



## ВТОРИННІ ЕНЕРГОРЕСУРСИ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти

*Третій (освітньо-науковий)*

Галузь знань	14 Електрична інженерія <sup>1</sup>
Спеціальність	144 Теплоенергетика
Освітня програма	Назва
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна) / дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній
Обсяг дисципліни	
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен
Розклад занять	
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <sup>2</sup> д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України, Фіалко Наталія Михайлівна, <a href="mailto:nmfialko@ukr.net">nmfialko@ukr.net</a> Семінарські: д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України, Фіалко Наталія Михайлівна, <a href="mailto:nmfialko@ukr.net">nmfialko@ukr.net</a>
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, Google classroom, тощо)

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Основною метою навчальної дисципліни «**Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання**» є отримання аспірантами знань щодо методів і установок для використання вторинних енергоресурсів в енергетичному господарстві. Прослухавши курс, аспіранти повинні вміти самостійно формулювати, аналізувати і вирішувати завдання з розроблення та реалізації енергозберігаючих заходів, пов'язаних з використанням вторинних енергоресурсів. А також, виконувати дослідження і робити обґрунтовані висновки за результатами досліджень характеристик систем утилізації вторинних енергоресурсів.

Відповідність формування у аспірантів компетентностей:

**ЗДАТНІСТЬ:**

- Самостійно формулювати, аналізувати і вирішувати завдання з розроблення та реалізації енергозберігаючих заходів, пов'язаних з використанням вторинних енергоресурсів (ВЕР);
- Самостійно робити розрахунки характеристик тепло- утилізаційних систем різного призначення;
- Виконувати дослідження і робити обґрунтовані висновки при дослідженні

<sup>1</sup> В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

<sup>2</sup> Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

ефективності використання ВЕР;

- ЗК 1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- ФК 1 Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів;
- ФК3 Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.
- ФК 5 Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.
- ФК13 Здатність аналізувати методи та засоби підвищення теплової економічності устаткування об'єктів промислової та муніципальної теплоенергетики; визначати шляхи модернізації теплової схеми з метою підвищення економічності та надійності роботи об'єктів промислової та муніципальної теплоенергетики.
- ФК14 Здатність розробляти і реалізовувати енергозберігаючі заходи при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання, аналізувати схеми теплоенергетичних і теплотехнологічних установок з урахуванням вимог безпеки і сучасних тенденцій розвитку енергетики в залежності від призначення і типу палива, яке використовується.
- ФК15 Здатність розробляти оптимальні конструкції та експлуатаційні режими теплообмінного обладнання; оцінювати ефективність і загальну економічність використання різних видів ВЕР, нетрадиційних джерел енергії, об'єктів з теплонасосними системами тепlopостачання.

Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі результати навчання:

**ЗНАННЯ:**

- закономірностей теплообміну в теплоутилізаційному устаткуванні різного типу.
- методів розроблення технологічних схем із застосування теплоутилізаційних установок.

**УМІННЯ:**

- самостійно формулювати, аналізувати і вирішувати завдання щодо створення високоефективного теплоутилізаційного обладнання.
- ПРН 11 Вміння знаходити науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій;
- ПРН 2 Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики.
- ПРН 4 Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.
- ПРН 12 Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.
- ПРН 19 Вміти розробляти і реалізовувати енергозберігаючі заходи при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання.
- ПРН 20 Вміти розробляти оптимальні конструкції та експлуатаційні режими теплообмінного обладнання; оцінювати їх ефективність і загальну економічність.

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

Вивчення курсу «Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання» базується на таких курсах:

«Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Котельні установки». Курс «Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання» є елементом підготовки спеціалізованих дисциплін фізико-енергетичного циклу, що забезпечує індивідуальну наукову роботу аспірантів.

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання» можна використовувати в подальшому під час навчання спеціалізованих дисциплін фізико-енергетичного циклу, що забезпечує індивідуальну наукову роботу аспірантів.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Особливості використання ВЕР.**

#### **Тема 1.1. Основні напрями використання паливних ВЕР та ВЕР надлишкового тиску.**

Особливості утилізації паливних ВЕР в металургії, нафтопереробній, нафтохімічній та хімічній промисловості. Використання ВЕР надлишкового тиску в системах газопостачання та у чорній металургії.

#### **Тема 1.2. Особливості використання теплових ВЕР.**

Утилізація теплових ВЕР високого, середнього та низького потенціалу. Використання теплових ВЕР та регенерація теплоти.

### **Розділ 2. Методи і обладнання для використання теплоти відхідних газів установок промислової та комунальної енергетики.**

#### **Тема 2.1. Системи глибокої утилізації газових викидів котельних установок.**

Тепломасообмін при глибокій утилізації теплоти. Схеми теплоутилізаційних установок різного призначення. Теплова та екологічна ефективність систем теплоутилізації.

