



ВТОРИННІ ЕНЕРГОРЕСУРСИ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ. ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія¹</i>
Спеціальність	<i>144 Теплоенергетика</i>
Освітня програма	<i>Назва</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна) / дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин (5 кредитів ЕКТС) лекції - 14 годин, практичні заняття - 14 годин, самостійна робота аспіранта - 122 години</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України, Фіалко Наталія Михайлівна, nmfialko@ukr.net</i> Практичні: <i>д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України, Фіалко Наталія Михайлівна, nmfialko@ukr.net, к.т.н., ст.наук.співр. Навродська Раїса Олександрівна, navrodska-ittf@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, Google classroom, тощо)</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Основною метою навчальної дисципліни «**Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці. Відновлювані джерела енергії**» є отримання аспірантами знань щодо методів і установок для використання вторинних та відновлюваних 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 та відновлюваних енергоресурсів. А також, виконувати дослідження і робити обґрунтовані висновки за результатами досліджень систем утилізації вторинних енергоресурсів та технологій перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну і теплову енергію. Відповідність формування у аспірантів компетентностей:

ЗДАТНІСТЬ:

- *ІК1 Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у теплоенергетичній галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну,*

¹ 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».

теоретичне та практичне значення.

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- ЗК3. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері теплоенергетики на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності;
- СК1.Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукові результати, які створюють нові знання у сфері теплоенергетики та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках;
- СК2.Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англomовних наукових текстів за напрямом досліджень з теплоенергетики.
- СК3.Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті з теплоенергетики.

Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- Основні положення щодо використання вторинних і відновлюваних енергоресурсів.
- Методи і засоби для освоєння вторинних енергоресурсів

УМІННЯ:

- самостійно формулювати, аналізувати і вирішувати завдання щодо створення з обладнання з використання вторинних і відновлюваних енергоресурсів.
- РН01.Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з теплоенергетики, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.
- РН05.Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.
- РН06.Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми теплоенергетики з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.
- РН07.Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.
- РН08.Створювати методичне забезпечення, організовувати та проводити викладання професійно-орієнтованих дисциплін теплоенергетики на рівні, що відповідає вимогам вищої школи.

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

Вивчення курсу «Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці. Відновлювані джерела енергії» базується на таких курсах:

«Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Котельні установки», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії» . Курс «Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці. Відновлювані джерела енергії» 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. Відновлювані джерела енергії» можна використовувати в подальшому під час навчання спеціалізованих дисциплін фізико-енергетичного циклу, що забезпечує індивідуальну наукову роботу аспірантів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці.

Тема 1.1. Характеристики ВЕР та основні напрями їх використання в теплоенергетиці.

Тема 1.2. Методи і обладнання для глибокої утилізації теплоти відхідних газів котельних установок.

Тема 1.3. Особливості використання скидної теплоти промислових печей.

Тема 1.4. Методи захисту газовідвідних трактів енергоустановок при застосуванні технологій теплоутилізації їхніх димових газів.

Розділ 2. Відновлювані джерела енергії.

Тема 2.1. Загальні положення, стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики.

Тема 2.2. Засоби і технології освоєння основних видів відновлюваних джерел енергії – вітрової, сонячної, біомаси, геотермальної тощо.

Тема 2.3. Методи підвищення ефективності освоєння енергії відновлюваних джерел. Комбіновані енергосистеми, акумулювання енергії. Воднева енергетика.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

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.
2. Самохвалов В.С. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження. Київ: Центр учбової літератури. 2008. 224 с.
3. 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.
4. Фіалко 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.
5. Фіалко 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.
6. Маляренко В.А. Лисак Л.В. Энергетика докілья, енергозбереження/ Під заг. ред. Проф. В.А. Маляренка. Харків: Рубікон, 2004. 368 с.
7. Ефимов А.В., Гончаренко А.Л., Гончаренко Л.В., Есипенко Т.А. Современные технологии глубокого охлаждения продуктов сгорания топлива в котельных установках, их проблемы и пути решения / под ред. А.В. Ефимова. Харьков: НТУ «ХПИ», 2017. 233 с.
8. 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.
9. Енергетична стратегія України на період до 2050 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»: Розпорядження Кабінету міністрів України від 21.04.2023 р. № 373-р.

10. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ. 2020. 392 с.
11. Відновлювані та альтернативні джерела енергії. Навчальний посібник/ І.О. Сінчук, С.М. Бойко, О.Є. Мельник,. Під ред. д-ра техн. наук, професора Сінчука О.М. Кременчук. 2015. 270 с.
12. Боблях С.Р., Мельничук М.М., Мельник В.С., Ігнатюк Р.М. Відновлювані джерела енергії. Луцьк: Волинський національний університет ім. Лесі Українки. 2012. 227 с.
13. Титко Ришард, Калініченко В. Відновлювані джерела енергії. Досвід Польщі для України. Посібник: Пер. з польс. Варшава. Краків-Полтава. 2010. 533 с.
14. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії/ Під ред. А.К. Шидловського. Київ. Українські енциклопедичні знання. 2007. 560 с.
15. Ковальський В.С. Аналітичний огляд використання альтернативних джерел енергії. Приазовський економічний вісник. Випуск 4(15). 2019. С. 184-189.
16. Комплексне використання відновлюваних джерел енергії: розрахункова робота. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.Ф. Рєзцов, М.П. Кузнєцов, О.А. Мельник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 27 с.
<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/fdefea63-b765-4e97-b961-67124a9cfdc0/content>

Допоміжна

1. Гічов Ю.О. Вторинні енергоресурси промислових підприємств. Частина II. Конспект лекцій. Дніпропетровськ. НМетАУ. 2012.
2. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за заг. ред. Кудрі С.О. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 82 с.
3. Соловей О.І., Печа Ю.Г., Розен В.П. та ін. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії: Навчальний посібник. Черкаси: ЧДТУ, 2007. 483 с.
4. Кудря С.О. Конструювання енергоустановок з відновлюваними джерелами енергії (курс лекцій) / С.О. Кудря, В.М. Головка. – Ніжин: Аспект-поліграф, 2005. 132 с.
5. Півняк Г.Г. Шкрабець Ф.П. Альтернативна енергетика в Україні: монографія. Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2013. 109 с.
6. Товажнянский Л.Л., Кошельник В.М., Соловей В.В. Кошельник А.В. Интегрированные энергосберегающие технологии в стекольном производстве. Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. 628 с.
7. Perelmuter V. Renewable energy systems. Simulation with Simulink and SimPower systems. Taylor&Francis Group. CRC Press. Abingdon. 2017. 389 p.
8. Колобков П.С. Использование тепловых вторичных энергоресурсов в теплоснабжении: Уч.пособие для ВУЗов по спец. ТГВ. Харков: Изд-во «Основа» при Харьк. Ун-те, 1991. 224 с.
9. Енергетика: історія, нинішнє і майбутнє. Т. 4. Визначається енергетика. Функціонування і розвиток енергетики в сучасному світі. Київ, 2010. 612 с.
10. Куц Г.О., Літинська Л.О. Утворення та використання вторинних енергоресурсів в Україні. The problems of general energy, 2019, 4(59). С. 32–35.

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	Характеристики ВЕР та основні напрями їх використання в теплоенергетиці. Класифікація ВЕР. Джерела ВЕР, показники оцінки виходу і використання ВЕР. Особливості використання паливних, теплових ВЕР та ВЕР надлишкового тиску. Література

	1. Маляренко В.А. Лисак Л.В. Енергетика довкілля, енергозбереження/ Під заг. ред. Проф. В.А. Маляренка. Харків: Рубікон, 2004. 368 с. 2. Самохвалов В.С. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження. Київ: Центр учбової літератури. 2008. 224 с. 3. Колобков П.С. Використовування теплових вторинних енергоресурсів в теплопостачанні. Харків: 1991. 224 с. 4. 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. ЗАВДАННЯ НА СРА Екологічні аспекти використання ВЕР. Вибір теплоносія теплоутилізаційних установок.
2	Методи і обладнання для глибокої утилізації теплоти відхідних газів котельних установок. <i>Тепломасообмін при глибокій утилізації теплоти. Схеми теплоутилізаційних установок різного призначення. Теплова та екологічна ефективність систем утилізації.</i> Література 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. Колобков П.С. Использование тепловых вторичных энергоресурсов в теплоснабжении: Уч.пособие для ВУЗов по спец. ТГВ. Харьков.: Изд-во «Основа» при Харьк. Ун-те, 1991. 224 с. ЗАВДАННЯ НА СРА. Методи нейтралізації конденсату, утвореного при глибокому охолодженні димових газів.
3	Особливості використання скидної теплоти промислових печей. <i>Особливості використання скидної теплоти запиленних запічних газів. Ефективні поверхні нагріву водо- та повтрогрійних теплоутилізаторів. Схеми теплоутилізаційних установок.</i> Література 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. 2. Маляренко В.А. Лисак Л.В. Енергетика довкілля, енергозбереження/ Під заг. ред. Проф. В.А. Маляренка. Харків: Рубікон, 2004. 368 с. 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. 4. Гічов Ю.О. Вторинні енергоресурси промислових підприємств. Частина II. Конспект лекцій. Дніпропетровськ. НМетАУ. 2012. ЗАВДАННЯ НА СРА Теплообмін у водотрубних теплоутилізаторах мембранного типу.
4	Методи захисту газовідвідних трактів енергоустановок при застосуванні технологій теплоутилізації їхніх димових газів. <i>Умови експлуатації газовідвідних трактів енергоустановок. Теплові методи запобігання конденсатоутворенню у відвідних газоходах і димових трубах. Ефективність застосування методів захисту димових труб різного типу.</i> Література 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.

