МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА, ТРАНСПОРТУ ТА ЕНЕРГЕТИКИ

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ

Ефективні методи збереження енергії

Методичні рекомендації

до самостійної підготовки та вивчення лекційного матеріалу для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю: **G3 «Електрична інженерія»**

Затверджено на засіданні кафедри електротехнічних систем та енергетичного менеджменту

Протокол № _5_ від «17» листопада 2026р.

Кропивницький — 2026

Основи екології енерговикористання. Частина ІІ. Ефективні методи збереження енергії. Методичні рекомендації до самостійної підготовки та вивчення лекційного матеріалу для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю G3 «Електрична інженерія». / Л.Г. Віхрова, М.С. Мірошніченко, В.В.Зінзура – Кропивницький: ЦНТУ. -2026. - 56 с.

Укладачі:

Віхрова Л.Г., кандидат технічних наук, професор кафедри ЕТС та ЕМ

Мірошніченко М.С., кандидат технічних наук, доцент кафедри АВП

Зінзура В.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри ЕТС та ЕМ

Рецензент:

Коломієць Л.В., к.б.н., доцент, завідувач кафедри екології, охорони навколишнього середовища та здорового способу життя ЦНТУ

ЗМІСТ

ВСТУП……... 4

Тема №4
Сталий розвиток та пом’якшення клімату 6

Тема №5
Проблеми екології, пов’язані з енергетикою 18

Тема №6
Екологічні аспекти функціонування паливно-енергетичного комплексу країни 30

Тема №7
Методи ощадного використання енергії 43

Анотація 55

ВСТУП

Сучасний розвиток енергетики супроводжується необхідністю розв'язання складних екологічних, економічних і соціальних проблем. Зростання обсягів виробництва та споживання енергії, обмеженість невідновлюваних енергетичних ресурсів, забруднення навколишнього природного середовища й посилення кліматичних змін зумовлюють потребу в пошуку нових підходів до організації енергетичної діяльності. Особливого значення набувають питання сталого розвитку, підвищення енергоефективності, скорочення негативного впливу енергетичних об'єктів на довкілля та впровадження технологій ощадного використання енергетичних ресурсів.

Для майбутніх фахівців з електричної інженерії важливо не лише розуміти принципи функціонування енергетичних систем і технологій, а й усвідомлювати їхні екологічні наслідки, уміти оцінювати вплив енергетичних процесів на навколишнє середовище та обґрунтовувати доцільність застосування енергозберігальних заходів. Такі знання є необхідною складовою професійної підготовки фахівців, здатних працювати в умовах модернізації енергетичного сектору, впровадження сучасних технологій та підвищення вимог до екологічної безпеки.

Ці методичні рекомендації призначені для організації самостійного вивчення навчального матеріалу за темами 4–7 змістовного модулю ІІ «Ефективні методи збереження енергії» дисципліни «Основи екології енерговикористання». Вони спрямовані на систематизацію теоретичних знань, поглиблення розуміння основних екологічних проблем енергетики, засвоєння спеціальної термінології та формування навичок самостійного аналізу сучасних енергетичних і природоохоронних процесів.

Методичні рекомендації охоплюють такі теми:

- **Тема 4. «Сталий розвиток та пом'якшення клімату»** — передбачає вивчення концепції сталого розвитку, основних причин і наслідків кліматичних змін, ролі енергетики у формуванні парникового ефекту, а також сучасних напрямів скорочення викидів парникових газів і переходу до низьковуглецевої економіки.
- **Тема 5. «Проблеми екології, пов'язані з енергетикою»** — присвячена аналізу впливу енергетичної діяльності на атмосферне повітря, водні ресурси, ґрунти та природні екосистеми, вивченню основних видів забруднення, техногенних ризиків і можливих заходів зменшення екологічного навантаження.
- **Тема 6. «Екологічні аспекти функціонування паливно-енергетичного комплексу України»** — передбачає ознайомлення зі структурою та особливостями функціонування паливно-енергетичного комплексу України, визначення основних екологічних проблем його галузей, аналіз впливу енергетичних об'єктів на довкілля та розгляд напрямів екологізації енергетичного сектору.
- **Тема 7. «Методи ощадного використання енергії»** — спрямована на засвоєння принципів раціонального використання енергетичних ресурсів, вивчення способів підвищення ефективності споживання електричної та теплової енергії в побуті, житлово-комунальному господарстві, транспорті й промисловості, а також ознайомлення з підходами до оцінювання економічної та екологічної результативності енергозберігальних заходів.

Структура методичних рекомендацій передбачає послідовне опрацювання навчального матеріалу кожної теми. Для полегшення засвоєння змісту визначено основні питання, на які необхідно звернути увагу під час самостійного вивчення, наведено ключові поняття та

терміни, очікувані результати навчання, контрольні запитання і тестові завдання для перевірки рівня засвоєння знань. Такий підхід дає змогу здобувачам освіти не лише ознайомитися з теоретичними положеннями, а й оцінити повноту їх розуміння, виявити питання, що потребують додаткового опрацювання, та систематизувати отриману інформацію.

Метою методичних рекомендацій є надання здобувачам освіти методичної допомоги в самостійному опрацюванні тем 4–7 змістовного модулю ІІ «Ефективні методи збереження енергії» дисципліни «Основи екології енерговикористання», засвоєнні основних закономірностей взаємодії енергетики й навколишнього середовища, розумінні принципів сталого розвитку та формуванні знань про сучасні методи зменшення екологічного впливу енергетичної діяльності.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі навчальні завдання:

- поглибити знання про взаємозв'язок енергетики, економічного розвитку та екологічного стану довкілля;
- засвоїти основні положення концепції сталого розвитку та принципи пом'якшення кліматичних змін;
- з'ясувати причини, механізми й наслідки негативного впливу енергетичних процесів на компоненти навколишнього природного середовища;
- вивчити особливості функціонування паливно-енергетичного комплексу України та його екологічні проблеми;
- ознайомитися із сучасними технологічними й організаційними заходами підвищення енергоефективності;
- навчитися аналізувати доцільність заходів з енергозбереження з урахуванням їхньої енергетичної, економічної та екологічної результативності;
- сформувати відповідальне ставлення до використання енергетичних ресурсів і збереження навколишнього природного середовища.

Під час самостійного опрацювання матеріалу здобувачам освіти рекомендується дотримуватися послідовності вивчення тем, звертати увагу на визначення основних понять, причинно-наслідкові зв'язки між енергетичною діяльністю та екологічними змінами, а також на приклади практичного застосування енергозберігаючих і природоохоронних технологій. Особливу увагу доцільно приділяти аналізу сучасних енергетичних проблем України, оскільки їх розуміння є важливим для формування професійної компетентності майбутніх фахівців.

Запропоновані методичні рекомендації мають сприяти розвитку самостійності в навчанні, аналітичного мислення та здатності застосовувати набуті знання для оцінювання екологічних наслідків енергетичних процесів і вибору обґрунтованих рішень щодо раціонального використання енергії. Їх використання допоможе здобувачам освіти систематизувати навчальний матеріал, підготуватися до поточного та підсумкового контролю знань і сформувати цілісне розуміння ролі енергоефективності та екологічної безпеки в сучасному розвитку енергетики.

ТЕМА 4. СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТА ПОМ'ЯКШЕННЯ КЛІМАТУ

1. Мета вивчення теми

Метою вивчення теми є формування у студентів системного розуміння концепції сталого розвитку, причин і наслідків глобальної зміни клімату, основних напрямів міжнародної та національної кліматичної політики. Особлива увага приділяється взаємозв'язку енергетики, економічного розвитку та стану навколишнього природного середовища, а також ролі енергоефективності, відновлюваних джерел енергії та низьковуглецевих технологій у скороченні антропогенного впливу на клімат.

У результаті вивчення теми студенти повинні знати основні принципи сталого розвитку, сутність парникового ефекту та причини глобального потепління, основні кліматичні ризики для природних екосистем і господарської діяльності, міжнародні домовленості у сфері протидії зміні клімату та основні положення кліматичного законодавства України. Студенти повинні розуміти значення енергетичного переходу, підвищення енергоефективності й скорочення викидів парникових газів для забезпечення екологічно безпечного розвитку суспільства.

2. Основні питання теми

1. Поняття та основні принципи сталого розвитку.
2. Формування концепції сталого розвитку та міжнародний процес її реалізації.
3. Глобальне потепління та зміна клімату: причини, механізми й основні прояви.
4. Наслідки зміни клімату для природних екосистем, населення та господарської діяльності.
5. Пом'якшення зміни клімату: основні проблеми, напрями та технологічні рішення.
6. Підвищення рівня Світового океану та загострення проблеми дефіциту прісної води.
7. Вплив зміни клімату на сільське господарство та екологічну безпеку України.
8. Міжнародні аспекти протидії зміні клімату. Кіотський протокол і Паризька угода.
9. Нормативно-правове регулювання кліматичної політики в Україні.

3. Методичні рекомендації щодо вивчення теми

Під час вивчення теми необхідно усвідомити, що сталий розвиток є сучасною моделлю суспільного розвитку, яка передбачає узгодження економічних, соціальних та екологічних інтересів. Її основна ідея полягає в задоволенні потреб нинішнього покоління без створення загроз для можливостей майбутніх поколінь задовольняти власні потреби. Особливу увагу слід звернути на взаємозв'язок трьох складових сталого розвитку: економічної, соціальної та екологічної, а також на необхідність раціонального використання природних ресурсів і збереження навколишнього природного середовища.

Розглядаючи становлення концепції сталого розвитку, необхідно простежити її формування в межах міжнародної співпраці, починаючи з діяльності ООН та доповіді «Наше спільне майбутнє» 1987 року. Важливо знати значення Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку 1992 року, прийняття Порядку денного на XXI століття та затвердження у 2015 році Порядку денного у сфері сталого розвитку до 2030 року. Слід ознайомитися з 17 Цілями сталого розвитку, особливо з Ціллю 7 «Доступна та чиста енергія» і Ціллю 13 «Пом'якшення наслідків зміни клімату».

Під час вивчення глобального потепління та зміни клімату необхідно розрізняти природні кліматичні коливання і сучасні зміни клімату, зумовлені переважно антропогенною діяльністю. Слід з'ясувати фізичну сутність парникового ефекту, який є природним явищем і забезпечує необхідні для життя температурні умови на Землі. Водночас збільшення концентрації парникових газів унаслідок спалювання викопного палива, промислових процесів, сільського господарства та змін землекористування посилює цей ефект і спричиняє підвищення середньої глобальної температури.

Особливу увагу потрібно приділити основним парниковим газам: діоксиду вуглецю, метану, закису азоту та фторованим газам. Необхідно розуміти, які види господарської діяльності є основними джерелами їх утворення та чому енергетичний сектор відіграє важливу роль у формуванні антропогенних викидів. Доцільно ознайомитися з оцінками Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC) та Всесвітньої метеорологічної організації щодо темпів глобального потепління й прогнозів подальших кліматичних змін.

Під час розгляду наслідків зміни клімату слід звернути увагу на підвищення температури повітря та Світового океану, танення льодовиків, підвищення рівня моря, зміну режиму опадів, почастішання та посилення окремих екстремальних погодних явищ. Необхідно розуміти, що кліматичні наслідки проявляються по-різному в різних регіонах світу й можуть призводити до порушення функціонування екосистем, погіршення умов життя населення, зниження врожайності та виникнення додаткових ризиків для економіки.

Окремо слід розглянути підвищення рівня Світового океану, основними причинами якого є теплове розширення води внаслідок її нагрівання та надходження води від танення материкових льодовиків. Важливо з'ясувати, як ці процеси впливають на прибережні території, морські екосистеми, інфраструктуру та населення. Під час вивчення проблеми дефіциту прісної води необхідно враховувати не лише кліматичні чинники, а й нерівномірність розподілу водних ресурсів, зростання потреб у воді, забруднення водойм та надмірне використання підземних вод.

Вивчаючи питання пом'якшення зміни клімату, потрібно чітко розмежовувати два взаємопов'язані напрями кліматичної політики: пом'якшення (mitigation) та адаптацію (adaptation). Пом'якшення передбачає скорочення викидів парникових газів або збільшення їх поглинання, тоді як адаптація спрямована на зменшення вразливості населення, природних екосистем і господарства до вже наявних або очікуваних кліматичних змін.

До основних напрямів пом'якшення зміни клімату належать підвищення енергоефективності, модернізація енергетичного обладнання, розвиток відновлюваних джерел енергії, електрифікація окремих виробничих і транспортних процесів, удосконалення систем теплопостачання, скорочення втрат енергії та раціональне використання природних ресурсів. Важливе значення мають також охорона лісів, відновлення природних екосистем, удосконалення технологій у сільському господарстві та зменшення утворення відходів.

Для студентів електроенергетичного профілю особливо важливо зрозуміти роль енергетичного переходу в досягненні кліматичних цілей. Слід розглянути можливості використання сонячної, вітрової, гідроенергетики та інших відновлюваних джерел енергії, впровадження систем накопичення енергії, інтелектуальних електричних мереж і розподіленої генерації. Необхідно також враховувати, що екологічна ефективність електрифікації залежить від структури виробництва електроенергії, а розвиток

відновлюваної енергетики потребує відповідних технічних рішень для забезпечення стабільності та надійності енергосистеми.

Під час вивчення впливу кліматичних змін на Україну необхідно звернути увагу на підвищення середньорічної температури, зміну сезонного розподілу опадів, посилення посушливих явищ, ризики деградації ґрунтів, лісових пожеж і зниження врожайності окремих сільськогосподарських культур. Важливо розуміти, що адаптація сільського господарства передбачає використання посухостійких сортів рослин, удосконалення систем зрошення, збереження родючості ґрунтів, впровадження ґрунтозахисних технологій та застосування сучасних методів моніторингу.

Окрему увагу слід приділити екологічній безпеці України в умовах поєднання кліматичних ризиків із наслідками воєнних дій. Руйнування промислових об'єктів, пошкодження енергетичної та транспортної інфраструктури, пожежі, забруднення ґрунтів і водних ресурсів створюють додаткове навантаження на довкілля та ускладнюють реалізацію заходів з адаптації до зміни клімату. При цьому важливо розрізняти безпосередні наслідки воєнних дій і довгострокові кліматичні процеси, хоча вони можуть взаємно посилювати екологічні ризики.

Під час вивчення міжнародних аспектів проблеми необхідно ознайомитися з основними етапами формування міжнародної кліматичної політики: прийняттям Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, Кіотського протоколу та Паризької угоди. Слід зрозуміти призначення національно визначених внесків, які встановлюють цілі держав щодо скорочення викидів парникових газів, а також значення міжнародного фінансування, технологічної співпраці та обміну інформацією для реалізації кліматичних заходів.

Завершальним етапом вивчення теми є ознайомлення з нормативно-правовою базою України у сфері протидії зміні клімату. Необхідно звернути увагу на Закон України «Про основні засади державної кліматичної політики», законодавство щодо моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів, Паризьку угоду, національно визначений внесок України та стратегічні документи державної кліматичної політики. Важливо розуміти, що нормативне регулювання створює правові передумови для скорочення викидів, розвитку низьковуглецевої економіки та підвищення стійкості країни до кліматичних змін.

