ефективності будинків шляхом раціонального вибору огорожувальних конструкцій. Порівняльний аналіз внутрішньої та зовнішньої теплоізоляції стін.
27. Нові енергозберігаючі теплоізоляційні матеріали.
28. Системи децентралізованого тепlopостачання. Опалення водяне, повітряне, променеве інфрачервоне.
29. Системи децентралізованого тепlopостачання. Теплогенератори для автономного тепlopостачання.
30. Облік споживання енергоресурсів як важливіша складова енергозбереження.
31. Енергетичний менеджмент: напрями та завдання. Основні обов'язки енергоменеджера на підприємстві.
32. Енергетичний менеджмент. Етапи процесу проведення енергетичного менеджменту на підприємстві.
33. Енергетичний менеджмент. Складання карти споживання енергоресурсів на підприємстві.
34. Державна інспекція з енергозбереження та її функції.
35. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Основні напрями використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Потенціал України.

**Основний**

1. *Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття* / за ред. А. К. Шидловського, М. П. Ковалка. — К. : Українські енциклопедичні знання, 2001. — 420 с.
2. *Матеріали Міжнародної конференції «Енергетична безпека Європи. Погляд у XXI століття»*. — К. : УЕЗ, 2001. — 234 с.
3. *Паливно-енергетичний комплекс України у цифрах та фактах* / за ред. М. П. Ковалка. — К. : УЕЗ, 2000. — 342 с.
4. *Діак І. В. Газова промисловість України на зламі століть* / І. В. Діак, З. П. Осінчук. — Івано-Франківськ : Лілея, 2000. — 212 с.
5. *Ковалко М. П. Енергозбереження — досвід, проблеми, перспективи* / М. П. Ковалко. — К. : Наукове видання Національної академії України. Держкоменергозбереження України, 1997. — 94 с.
6. *Енергозбереження — пріоритетний напрямок державної політики України* / М. П. Ковалко, С. П. Денисюк; ред. А. К. Шидловський. — К. : УЕЗ, 1998. — 346 с.

**Додатковий**

7. *Мхитарян Н. М. Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строительстве* / Н. М. Мхитарян. — К. : Наук. думка, 2000. — 228 с.
8. *Мхитарян Н. М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы* / Н. М. Мхитарян. — К. : Наук. думка, 1999. — 246 с.
9. *Украина: энергосбережение в зданиях* / Энергетический Центр Европейского союза в Киеве (Программа TACIS), 1994. — 214 с.
10. *Енергозбереження — гарантія тепла в наших оселях* / М. М. Березовик, С. П. Денисюк, В. М. Кодряньський, А. П. Кухта [та ін.]. — К. : УЕЗ, 2001. — 234 с.
11. *Довідник працівника газотранспортного підприємства* / В. В. Рудник, В. М. Коломєєв та ін. — К. : Росток, 2001. — 1091 с.
12. *Фокин В. М. Основы энергосбережения и энергоаудита* / В. М. Фокин. — М. : Машиностроение, 2006. — 248 с.

**ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ**

Методичні рекомендації до виконання домашніх завдань  
для студентів напряму підготовки 6.050604  
«Енергомашинобудування» спеціальності 7.07010301  
«Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден  
і авіадвигунів»

Укладачі:

ВОЗНЮК Андрій Петрович,  
ГРЕКОВ Павло Іванович,  
КАПІТАНЧУК Костянтин Іванович,  
ЯСИНІЦЬКИЙ Едуард Петрович  
ЯСИНІЦЬКА Ірина Едуардівна

Редактор Л. М. Дудченко  
Технічний редактор А. І. Лавринович  
Коректор Л. М. Романова  
Комп'ютерна верстка Л. Т. Колодіної