	ЗАВДАННЯ НА СРА Порівняльний аналіз різних методів захисту димових труб.
5	<i>Загальні положення, стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики. Природа утворення та класифікація відновлюваних джерел енергії. Поточний стан, тенденції і перспективи розвитку відновлюваної енергетики.</i> Література 1. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с. 2. Відновлювані та альтернативні джерела енергії. Навчальний посібник/ І.О. Сінчук, С.М. Бойко, О.Є. Мельник,. Під ред. д-ра техн. Наук, професора Сінчука О.М. Кременчук. 2015. 270 с. 3. Відновлювані джерела енергії. /С.Р. Боблях, М.М. Мельничук, В.С. Мельник, Р.М. Ігнатюк. Луцьк: Волинський національний університет ім. Лесі Українки. 2012. 227 с. 4. Perelmuter V. Renewable energy systems. Simulation with Simulink and SimPower systems. Taylor&Francis Group. CRC Press. Abingdon. 2017. 389 p. ЗАВДАННЯ НА СРА Енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії в Україні.
6	<i>Засоби і технології освоєння основних видів відновлюваних джерел енергії – вітрової, сонячної, біомаси, геотермальної тощо. Методи і засоби перетворення енергії вітру. Основні напрями використання сонячної енергії. Класифікація і енергетичні показники біомаси. Перспективи використання геотермальних ресурсів.</i> Література 1. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с. 2. Відновлювані та альтернативні джерела енергії. Навчальний посібник/ І.О. Сінчук, С.М. Бойко, О.Є. Мельник,. Під ред. Д-ра техн. Наук, професора Сінчука О.М. Кременчук. 2015. 270 с. 3. Відновлювані джерела енергії. /С.Р. Боблях, М.М. Мельничук, В.С. Мельник, Р.М. Ігнатюк. Луцьк: Волинський національний університет ім. Лесі Українки. 2012. 227 с. ЗАВДАННЯ НА СРА Класифікація вітрових установок за розміром і потужністю. Основні напрями використання сонячної енергії.
7	<i>Методи підвищення ефективності освоєння енергії відновлюваних джерел. Комбіновані енергосистеми, акумулювання енергії. Воднева енергетика. Комплексне використання енергії відновлюваних джерел. Системи накопичення електричної і теплової енергії. Застосування водню у відновлюваній енергетиці.</i> Література 1. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с. 2. Комплексне використання відновлюваних джерел енергії: розрахункова робота. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.Ф. Резцов, М.П. Кузнєцов, О.А. Мельник — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 27 с. https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/fdefea63-b765-4e97-b961-67124a9cfdc0/content ЗАВДАННЯ НА СРА Класифікація акумуляторів енергії. Технології виробництва водню.
	Заключення

1	Основні характеристики вторинних енергетичних ресурсів.
2	Глибока утилізація скидної теплоти енергоустановок.
3	Використання теплоти газових викидів промислових печей.
4	Методи теплового захисту газовідвідних трактів енергоустановок.
5	Основні принципи використання відновлюваних джерел енергії.
6	Засоби і технології освоєння основних видів відновлюваних джерел енергії.
7	Акумулювання енергії. Воднева енергетика.

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, регулярна самостійна робота
- дотримання стандартів академічної доброчесності.
- Відвідування лекцій та семінарських занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, аспірантам рекомендується відвідувати усі види занять (як лекцій, так і семінаріє);
- 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:

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 7 (протокол № 7 від 11.04.2024 р.)