Під час самостійного опрацювання теми рекомендується використовувати навчальний матеріал лекції, нормативно-правові документи України, офіційні інформаційні ресурси ООН, IPCC та Всесвітньої метеорологічної організації. Особливу увагу слід приділяти розумінню причинно-наслідкових зв'язків між енергетичною діяльністю людини, викидами парникових газів, зміною клімату та необхідністю переходу до енергоефективної й екологічно відповідальної моделі розвитку.

4. Основні поняття, які необхідно засвоїти

Під час вивчення теми студентам необхідно засвоїти такі основні поняття:

- **Сталий розвиток** – модель суспільного розвитку, що передбачає задоволення потреб сучасного покоління без обмеження можливостей майбутніх поколінь задовольняти власні потреби.

- **Економічний, соціальний та екологічний складники сталого розвитку** – взаємопов'язані напрями суспільного розвитку, узгодження яких забезпечує його збалансованість.
- **Глобальне потепління** – довгострокове підвищення середньої температури приземного повітря та Світового океану, зумовлене, зокрема, посиленням антропогенного парникового ефекту.
- **Зміна клімату** – довготривалі зміни кліматичних характеристик, зокрема температури, режиму опадів, частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ.
- **Парниковий ефект** – природне явище утримання частини теплового випромінювання атмосфери парниковими газами, посилення якого внаслідок діяльності людини спричиняє глобальне потепління.
- **Парникові гази** – газоподібні компоненти атмосфери, які поглинають і випромінюють інфрачервоне випромінювання та впливають на тепловий баланс Землі.
- **Антропогенні викиди парникових газів** – надходження парникових газів в атмосферу внаслідок діяльності людини, зокрема спалювання викопного палива, промислового виробництва, сільського господарства та змін землекористування.
- **Вуглецевий слід** – сукупний обсяг викидів парникових газів, прямо або опосередковано пов'язаних із діяльністю людини, організації, виробництва чи використанням продукції.
- **Декарбонізація** – процес скорочення викидів парникових газів, насамперед шляхом зменшення використання викопного палива та впровадження низьковуглецевих технологій.
- **Пом'якшення зміни клімату** – сукупність заходів, спрямованих на скорочення викидів парникових газів або збільшення їх поглинання природними та штучними системами.
- **Адаптація до зміни клімату** – пристосування природних і соціально-економічних систем до фактичних або очікуваних кліматичних змін з метою зменшення негативних наслідків і використання можливих переваг.
- **Кліматична нейтральність** – стан, за якого антропогенні викиди парникових газів урівноважуються їх поглинанням або вилученням із атмосфери.
- **Відновлювані джерела енергії** – природні джерела енергії, відновлення яких відбувається природним шляхом у масштабах, співмірних із їх використанням, зокрема сонячна, вітрова, гідроенергія та біоенергія.
- **Енергоефективність** – співвідношення між отриманим корисним результатом і кількістю енергетичних ресурсів, використаних для його досягнення.
- **Низьковуглецеві технології** – технологічні рішення, що забезпечують виробництво, передавання, розподіл і споживання енергії з меншими викидами парникових газів.
- **Підвищення рівня Світового океану** – довготривале збільшення середнього рівня океану, зумовлене переважно тепловим розширенням води та надходженням води внаслідок танення материкових льодовиків.
- **Водний дефіцит** – нестача доступних водних ресурсів належної якості для задоволення потреб населення, сільського господарства, промисловості та екосистем.
- **Кліматичні ризики** – імовірність негативних наслідків кліматичних змін для населення, інфраструктури, економіки та природних екосистем.
- **Паризька угода** – міжнародна кліматична угода, спрямована на обмеження глобального потепління та посилення адаптації до зміни клімату.

- **Національно визначений внесок (НВВ)** – визначені державою цілі та заходи щодо скорочення викидів парникових газів і виконання зобов'язань за Паризькою угодою.
- **Моніторинг, звітність і верифікація викидів парникових газів** – система обліку, документування та незалежної перевірки даних про викиди парникових газів.

5. На що звернути особливу увагу

Під час вивчення теми «Сталий розвиток та пом'якшення клімату» особливу увагу необхідно звернути на такі питання:

- **Сутність сталого розвитку.** Важливо розуміти взаємозв'язок економічної, соціальної та екологічної складових сталого розвитку, а також необхідність раціонального використання природних і енергетичних ресурсів з урахуванням інтересів майбутніх поколінь.
- **Причини глобального потепління.** Необхідно засвоїти фізичну сутність парникового ефекту, розрізняти його природний прояв і посилення внаслідок антропогенної діяльності, знати основні парникові гази та джерела їх утворення.
- **Взаємозв'язок енергетики та зміни клімату.** Слід усвідомити, що спалювання викопного палива для виробництва електричної та теплової енергії є одним із вагомих джерел антропогенних викидів парникових газів. Важливо розуміти значення енергоефективності та модернізації енергетичного обладнання для зменшення цих викидів.
- **Основні наслідки кліматичних змін.** Потрібно звернути увагу на підвищення середньої глобальної температури, зміну режиму опадів, танення льодовиків, підвищення рівня Світового океану, дефіцит прісної води та зростання ризиків екстремальних погодних явищ.
- **Розмежування пом'якшення та адаптації до зміни клімату.** Необхідно чітко розуміти, що пом'якшення спрямоване на скорочення викидів парникових газів і збільшення їх поглинання, а адаптація передбачає пристосування населення, природних екосистем та економіки до кліматичних змін.
- **Технологічні напрями пом'якшення зміни клімату.** Особливу увагу слід приділити використанню відновлюваних джерел енергії, підвищенню енергоефективності, розвитку розподіленої генерації, систем накопичення енергії, інтелектуальних електричних мереж та впровадженню низьковуглецевих технологій.
- **Кліматичні ризики для України.** Необхідно розуміти вплив зміни клімату на сільське господарство, водні ресурси, природні екосистеми, енергетичну інфраструктуру та екологічну безпеку держави. Слід також враховувати додаткові екологічні загрози, пов'язані з наслідками воєнних дій.
- **Міжнародні зобов'язання та кліматична політика України.** Важливо знати призначення Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, Кіотського протоколу та Паризької угоди, а також основні положення національної кліматичної політики й законодавства України.

Особливу увагу студентам спеціальності G3 «Електрична інженерія» слід приділити розумінню того, що підвищення енергоефективності, скорочення втрат енергії, модернізація електроенергетичних систем і розвиток відновлюваної енергетики є не лише технічними завданнями, а й важливими складовими державної політики у сфері протидії зміні клімату.

6. Порядок самоперевірки знань

Самоперевірку знань за темою «Сталий розвиток та пом’якшення клімату» рекомендується проводити після опрацювання всіх теоретичних питань теми. Її метою є визначення рівня засвоєння основних понять, розуміння причин і наслідків зміни клімату, а також здатності застосовувати отримані знання для пояснення сучасних екологічних та енергетичних проблем.

Для перевірки знань студенту необхідно послідовно виконати такі дії:

1. **Повторити основні поняття та визначення.** Перевірити розуміння понять «сталий розвиток», «глобальне потепління», «парниковий ефект», «парникові гази», «пом’якшення зміни клімату», «адаптація до зміни клімату», «енергоефективність» і «декарбонізація».
2. **Перевірити засвоєння теоретичного матеріалу.** Дати відповіді на контрольні запитання, звертаючи увагу на причини глобального потепління, основні кліматичні ризики, вплив зміни клімату на природні ресурси, населення та господарську діяльність.
3. **З’ясувати взаємозв’язок між енергетикою та зміною клімату.** Пояснити, як виробництво і споживання енергії впливають на обсяги викидів парникових газів та які технологічні заходи дають змогу їх скорочувати.
4. **Перевірити розуміння основних напрямів протидії зміні клімату.** Навести приклади заходів із пом’якшення кліматичних змін та адаптації до їхніх наслідків, пояснити відмінності між цими напрямами.
5. **Оцінити знання міжнародної та національної кліматичної політики.** Переконатися, що засвоєно призначення Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, Кіотського протоколу, Паризької угоди, а також основні положення законодавства України у сфері кліматичної політики.
6. **Виконати тестові завдання.** Перевірити правильність відповідей, проаналізувати допущені помилки та повторно опрацювати питання, які викликали труднощі.
7. **Сформулювати узагальнені висновки.** Пояснити, чому сталий розвиток потребує раціонального використання енергетичних ресурсів, підвищення енергоефективності, розвитку відновлюваної енергетики та впровадження низьковуглецевих технологій.

Знання теми можна вважати засвоєними, якщо студент здатний пояснити основні причини та наслідки зміни клімату, розрізняти заходи з пом’якшення кліматичних змін і адаптації до них, характеризувати роль енергетики в реалізації кліматичної політики та наводити приклади технологічних рішень, спрямованих на скорочення викидів парникових газів.

8. Очікувані результати навчання

Після опрацювання теми студент повинен:

знати:

- сутність поняття сталого розвитку, його основні принципи та складові;

- основні етапи формування міжнародної концепції сталого розвитку;

- причини виникнення глобального потепління та механізм посилення парникового ефекту;

- основні парникові гази та джерела їх надходження в атмосферу;

- основні прояви й наслідки зміни клімату для природних екосистем, населення та господарської діяльності;

- сутність понять «пом'якшення зміни клімату» та «адаптація до зміни клімату»;

- основні напрями міжнародної кліматичної політики та положення Паризької угоди;

- основні нормативно-правові документи України у сфері протидії зміні клімату.

уміти:

- пояснювати взаємозв'язок між енергетичною діяльністю людини, викидами парникових газів і зміною клімату;

- визначати основні екологічні та енергетичні ризики, пов'язані з глобальним потеплінням;

- розрізняти заходи з пом'якшення зміни клімату та адаптації до її наслідків;

- характеризувати роль відновлюваних джерел енергії, енергоефективності та низьковуглецевих технологій у скороченні викидів парникових газів;

- оцінювати значення раціонального використання енергетичних ресурсів для забезпечення сталого розвитку;

- використовувати нормативно-правові та інформаційні джерела для ознайомлення з основними напрямами кліматичної політики України.

8. Висновки

Вивчення теми «Сталий розвиток та пом'якшення клімату» дає змогу сформувати цілісне уявлення про сучасні екологічні виклики, пов'язані зі зміною клімату, та необхідність узгодження економічного розвитку суспільства з вимогами охорони навколишнього природного середовища. Розуміння причин глобального потепління, ролі парникових газів і наслідків кліматичних змін є важливою передумовою усвідомлення необхідності переходу до більш раціональної та екологічно безпечної моделі енергоспоживання.

Особливе значення для майбутніх фахівців з електричної інженерії має розуміння ролі енергетичного сектору в реалізації кліматичної політики. Підвищення енергоефективності, модернізація електроенергетичного обладнання, розвиток відновлюваних джерел енергії, впровадження сучасних систем керування та накопичення енергії є важливими напрямами скорочення викидів парникових газів і підвищення стійкості енергетичної системи. Отже, набуті знання створюють основу для прийняття

обґрунтованих технічних та організаційних рішень, спрямованих на забезпечення енергетичної ефективності, екологічної безпеки та сталого розвитку України.

9. Контрольні запитання

1. Що розуміють під поняттям «сталий розвиток» і які його основні складові?
2. Які основні етапи формування концепції сталого розвитку?
3. Яке значення має Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року?
4. У чому полягає фізична сутність природного парникового ефекту?
5. Які основні парникові гази та джерела їх надходження в атмосферу?
6. Чим відрізняються природні кліматичні коливання від сучасної антропогенно зумовленої зміни клімату?
7. Які основні наслідки глобального потепління для природних екосистем і населення?
8. Які чинники спричиняють підвищення рівня Світового океану?
9. У чому полягають основні причини дефіциту прісної води?
10. Чим відрізняються пом’якшення зміни клімату та адаптація до неї?
11. Які технологічні й організаційні заходи сприяють скороченню викидів парникових газів в енергетичному секторі?
12. Як зміна клімату впливає на сільське господарство та екологічну безпеку України?
13. Які основні міжнародні угоди регулюють співпрацю держав у сфері протидії зміні клімату?
14. Яке призначення національно визначених внесків у межах Паризької угоди?
15. Які основні положення державної кліматичної політики України?
16. У чому полягає призначення системи моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів?
17. Яке значення має підвищення енергоефективності для досягнення кліматичних цілей?

10. Тестові завдання

1. Яке визначення найбільш точно характеризує сталий розвиток?

а) Розвиток економіки без обмежень у використанні природних ресурсів.
б) Розвиток, що забезпечує потреби сучасного покоління без загрози для можливостей майбутніх поколінь.
в) Збільшення промислового виробництва незалежно від екологічних наслідків.
г) Повна відмова від використання природних ресурсів.

2. Яка міжнародна організація створила Міжурядову групу експертів зі зміни клімату (IPCC) спільно з ЮНЕП?

а) ЮНЕСКО.
б) Всесвітня організація охорони здоров’я.
в) Всесвітня метеорологічна організація.
г) Світовий банк.

3. Який газ є основним за внеском у довготривале антропогенне глобальне потепління?

а) Кисень.
б) Діоксид вуглецю.
в) Азот.
г) Водень.

4. Який із наведених процесів є основною причиною посилення антропогенного парникового ефекту?

а) Збільшення споживання викопного палива.
б) Зменшення площі океанів.
в) Зростання концентрації кисню в атмосфері.
г) Природне утворення хмар.

5. Що є основною причиною підвищення рівня Світового океану?

а) Збільшення солоності океанічної води.
б) Теплове розширення води та танення материкових льодовиків.
в) Збільшення кількості опадів над океанами.
г) Зменшення швидкості океанічних течій.

6. Який захід належить до пом’якшення зміни клімату?

а) Будівництво захисних споруд від повеней.
б) Переселення населення з небезпечних прибережних територій.
в) Підвищення енергоефективності та скорочення викидів парникових газів.
г) Створення систем раннього попередження про посухи.

7. Який захід є прикладом адаптації до зміни клімату в сільському господарстві?

а) Збільшення використання вугілля.
б) Впровадження посухостійких сортів сільськогосподарських культур.
в) Збільшення викидів метану.
г) Скорочення площі лісових насаджень.

8. Яка міжнародна угода визначає сучасні глобальні цілі щодо обмеження зміни клімату?

а) Монреальський протокол.
б) Базельська конвенція.
в) Паризька угода.
г) Конвенція про біологічне різноманіття.

9. Яке призначення системи моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів?

а) Визначення тарифів на електроенергію.
б) Облік, документування та незалежна перевірка даних про викиди парникових газів.
в) Контроль чисельності населення.
г) Визначення запасів корисних копалин.

10. Який із наведених заходів безпосередньо сприяє декарбонізації енергетики?

а) Збільшення споживання вугілля.
б) Розвиток відновлюваних джерел енергії та підвищення енергоефективності.
в) Збільшення втрат електроенергії в мережах.
г) Відмова від модернізації енергетичного обладнання.

11. Яка основна мета впровадження системи уловлювання та зберігання вуглецю (CCS)?

а) Збільшення виробництва електроенергії на теплових електростанціях.

б) Вилучення CO_2 з промислових газових потоків і його подальше зберігання.

в) Підвищення температури спалювання органічного палива.

г) Зменшення споживання води промисловими підприємствами.

