|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **Кафедра Електромеханічного обладнання енергоємних виробництв** |
| **Ресурсоефективне та чисте виробництво**  **Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)** | | |

# Реквізити навчальної дисципліни

|  |  |
| --- | --- |
| Рівень вищої освіти | *Перший (бакалаврський)* |
| Галузь знань | *14 – Електрична інженерія* |
| Спеціальність | *141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка* |
| Освітня програма | *Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв* |
| Статус дисципліни | *Вибіркова* |
| Форма навчання | *очна/дистанційна/змішана/прискорена* |
| Рік підготовки, семестр | *VІІІ семестр – денна форма*  *VІ семестр – денна прискорена* |
| Обсяг дисципліни | *3,5 кредити ЕSTC (105 год.)* |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | *Залік, МКР* |
| Розклад занять | *18 год. - лекції, 18 год. - практичні* |
| Мова викладання | *Українська* |
| Інформація про  керівника курсу / викладачів | Лектор: *к.т.н., ст. викладач Ворфоломеєв Андрій Вікторович, a.vorfolomeiev@kpi.ua*  Практичні: *к.т.н., ст. викладач Ворфоломеєв Андрій Вікторович, a.vorfolomeiev@kpi.ua* |
| Розміщення курсу | GoogleClassroom, d6waurt |

# Програма навчальної дисципліни

# Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Наразі перед українською промисловістю стоїть завдання «зеленої» та інноваційної трансформації. Ресурсоефективне та чисте виробництво (РЕЧВ) є однією зі складових циркулярної економіки, яка впроваджується у всьому світі та, зокрема, ЄС. РЕЧВ є підходом до виробничих процесів, розробленим ООН з промислового розвитку і Програмою ООН із навколишнього середовища. В Україні цей підхід довів свою дієвість на підприємствах, дозволяючи підприємствам зменшувати витрати на основні ресурси (енергію, матеріали та воду), а також навантаження на навколишнє середовище.

В дисципліні розглядаються основні принципи циркулярної економіки та ресурсоефективного та чистого виробництва, аналізується ефективність використання основних ресурсів у виробничих процесах та вивчається порядок розробки ресурсоефективних заходів.

**Мета** вивчення дисципліни полягає в забезпеченні підготовки студентів з комплексу питань щодо екомодернізації виробничих підприємств шляхом впровадження принципів економіки замкненого циклу, а також ресурсоефективного та чистого виробництва.

**Предметом** вивчення дисципліни являється процес ефективного перетворення підприємством основних ресурсів (енергії, води, матеріалів) у кінцеву продукцію з мінімізацією відходів, викидів і стічних вод, а також послідовність дій при визначенні, обґрунтуванні, впровадженні та моніторингу ресурсоефективних заходів.

В результаті вивчення дисципліни «Ресурсоефективне та чисте виробництво» студенти отримують такі компетентності:

* *загальні*:

1. здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу (ЗК1),
2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2)
3. здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК3),
4. здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК5),
5. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК6).
6. здатність працювати в команді (ЗК7),
7. здатність працювати автономно (ЗК8),

* *фахові*:

1. здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки (ФК2),
2. здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг (ФК3),
3. здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики (ФК4),
4. здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу (ФК5),
5. здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов’язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії (ФК6),
6. здатність виконувати професійні обов’язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища (ФК8),
7. усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування (ФК9),
8. усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК10),
9. здатність демонструвати вільне володіння базовими знаннями і практичними навичками в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, мати навички програмування і роботи в комп’ютерних мережах(ФК12),
10. здатність продемонструвати знання і навички комерційного та економічного контексту для проектування електромеханічних та мехатронних систем енергоємних виробництв (ФК17),
11. здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти та вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень (ФК18)

та *програмні результати навчання*:

1. здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах (ПРН7),
2. уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем (ПРН9),
3. знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність (ПРН10),
4. вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань (ПРН11),
5. розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об’єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень (ПРН12),
6. розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни (ПРН13),
7. вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням (ПРН18),
8. застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні (ПРН19),
9. демонструвати знання та розуміння фундаментальних, природничих і інженерних дисциплін, зокрема фізики, електротехніки, схемотехніки та мікропроцесорної техніки на рівні, необхідному для аналізу функціонування та безпечної експлуатації електромеханічних та мехатронних пристроїв (ПРН21),
10. Творчо застосовувати: базові знання в галузі інформатики і сучасних інформаційних технологій, мати навички програмування та використання програмних заходів і роботи в комп’ютерних мережах, використовувати інтернет-ресурси та демонструвати уміння розробляти алгоритми та програми в галузі створення новітніх машин та механізмів енергоємних виробництв (ПРН22),
11. демонструвати вміння виконувати техніко-економічне обґрунтування розроблення електромеханічних та мехатронних систем та вміти оцінювати економічну ефективність від їх впровадження, демонструвати знання і розуміння комерційного та економічного контексту для проектування та впровадження новітніх технологій (ПРН23).

# Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

*Вивчення дисципліни базується на курсах: Електричні машини, Електричні мережі та системи, Насосні, вентиляторні та пневматичні установки, Електропривод, Мехатронні системи та обладнання енергоємних виробництв, Економіка і організація виробництва».*

*Дисципліна закладає основи для вивчення інших дисциплін: Енергетичний менеджмент, Основи сталого розвитку суспільства.*

# Зміст навчальної дисципліни

**Навчальна дисципліна складається з 1 розділу:**

# Розділ 1. Ресурсоефективне та чисте виробництво

# Тема 1.1. Вступ до предмету.

# Тема 1.2. Попередня оцінка підприємства

# Тема 1.3. Детальна оцінка підприємства

# Навчальні матеріали та ресурси

***Основна література***

1. Цибка М.М. Ресурсоефективне та чисте виробництво. Навчальний посібник // М.М. Цибка, К.О. Романова, А.В. Ворфоломеєв. - Київ Демонстраційний компонент ЮНІДО «Ресурсоефективне та чисте виробництво» програми «Екологізація економіки країн Східного партнерства Європейського Союзу» (EaP GREEN), 2017. – 84 с.
2. Ворфоломеєв, А. В. Основи ресурсоефективності підприємств / А.В. Ворфоломеєв. – Київ: Програма сприяння зеленій модернізації української економіки (GIZ), 2018. – 52 с.
3. Цибка М. Принципи та практики ресурсоефективного виробництва. Посібник для кращого бізнесу / М. Цибка, К. Романова. – Демонстраційний проект «Ресурсоефективне та чисте виробництво» програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» (EaP GREEN), 2016. – 44 с.
4. PRE-SME – Promoting Resource Efficiency in Small & Medium Sized Enterprises. Industrial training handbook. – United Nations Environment Programme, 2010. – 141 p.
5. Cleaner Production - Energy Efficiency Manual. – United Nations Environment Programme, 2004. – 304 p.

