

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ**

ЗАТВЕРДЖЕНО
Вченою радою
Інституту технічної теплофізики
НАН України
протокол № 12
від «22» липня 2022 року

Голова вченої ради
Інституту технічної теплофізики
НАН України,
академік НАН України



Ю.Ф. Снежкін

**ВТОРИННІ ЕНЕРГОРЕСУРСИ В
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

РОБОЧА ПРОГРАМА

кредитного модуля

Третій освітньо-науковий рівень вищої освіти

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

Освітньо-наукова програма «Електрична інженерія»

Денна форма навчання

Київ – 2022

Робоча програма кредитного модуля « Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання»
складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання»

РОЗРОБНИК РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ:

доктор технічних наук, професор,
Фіалко Наталія Михайлівна



1. Опис кредитного модуля

Рівень вищої освіти, спеціальність, освітня програма, форма навчання	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	Навчальна дисципліна: «Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання»	Лекції: 16 год.
Спеціальність: 144 «Теплоенергетика»		Семінарські: 14 год.
Освітньо-наукова програма «Електрична інженерія»	Цикл: професійної підготовки	Лабораторні заняття: 0 год.
	Статус кредитного модуля: вибірковий	Самостійна робота: 60 год., у тому числі на виконання індивідуального завдання: 0 год.
Форма навчання: денна	Семестр: 1	Індивідуальне завдання: –
	Кількість кредитів (годин): 3,0 (90)	Вид та форма семестрового контролю: Екзамен; усний/письмовий

Курс «Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання» є одним з розділів професійної підготовки фізико-енергетичного циклу. Курс ставить на меті познайомити аспірантів з особливостями отримання і використання вторинних енергоресурсів в теплоенергетиці. Прослухавши курс аспіранти повинні вміти вирішувати завдання щодо розроблення енергоощадних теплоутилізаційних систем та відповідного обладнання. А також, виконувати дослідження, по'язані з аналізом і екологічної ефективності використання вторинних енергоресурсів.

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 .

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. 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 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:

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни аспіранти після засвоєння кредитного модуля 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.

3. Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семинарські)	Лабораторні	СРА
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Особливості використання ВЕР.					
Тема 1.1. Основні напрями використання паливних ВЕР та ВЕР надлишкового тиску.	4	2	2		
Тема 1.2. Особливості	4	2	2		

використання теплових ВЕР.					
Разом за розділом 1	8	4	4		
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.	4	2	2		
Тема 2.2. Теплоутилізаційні установки для промислових печей.	4	2	2		
Тема 2.3. Методи захисту димових труб енергоустановок при застосуванні технологій утилізації скидної теплоти. . .	6	4	2		
Разом за розділом 3	14	8	6		
Розділ 3. Стан утворення і використання ВЕР в Україні.					
Тема 3.1 Структура ВЕР в паливно-енергетичному балансі України.	4	2	2		
Тема 3.2. Стан утилізації ВЕР в Україні	4	2	2		
Разом по розділу 2	8	4	4		
Екзамен					
Всього годин	30	16	14		60

4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1	<p style="text-align: center;">Вступ. Характеристики вторинних енергоресурсів.</p> <p>Класифікація вторинних енергоресурсів (ВЕР). Джерела ВЕР, показники оцінки виходу і використання ВЕР. Умови реалізації використання ВЕР.</p>
Література:	<p>1.Маляренко В.А. Лисак Л.В. Енергетика довкілля, енергозбереження / Під заг. ред. Проф. В.А. Маляренка. Харків: Рубікон, 2004. – 368 с.</p> <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>
Завдання на СРА:	Екологічні аспекти використання ВЕР.
2	Основні напрями використання паливних ВЕР та ВЕР надлишкового тиску.