12. Що характеризує поняття «вуглецевий слід»?

а) Загальну кількість спожитої електроенергії.

б) Обсяг утворених промислових відходів.

в) Сукупний обсяг прямих і непрямих викидів парникових газів, пов’язаних із певною діяльністю.

г) Кількість кисню, що виділяється рослинами.

13. Який захід належить до адаптації сільського господарства до зміни клімату?

а) Збільшення використання вугілля для виробництва електроенергії.

б) Вирощування посухостійких сортів сільськогосподарських культур.

в) Збільшення площ промислових полігонів.

г) Скорочення площ захисних лісових насаджень.

14. Яке призначення має система торгівлі квотами на викиди парникових газів?

а) Встановлення єдиної ціни на всі енергетичні ресурси.

б) Обмеження споживання електроенергії населенням.

в) Стимулювання скорочення викидів шляхом встановлення їх граничного обсягу та торгівлі дозволами.

г) Регулювання обсягів виробництва сільськогосподарської продукції.

15. Яка технологія дає змогу використовувати теплову енергію довкілля для опалення будівель із витрачанням електроенергії на роботу обладнання?

а) Електричний котел прямого нагрівання.

б) Тепловий насос.

в) Дизельний генератор.

г) Трансформаторна підстанція.

16. Який із наведених заходів найбільш безпосередньо сприяє зменшенню втрат електроенергії в електричних мережах?

а) Збільшення довжини ліній електропередавання без зміни їх параметрів.

б) Використання застарілого електрообладнання.

в) Модернізація мереж і застосування обладнання з підвищеною енергоефективністю.

г) Збільшення навантаження на трансформатори понад номінальні значення.

17. Який фізичний процес є однією з основних причин підвищення рівня Світового океану внаслідок глобального потепління?

а) Зменшення солоності океанічної води.

б) Теплове розширення морської води внаслідок підвищення її температури.

в) Збільшення швидкості океанічних течій.

г) Посилення випаровування води з поверхні океану.

18. Який чинник необхідно враховувати під час оцінювання впливу використання біомаси на клімат?

а) Лише теплотворну здатність біомаси.

б) Тільки вартість її транспортування.

в) Увесь життєвий цикл біомаси, включаючи її вирощування, заготівлю, транспортування та використання.

г) Виключно температуру навколишнього середовища під час спалювання.

19. Яка міжнародна угода визначає глобальну мету обмеження підвищення середньої температури планети значно нижче 2 °C із докладанням зусиль для обмеження потепління до 1,5 °C?

а) Монреальський протокол.

б) Паризька угода.

в) Конвенція про біологічне різноманіття.

г) Рамсарська конвенція.

20. Яке основне призначення національно визначеного внеску держави в межах Паризької угоди?

а) Визначення обсягів видобутку корисних копалин.

б) Встановлення державних тарифів на електроенергію.

в) Визначення національних цілей і заходів щодо скорочення викидів парникових газів та адаптації до зміни клімату.

г) Регулювання міжнародної торгівлі енергетичним обладнанням.

11.Рекомендовані джерела інформації для самостійного опрацювання

1. World Commission on Environment and Development. *Our Common Future*. United Nations, 1987. URL: https://www.unccd.int/resources/unccd-library/our-common-future
2. United Nations. *Agenda 21*. Rio de Janeiro, 1992. URL: https://sdgs.un.org/publications/agenda21
3. United Nations. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. A/RES/70/1, 2015. URL: https://sdgs.un.org/2030agenda
4. United Nations Framework Convention on Climate Change. *History of the Convention*. URL: https://unfccc.int/process/the-convention/history-of-the-convention
5. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Sixth Assessment Report (AR6)*. 2021–2023. URL: https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/
6. World Meteorological Organization. *State of the Global Climate 2025*. 2026. URL: https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2025
7. NASA. *Sea Level: Vital Signs of the Planet*. URL: https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/
8. UN-Water. *United Nations World Water Development Report 2026*. URL: https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2026
9. World Bank. *Ukraine: Building Climate Resilience in Agriculture and Forestry*. 2021. URL: https://documents1.worldbank.org/curated/en/893671643276478711/pdf/Ukraine-Building-Climate-Resilience-in-Agriculture-and-Forestry.pdf
10. Government of Ukraine. *Ukraine's First Adaptation Communication to the UNFCCC*. 2025. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/2025-05/Ukraine%201st%20Adaptation%20Communication.pdf
11. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12
12. Про основні засади державної кліматичної політики : Закон України від 08.10.2024 № 3991-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/3991-20
13. Паризька угода : міжнародний документ від 12.12.2015 ; ратифікована Законом України від 14.07.2016 № 1469-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/995_l61
14. Second Nationally Determined Contribution of Ukraine to the Paris Agreement. 2025. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/2025-11/2%20Ukraine%20NDC2_adj_v2.pdf
15. Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів : Закон України від 12.12.2019 № 377-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/377-20
16. Про затвердження плану заходів щодо створення національної системи торгівлі квотами на викиди парникових газів : розпорядження Кабінету Міністрів України від 21.02.2025 № 146-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/146-2025-p

17. Стратегія формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2035 року : схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2024 № 483-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/483-2024-р

Тема 5. Проблеми екології, пов’язані з енергетикою

1. Мета вивчення теми

Метою вивчення теми є формування у студентів системного розуміння взаємозв’язку між функціонуванням енергетичного комплексу та станом навколишнього природного середовища, визначення основних екологічних проблем, що виникають у процесі видобування паливно-енергетичних ресурсів, виробництва, передавання та споживання енергії, а також ознайомлення із сучасними підходами до запобігання та зменшення негативного впливу енергетичної діяльності на довкілля.

Особливу увагу необхідно приділити аналізу екологічних наслідків роботи теплових і атомних електростанцій, механізмів утворення забруднювальних речовин в атмосфері, причин виникнення смогу, кислотних дощів і теплового забруднення, а також впливу енергетичних криз та техногенних аварій на екологічну безпеку.

Важливо сформувати розуміння того, що екологічна безпека енергетики залежить не лише від технологій виробництва енергії, а й від ефективності використання ресурсів, технічного стану обладнання, дотримання природоохоронного законодавства, рівня екологічного контролю та відповідальності суб’єктів господарювання.

2. Основні питання теми

Під час вивчення теми необхідно опрацювати такі питання:

1. Основні джерела забруднення навколишнього природного середовища, пов’язані з енергетичною діяльністю.
2. Парниковий ефект, причини посилення глобального потепління та роль енергетики у зміні клімату.
3. Кислотні опади: причини утворення, екологічні наслідки та способи запобігання.
4. Смог як форма атмосферного забруднення. Основні різновиди смогу та умови їх виникнення.
5. Теплове забруднення довкілля, його джерела, механізми формування та екологічні наслідки.
6. Вплив енергетичних об’єктів на атмосферу, водні ресурси, ґрунти, рослинний і тваринний світ.
7. Особливості взаємодії теплових електростанцій із навколишнім середовищем.
8. Екологічні проблеми традиційної та ядерної енергетики, перспективи розвитку атомної енергетики.
9. Аварії на атомних електростанціях: причини виникнення, радіаційні наслідки та заходи безпеки.
10. Енергетичні кризи, їхні причини, соціально-економічні й екологічні наслідки.
11. Екологічне законодавство України та міжнародне екологічне право.
12. Екологічні катастрофи природного й техногенного походження та їхній вплив на довкілля.

13. Найбільші екологічні катастрофи в Україні: Чорнобильська катастрофа, руйнування Каховської ГЕС та інші потенційно небезпечні екологічні ситуації.
14. Основні напрями зменшення негативного впливу енергетики на довкілля та забезпечення екологічної безпеки.

3. Методичні рекомендації щодо вивчення теми

Вивчення теми доцільно здійснювати послідовно, переходячи від загального розуміння екологічних проблем енергетики до аналізу конкретних джерел забруднення, механізмів їх виникнення та можливих шляхів розв'язання.

Перший етап — ознайомлення з основними джерелами забруднення довкілля.

На початку опрацювання матеріалу необхідно з'ясувати, яким чином енергетична діяльність впливає на компоненти навколишнього природного середовища. Слід розглянути вплив видобування, перероблення та спалювання паливних ресурсів, роботи електростанцій, систем охолодження, транспортування енергоносіїв і поводження з відходами.

Важливо розуміти, що негативний вплив енергетики не обмежується викидами в атмосферу. Він також проявляється у забрудненні водних об'єктів і ґрунтів, зміні природних ландшафтів, порушенні екосистем, утворенні відходів та зміні температурного режиму довкілля.

Другий етап — вивчення атмосферних забруднень і змін клімату.

Під час опрацювання питань парникового ефекту, кислотних опадів і смогу необхідно зосередитися на причинах їх виникнення та хімічних і фізичних процесах, які лежать в основі цих явищ.

Слід розрізняти природний парниковий ефект, необхідний для підтримання температурного режиму Землі, та його антропогенне посилення внаслідок збільшення концентрації парникових газів. Особливу увагу варто приділити викидам вуглекислого газу, метану та інших парникових газів, пов'язаних із використанням викопного палива.

Під час вивчення кислотних опадів необхідно з'ясувати роль діоксиду сірки та оксидів азоту в утворенні кислотних сполук в атмосфері. Вивчаючи смог, потрібно розрізняти промисловий (сірчистий) і фотохімічний смог, визначати умови їх утворення та вплив на здоров'я людини й природні екосистеми.

Третій етап — аналіз теплового забруднення та впливу енергетичних об'єктів.

Необхідно з'ясувати, чому виробництво електричної енергії на теплових і атомних електростанціях супроводжується відведенням значної кількості теплоти в навколишнє середовище.

Особливу увагу слід приділити впливу підігрітих вод, які скидаються у природні водойми після використання в системах охолодження. Потрібно розуміти, що підвищення температури води може зменшувати розчинність кисню, змінювати умови існування водних організмів і порушувати природну рівновагу водних екосистем.

Під час вивчення впливу теплових електростанцій слід розглянути основні забруднювальні речовини, що утворюються під час спалювання вугілля, мазуту та природного газу, а також особливості поводження із золою, шлаками, відпрацьованими мастилами та іншими виробничими відходами.

Четвертий етап — вивчення екологічних проблем ядерної енергетики.

Під час опрацювання цього питання необхідно визначити переваги атомної енергетики з погляду низьких прямих викидів парникових газів під час виробництва електроенергії та водночас усвідомити наявність специфічних екологічних ризиків.

До таких ризиків належать утворення радіоактивних відходів, необхідність безпечного зберігання відпрацьованого ядерного палива, можливість аварійних ситуацій, вплив видобування уранової сировини та потреба у виведенні ядерних установок з експлуатації.

Важливо розуміти принципи багатобар'єрного захисту ядерних установок, призначення систем аварійного охолодження, герметичних оболонок та систем радіаційного контролю.

П'ятий етап — аналіз енергетичних криз та екологічного законодавства.

Необхідно з'ясувати основні причини виникнення енергетичних криз: обмеженість викопних ресурсів, нерівномірність їх розподілу, залежність від імпорту енергоносіїв, воєнні конфлікти, пошкодження енергетичної інфраструктури, зростання попиту на енергію та недостатню енергоефективність.

Слід усвідомити, що енергетична криза має не лише економічні, а й соціальні, політичні та екологічні наслідки. Водночас підвищення енергоефективності, розвиток відновлюваних джерел енергії, диверсифікація енергопостачання та модернізація енергетичної інфраструктури є важливими напрямами підвищення енергетичної безпеки.

Під час вивчення законодавства потрібно ознайомитися з основними положеннями природоохоронних законів України, міжнародними угодами щодо охорони довкілля та запобігання зміні клімату. Необхідно розуміти значення державного екологічного контролю, оцінки впливу на довкілля та міжнародного співробітництва.

Шостий етап — вивчення екологічних катастроф.

На завершальному етапі необхідно проаналізувати приклади природних і техногенних екологічних катастроф, визначити їхні причини, масштаби та довгострокові наслідки.

Особливу увагу слід приділити Чорнобильській катастрофі 1986 року та руйнуванню греблі Каховської ГЕС у червні 2023 року. Порівнюючи ці події, необхідно враховувати відмінності між радіаційним забрудненням і масштабним порушенням гідрологічного режиму територій, затопленням земель та забрудненням водних екосистем.

Під час аналізу інших екологічно небезпечних ситуацій в Україні важливо відрізняти підтверджені наслідки аварій від потенційних ризиків, які потребують додаткового дослідження та моніторингу.

Для кращого засвоєння матеріалу рекомендується:

- складати короткі конспекти за кожним тематичним питанням;
- порівнювати різні види забруднення за джерелами виникнення та екологічними наслідками;
- аналізувати схеми утворення парникового ефекту, кислотних опадів і смогу;
- використовувати таблиці для порівняння впливу ТЕС та АЕС на довкілля;
- опрацьовувати приклади екологічних катастроф і визначати їхні причини та наслідки;
- звертатися до чинних нормативно-правових актів і матеріалів міжнародних природоохоронних організацій.

4. Основні поняття, які необхідно засвоїти

Після опрацювання теми студент повинен засвоїти такі основні поняття:

- **Навколишнє природне середовище** — сукупність природних компонентів і умов, у яких існують живі організми та здійснюється господарська діяльність людини.
- **Забруднення довкілля** — надходження до навколишнього середовища речовин, енергії або інших чинників у кількостях, що спричиняють негативні зміни його стану.
- **Антропогенний вплив** — вплив діяльності людини на природні системи та їхні компоненти.
- **Парниковий ефект** — природне явище затримання частини теплового випромінювання атмосфери, яке посилюється внаслідок збільшення концентрації парникових газів.
- **Парникові гази** — газоподібні компоненти атмосфери, які поглинають і випромінюють інфрачервоне випромінювання та впливають на тепловий баланс Землі.
- **Глобальне потепління** — довгострокове підвищення середньої температури земної поверхні та нижніх шарів атмосфери.
- **Кислотні опади** — атмосферні опади та інші форми випадання забруднювальних речовин із підвищеною кислотністю, пов’язані передусім із перетвореннями сполук сірки й азоту в атмосфері.
- **Смог** — забруднення приземного шару атмосфери сумішшю газоподібних і твердих забруднювальних речовин, яке за певних метеорологічних умов досягає небезпечних концентрацій.
- **Фотохімічний смог** — тип смогу, що утворюється внаслідок фотохімічних реакцій між оксидами азоту та леткими органічними сполуками під дією сонячного випромінювання.
- **Теплове забруднення** — антропогенна зміна природного температурного режиму води, повітря або територій.
- **Теплова електростанція (ТЕС)** — енергетичний об’єкт, у якому теплота, отримана переважно під час спалювання палива, перетворюється на електричну енергію.
- **Атомна електростанція (АЕС)** — електростанція, у якій теплова енергія утворюється внаслідок керованої ядерної реакції поділу та використовується для виробництва електроенергії.
- **Радіоактивні відходи** — матеріали та речовини, що містять радіонукліди й не підлягають подальшому використанню та потребують спеціального поводження.
- **Радіаційне забруднення** — забруднення об’єктів довкілля радіоактивними речовинами.