***Додаткова література***

1. Цибка М.М. Впроваджені на підприємствах України заходи з ресурсоефективного та чистого виробництва: за результатами демонстраційного РЕЧВ-проекту програми EaP GREEN / М.М. Цибка, А.В. Ворфоломеєв. – Київ: Демонстраційний компонент ЮНІДО «Ресурсоефективне та чисте виробництво» програми «Екологізація економіки країн Східного партнерства Європейського Союзу» (EaP GREEN), 2017. – 46 с.
2. На шляху зеленої модернізації економіки: модель сталого споживання та виробництва: дов. / С.В. Берзіна та ін. - К.: Іститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. - 138 с.
3. Довідник з ресурсоефективного та чистого виробництва: галузь будівельних матеріалів. – Демонстраційний проект «Ресурсоефективне та чисте виробництво» програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» (EaP GREEN), 2017. – 108 с.
4. Довідник з ресурсоефективного та чистого виробництва: молочна галузь. – Демонстраційний проект «Ресурсоефективне та чисте виробництво» програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» (EaP GREEN), 2017. – 94 с.
5. Довідник з ресурсоефективного та чистого виробництва: поводження з хімічними речовинами, що містять леткі хімічні сполуки. – програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» (EaP GREEN), 2017. – 82 с.
6. Ресурсоэффективные хозяйственные методы в производстве бетона в Украине. –Демонстраційний проект «Ресурсоефективне та чисте виробництво» програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» (EaP GREEN), 2016. – 20 с.
7. Довідник з ресурсоефективного та чистого виробництва. Меблева та деревообробна промисловість / О.А. Кійко, А.С.Кушпіт, Н.Ф. Чопенко, В.Д. Попович. – К.: Центр ресурсоефективного та чистого виробництва, 2019. – 132 с.
8. Павшук В.М. Довідник з ресурсоефективного та чистого виробництва. Машинобудівний комплекс / В.М. Павшук, О.А. Чайковський, Е.І. Дмитроченкова. – К.: Центр ресурсоефективного та чистого виробництва, 2019. – 113 с.
9. Hermannek P. Improving Resource Efficiency in SMEs / P. Hermannek. – European Union, 2016. – 66 p.

***Інформаційні ресурси***

1. <http://ela.kpi.ua>
2. <http://emoev.kpi.ua>

# Навчальний контент

# Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | |
| Всього | у тому числі | | | |
| Лекції | Практичні | Лабораторні | СРС |
|
| Розділ 1. Ресурсоефективне та чисте виробництво | | | | | |
| 1.1 Вступ до предмету | 8 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| 1.2. Попередня оцінка підприємства | 20 | 4 | 4 | 0 | 12 |
| 1.3. Детальна оцінка підприємства | 59 | 10 | 13 | 0 | 36 |
| *Контрольна робота* | 8 | 0 | 1 | 0 | 7 |
| ***Всього за розділом 1*** | ***95*** | ***18*** | ***18*** | ***0*** | ***59*** |
| Залік | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| **ВСЬОГО** | **105** | **18** | **18** | **0** | **69** |

**- Лекційні заняття**

| №  з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань |
| --- | --- |
| 1 | **Тема 1.1.** **Вступ до предмету**  *Лекція.1.* Короткий зміст, мета і задачі курсу. Глобальні екологічні проблеми. Лінійна економіка та економіка замкнутого циклу (циркулярна економіка). Ресурсоефективне та чисте виробництво.  *Рекомендована література: [1] §1-2, [2] §3, [4] §2* |
| 2 | **Тема 1.1.** **Вступ до предмету**  *Лекція.2.* Управління підприємством, відповідні інструменти (корпоративна соціальна відповідальність, екоінновації, системи енергетичного менеджменту, тощо) та зв’язок між ними. Бар’єри для підвищення ресурсоефективності підприємств.  *Рекомендована література: [1] §2, [3] §1, [5] §1* |
| 3 | **Тема 1.2. Попередня оцінка підприємства**  *Лекція.3.* Задачі попередньої оцінки за методикою ресурсоефективного та чистого виробництва. Організація роботи з підприємством.  *Рекомендована література: [1] §9, [2] §5, [4] §2-3* |
| 4 | **Тема 1.2. Попередня оцінка підприємства**  *Лекція.4.* Аналіз даних, зібраних на підприємстві. Порівняльна оцінка. Визначення напрямків для детальної оцінки.  *Рекомендована література: [1] §9, [2] §4-5, [4] §2-3* |
| 5 | **Тема 1.3. Детальна оцінка підприємства**  *Лекція 5*. Задачі детальної оцінки за методикою ресурсоефективного та чистого виробництва. Організація роботи з підприємством. Загальні підходи до розробки ресурсоефективних заходів.  *Рекомендована література: [1] §10, [2] §5* |
| 6 | **Тема 1.3. Детальна оцінка підприємства**  *Лекція 6.* Матеріальний баланс підприємства. Розробка заходів щодо підвищення ефективності використання матеріальних ресурсів.  *Рекомендована література: [1] §10,3, 7, [2] §5, [3] §2, [4] §6-7* |
| 7 | **Тема 1.3. Детальна оцінка підприємства**  *Лекція 7.* Енергетичний баланс підприємства. Розробка заходів щодо підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів.  *Рекомендована література: [1] §10, 4, 8, [2] §5, [3] §2, [4] §5* |
| 8 | **Тема 1.3. Детальна оцінка підприємства**  *Лекція 8.* Водний баланс підприємства. Розробка заходів щодо підвищення ефективності використання води.  *Рекомендована література: [1] §10, 5-6, [2] §5, [3] §2, [4] §4* |
| 9 | **Тема 1.3. Детальна оцінка підприємства**  *Лекція 9.* Обґрунтування заходів із підвищення ресурсофективності виробництва. Складання планів впровадження заходів. Розробка інвестиційних проектів.  *Рекомендована література: [1] §10-11, [2] §5-6, [3] §2* |