#### **Тема 2.2. Теплоутилізаційні установки для промислових печей.**

Особливості використання скидної теплоти заплених запічних газів. Ефективні поверхні нагріву водо- та повітрогрійних теплоутилізаторів. Схеми теплоутилізаційних установок.

#### **Тема 2.3. Методи захисту димових труб енергоустановок при застосуванні технологій утилізації скидної теплоти.**

Умови експлуатації димових труб котельних установок. Теплові методи запобігання конденсатоутворенню в газовідвідних трактах енергоустановок. Ефективність застосування методів захисту димових труб різного типу.

### **Розділ 3. Стан утворення і використання ВЕР в Україні.**

#### **Тема 3.1 Структура ВЕР в паливно-енергетичному балансі України.**

Обсяги виходу ВЕР на підприємствах енергоємних галузей промисловості. Динаміка зміни рівня виходу ВЕР за видами енергії в енергетичному господарстві України.

#### **Тема 3.2. Стан утилізації ВЕР в Україні**

Обсяги використання різних видів ВЕР енергоємними виробництвами. Особливості та причини зміни рівня утилізації ВЕР.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова

1. Самохвалов В.С. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження. Київ: Центр учбової літератури. 2008. – 224 с.
2. Редько А.О., Безродний М.К., Загорученко М.В., Ратушняк Г.С., Редько О.Ф., Хмельнюк М.Г. Низькопотенційна енергетика. Навчальний посібник /Під редакцією академіка НАНУ А.А. Долинського. Харків: Друкарня Мадрид, 2016. – 412с.
3. Маляренко В.А. Лисак Л.В. Енергетика доквілля, енергозбереження/ Під заг. ред. Проф. В.А. Маляренка. Харків: Рубікон, 2004. – 368 с.
4. Куц Г.О., Створення нових технологій використання теплових вторинних енергоресурсів, у т.ч. складних низькопотенційних. Комунальна теплоенергетика України: Зб. Наук. ст. під ред А.А. Долинського Київ: Поліграф-Сервіс Т1, 2007. С. 270-285.
5. Колобков П.С. Использование тепловых вторичных энергоресурсов в теплоснабжении: Уч.пособие для ВУЗов по спец. ТГВ.-Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. Ун-те, 1991. – 224 с.

##### Допоміжна

1. Фіалко Н.М., Навродська Р.О., Пресіч Г.О., Гнедаш Г.О., Шевчук С.І., Степанова А.І. Комбіновані теплоутилізаційні системи для газоспоживальних котлів комунальної теплоенергетики. Київ: Про формат, 2019. – 192 с.
2. Фиалко Н.М., Навродская Р.А., Шеренковский Ю.В., Степанова А.И., Саригло А.Г. Утилизация теплоты отходящих газов стекловаренных печей с использованием мембранных труб. Киев: изд-во «София -А», 2016. – 214с.
3. Фиалко Н. М., Навродская Р. А., Шевчук С. И., Степанова А. И., Пресич Г. А., Гнедаш Г. А. Тепловые методы защиты газоотводящих трактов котельных установок. Киев: Типография «Про формат», 2018. – 248 с.
4. Куц Г.О., Літинська Л.О. Утворення та використання вторинних енергоресурсів в Україні. The problems of general energy, 2019, 4(59). – С. 32–35. doi: <https://doi.org/10.15407/pge2019.04.032>.
5. Товажнянский Л.Л., Кошельник В.М., Соловей В.В. Кошельник А.В. Интегрированные энергосберегающие технологии в стекольном производстве. Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – 628 с.
6. Нейман В.К., Судаков С.Д. и др. Утилизация низкопотенциальных тепловых вторичных энергоресурсов на химических предприятиях. Москва: Химия, 1087. – 240 с.
7. Лексин В.Н., Федотов А.А., Чупятов В.П. Экономика использования вторичных энергоресурсов в металлургии. Москва: Металлургия, 1978. – 152с.
8. Хараз Д.И., Псахис Б.И. Пути использования вторичных энергоресурсов в химических производствах. Москва: Химия, 1984. – 224 с.
9. Гаряжа В.Т., Матвиенко П.С., Фесик В.А. Использование вторичных энергоресурсов пищевых производств. Киев: Техніка, 1982. – 183 с.
10. Сушон С.П., Завалко А.Г., Минц М.И., Вторичные энергетические ресурсы промышленности СССР. – Москва: Энергия, 1978. – 320 с.

#### Навчальний контент

##### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРА з посиланням на літературу)
1	<b>Вступ. Характеристики вторинних енергоресурсів.</b> Класифікація вторинних енергоресурсів (ВЕР). Джерела ВЕР, показники оцінки виходу і використання ВЕР. Умови реалізації використання ВЕР. Література 1.Маляренко В.А. Лисак Л.В. Енергетика доквілля, енергозбереження/ Під заг. ред. Проф. В.А. Маляренка. Харків: Рубікон, 2004. – 368 с.