- **Енергетична криза** — ситуація, за якої виникають суттєві порушення постачання енергетичних ресурсів або забезпечення споживачів електричною та тепловою енергією.
- **Енергетична безпека** — стан захищеності енергетичної системи, за якого забезпечується надійне, доступне та стале постачання енергії.
- **Екологічна безпека** — стан навколишнього природного середовища, за якого забезпечується запобігання небезпечному впливу природних і антропогенних чинників на людину та екосистеми.
- **Екологічна катастрофа** — масштабна подія або процес, що спричиняє значне порушення функціонування природних систем, істотне погіршення стану довкілля та може створювати загрозу життю і здоров'ю людей.
- **Оцінка впливу на довкілля (ОВД)** — процедура визначення, опису та оцінювання можливого впливу планованої господарської діяльності на компоненти довкілля.
- **Екологічне законодавство** — система нормативно-правових актів, що регулюють відносини у сфері охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки.
- **Декарбонізація** — процес скорочення викидів вуглекислого газу та інших парникових газів у результаті структурних і технологічних змін в економіці та енергетиці.

5. На що звернути особливу увагу

Під час вивчення теми особливу увагу необхідно звернути на такі аспекти:

1. **Взаємозв'язок енергетики та екології.** Потрібно розуміти, що виробництво й використання енергії супроводжуються впливом на атмосферу, гідросферу, літосферу та біосферу. Масштаби такого впливу залежать від виду енергоресурсів, технології виробництва, технічного стану обладнання та ефективності природоохоронних заходів.
2. **Відмінність природного та антропогенного парникового ефекту.** Природний парниковий ефект є необхідною умовою існування життя на Землі, тоді як його посилення внаслідок діяльності людини сприяє глобальному потеплінню та зміні клімату.
3. **Причини утворення кислотних опадів і смогу.** Необхідно розрізняти роль діоксиду сірки, оксидів азоту, твердих частинок і летких органічних сполук у формуванні різних видів атмосферного забруднення.
4. **Особливості теплового забруднення.** Важливо усвідомити, що підвищення температури води впливає на розчинність кисню, життєдіяльність водних організмів, процеси самоочищення та екологічну рівновагу водойм.
5. **Порівняння екологічного впливу ТЕС та АЕС.** Теплові електростанції на викопному паливі є значними джерелами викидів продуктів згоряння, зокрема CO_2, оксидів азоту, діоксиду сірки та твердих частинок. Атомні електростанції мають низькі прямі викиди парникових газів під час виробництва електроенергії, проте потребують особливих заходів радіаційної безпеки та поводження з радіоактивними відходами.
6. **Причини та наслідки аварій на АЕС.** Необхідно розуміти механізми пошкодження ядерного палива, можливі шляхи виходу радіонуклідів у довкілля та значення систем аварійного захисту й охолодження.
7. **Екологічні наслідки енергетичних криз.** Варто звернути увагу на те, що дефіцит енергоресурсів і пошкодження енергетичної інфраструктури можуть спричиняти не лише економічні труднощі, а й додаткове забруднення довкілля через

використання резервних джерел живлення, аварійні викиди та порушення технологічних процесів.

8. **Значення екологічного законодавства.** Потрібно знати основні нормативно-правові документи України у сфері охорони довкілля, енергоефективності та кліматичної політики, а також розуміти роль міжнародних природоохоронних угод.
9. **Масштаби та довготривалі наслідки екологічних катастроф.** Необхідно вміти аналізувати не лише безпосередні наслідки аварій, а й віддалені зміни природних екосистем, стану здоров'я населення, якості води, ґрунтів і біорізноманіття.
10. **Комплексність заходів екологічного захисту.** Зменшення негативного впливу енергетики потребує впровадження чистіших технологій, підвищення енергоефективності, очищення викидів і стічних вод, безпечного поводження з відходами, екологічного моніторингу та дотримання природоохоронного законодавства.

6. Порядок самоперевірки знань

Для перевірки рівня засвоєння лекційного матеріалу студенту рекомендується здійснювати самоперевірку послідовно, після опрацювання всіх основних питань теми.

Етап 1. Перевірка розуміння теоретичного матеріалу.

Повторно переглянути конспект лекцій та визначити, чи засвоєно основні причини виникнення екологічних проблем, механізми їх формування та наслідки для навколишнього природного середовища.

Етап 2. Перевірка знання основних понять.

Переконатися, що студент може самостійно пояснити поняття «парниковий ефект», «кислотні опади», «смог», «теплове забруднення», «енергетична криза», «екологічна катастрофа», «радіаційне забруднення» та інші терміни теми.

Етап 3. Порівняльний аналіз екологічних проблем.

Спробувати самостійно порівняти:

- природний і антропогенно посилений парниковий ефект;
- промисловий і фотохімічний смог;
- вплив ТЕС та АЕС на довкілля;
- радіаційне забруднення та хімічне забруднення;
- природні й техногенні екологічні катастрофи.

Етап 4. Аналіз конкретних прикладів.

Перевірити, чи може студент пояснити причини та наслідки Чорнобильської катастрофи, аварії на АЕС «Фукусіма-1», руйнування Каховської ГЕС та інших розглянутих у лекційному матеріалі екологічно небезпечних ситуацій.

Етап 5. Перевірка знання природоохоронних заходів.

Необхідно вміти назвати основні технологічні, організаційні та правові заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу енергетики на довкілля.

Етап 6. Виконання контрольних і тестових завдань.

Дати відповіді на контрольні запитання та виконати тестові завдання, наведені в цих методичних рекомендаціях. Після завершення тестування перевірити правильність відповідей за ключем і повторно опрацювати питання, у яких допущено помилки.

7. Очікувані результати навчання

У результаті вивчення теми студент повинен:

Знати:

- основні джерела забруднення довкілля, пов'язані з енергетичною діяльністю;
- причини та механізми виникнення парникового ефекту, кислотних опадів і смогу;
- основні види та наслідки теплового забруднення;
- особливості впливу теплових і атомних електростанцій на навколишнє середовище;
- основні екологічні проблеми ядерної енергетики та причини аварій на АЕС;
- причини виникнення енергетичних криз і їхні екологічні наслідки;
- основні положення природоохоронного законодавства України та міжнародного екологічного права;
- причини, масштаби та наслідки найбільших екологічних катастроф у світі й Україні.

Уміти:

- визначати основні джерела та види забруднення, пов'язані з функціонуванням енергетичних об'єктів;
- пояснювати механізми утворення парникового ефекту, кислотних опадів і різних видів смогу;
- характеризувати вплив енергетичних установок на атмосферне повітря, водні ресурси та ґрунти;
- порівнювати екологічні наслідки використання різних видів енергетичних ресурсів;
- аналізувати причини та наслідки техногенних аварій і екологічних катастроф;
- визначати основні напрями зменшення негативного впливу енергетики на довкілля;
- використовувати нормативно-правові та інформаційні джерела для аналізу екологічних проблем енергетики.

Володіти навичками:

- системного аналізу екологічних проблем енергетичного комплексу;
- оцінювання потенційних екологічних ризиків під час експлуатації енергетичного обладнання;
- пошуку та критичного опрацювання інформації з офіційних екологічних і науково-аналітичних джерел;
- обґрунтування доцільності впровадження природоохоронних та енергоефективних технологій.

8. Висновки

Вивчення теми «Проблеми екології, пов'язані з енергетикою» дає змогу сформувати цілісне уявлення про складний взаємозв'язок між енергетичною діяльністю людини та станом навколишнього природного середовища. Розгляд джерел забруднення,

парникового ефекту, кислотних опадів, смогу, теплового забруднення та впливу енергетичних об’єктів допомагає зрозуміти основні механізми виникнення екологічних проблем і їхні наслідки для природних екосистем та здоров’я населення.

Особливе значення має аналіз екологічних ризиків традиційної та ядерної енергетики, причин енергетичних криз і наслідків техногенних катастроф. Приклади Чорнобильської катастрофи та руйнування Каховської ГЕС демонструють, що порушення безпечного функціонування енергетичних об’єктів може призводити до масштабних і довготривалих змін довкілля.

Засвоєння матеріалу теми сприятиме формуванню екологічного мислення майбутніх фахівців електричної інженерії, розумінню необхідності дотримання екологічних вимог під час проектування, експлуатації та модернізації енергетичних систем, а також усвідомленню важливості впровадження енергоефективних і природоохоронних технологій.

9. Контрольні запитання

1. Які основні джерела забруднення навколишнього природного середовища пов’язані з енергетичною діяльністю?
2. У чому полягає відмінність між природним парниковим ефектом та його антропогенним посиленням?
3. Які основні парникові гази утворюються або надходять в атмосферу внаслідок енергетичної діяльності?
4. Які речовини є основними попередниками кислотних опадів і як вони перетворюються в атмосфері?
5. Що таке смог і які основні різновиди смогу розрізняють?
6. За яких умов утворюється промисловий смог?
7. Які хімічні процеси лежать в основі утворення фотохімічного смогу?
8. Що таке теплове забруднення та які основні джерела його виникнення?
9. Як підвищення температури води впливає на вміст розчиненого кисню та життєдіяльність водних організмів?
10. Які основні види негативного впливу ТЕС на атмосферу, водні ресурси та ґрунти?
11. Чим відрізняється екологічний вплив теплових електростанцій від впливу атомних електростанцій?
12. Які основні екологічні проблеми пов’язані з експлуатацією АЕС?
13. Яке призначення систем аварійного охолодження та багатобар’єрного захисту на атомних електростанціях?
14. Які основні причини та наслідки аварій на Чорнобильській АЕС і АЕС «Фукусіма-1»?
15. Що таке енергетична криза та які чинники можуть спричинити її виникнення?
16. Які екологічні наслідки можуть виникати внаслідок енергетичних криз?
17. Які основні нормативно-правові акти України регулюють відносини у сфері охорони довкілля?
18. Яке значення мають міжнародні екологічні угоди для забезпечення екологічної безпеки?
19. Що розуміють під екологічною катастрофою та за якими ознаками її можна характеризувати?
20. Які екологічні наслідки спричинили Чорнобильська катастрофа та руйнування Каховської ГЕС?
21. Які основні заходи можуть зменшити негативний вплив енергетики на навколишнє природне середовище?

10. Тестові завдання

1. Який газ є основним продуктом повного згоряння вуглецевмісного викопного палива та одним із головних антропогенних парникових газів?

а) Кисень
б) Вуглекислий газ
в) Азот
г) Водень

2. Яке явище забезпечує природне утримання частини теплового випромінювання в атмосфері Землі?

а) Озонове руйнування
б) Кислотні опади
в) Парниковий ефект
г) Теплова інверсія

3. Які речовини є основними попередниками кислотних опадів?

а) Діоксид сірки та оксиди азоту
б) Кисень і водень
в) Азот і аргон
г) Вуглекислий газ і водень

4. Які умови найбільше сприяють утворенню промислового (сірчистого) смогу?

а) Висока температура, сильний вітер і низька вологість
б) Інтенсивне сонячне випромінювання та висока температура
в) Сильні опади й інтенсивне перемішування повітря
г) Холодна волога погода та застій повітря

5. Які речовини беруть участь в утворенні фотохімічного смогу під дією сонячного випромінювання?

а) Кисень і водень
б) Оксиди азоту та леткі органічні сполуки
в) Азот і вуглекислий газ
г) Водяна пара та аргон

6. Що є характерною ознакою фотохімічного смогу?

а) Утворення лише водяної пари
б) Повне припинення фотохімічних реакцій
в) Утворення приземного озону та інших вторинних забруднювачів
г) Зменшення концентрації всіх забруднювальних речовин

7. Яка основна причина теплового забруднення водойм поблизу теплових і атомних електростанцій?

а) Скидання підігрітої води після використання в системах охолодження
б) Надходження атмосферного кисню

в) Збільшення кількості опадів
г) Зниження швидкості течії річки в усіх випадках

8. До якого наслідку може призвести підвищення температури води у водоймі?

а) Необмеженого збільшення розчинності кисню
б) Повного припинення випаровування
в) Обов’язкового зникнення всіх мінеральних речовин
г) Зменшення розчинності кисню у воді

9. Яка з наведених речовин є типовим забруднювачем атмосферного повітря під час спалювання вугілля на ТЕС?

а) Гелій
б) Діоксид сірки
в) Неон
г) Чистий водень

10. Яка технологія використовується для зменшення викидів твердих частинок із димових газів ТЕС?

а) Збільшення температури горіння без контролю
б) Відведення димових газів без очищення
в) Електрофільтри або рукавні фільтри
г) Зменшення висоти димової труби

11. Яка особливість атомних електростанцій є однією з їхніх основних переваг з погляду кліматичної політики?

а) Низькі прямі викиди парникових газів під час виробництва електроенергії
б) Повна відсутність будь-якого впливу на довкілля
в) Відсутність потреби в охолодженні
г) Повна відсутність радіоактивних відходів

12. Яка з наведених проблем є специфічною для ядерної енергетики?

а) Утворення побутових відходів
б) Викиди водяної пари
в) Використання електричних мереж
г) Необхідність безпечного поводження з радіоактивними відходами

13. Яка подія стала безпосередньою причиною аварії на АЕС «Фукусіма-1» у 2011 році?

а) Виверження вулкана поблизу станції
б) Землетрус і спричинене ним цунамі, що призвели до втрати електроживлення та охолодження
в) Пожежа на вугільному складі
г) Руйнування греблі гідроелектростанції

14. Яка з наведених причин може спричинити енергетичну кризу?

а) Збільшення ефективності використання енергії
б) Розширення диверсифікації енергопостачання
в) Пошкодження енергетичної інфраструктури та порушення постачання енергоносіїв
г) Скорочення втрат у електричних мережах

15. Який захід є одним із найефективніших напрямів зменшення екологічного навантаження енергетики?

а) Підвищення енергоефективності та скорочення непродуктивного споживання енергії
б) Збільшення втрат електроенергії
в) Відмова від очищення промислових викидів
г) Збільшення використання низькоякісного палива

16. Який нормативно-правовий акт України встановлює загальні правові засади охорони навколишнього природного середовища?

а) Закон України «Про дорожній рух»
б) Закон України «Про освіту»
в) Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»
г) Закон України «Про вищу освіту»

17. Яка міжнародна угода спрямована на обмеження глобального потепління та скорочення викидів парникових газів?

а) Базельська конвенція
б) Паризька угода
в) Рамсарська конвенція
г) Конвенція про біологічне різноманіття

18. Яка подія сталася 26 квітня 1986 року в Україні?

а) Руйнування греблі Каховської ГЕС
б) Аварія на АЕС «Фукусіма-1»
в) Аварія на АЕС «Три-Майл-Айленд»
г) Чорнобильська катастрофа

19. Яка подія спричинила масштабне затоплення територій та порушення природних екосистем у червні 2023 року?

а) Руйнування греблі Каховської ГЕС
б) Аварія на Чорнобильській АЕС
в) Виверження вулкана
г) Аварія на газопроводі

20. Який підхід найкраще відповідає принципам екологічно відповідального розвитку енергетики?