* **Практичні заняття**

Основні завдання циклу практичних занять присвячені формування компетентностей розробки заходів з підвищення ресурсоефективності підприємства;

|  |  |
| --- | --- |
| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань |
| 1 | **Проведення попередньої оцінки**  Складання таблиць ресурсів і продукції підприємства. Розрахунок вартості відходів. |
| 2 | **Проведення попередньої оцінки**  Виконання порівняльної оцінки підприємства (внутрішній і зовнішній бенчмаркінг). Визначення напрямків для детальної оцінки. |
| 3 | **Розробка заходів із підвищення ефективності використання матеріалів**  Складання матеріального балансу. Розрахунки кількості спожитих матеріальних ресурсів і утворених відходів. Розробка заходів. |
| 4 | **Розробка заходів із підвищення енергоефективності**  Складання енергетичного балансу. Розрахунок заходів з енергозбереження в системах енергопостачання. |
| 5 | **Розробка заходів із підвищення енергоефективності**  Розрахунок заходів з енергозбереження в системах стисненого повітря, опалення. |
| 6 | **Розробка заходів із підвищення енергоефективності**  Розрахунок заходів з енергозбереження в системах освітлення, а також для конкретного обладнання. Використання альтернативних джерел енергії. |
| 7 | **Розробка заходів із підвищення ефективності використання води**  Складання водного балансу. Розрахунки споживання води за нормами. Розробка заходів. |
| 8 | **Ранжування ресурсоефективних заходів.**  Аналіз технологічних, економічних, екологічних та організаційних характеристик ресурсоефективних заходів. Складання таблиць ранжування заходів. |
| 9 | **Складання інвестиційної пропозиції**  Відображення грошових потоків, розрахунок терміну окупності, чистої приведеної вартості, внутрішньої норму дохідності та індексу рентабельності. |

* **Лабораторні заняття**

Не передбачено

# Самостійна робота студента/аспіранта

Години відведені на самостійну роботу студента зазначені в п.5. Методика опанування навчальної дисципліни, це підготовка до виконання та захисту практичних робіт, а також підготовка до модульної контрольної роботи, та залікової роботи.

# Політика та контроль

# Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення навчальної дисципліни “Ресурсоефективне та чисте виробництво ” потребує від здобувача вищої освіти:

- дотримання навчально-академічної етики;

- дотримання графіку навчального процесу;

- бути зваженим, уважним на заняттях;

- систематично опрацьовувати теоретичний матеріал;

- дотримання графіку захисту практичних та лабораторних робіт.

Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставленого завдання, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на лекції, то йому слід відпрацювати цю лекцію у інший час (з іншою групою, на консультації).