	<p>2.Хараз Д.И., Псахис Б.И. Пути использования вторичных энергоресурсов в химических производствах. Москва: Химия, 1984. – 224 с.</p> <p>3. Самохвалов В.С. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження. Київ: Центр учбової літератури. 2008. – 224 с.</p> <p>ЗАВДАННЯ НА СРА Екологічні аспекти використання ВЕР.</p>
2	<p><b>Основні напрями використання паливних ВЕР та ВЕР надлишкового тиску.</b> <i>Особливості утилізації паливних ВЕР в металургії, нафтопереробній, нафтотехнологічній та хімічній промисловості. Використання ВЕР надлишкового тиску в системах газопостачання та у горній металургії.</i></p> <p>Література</p> <p>1.Бодштейн В.А., Каневский А.Л., Литвиненко В.Г. Исследование вторичных нергоресурсов на металлургических предприятиях Украины. Экология и промышленность. - 2011.- №1, стр.85-90.</p> <p>2.Хараз Д.И., Псахис Б.И. Пути использования вторичных энергоресурсов в химических производствах. Москва: Химия, 1984. – 224 с.</p> <p>3.Колобков П.С. Використовування теплових вторинних енергоресурсів в теплопостачанні. Харків: 1991. – 224 с.</p> <p>ЗАВДАННЯ НА СРА Вимоги до пальників для спалювання горючих газових відходів</p>
3	<p><b>Особливості використання теплових ВЕР.</b> <i>Утилізація теплових ВЕР високого, середнього та низького потенціалу . Використання теплових ВЕР та регенерація теплоти.</i></p> <p>Література</p> <p>1.Редько А.О., Безродний М.К., Загорученко М.В., Ратушняк Г.С., Редько О.Ф., Хмельнюк М.Г. Низькопотенційна енергетика. Навчальний посібник /Під редакцією академіка НАНУ А.А. Долинського. Харків: Друкарня Мадрид, 2016. – 412с.</p> <p>2. Колобков П.С. Использование тепловых вторичных энергоресурсов в теплоснабжении: Уч.пособие для ВУЗов по спец. ТГВ.-Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. Ун-те,1991.– 224 с.</p> <p>3. Самохвалов В.С. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження. Київ: Центр учбової літератури. 2008. – 224 с.</p> <p>ЗАВДАННЯ НА СРА Вибір теплоносія теплоутилізаційних установок</p>
4	<p><b>Системи глибокої утилізації газових викидів котельних установок.</b> <i>Тепломасообмін при глибокій утилізації теплоти. Схеми теплоутилізаційних установок різного призначення. Теплова та екологічна ефективність систем утилізації.</i></p> <p>Література</p> <p>1.Фіалко Н.М. , Навродська Р.О. , Пресіч Г.О. , Гнедаш Г.О. , Шевчук С.І. , Степанова А.І. Комбіновані теплоутилізаційні системи для газоспоживальних котлів комунальної теплоенергетики. Київ: Про формат, 2019. – 192 с.</p> <p>2.Колобков П.С. Использование тепловых вторичных энергоресурсов в теплоснабжении: Уч.пособие для ВУЗов по спец. ТГВ.-Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. Ун-те,1991.– 224 с.</p> <p>ЗАВДАННЯ НА СРА. Методи нейтралізації конденсату, утвореному при глибокому охолодженні димових газів.</p>
5	<p><b>Теплоутилізаційні установки для промислових печей.</b> <i>Особливості використання скидної теплоти запилених запічних газів. Ефективні поверхні нагріву водо- та повітрогрійних теплоутилізаторів. Схеми теплоутилізаційних установок.</i></p>