а) Максимальне збільшення споживання викопного палива
б) Ігнорування екологічних наслідків енергетичних проєктів
в) Поєднання енергоефективності, чистіших технологій, екологічного контролю та раціонального використання ресурсів
г) Відмова від моніторингу стану довкілля

11. Рекомендовані джерела інформації для самостійного опрацювання

1. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text
2. Про охорону атмосферного повітря : Закон України від 16.10.1992 № 2707-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text
3. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text
4. Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 № 2320-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text
5. Про основні засади державної кліматичної політики : Закон України від 08.10.2024 № 3991-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3991-20#Text
6. Про енергетичну ефективність : Закон України від 21.10.2021 № 1818-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text
7. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату : міжнародний документ від 09.05.1992. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044#Text
8. Паризька угода : міжнародний документ від 12.12.2015. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_l61#Text
9. World Health Organization. Ambient (outdoor) air pollution. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-%28outdoor%29-air-quality-and-health
10. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2023: Synthesis Report. Geneva : IPCC, 2023. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/
11. United States Environmental Protection Agency. Acid Rain. URL: https://www.epa.gov/acidrain
12. London Museum. The Great Smog of 1952. URL: https://www.londonmuseum.org.uk/collections/london-stories/the-great-smog-of-1952/
13. United States Environmental Protection Agency. Temperature: CADDIS Volume 2. URL: https://www.epa.gov/caddis/temperature
14. United States Environmental Protection Agency. Dissolved Oxygen: CADDIS Volume 2. URL: https://www.epa.gov/caddis/dissolved-oxygen
15. United States Energy Information Administration. Many Newer Power Plants Have Cooling Systems That Reuse Water. URL: https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=14971 .
16. International Energy Agency. Global Methane Tracker 2025. Paris : IEA, 2025. URL: https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2025
17. International Atomic Energy Agency. Radioactive Waste Management. URL: https://www.iaea.org/topics/radioactive-waste-management
18. United States Energy Information Administration. Nuclear Power and the Environment. URL: https://www.eia.gov/energyexplained/nuclear/nuclear-power-and-the-environment.php
19. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Chernobyl. URL: https://www.unscear.org/unscear/en/areas-of-work/chernobyl.html
20. International Atomic Energy Agency. Fukushima Daiichi Nuclear Accident. URL: https://www.iaea.org/topics/response/fukushima-daiichi-nuclear-accident
21. United Nations Environment Programme. Rapid Environmental Assessment of Kakhovka Dam Breach, Ukraine, 2023. 2023. URL: https://ukraine.un.org/en/250669-rapid-environmental-assessment-kakhovka-dam-breach-ukraine-2023
22. Державна екологічна інспекція України. Матеріали щодо екологічних ризиків, пов'язаних із затопленням шахти «Юний комунар». URL: https://dei.gov.ua/post/1442

Тема 6. Екологічні аспекти функціонування паливно-енергетичного комплексу країни

1. Мета вивчення теми

Метою вивчення теми є формування у студентів цілісного уявлення про структуру, функціонування та економічне значення паливно-енергетичного комплексу України, його взаємозв'язок із природним середовищем, а також розуміння основних екологічних наслідків виробництва, перетворення, транспортування та споживання енергетичних ресурсів.

Вивчення теми має сприяти розвитку екологічного мислення майбутніх фахівців електричної інженерії, здатних оцінювати екологічні наслідки функціонування енергетичного обладнання та враховувати вимоги енергоефективності, екологічної безпеки й сталого розвитку під час прийняття технічних рішень.

2. Основні питання, які необхідно опрацювати

Під час самостійного вивчення теми студентам необхідно послідовно розглянути такі питання:

1. Структура паливно-енергетичного комплексу України, його основні складові та функціональне призначення.
2. Основні галузі паливно-енергетичного комплексу: вугільна, нафтова, газова, торфова промисловість та електроенергетика.
3. Роль паливно-енергетичного комплексу в економіці держави та його взаємозв'язок із біосферою.
4. Основні види впливу енергетичних об'єктів на навколишнє середовище: забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів і порушення природних екосистем.
5. Екологічні наслідки використання традиційних енергетичних ресурсів та функціонування об'єктів електроенергетики.
6. Основні напрями екологізації паливно-енергетичного комплексу та державна екологічна політика України.
7. Екологічні наслідки воєнних дій для енергетичного сектору України.
8. Екологічні аспекти переходу до низьковуглецевої енергетики та використання відновлюваних джерел енергії.

3. Методичні рекомендації щодо вивчення матеріалу за розділами

Розділ 1. Структура паливно-енергетичного комплексу України

Під час опрацювання цього розділу необхідно сформувати уявлення про паливно-енергетичний комплекс як складну багатогалузеву систему, яка забезпечує видобування, перероблення, транспортування, зберігання та використання енергетичних ресурсів, а також виробництво, передавання і розподілення електричної та теплової енергії.

Важливо розрізняти дві основні складові ПЕК: паливну промисловість та електроенергетику. До першої належать галузі, пов'язані з видобуванням і переробленням вугілля, нафти, природного газу й торфу. Друга охоплює електростанції різних типів, електричні та теплові мережі, підстанції й системи управління енергопостачанням.

Під час вивчення слід звернути увагу на функціональні зв'язки між окремими елементами комплексу. Наприклад, видобуте паливо може використовуватися для виробництва електричної та теплової енергії, а вироблена електроенергія передається мережами до кінцевих споживачів.

Окремо необхідно розглянути місце атомної, теплової, гідравлічної та відновлюваної енергетики в сучасній структурі електрогенерації України. Варто пам'ятати, що співвідношення між різними видами генерації змінюється залежно від технічного стану енергетичної інфраструктури, сезонних умов, доступності паливних ресурсів і безпекової ситуації.

Особливу увагу слід приділити розумінню того, що гідроакумулювальні електростанції виконують функцію накопичення та балансування електроенергії, а не є самостійним первинним джерелом енергії.

Розділ 2. Основні галузі паливно-енергетичного комплексу України

Під час вивчення цього розділу необхідно розглянути особливості функціонування основних галузей ПЕК, їхнє ресурсне забезпечення та значення для економіки держави.

Під час опрацювання матеріалу про вугільну промисловість важливо з'ясувати значення вугілля для теплової електроенергетики та металургійного виробництва. Необхідно розуміти, що його видобування супроводжується порушенням земель, утворенням відвалів, забрудненням шахтними водами, виділенням метану та іншими негативними наслідками для довкілля.

Вивчаючи нафтову промисловість, слід звернути увагу на основні райони видобування нафти, особливості її перероблення та можливі екологічні наслідки аварій під час видобування, транспортування й зберігання. Важливо розуміти, що нафтопереробні підприємства є джерелами атмосферних викидів і промислових стічних вод.

Під час розгляду газової промисловості необхідно з'ясувати значення природного газу для енергетики та промисловості, особливості його видобування, транспортування і зберігання. Особливу увагу слід приділити проблемі витоків метану, оскільки цей газ є потужним парниковим газом і сприяє посиленню глобального потепління.

Вивчаючи торфову промисловість, необхідно враховувати вплив осушення торфовищ на водний режим територій, стан природних екосистем, викиди парникових газів і ризики виникнення пожеж.

Окремо слід проаналізувати роль електроенергетики, яка забезпечує виробництво електричної та теплової енергії на атомних, теплових, гідравлічних і відновлюваних електростанціях. Під час порівняння різних типів електростанцій важливо враховувати не лише їхню потужність і ефективність, а й характер впливу на довкілля.

Розділ 3. Місце ПЕК в економіці країни та його взаємозв'язок із біосферою

Опрацьовуючи цей розділ, необхідно усвідомити стратегічне значення паливно-енергетичного комплексу для функціонування національної економіки. Енергетичні ресурси необхідні для роботи промисловості, транспорту, сільського господарства,

житлово-комунального господарства, закладів освіти, охорони здоров'я та інших сфер суспільного життя.

Слід звернути увагу на те, що енергетична безпека держави безпосередньо пов'язана зі стабільністю постачання енергоресурсів, розвитком власного видобування, диверсифікацією джерел постачання, надійністю енергетичної інфраструктури та ефективним використанням енергії.

Важливо зрозуміти взаємозв'язок між діяльністю ПЕК і біосферою. Видобування природних ресурсів, спалювання палива, промислове виробництво та експлуатація енергетичних об'єктів впливають на природні кругообіги речовин, стан атмосфери, водних екосистем, ґрунтів і живих організмів.

Під час вивчення необхідно проаналізувати, як енергетична діяльність може змінювати природну рівновагу, порушувати умови існування організмів і впливати на якість середовища життя людини.

Особливу увагу слід приділити розумінню суперечності між потребою суспільства в енергії та необхідністю збереження природних ресурсів і екологічної рівноваги. Саме ця суперечність визначає потребу в модернізації енергетики, підвищенні енергоефективності та впровадженні екологічно безпечніших технологій.

Розділ 4. Вплив паливно-енергетичного комплексу на навколишнє середовище

Цей розділ є одним із ключових у темі, оскільки дає змогу встановити зв'язок між технологічними процесами в енергетиці та змінами стану природного середовища.

Під час його опрацювання необхідно розглянути основні види екологічного впливу ПЕК:

- атмосферний — викиди вуглекислого газу, оксидів азоту, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, пилу та інших забруднювальних речовин;
- водний — утворення промислових стічних вод, забруднення водойм, надмірне використання водних ресурсів і теплове забруднення;
- ґрунтовий та геологічний — порушення земель під час видобування корисних копалин, утворення відвалів, просідання земної поверхні, забруднення ґрунтів;
- біологічний — скорочення біорізноманіття, руйнування природних місць існування та порушення екологічних зв'язків;
- фізичний — шум, вібрація, теплове навантаження та інші фізичні чинники;
- радіаційний — ризики, пов'язані з використанням ядерного палива, поводженням із радіоактивними матеріалами та можливими аваріями на ядерних об'єктах.

Особливу увагу необхідно приділити впливу спалювання викопного палива на кліматичну систему. Важливо розрізняти природний парниковий ефект, який є необхідною умовою існування життя на Землі, та його антропогенне посилення внаслідок збільшення концентрації парникових газів в атмосфері.

Потрібно також з'ясувати механізм утворення кислотних опадів унаслідок викидів оксидів сірки та азоту, їхній вплив на ґрунти, водойми, рослинність і матеріали.

Під час вивчення впливу енергетичних об'єктів на водні ресурси слід розуміти небезпеку скидання недостатньо очищених стічних вод і нагрітих водних потоків.

Підвищення температури води може знижувати концентрацію розчиненого кисню та змінювати умови існування водних організмів.

Важливо розрізняти забруднення атмосфери парниковими газами та руйнування озонового шару. Це різні екологічні проблеми, які мають різні причини та механізми розвитку.

Розділ 5. Шляхи екологізації ПЕК та державна екологічна політика України

Під час вивчення цього розділу необхідно зосередитися на способах зменшення негативного впливу енергетичної діяльності на довкілля та на ролі держави у формуванні екологічно орієнтованої енергетичної політики.

Важливо розуміти, що екологізація ПЕК передбачає не лише встановлення очисного обладнання, а й комплексну модернізацію виробничих процесів, раціональне використання природних ресурсів, зменшення втрат енергії, запобігання аваріям та впровадження технологій із нижчим рівнем екологічного навантаження.

Під час опрацювання матеріалу слід звернути увагу на такі напрями:

- підвищення енергоефективності виробництва, передавання та споживання енергії;
- модернізація енергетичного обладнання та впровадження найкращих доступних технологій;
- скорочення викидів забруднювальних речовин і парникових газів;
- удосконалення систем очищення промислових газів і стічних вод;
- раціональне використання водних і земельних ресурсів;
- рекультивація порушених земель і відновлення природних екосистем;
- розвиток відновлюваної енергетики та розподіленої генерації;
- удосконалення екологічного моніторингу й контролю.

Необхідно ознайомитися з основними положеннями Закону України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року», Енергетичної стратегії України на період до 2050 року та Закону України «Про основні засади державної кліматичної політики».

Особливу увагу слід приділити принципам запобігання забрудненню, відповідальності за завдану довкіллю шкоду, раціонального використання природних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки.

Розділ 6. Екологічні наслідки воєнних дій для енергетичного сектору України

Під час вивчення цього розділу необхідно усвідомити, що воєнні дії створюють додаткові екологічні загрози, пов’язані з пошкодженням і руйнуванням об’єктів енергетичної інфраструктури.

Варто розглянути можливі наслідки обстрілів електростанцій, нафтобаз, газосховищ, трансформаторних підстанцій, ліній електропередавання та інших енергетичних об’єктів. Руйнування таких споруд може спричиняти пожежі, викиди продуктів горіння, витоки нафтопродуктів і технічних рідин, забруднення ґрунтів та водних об’єктів.

Особливу увагу необхідно приділити ризикам, пов’язаним із пошкодженням гідротехнічних споруд, зокрема руйнуванням Каховської греблі, що спричинило масштабні зміни водного режиму територій, затоплення земель, порушення екосистем і забруднення довкілля.

Необхідно також розуміти небезпеку пошкодження об’єктів ядерної енергетики, порушення систем електропостачання та охолодження, а також ризики для радіаційної безпеки.

Під час опрацювання матеріалу слід звернути увагу на необхідність екологічного обстеження пошкоджених територій, оцінювання завданої шкоди, безпечного поводження з уламками та відходами руйнувань, очищення забруднених земель і відновлення природних екосистем.

Важливо усвідомити, що відбудова енергетичної інфраструктури має відбуватися з урахуванням принципів екологічної безпеки, енергоефективності, стійкості та децентралізації енергопостачання.

Розділ 7. Екологічні аспекти переходу до низьковуглецевої енергетики

Опрацьовуючи цей розділ, необхідно з’ясувати сутність низьковуглецевої енергетики та її значення для скорочення викидів парникових газів і пом’якшення змін клімату.

Слід розглянути можливості використання сонячної, вітрової, гідроенергетики, біоенергетики, геотермальної та атомної енергетики в контексті формування енергетичної системи з нижчим рівнем вуглецевих викидів.

Важливо не ототожнювати низьковуглецеву енергетику з повністю безпечною для довкілля. Кожна технологія має власні екологічні особливості, які необхідно враховувати на всіх етапах життєвого циклу — від видобування сировини та виготовлення обладнання до його експлуатації й утилізації.

Під час вивчення необхідно звернути увагу на такі питання:

- вплив сонячних електростанцій на землекористування та необхідність перероблення відпрацьованих фотоелектричних модулів;
- вплив вітроенергетичних установок на ландшафти, птахів і кажанів, а також питання утилізації лопатей;
- зміни водних екосистем унаслідок спорудження гідроелектростанцій;
- екологічні вимоги до використання біомаси та біопалива;
- питання безпеки атомної енергетики, поводження з радіоактивними відходами та використання водних ресурсів;
- екологічні наслідки видобування мінеральної сировини для виробництва акумуляторів і накопичувачів енергії.

Окремо слід ознайомитися з поняттям оцінювання життєвого циклу продукції та технологій (Life Cycle Assessment, LCA), яке дає змогу комплексно оцінювати екологічний вплив енергетичних рішень.

Головним висновком цього розділу має стати розуміння того, що перехід до низьковуглецевої енергетики повинен супроводжуватися комплексним оцінюванням екологічних, технічних та економічних наслідків упровадження нових технологій.