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на практичних та лабораторних заняттях, то йому слід відпрацювати ці заняття у інший час (з іншою групою, на консультації).

# Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

**Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:**

1) модульної контрольної роботи (дві частини);

3) 2 експрес-опитувань на лекціях;

4) 3 практичних робіт.

**Система рейтингових балів та критерії оцінювання:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика відповіді | МКР  (частина) | Практична робота | Експрес-опитування |
| повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) | 24-25 | 12 | 7 |
| достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) | 18-23 | 9-11 | 6 |
| неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки | 15-18 | 7-8 | 4,5 |
| незадовільна відповідь | 0 | 0 | 0 |

**Розрахунок шкали (RС) рейтингу**

**RC(max)=2\*25+3\*12+2\*7=100 балів**

**RC(min)= 2\*15+3\*7+2\*4,5=60 балів**

**За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів** максимальна сума набраних балів складає 44 бали. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг **не менше 0,5\*44 = 22 бали**.

**За результатами 13 тижнів** навчання максимальна сума набраних балів має складати 81 бал. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг **не менше 0,5\*81 = 41 бал**.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому до балів за семестр, помножених на ваговий коефіцієнт 0,1, додаються бали за контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання контрольної роботи складається з трьох питань різних розділів робочої програми з переліку, що наданий у методичних рекомендацій до засвоєння кредитного модуля.

Кожне питання контрольної роботи оцінюється у 30 балів відповідно до системи оцінювання:

* + - «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 27-30 балів;
    - «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 23-26 балів;
    - «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 18-22 бали;
    - «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума балів переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

|  |  |
| --- | --- |
| *Рейтингові бали, RD* | *Оцінка за університетською шкалою* |
| 95 ≤ *RD* ≤ 100 | Відмінно |
| 85 ≤ *RD* ≤ 94 | Дуже добре |
| 75 ≤ *RD* ≤ 84 | Добре |
| 65 ≤ *RD* ≤ 74 | Задовільно |
| 60 ≤ *RD* ≤ 64 | Достатньо |
| *RD* < 60 | Незадовільно |
| Невиконання умов допуску  до семестрового контролю | Не допущено |

Необхідною умовою допуску до заліку є повне виконання навчального плану , а також попередній рейтинг не менше 30.

Студенти, які виконують додаткові завдання та проявлять творчу ініціативу отримують заохочувальні бали від 1 до 10.

# Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Контрольні запитання

з дисципліни «Ресурсоефективне та чисте виробництво»

1. Моделі економіки: лінійна і циркулярна.
2. Цілі сталого розвитку.
3. Ресурсоефективне та чисте виробництво
4. Підходи ресурсоефективного та чистого виробництва
5. Індикатори для визначення ресурсоефективності
6. Попередня і детальна оцінки: мета і етапи
7. Порівняльна оцінка (зовнішня та внутрішня)
8. Розрахунок вартості відходів
9. Матеріальний баланс підприємства: цілі, порядок побудови.
10. Водний баланс підприємства: цілі, порядок побудови.
11. Енергетичний баланс підприємства: цілі, порядок побудови.
12. Методи та підходи генерації ідей
13. Розробка ресурсоефективних заходів
14. Економічне обґрунтування ресурсоефективних заходів: термін окупності, внутрішня норма дохідності, чиста приведена вартість, індекс рентабельності.
15. Відбір пріоритетних заходів
16. Критерії відбору: економічне обґрунтування, екологічні вигоди, технічне обґрунтування, організаційні аспекти
17. Розробка плану впровадження заходів
18. Моніторинг ресурсоефективних заходів

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** к.т.н., ст. вик. Ворфоломеєв Андрій Вікторович

**Ухвалено** кафедрою ЕМОЕВ (протокол № 26 від 11.06.2020)

**Погоджено** Методичною комісією інституту ІЕЕ (протокол № 8 від 23.06.2020)