	<p><b>Література</b></p> <p>1.Фиалко Н.М., Навродская Р.А., Шеренковский Ю.В., Степанова А.И, Саригло А.Г. Утилизация теплоты отходящих газов стекловаренных печей с использованием мембранных труб. Киев: изд-во «София -А», 2016. – 214с.</p> <p>2.Маляренко В.А. Лисак Л.В. Энергетика доквілля, енергозбереження/ Під заг. ред. Проф. В.А. Маляренка. Харків: Рубікон, 2004. – 368 с.</p> <p>3.Товажнянский Л.Л., Кошельник В.М., Соловей В.В. Кошельник А.В. Интегрированные энергосберегающие технологии в стекольном производстве . Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – 628 с.</p> <p><b>ЗАВДАННЯ НА СРА</b></p> <p>Теплообмін у водотрубних теплоутилізаторах мембранного типу.</p>
6	<p><b>Методи захисту димових труб енергоустановок при застосуванні технологій утилізації скидної теплоти.</b></p> <p><i>Умови експлуатації димових труб котельних установок.Теплові методи запобігання конденсації утворенню в газовідвідних трактах енергоустановок. Ефективність застосування методів захисту димових труб різного типу.</i></p> <p><b>Література</b></p> <p>1.Фиалко Н. М., Навродская Р. А., Шевчук С. И., Степанова А. И., Пресич Г. А., Гнедаш Г. А. Тепловые методы защиты газоотводящих трактов котельных установок. Киев: Типография «Про формат», 2018. – 248 с.</p> <p>2.Лужков В.А., Асташкин В.М., Субботин Е.В. Новые конструкции дымовых труб малых котельных.- Новости теплоснабжения.- 2005.- №6.-С.68-70.</p> <p><b>ЗАВДАННЯ НА СРА</b></p> <p>Порівняльний аналіз різних методів захисту димових труб</p>
7	<p><b>Структура ВЕР в паливно-енергетичному балансі України .</b></p> <p><i>Обсяги виходу ВЕР на підприємствах енергоємних галузей промисловості. Динаміка зміни рівня виходу ВЕР за видами енергії в енергетичному господарстві України.</i></p> <p><b>Література</b></p> <p>1.Куц Г.О., Літинська Л.О. Утворення та використання вторинних енергоресурсів в Україні. The problems of general energy, 2019, 4(59). – С. 32–35. doi: <a href="https://doi.org/10.15407/pge2019.04.032">https://doi.org/10.15407/pge2019.04.032</a>.</p> <p>2.Фиалко Н. М., Прокопов В.Г., Меранова Н.О., Євтушенко А.О. Структура і обсяги утворення вторинних енергоресурсів у енергетичному господарстві України. III International Scientific and Practical Conference «The world of science and innovation» (14-16 October 2020), London, United Kingdom , P.546-551</p> <p><b>ЗАВДАННЯ НА СРА</b></p> <p>Основні причини зміни рівня виходу ВЕР в енергетичному господарстві України.</p>
8	<p><b>Стан утилізації ВЕР в Україні.</b></p> <p><i>Обсяги використання різних типів ВЕР енергоємними виробництвами. Особливості та причини зміни рівня утилізації ВЕ.</i></p> <p><b>Література</b></p> <p>1.Куц Г.О., Створення нових технологій використання теплових вторинних енергоресурсів, у т.ч. складних низькопотенційних. Комунальна теплоенергетика України: Зб. Наук. ст. під ред А.А. Долінського Київ: Поліграф-Сервіс Т1, 2007. С. 270-285.</p> <p>2. Евтушенко А.А., Фиалко Н.М. Объемы выхода и особенности использования вторичных энергоресурсов в Украине. Сборник трудов «Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики». Институт промышленной экологии. – К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2019. – С.59-62</p> <p><b>ЗАВДАННЯ НА СРА</b></p> <p>Прогнози обсягів виходу ВЕР та рівнів їх використання в Україні.</p>
	<p><b>Заключення</b></p>



## Назва теми практичних занять (Теми семінарів)

1	Особливості використання вторинних енергоресурсів.
2	Методи і обладнання для використання теплоти відхідних газів установок промислової та комунальної енергетики.
3	Стан утворення і використання вторинних енергоресурсів в Україні.

### 6. Самостійна робота аспіранта

Завданням самостійної роботи аспірантів є навчити аспірантів самостійно працювати з літературою, творчо сприймати навчальний матеріал і осмислювати його.

На самостійну роботу відводяться наступні види завдань:

- обробка і осмислення інформації, отриманої безпосередньо на заняттях;
- робота з відповідними підручниками та особистим конспектом лекцій;
- підготовка до складання екзамену.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- відвідування лекцій та семінарських занять
- активність на семінарських та лекційних заняттях, регулярная самостоятельная работа
- дотримання стандартів академічної доброчесності.
- Відвідування лекцій та семінарських занять, а також відсутність на них, не оцінюються. Однак, аспірантам рекомендується відвідувати усі види занять (як лекцій, так і семінарів);
- Moodle та інші інтернет ресурси, що надає викладач тощо.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю, наприклад:

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання семестровий рейтинг більше 30 балів.

Поточний контроль: опитування за темою лекції. Максимальна кількість балів – 20.

Контроль на семінарських заняттях.

Максимальна кількість балів – 40.

Семестровий контроль.:

Екзамен – 40 балів.

Умови допуску до екзамену - більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре

84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

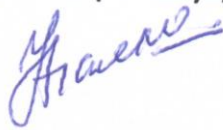
#### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (наприклад, як додаток до силабусу);*
- *можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою;*
- *інша інформація для аспірантів щодо особливостей опанування навчальної дисципліни.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

Професор, доктор технічних наук



Н.М. Фіалко

Ухвалено Вченою радою ІТТФ НАН України \_\_\_\_\_ (протокол № 12 від 22.07.22)