4. Основні поняття, які необхідно засвоїти

Під час вивчення теми студент повинен засвоїти значення таких понять:

- **Паливно-енергетичний комплекс (ПЕК)** — сукупність галузей господарства, що забезпечують видобування, перероблення, транспортування, виробництво, передавання та постачання енергетичних ресурсів і енергії.
- **Паливна промисловість** — сукупність галузей, пов'язаних із видобуванням і переробленням паливних ресурсів.
- **Електроенергетика** — галузь енергетики, що охоплює виробництво, передавання, розподілення та постачання електричної енергії.
- **Енергетична безпека** — стан захищеності енергетичної системи, за якого забезпечується надійне й безперервне постачання енергії споживачам.
- **Біосфера** — оболонка Землі, у межах якої існує життя та відбувається взаємодія живих організмів із навколишнім середовищем.
- **Забруднення атмосферного повітря** — надходження в атмосферу речовин або сумішей, що змінюють її природний склад і можуть негативно впливати на довкілля та здоров'я людини.
- **Парниковий ефект** — природний процес утримання теплового випромінювання в атмосфері, посилення якого внаслідок антропогенних викидів спричиняє глобальне потепління.
- **Парникові гази** — газоподібні компоненти атмосфери, які поглинають і випромінюють інфрачервоне випромінювання та впливають на тепловий баланс Землі.
- **Кислотні опади** — атмосферні опади з підвищеною кислотністю, формування яких пов'язане, зокрема, з викидами оксидів сірки та азоту.
- **Теплове забруднення** — зміна температурного режиму природного середовища внаслідок надходження надлишкової теплоти.
- **Екологізація ПЕК** — комплекс заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу енергетичної діяльності на довкілля.
- **Енергоефективність** — досягнення необхідного результату з використанням меншої кількості енергії або підвищення результативності її використання.
- **Відновлювані джерела енергії** — природні джерела, запаси яких відновлюються внаслідок природних процесів у масштабах, співмірних із періодом їх використання.
- **Низьковуглецева енергетика** — система виробництва та використання енергії, що характеризується порівняно низькими викидами парникових газів протягом життєвого циклу.
- **Оцінювання життєвого циклу (LCA)** — метод комплексного визначення впливу продукції, процесу або технології на довкілля протягом усіх етапів її життєвого циклу.
- **Рекультивація земель** — комплекс заходів із відновлення порушених земель та приведення їх до стану, придатного для подальшого використання.
- **Розподілена генерація** — виробництво електричної або теплової енергії відносно невеликими генерувальними установками, розміщеними поблизу споживачів.
- **Екологічна безпека** — стан захищеності довкілля та життєво важливих інтересів людини від загроз, пов'язаних із негативним впливом господарської діяльності та інших чинників.

5. На що необхідно звернути особливу увагу під час вивчення теми

Під час опрацювання навчального матеріалу доцільно зосередитися на таких положеннях:

1. **Системний характер ПЕК.** Необхідно розуміти, що паливно-енергетичний комплекс є взаємопов'язаною системою, у якій зміни в одній галузі можуть впливати на роботу інших складових та надійність енергопостачання.
2. **Взаємозв'язок енергетики й довкілля.** Виробництво та використання енергії супроводжуються споживанням природних ресурсів, утворенням відходів і викидами забруднювальних речовин. Рівень впливу залежить від типу енергетичної технології та умов її експлуатації.
3. **Відмінність між забруднювальними речовинами та парниковими газами.** Необхідно розрізняти речовини, що безпосередньо погіршують якість атмосферного повітря, та гази, які впливають на кліматичну систему. Деякі речовини можуть належати до обох категорій.
4. **Екологічні наслідки використання різних видів палива.** Слід порівнювати вплив вугілля, нафти, природного газу та інших енергетичних ресурсів на атмосферу, воду, ґрунти й екосистеми.
5. **Значення енергоефективності.** Зменшення втрат енергії та раціональне її використання дають змогу скорочувати потребу у виробництві енергії, знижувати витрати ресурсів і зменшувати екологічне навантаження.
6. **Особливості екологізації енергетики.** Важливо розуміти, що екологізація передбачає поєднання технологічної модернізації, очищення викидів і стічних вод, екологічного моніторингу, відновлення порушених територій та впровадження сучасних енергетичних технологій.
7. **Вплив воєнних дій на енергетичну інфраструктуру.** Необхідно враховувати не лише безпосереднє руйнування енергетичних об'єктів, а й довготривалі наслідки пожеж, забруднення територій, порушення водного режиму та виникнення додаткових екологічних ризиків.
8. **Екологічні особливості низьковуглецевих технологій.** Відновлювані джерела енергії сприяють зниженню викидів парникових газів, проте їхнє обладнання також потребує ресурсів, земель, води та належного поводження з відходами.
9. **Нормативно-правове регулювання.** Слід знати призначення основних законодавчих і стратегічних документів України у сфері екологічної політики, енергетичної ефективності та кліматичної політики.
10. **Роль майбутнього фахівця електричної інженерії.** Під час вибору, проєктування й експлуатації електротехнічного обладнання необхідно враховувати його енергетичні характеристики, екологічні наслідки та вимоги безпеки.

6. Порядок самоперевірки знань

Для перевірки рівня засвоєння навчального матеріалу рекомендується дотримуватися такої послідовності:

1. Повторно прочитати відповідний розділ навчального матеріалу та визначити його основну ідею.
2. Відтворити за пам'яттю структуру паливно-енергетичного комплексу України та назвати його основні галузі.
3. Пояснити призначення основних складових ПЕК і їхнє значення для економіки держави.
4. Навести приклади негативного впливу енергетичних об'єктів на атмосферу, водні ресурси, ґрунти та біосферу.

5. Пояснити механізми утворення парникового ефекту, кислотних опадів і теплового забруднення.
6. Охарактеризувати основні напрями екологізації паливно-енергетичного комплексу.
7. Пояснити, які екологічні загрози виникають унаслідок пошкодження енергетичної інфраструктури під час воєнних дій.
8. Порівняти екологічні переваги й обмеження традиційних і низьковуглецевих енергетичних технологій.
9. Перевірити розуміння основних термінів і понять за допомогою наведеного переліку ключових понять.
10. Дати відповіді на контрольні запитання та виконати тестові завдання.

Якщо під час самоперевірки виникають труднощі з поясненням певного поняття або встановленням причинно-наслідкових зв'язків, необхідно повернутися до відповідного розділу та повторно опрацювати його.

7. Очікувані результати навчання

У результаті вивчення теми студент повинен:

Знати:

- структуру та основні складові паливно-енергетичного комплексу України;
- призначення та особливості функціонування основних галузей ПЕК;
- роль енергетики в економічному розвитку держави;
- основні види впливу енергетичних об'єктів на атмосферу, водні ресурси, ґрунти та біосферу;
- причини виникнення парникового ефекту, кислотних опадів і теплового забруднення;
- основні напрями екологізації паливно-енергетичного комплексу;
- положення основних державних документів у сфері екологічної, енергетичної та кліматичної політики України;
- екологічні наслідки воєнних дій для енергетичної інфраструктури;
- основні екологічні особливості низьковуглецевих енергетичних технологій.

Уміти:

- характеризувати структуру ПЕК України та пояснювати взаємозв'язки між його складовими;
- визначати основні екологічні проблеми, пов'язані з функціонуванням різних галузей енергетики;
- пояснювати механізми негативного впливу енергетичних об'єктів на компоненти довкілля;
- порівнювати екологічні наслідки використання традиційних і відновлюваних джерел енергії;
- обґрунтовувати необхідність упровадження енергоефективних та екологічно безпечних технологій;
- визначати основні напрями зменшення негативного впливу енергетичних підприємств на навколишнє середовище;
- оцінювати значення екологічних вимог під час проектування та експлуатації енергетичного обладнання.

8. Висновки

Вивчення теми «Екологічні аспекти функціонування паливно-енергетичного комплексу України» дає змогу сформувати цілісне розуміння взаємозв'язку між енергетичною діяльністю, економічним розвитком держави та станом навколишнього природного середовища.

Паливно-енергетичний комплекс є необхідною основою функціонування економіки, однак його діяльність супроводжується значним використанням природних ресурсів, утворенням відходів і забрудненням компонентів довкілля. Додаткові екологічні загрози для України виникають унаслідок воєнних дій, пошкодження енергетичної інфраструктури та необхідності відновлення зруйнованих об'єктів.

Зменшення негативного впливу енергетики на довкілля потребує комплексного підходу, який передбачає модернізацію обладнання, підвищення енергоефективності, упровадження сучасних природоохоронних технологій, розвиток низьковуглецевої енергетики та раціональне використання природних ресурсів.

Для майбутніх фахівців електричної інженерії важливим є розуміння того, що технічна ефективність енергетичних систем повинна поєднуватися з екологічною безпекою, надійністю та відповідальністю за наслідки професійної діяльності.

9. Контрольні запитання

1. Що являє собою паливно-енергетичний комплекс і які основні функції він виконує?
2. Які основні складові паливно-енергетичного комплексу України?
3. Які галузі входять до складу паливної промисловості?
4. Яке значення має електроенергетика для функціонування національної економіки?
5. Які основні екологічні проблеми пов'язані з видобуванням вугілля?
6. Які екологічні наслідки можуть виникати під час видобування, транспортування та перероблення нафти?
7. Чому витоки метану під час видобування й транспортування природного газу становлять небезпеку для клімату?
8. Як функціонування паливно-енергетичного комплексу впливає на біосферу?
9. Які основні забруднювальні речовини надходять в атмосферу внаслідок діяльності енергетичних підприємств?
10. У чому полягає механізм утворення кислотних опадів і які їхні наслідки для довкілля?
11. Що таке парниковий ефект і чим відрізняється його природна форма від антропогенного посилення?
12. Які екологічні наслідки може спричиняти теплове забруднення водних об'єктів?
13. Як видобування енергетичних ресурсів впливає на ґрунти та геологічне середовище?
14. Які основні напрями екологізації паливно-енергетичного комплексу?
15. Які завдання визначає державна екологічна політика України у сфері охорони довкілля?
16. Яке значення має Енергетична стратегія України на період до 2050 року?
17. Які екологічні наслідки можуть виникати внаслідок пошкодження енергетичної інфраструктури під час воєнних дій?
18. Які екологічні проблеми спричинило руйнування Каховської греблі?
19. У чому полягають основні екологічні переваги та обмеження використання відновлюваних джерел енергії?

20. Що таке низьковуглецева енергетика та яке значення вона має для сталого розвитку України?

10. Тестові завдання для самоперевірки

1. Що є основним призначенням паливно-енергетичного комплексу?

А. Забезпечення видобування, перероблення та використання енергетичних ресурсів і постачання енергії.
Б. Виробництво виключно промислового обладнання.
В. Організація сільськогосподарського виробництва.
Г. Забезпечення лише транспортного сполучення.

2. Які дві основні складові формують структуру ПЕК?

А. Машинобудування та металургія.
Б. Паливна промисловість та електроенергетика.
В. Транспорт і зв’язок.
Г. Сільське господарство та будівництво.

3. Яка з наведених галузей належить до паливної промисловості?

А. Вітроенергетика.
Б. Гідроенергетика.
В. Нафтова промисловість.
Г. Електричні мережі.

4. Який із наведених чинників є характерним екологічним наслідком видобування вугілля?

А. Збільшення природного біорізноманіття.
Б. Повне відновлення природного ландшафту.
В. Зменшення обсягів промислових відходів.
Г. Порушення земель і утворення шахтних відвалів.

5. Який парниковий газ може витікати під час видобування та транспортування природного газу?

А. Метан.
Б. Кисень.
В. Азот.
Г. Аргон.

6. Який компонент довкілля зазнає безпосереднього впливу внаслідок скидання недостатньо очищених промислових стічних вод?

А. Стратосфера.
Б. Водні ресурси.
В. Магнітне поле Землі.
Г. Сонячне випромінювання.

7. Які речовини є основними попередниками утворення кислотних опадів?

А. Кисень і водень.
Б. Метан і водень.
В. Оксиди сірки та азоту.
Г. Азот і аргон.

8. У чому полягає антропогенне посилення парникового ефекту?

А. У повному зникненні парникових газів з атмосфери.
Б. У припиненні поглинання сонячної енергії Землею.
В. У зменшенні температури поверхні планети.
Г. У збільшенні концентрації парникових газів унаслідок діяльності людини.

9. Який процес є характерним наслідком теплового забруднення водойм?

А. Зменшення розчинності кисню у воді зі зростанням її температури.
Б. Повне припинення випаровування води.
В. Збільшення вмісту кисню за будь-яких умов.
Г. Зникнення всіх розчинених речовин.

10. Який із наведених заходів сприяє зменшенню забруднення атмосферного повітря тепловими електростанціями?

А. Збільшення споживання палива.
Б. Установлення ефективних систем очищення димових газів.
В. Відмова від технічного обслуговування обладнання.
Г. Збільшення тривалості роботи застарілих агрегатів.

11. Що є основною метою екологізації паливно-енергетичного комплексу?

А. Збільшення обсягів використання природних ресурсів.
Б. Розширення площ промислових відвалів.
В. Зменшення негативного впливу енергетичної діяльності на довкілля.
Г. Збільшення кількості неочищених промислових стоків.

12. Який документ визначає основні напрями державної екологічної політики України до 2030 року?

А. Закон України «Про дорожній рух».
Б. Закон України «Про освіту».
В. Закон України «Про вищу освіту».
Г. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року».

13. На який період розрахована Енергетична стратегія України, схвалена у 2023 році?

А. До 2050 року.
Б. До 2025 року.
В. До 2030 року.
Г. До 2040 року.

14. Який із наведених наслідків може виникнути внаслідок пошкодження нафтобази під час воєнних дій?

А. Повне відновлення якості атмосферного повітря.
Б. Пожежі та забруднення повітря, ґрунтів і води нафтопродуктами.
В. Збільшення природної родючості ґрунтів.
Г. Припинення всіх хімічних процесів у довкіллі.

15. Яка екологічна проблема була пов’язана з руйнуванням Каховської греблі?

А. Збільшення площі природних льодовиків.
Б. Зменшення сонячної активності.
В. Масштабне порушення водного режиму територій та водних екосистем.
Г. Припинення атмосферних опадів на всій території України.

16. Яка з наведених технологій належить до відновлюваної енергетики?

А. Спалювання кам’яного вугілля.
Б. Використання мазуту.
В. Робота газової котельні на природному газі.
Г. Перетворення сонячного випромінювання на електричну енергію.

17. Який із наведених чинників може бути екологічним обмеженням розвитку вітроенергетики?

А. Ризик зіткнення птахів і кажанів із вітротурбінами.
Б. Повна відсутність впливу на ландшафт.
В. Утворення радіоактивних відходів під час кожного робочого циклу.
Г. Обов’язкове забруднення водойм нафтою.

18. Що передбачає оцінювання життєвого циклу (LCA)?

А. Визначення лише вартості придбання обладнання.
Б. Комплексне оцінювання впливу продукції або технології на довкілля протягом усіх етапів життєвого циклу.
В. Визначення тільки номінальної потужності електростанції.
Г. Розрахунок лише тривалості експлуатації обладнання.

19. Що є характерною ознакою розподіленої генерації?

А. Виробництво енергії виключно на великих централізованих електростанціях.
Б. Повна відсутність електричних мереж.
В. Розміщення генерувальних установок поблизу споживачів.
Г. Використання лише вугілля як енергетичного ресурсу.

20. Який підхід є найбільш доцільним для забезпечення екологічно відповідального розвитку енергетики України?

А. Збільшення видобування ресурсів без урахування екологічних наслідків.
Б. Відмова від будь-якого екологічного контролю.
В. Використання виключно одного виду енергетичних ресурсів.

Г. Поєднання енергоефективності, технологічної модернізації, екологічної безпеки та розвитку низьковуглецевої енергетики.

11. Рекомендовані джерела для самостійного опрацювання

1. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 № 2697-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2697-19
2. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 21.04.2023 № 373-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/373-2023-%D1%80
3. Про основні засади державної кліматичної політики : Закон України від 08.10.2024 № 3991-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/3991-20
4. Про енергетичну ефективність : Закон України від 21.10.2021 № 1818-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1818-20
5. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2059-19
6. Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 № 2320-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2320-20
7. International Energy Agency. *Ukraine's Energy Security 2026: Pre-winter Assessment 2026–2027*. 2026. URL: https://www.iea.org/reports/ukraine-s-energy-security-2026
8. United Nations Environment Programme. *The Environmental Impact of the Conflict in Ukraine: A Preliminary Review*. 2022. URL: https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/40746
9. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva : IPCC, 2023. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/
10. World Health Organization. *Ambient (Outdoor) Air Pollution*. 2024. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-%28outdoor%29-air-quality-and-health

Тема 7. Методи ощадного використання енергії

1. Мета вивчення теми

Метою вивчення теми є формування у здобувачів вищої освіти системних знань про основні методи та напрями ощадного використання енергетичних ресурсів у побуті, житлово-комунальному господарстві, транспорті й промисловості; ознайомлення з технічними, технологічними та організаційними заходами підвищення енергоефективності; засвоєння принципів економічної та екологічної оцінки результатів упровадження енергозберігальних технологій.

Під час вивчення теми студенти повинні зрозуміти, що енергозбереження передбачає не лише зменшення обсягів споживання енергії, а й раціональне її використання, усунення непродуктивних втрат, підвищення ефективності обладнання та технологічних процесів без погіршення якості продукції, умов праці й життєдіяльності людини.

Основними завданнями вивчення теми є:

- засвоєння основних принципів і методів ощадного використання енергії;
- визначення можливостей скорочення енергоспоживання в побуті та житлово-комунальному господарстві;
- ознайомлення з енергоефективними технологіями освітлення, опалення, гарячого водопостачання та використання побутових приладів;
- вивчення напрямів зменшення енергоспоживання на транспорті та муніципальному рівні;
- розуміння значення промислового енергозбереження, оптимізації електроприводів, насосних, вентиляційних і компресорних систем;
- ознайомлення з технологіями утилізації вторинних енергетичних ресурсів і використання скидної теплоти;
- формування уявлення про принципи сортування, повторного використання та перероблення відходів як складових ресурсозбереження;
- засвоєння методів визначення економії енергоресурсів, оцінювання фінансових результатів і термінів окупності енергоефективних заходів;
- розуміння екологічного ефекту від упровадження заходів з енергозбереження.

2. Основні питання теми

Під час опрацювання навчального матеріалу необхідно розглянути такі питання:

1. Основні принципи енергозбереження та раціонального використання енергетичних ресурсів.
2. Ефективне використання енергії в побуті та способи зменшення непродуктивних енергетичних втрат.
3. Потенціал енергозбереження в системах опалення та гарячого водопостачання.
4. Енергетичне маркування побутової техніки, електрообладнання та джерел світла.
5. Енергоефективне освітлення, характеристики сучасних джерел світла та способи оптимізації освітлювальних систем.
6. Енергозбереження на автомобільному транспорті та напрями підвищення ефективності транспортних систем.
7. Енергозбереження на муніципальному рівні: модернізація систем теплопостачання, освітлення та комунальної інфраструктури.

8. Проблема утворення твердих побутових відходів, їх сортування, повторне використання та перероблення.
9. Енергозбереження у промисловості: підвищення ефективності електроприводів, насосів, вентиляторів, компресорів і теплових процесів.
10. Використання вторинних енергетичних ресурсів, рекуперація теплоти та когенерація.
11. Економічна та екологічна оцінка заходів з енергозбереження.
12. Визначення економії енергії, скорочення витрат на енергоресурси, терміну окупності та зменшення викидів парникових газів.

3. Методичні рекомендації щодо вивчення теми

Вивчення теми рекомендується здійснювати послідовно, переходячи від загальних принципів енергозбереження до конкретних технологічних рішень та оцінювання їх результативності.

Під час опрацювання основних принципів енергозбереження необхідно з'ясувати сутність понять «енергозбереження», «енергоефективність» і «раціональне використання енергетичних ресурсів». Слід усвідомити, що зменшення енергоспоживання не повинно супроводжуватися погіршенням умов життєдіяльності, якості продукції або надійності виробничих процесів. Важливо звернути увагу на необхідність усунення непродуктивних втрат енергії та використання енергетичних ресурсів відповідно до потреб конкретного процесу.

Під час вивчення способів енергозбереження в побуті доцільно проаналізувати, які чинники впливають на споживання електричної та теплової енергії в житлових приміщеннях. Особливу увагу потрібно приділити теплоізоляції будівель, герметичності вікон і дверей, регулюванню систем опалення, використанню енергоефективних побутових приладів і раціональній поведінці споживачів. Необхідно розуміти, що енергозбереження досягається поєднанням технічних заходів і відповідального ставлення до використання енергії.

Під час опрацювання питання енергозбереження в системах тепло- та гарячого водопостачання слід розглянути способи скорочення теплових втрат у трубопроводах, використання теплоізоляції, регулювання температури в приміщеннях, установлення індивідуальних теплових пунктів і термостатичних клапанів. Важливо зрозуміти значення обліку споживання теплової енергії та гарячої води, а також можливості використання теплових насосів і сонячних теплових установок.

Під час вивчення енергетичного маркування необхідно засвоїти призначення енергетичних етикеток і принципи класифікації енергоспоживчої продукції за рівнем енергоефективності. Слід звернути увагу на сучасну шкалу енергетичного маркування від A до G, призначення QR-коду, інформацію про споживання електроенергії та інші характеристики продукції. Важливо розрізняти енергетичне маркування й вимоги екодизайну: перше інформує споживача про енергетичні характеристики виробу, друге встановлює обов'язкові вимоги до його конструкції та ефективності.

Під час вивчення енергоефективного освітлення необхідно порівняти основні типи джерел світла: лампи розжарювання, компактні люмінесцентні та світлодіодні лампи. Особливу увагу слід приділити світловому потоку, освітленості, світловій віддачі, колірній температурі та індексу передавання кольору. Необхідно розуміти, що вибір

джерела світла має враховувати не лише його потужність і вартість, а й якість освітлення, тривалість експлуатації та загальні витрати протягом строку служби.

Під час опрацювання питання енергозбереження на транспорті слід проаналізувати залежність енергоспоживання від типу транспортного засобу, його технічного стану, завантаженості, режиму руху та організації транспортних перевезень. Необхідно розглянути можливості використання громадського й електричного транспорту, оптимізації маршрутів, розвитку велосипедної інфраструктури та застосування енергоощадних методів керування транспортними засобами. Важливо враховувати, що екологічні характеристики транспорту залежать не лише від його експлуатації, а й від виробництва палива, електроенергії та самого транспортного засобу.

Під час вивчення енергозбереження на муніципальному рівні потрібно зосередитися на можливостях підвищення ефективності систем теплопостачання, зовнішнього освітлення, водопостачання та водовідведення, громадського транспорту й комунальних будівель. Доцільно розглянути значення модернізації теплових мереж, автоматизованого регулювання, обліку енергоресурсів і використання сучасних систем керування. Слід усвідомити, що результативність муніципального енергозбереження залежить від узгоджених дій органів місцевого самоврядування, підприємств і споживачів.

Під час опрацювання проблеми твердих побутових відходів необхідно з'ясувати взаємозв'язок між утворенням відходів, споживанням природних ресурсів та енергетичними витратами. Особливу увагу слід приділити ієрархії управління відходами: запобіганню їх утворенню, повторному використанню, переробленню, відновленню та видаленню. Потрібно розуміти, що вторинне використання матеріалів дає змогу скоротити потребу в первинній сировині й зменшити енергетичні витрати на виробництво нової продукції.

Під час вивчення енергозбереження у промисловості необхідно проаналізувати основні напрями скорочення витрат електричної та теплової енергії на підприємствах. Особливу увагу слід приділити застосуванню енергоефективних електродвигунів, частотно-регульованих приводів, оптимізації роботи насосів, вентиляторів і компресорів. Важливо зрозуміти причини втрат енергії в системах стисненого повітря, теплових мережах і технологічному обладнанні.

Окремо потрібно розглянути можливості повторного використання теплоти відхідних газів і технологічних процесів, застосування рекуператорів, теплообмінників, теплових насосів та когенераційних установок. Необхідно усвідомити, що ефективність промислового енергозбереження залежить від узгодженої роботи всіх енергетичних і технологічних систем підприємства.

Під час вивчення економічної та екологічної оцінки заходів з енергозбереження необхідно засвоїти методи визначення економії енергоресурсів, скорочення витрат на їх оплату та терміну окупності інвестицій. Слід звернути увагу на взаємозв'язок між енергетичним результатом, капітальними витратами й очікуваною економією коштів. Важливо розуміти, що оцінювання ефективності заходів не обмежується лише визначенням економії електроенергії: необхідно враховувати також скорочення споживання палива, зменшення викидів парникових газів та інші екологічні результати.

Під час самостійного опрацювання теми доцільно:

- послідовно вивчити всі підрозділи навчального матеріалу;

- виписати основні поняття, терміни та визначення;
- порівняти різні способи ощадного використання енергії;
- звернути увагу на приклади застосування енергоефективних технологій у побуті, транспорті та промисловості;
- проаналізувати переваги й обмеження окремих енергозберігальних рішень;
- повторити формули для визначення економії енергії, фінансових заощаджень, терміну окупності та скорочення викидів;
- перевірити рівень засвоєння матеріалу за допомогою контрольних запитань і тестових завдань.

4. Основні поняття, які необхідно засвоїти

Після вивчення теми студент повинен знати та розуміти сутність таких понять:

- **Енергозбереження** — комплекс заходів, спрямованих на скорочення споживання енергетичних ресурсів і зменшення їх непродуктивних втрат.
- **Енергоефективність** — характеристика, що відображає співвідношення між отриманим результатом і кількістю використаної енергії.
- **Раціональне використання енергії** — використання енергетичних ресурсів відповідно до реальних потреб із мінімізацією втрат.
- **Енергетичне маркування** — інформування споживачів про енергетичні характеристики продукції за допомогою встановленої етикетки.
- **Екодизайн** — підхід до проектування продукції, за якого враховуються вимоги щодо зменшення її впливу на довкілля протягом життєвого циклу.
- **Світлова віддача** — відношення світлового потоку джерела світла до споживаної ним електричної потужності, лм/Вт.
- **Теплова ізоляція** — сукупність матеріалів і конструктивних рішень, призначених для зменшення передавання теплоти.
- **Теплові втрати** — кількість теплоти, що втрачається системою або обладнанням унаслідок теплообміну з навколишнім середовищем.
- **Рекуперація теплоти** — повернення та повторне використання теплоти, яка утворюється або відводиться під час технологічних процесів.
- **Вторинні енергетичні ресурси** — енергетичний потенціал побічних продуктів і відходів виробничих процесів, який може бути використаний повторно.
- **Когенерація** — комбіноване виробництво електричної та теплової енергії в одному технологічному процесі.
- **Частотно-регульований електропривод** — електропривод, у якому швидкість обертання двигуна регулюється зміною частоти живильної напруги.
- **Вторинна переробка** — перетворення відходів на вторинну сировину або продукцію для подальшого використання.
- **Життєвий цикл продукції** — послідовність етапів існування продукції від видобування сировини та виробництва до експлуатації й утилізації.
- **Капітальні витрати** — одноразові інвестиційні витрати на придбання, монтаж і введення обладнання в експлуатацію.
- **Економія енергоресурсів** — різниця між обсягами споживання енергії до та після впровадження енергозберігального заходу за зіставних умов.
- **Термін окупності** — період, протягом якого отримана економія коштів компенсує початкові інвестиції.
- **Екологічна ефективність** — результативність заходів з погляду зменшення негативного впливу на довкілля.
- **Викиди парникових газів** — надходження до атмосфери газів, що сприяють утриманню теплового випромінювання та зміні клімату.

- **Оцінювання життєвого циклу** — комплексний аналіз екологічних впливів продукції, процесу або послуги на всіх основних етапах їх існування.

5. На що звернути особливу увагу

Під час вивчення теми особливу увагу необхідно звернути на такі положення:

1. **Відмінність між енергозбереженням та енергоефективністю.** Енергозбереження охоплює заходи зі скорочення споживання та втрат енергії, а енергоефективність характеризує результативність її використання.
2. **Комплексний характер енергозбереження.** Найкращі результати досягаються завдяки поєднанню технічних, технологічних та організаційних заходів.
3. **Значення теплоізоляції будівель і теплових мереж.** Зменшення теплових втрат дозволяє скоротити потребу в додатковому виробництві теплової енергії.
4. **Правильний вибір енергоефективного обладнання.** Під час придбання техніки потрібно враховувати не лише початкову вартість, а й енергоспоживання та експлуатаційні витрати протягом строку служби.
5. **Призначення енергетичного маркування.** Сучасна шкала для відповідних категорій продукції передбачає класи від A до G. Не слід ототожнювати її з попередньою шкалою, яка використовувала позначення A+, A++ та A+++.
6. **Основні характеристики джерел світла.** Під час порівняння ламп важливо враховувати світловий потік, світлову віддачу, колірну температуру, індекс передавання кольору та якість освітлення.
7. **Взаємозв'язок транспорту й енергоспоживання.** Ефективність транспортної системи визначається не тільки типом двигуна, а й організацією перевезень, завантаженістю, маршрутами та режимами руху.
8. **Значення муніципального енергозбереження.** Модернізація систем теплопостачання, освітлення та комунальної інфраструктури дає змогу скорочувати витрати енергії на рівні територіальних громад.
9. **Ієрархія управління відходами.** Пріоритетними є запобігання утворенню відходів і повторне використання, далі — перероблення та інші способи відновлення; видалення є найменш бажаним варіантом.
10. **Енергозбереження у промисловості.** Особливу увагу потрібно приділити ефективності електроприводів, насосних, вентиляційних і компресорних установок, а також утилізації вторинних енергетичних ресурсів.
11. **Економічна обґрунтованість заходів.** Необхідно розрізняти капітальні витрати, річну економію коштів, простий термін окупності та показники довгострокової економічної ефективності.
12. **Екологічний результат енергозбереження.** Скорочення енергоспоживання може зменшувати викиди парникових газів і забруднювальних речовин, проте для повної оцінки необхідно враховувати життєвий цикл обладнання та технологій.

6. Порядок самоперевірки знань

Для перевірки засвоєння навчального матеріалу рекомендується дотримуватися такої послідовності:

1. Повторно опрацювати теоретичний матеріал усіх підрозділів теми.
2. Перевірити розуміння основних понять, визначень і принципів енергозбереження.
3. З'ясувати, чи можете ви пояснити призначення основних енергоефективних технологій і способи їх застосування.

4. Порівняти методи енергозбереження в побуті, на транспорті, у комунальному господарстві та промисловості.
5. Повторити призначення енергетичного маркування та основні характеристики енергоефективного обладнання.
6. Перевірити знання способів зменшення теплових втрат, оптимізації електроприводів і використання вторинних енергетичних ресурсів.
7. Повторити основні формули для розрахунку економії енергії, фінансових заощаджень, терміну окупності та скорочення викидів парникових газів.
8. Дати відповіді на контрольні запитання, наведені в цих методичних рекомендаціях.
9. Виконати тестові завдання та перевірити правильність відповідей за ключем.
10. У разі виявлення прогалин повернутися до відповідних підрозділів і повторно опрацювати незасвоєний матеріал.

Студент вважається таким, що засвоїв тему на належному рівні, якщо він може не лише відтворити основні визначення, а й пояснити принципи роботи енергоефективних технологій, порівняти різні заходи енергозбереження та обґрунтувати їх економічну й екологічну доцільність.

7. Очікувані результати навчання

У результаті вивчення теми студент повинен:

Знати:

- основні принципи та методи ощадного використання енергетичних ресурсів;
- напрями підвищення енергоефективності в побуті, транспорті, житлово-комунальному господарстві та промисловості;
- призначення енергетичного маркування й основні характеристики енергоефективного обладнання;
- способи зменшення втрат електричної та теплової енергії;
- принципи роботи частотно-регульованих електроприводів, рекуператорів і когенераційних установок;
- основні принципи управління відходами та вторинного використання матеріальних і енергетичних ресурсів;
- методи оцінювання енергетичної, економічної та екологічної ефективності заходів з енергозбереження.

Уміти:

- аналізувати основні чинники, що впливають на рівень енергоспоживання;
- визначати можливі напрями скорочення енергетичних втрат;
- порівнювати енергоефективність різних видів обладнання та технологій;
- пояснювати переваги застосування енергоощадних технологій у виробничих і побутових процесах;
- визначати економію енергоресурсів за заданими вихідними даними;
- розраховувати орієнтовну економію коштів і простий термін окупності енергозберігальних заходів;
- оцінювати можливе скорочення викидів парникових газів унаслідок зменшення енергоспоживання;
- обґрунтовувати доцільність застосування енергоефективних технологій з урахуванням економічних та екологічних чинників.

8. Висновки

Ощадне використання енергії є одним із найважливіших напрямів підвищення енергетичної безпеки, економічної ефективності та екологічної стійкості суспільства. Раціональне використання енергетичних ресурсів передбачає не лише скорочення їх споживання, а й удосконалення технологічних процесів, зменшення втрат, модернізацію обладнання та впровадження сучасних систем керування.

Розглянуті в темі методи енергозбереження охоплюють різні сфери діяльності людини: побут, освітлення, транспорт, житлово-комунальне господарство, промислове виробництво та поводження з відходами. Особливе значення мають енергоефективні електроприводи, оптимізація роботи насосних і вентиляційних систем, використання вторинних енергетичних ресурсів, рекуперація теплоти та комбіноване виробництво електричної й теплової енергії.

Важливою складовою впровадження енергозберігальних технологій є оцінювання їх результативності. Визначення обсягів економії енергії, фінансових заощаджень, терміну окупності та скорочення викидів парникових газів дає змогу обґрунтовано обирати найбільш доцільні заходи.

Отже, ощадне використання енергетичних ресурсів є комплексним завданням, розв'язання якого потребує поєднання інженерних знань, сучасних технологій, економічного аналізу та екологічного мислення. Для майбутніх фахівців з електричної інженерії знання методів енергозбереження є необхідною передумовою професійної діяльності, спрямованої на створення та експлуатацію ефективних, надійних і екологічно безпечних енергетичних систем.

9. Контрольні запитання

1. У чому полягає сутність енергозбереження та які його основні принципи?
2. Чим відрізняються поняття «енергозбереження» та «енергоефективність»?
3. Які основні чинники впливають на споживання енергії в житлових будівлях?
4. Які заходи дають змогу зменшити теплові втрати в системах опалення?
5. Які переваги забезпечує використання індивідуальних теплових пунктів і термостатичних клапанів?
6. Яке призначення енергетичного маркування побутової техніки та електрообладнання?
7. Що означає сучасна шкала енергетичного маркування від A до G?
8. Які основні характеристики необхідно враховувати під час вибору джерел світла?
9. У чому полягають переваги світлодіодного освітлення порівняно з традиційними джерелами світла?
10. Які чинники визначають енергоспоживання автомобільного транспорту?
11. Які заходи сприяють підвищенню енергоефективності транспортної системи?
12. Які основні напрями енергозбереження реалізуються на муніципальному рівні?
13. Яке значення має модернізація систем централізованого теплопостачання?
14. Які основні принципи ієрархії управління відходами?
15. Як вторинне перероблення матеріалів сприяє енергозбереженню?
16. Які основні напрями підвищення енергоефективності промислових підприємств?
17. Для чого застосовують частотно-регульовані електроприводи?
18. У чому полягає принцип рекуперації теплоти та використання вторинних енергетичних ресурсів?
19. Що таке когенерація та за яких умов її застосування є доцільним?

20. Які показники використовують для економічної оцінки заходів з енергозбереження?
21. Як визначають економію електроенергії після впровадження енергоефективного заходу?
22. Що характеризує простий термін окупності інвестицій?
23. Як оцінюють екологічний ефект від скорочення споживання електроенергії?
24. Чому під час вибору енергозберігальних технологій важливо враховувати їх життєвий цикл?

10. Тестові завдання

Оберіть одну правильну відповідь.

1. Що є основною метою енергозбереження?

А. Повне припинення використання енергетичних ресурсів.

Б. Скорочення споживання енергії та непродуктивних втрат без погіршення необхідного результату.

В. Збільшення потужності всіх енергетичних установок.

Г. Заміна всіх традиційних джерел енергії відновлюваними.

2. Який захід найбільш безпосередньо сприяє зменшенню теплових втрат будівлі?

А. Збільшення площі вікон без зміни їх характеристик.

Б. Підвищення температури теплоносія незалежно від погодних умов.

В. Застосування теплоізоляції зовнішніх огороджувальних конструкцій.

Г. Збільшення тривалості роботи системи опалення.

3. Для чого призначені термостатичні клапани на радіаторах опалення?

А. Для автоматичного регулювання тепловіддачі радіатора відповідно до температури приміщення.

Б. Для збільшення тиску в системі опалення.

В. Для очищення теплоносія від домішок.

Г. Для вимірювання споживання електроенергії.

4. Яке призначення енергетичного маркування побутової техніки?

А. Визначення країни виробництва обладнання.

Б. Встановлення роздрібної ціни виробу.

В. Визначення гарантійного терміну експлуатації.

Г. Інформування споживача про енергетичні характеристики продукції.

5. Яка шкала використовується в сучасній системі енергетичного маркування для відповідних категорій продукції?

А. Від 1 до 10.

Б. Від A до G.

В. Від A+++ до D.

Г. Від I до V.

6. Яка характеристика джерела світла показує, скільки світлового потоку воно створює на одиницю споживаної потужності?

А. Колірна температура.

Б. Індекс передавання кольору.

В. Світлова віддача.

Г. Напруга живлення.

7. Який тип ламп зазвичай має найвищу світлову віддачу серед традиційних побутових джерел світла?

А. Світлодіодні лампи.

Б. Лампи розжарювання.

В. Галогенні лампи.

Г. Люмінесцентні лампи старого покоління.

8. Який захід сприяє зменшенню енергоспоживання автомобільного транспорту?

А. Збільшення часу роботи двигуна на холостому ходу.

Б. Зниження технічного обслуговування транспортних засобів.

В. Використання транспортних засобів із надмірною потужністю незалежно від потреб.

Г. Оптимізація маршрутів і режимів руху.

9. Який із наведених заходів належить до муніципального енергозбереження?

А. Збільшення кількості приватних автомобілів у місті.

Б. Модернізація систем централізованого теплопостачання.

В. Збільшення тривалості роботи зовнішнього освітлення без регулювання.

Г. Відмова від обліку споживання енергоресурсів.

10. Який напрям має найвищий пріоритет в ієрархії управління відходами?

А. Захоронення відходів.

Б. Спалювання змішаних відходів.

В. Запобігання утворенню відходів.

Г. Видалення відходів на полігони.

11. Яке основне призначення частотно-регульованого електропривода?

А. Регулювання швидкості обертання електродвигуна відповідно до потреб технологічного процесу.

Б. Збільшення споживання електроенергії двигуном.

В. Заміна електричного двигуна механічною передачею.

Г. Зменшення напруги в усіх електричних мережах підприємства.

12. Який захід є ефективним способом зменшення втрат у системах стисненого повітря?

А. Підвищення робочого тиску без виробничої необхідності.

Б. Збільшення кількості компресорів, що працюють одночасно.

В. Відмова від контролю стану трубопроводів.

Г. Регулярне виявлення та усунення витоків стисненого повітря.

13. Що таке рекуперація теплоти?

А. Перетворення електричної енергії на механічну.

Б. Повернення та повторне використання теплоти, яка відводиться під час технологічного процесу.

В. Збільшення теплових втрат обладнання.

Г. Охолодження всіх технологічних середовищ до температури навколишнього повітря.

14. У чому полягає сутність когенерації?

А. У виробництві лише електричної енергії.

Б. У виробництві лише теплової енергії.

В. У комбінованому виробництві електричної та теплової енергії.

Г. У перетворенні теплової енергії виключно на механічну.

15. Який показник характеризує кількість електроенергії, заощадженої після впровадження енергозберігального заходу?

А. Різниця між споживанням електроенергії до та після впровадження заходу за зіставних умов.

Б. Загальна встановлена потужність підприємства.

В. Кількість працівників підприємства.

Г. Вартість придбаного обладнання.

16. Який показник визначають як відношення капітальних витрат до річної економії коштів?

А. Коефіцієнт потужності.

Б. Коефіцієнт корисної дії.

В. Рівень завантаження обладнання.

Г. Простий термін окупності.

17. Якщо капітальні витрати на енергоефективний захід становлять 30 000 грн, а річна економія коштів — 10 000 грн, яким буде простий термін окупності?

А. 1 рік.

Б. 3 роки.

В. 5 років.

Г. 10 років.

18. Які дані необхідні для визначення економії електроенергії за формулою $W = P \cdot t$?

А. Напруга та частота струму.

Б. Опір і температура провідника.

В. Потужність обладнання та тривалість його роботи.

Г. Вартість обладнання та термін його експлуатації.

19. Що враховують під час екологічної оцінки заходів з енергозбереження?

А. Скорочення викидів парникових газів і забруднювальних речовин, а також інші впливи протягом життєвого циклу.

Б. Лише початкову вартість обладнання.

В. Тільки продуктивність технологічного процесу.

Г. Виключно кількість працівників, які обслуговують обладнання.

20. Чому під час вибору енергоефективного обладнання важливо враховувати його життєвий цикл?

А. Тому що вартість придбання є єдиним показником ефективності.

Б. Тому що строк служби обладнання не впливає на витрати.

В. Тому що екологічний вплив виникає лише під час експлуатації.

Г. Тому що необхідно враховувати витрати та впливи на етапах виробництва, експлуатації й утилізації.

11. Рекомендовані джерела для самостійного опрацювання

1. Про енергетичну ефективність : Закон України від 21.10.2021 № 1818-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text.
2. Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 № 2320-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text.
3. Про затвердження Технічного регламенту енергетичного маркування енергоспоживчої продукції : наказ Міністерства енергетики України від 27.04.2022 № 164. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0615-22#Text.
4. Про затвердження Технічного регламенту енергетичного маркування джерел світла : наказ Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 23.02.2024 № 172. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0540-24#Text.
5. Про затвердження Технічного регламенту щодо вимог до екодизайну для джерел світла та відокремлених пускорегулювальних апаратів : постанова Кабінету Міністрів України від 22.09.2023 № 1018. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1018-2023-%D0%BF#Text.
6. Directive (EU) 2023/1791 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 on energy efficiency and amending Regulation (EU) 2023/955 (recast). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/1791/oj.
7. Regulation (EU) 2017/1369 of the European Parliament and of the Council of 4 July 2017 setting a framework for energy labelling and repealing Directive 2010/30/EU. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/1369/oj.
8. ISO 50001:2018. Energy management systems — Requirements with guidance for use. Geneva : International Organization for Standardization, 2018. URL: https://www.iso.org/standard/69426.html.
9. ISO 50002-1:2025. Energy audits — Part 1: General requirements with guidance for use. Geneva : International Organization for Standardization, 2025. URL: https://www.iso.org/standard/83645.html.
10. European Commission. Ecodesign and Energy Labelling. URL: https://single-market-economy.ec.europa.eu/single-market/goods/european-standards/harmonised-standards/ecodesign_en.

АНОТАЦІЯ

Методичні рекомендації призначені для організації самостійного вивчення лекційного матеріалу за темами 4–7 дисципліни «Основи екології енерговикористання» змістовного модулю ІІ «Ефективні методи збереження енергії» здобувачами освіти спеціальності G3 «Електрична інженерія».

У рекомендаціях розглянуто основні питання, пов'язані зі сталим розвитком і пом'якшенням кліматичних змін, екологічними проблемами, зумовленими функціонуванням енергетичних об'єктів, впливом паливно-енергетичного комплексу України на навколишнє природне середовище, а також сучасними методами ощадного використання енергетичних ресурсів. Особливу увагу приділено засвоєнню основних понять і закономірностей взаємодії енергетики та довкілля, аналізу екологічних наслідків енергоспоживання, підвищенню енергоефективності й застосуванню ресурсозберігальних технологій.

Методичні рекомендації містять перелік основних питань для самостійного опрацювання, орієнтири щодо засвоєння навчального матеріалу, очікувані результати навчання, основні поняття та терміни, контрольні запитання і тестові завдання для перевірки рівня засвоєння знань. Запропонована структура допомагає здобувачам освіти послідовно опрацьовувати навчальний матеріал, систематизувати отримані знання, здійснювати самоконтроль і підготуватися до поточного та підсумкового оцінювання.

Методичні рекомендації спрямовані на поглиблення знань про екологічні аспекти енергетичної діяльності, формування екологічної свідомості та розуміння необхідності раціонального використання енергетичних ресурсів. Вони можуть бути використані під час аудиторного навчання та самостійної роботи здобувачів освіти.

Ключові слова: основи екології енерговикористання, енергетика, сталий розвиток, кліматичні зміни, екологічні проблеми, паливно-енергетичний комплекс України, навколишнє природне середовище, енергоспоживання, енергоефективність, енергозбереження, ощадне використання енергії, самостійна робота, самоконтроль знань.

Навчально-методичне видання

ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ

Ефективні методи збереження енергії

Методичні рекомендації

до самостійної підготовки та вивчення лекційного матеріалу для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю:

G3 «Електрична інженерія»

Укладачі: ***Л.Г. Віхрова***
М. С. Мірошніченко
В.В. Зінзура