	Особливості утилізації паливних ВЕР в металургії, нафтопереробній, нафтотехнологічній та хімічній промисловості. Використання ВЕР надлишкового тиску в системах газопостачання та у горній металургії.
Література:	1. Бодштейн В.А., Каневский А.Л., Литвиненко В.Г. Исследование вторичных энергоресурсов на металлургических предприятиях Украины. Экология и промышленность.- 2011.- №1, стр.85-90. 2.Хараз Д.И., Псахис Б.И. Пути использования вторичных энергоресурсов в химических производствах. Москва: Химия, 1984. – 224 с. 3.Колобков П.С. Використовування теплових вторинних енергоресурсів в теплопостачанні. Харків: 1991. – 224 с.
Завдання на СРА:	Вимоги до пальників для спалювання горючих газових відходів
3	Особливості використання теплових ВЕР. Утилізація теплових ВЕР високого, середнього та низького потенціалу. Використання теплових ВЕР та регенерація теплоти
Література:	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. 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. 3. Самохвалов В.С. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження. Київ: Центр учбової літератури. 2008. – 224 с.
Завдання на СРА:	Вибір теплоносія теплоутилізаційних установок.
4	Системи глибокої утилізації газових викидів котельних установок. Тепломасообмін при глибокій утилізації теплоти. Схеми теплоутилізаційних установок різного призначення. Теплова та екологічна ефективність систем утилізації.
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.-Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. Ун-те,1991.– 224 с.
Завдання на СРА:	Методи нейтралізації конденсату, утвореному при глибокому охолодженні димових газів.
5	Теплоутилізаційні установки для промислових печей. Особливості використання скидної теплоти запилених запічних газів. Ефективні поверхні нагріву водо- та повітряних теплоутилізаторів. Схеми теплоутилізаційних установок.
Література:	1.Фіалко Н.М., Навродская Р.А., Шеренковский Ю.В., Степанова

	<p>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. Енергетика докiлля, 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>
Завдання на СРА:	Теплообмін у водотрубних теплоутилізаторах мембранного типу.
6	<p>Методи захисту димових труб енергоустановок при застосуванні технологій утилізації скидної теплоти.</p> <p>Умови експлуатації димових труб котельних установок. Теплові методи запобігання конденсації в газовідвідних трактах енергоустановок. Ефективність застосування методів захисту димових труб різного типу.</p>
Література:	<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>
Завдання на СРА:	Порівняльний аналіз різних методів захисту димових труб
7	<p>Структура ВЕР в паливно-енергетичному балансі України .</p> <p>Обсяги виходу ВЕР на підприємствах енергоємних галузей промисловості. Динаміка зміни рівня виходу ВЕР за видами енергії в енергетичному господарстві України.</p>
Література:	<p>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.</p> <p>2.Фіалко Н. М., Прокопов В.Г., Мєранова 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>
Завдання на СРА:	Основні причини зміни рівня виходу ВЕР в енергетичному господарстві України.
8	<p>Стан утилізації ВЕР в Україні.</p> <p>Обсяги використання різних типів ВЕР енергоємними виробництвами. Особливості та причини зміни рівня утилізації ВЕР.</p>

Література:	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. 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
Завдання на СРА:	Прогнози обсягів виходу ВЕР та рівнів їх використання в Україні..
Заключення. Підсумки вивчення курсу.	

5. Семінарські заняття

Семінарські заняття входять до плану (7год.) і проводяться за наступними темами:

Основні завдання циклу семінарських занять:
навчити аспірантів застосовувати отриманні знання.

№ з/п	Назва теми заняття
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. Лабораторні заняття

Не плануються

7. Самостійна робота

Самостійна робота аспіранта планується на кожній лекції.

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені.

9. Контрольні роботи

Контрольні роботи не передбачені

11. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Оцінка ECTS, яку аспірант отримає після вивчення кредитного модуля з дисципліни «Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання», визначається відповідно до рейтингу аспіранта, який складається на основі результатів навчання протягом семестру, та балів, отриманих під час складання екзамену. Опис РСО надається у вигляді додатка до робочої програми.

12. Методичні рекомендації

Методика вивчення дисципліни «Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання», для даного напрямку підготовки визначена наведеним вище розподілом навчального часу за видами занять, логічною послідовністю викладання лекційного матеріалу. Усі види занять повністю забезпечені навчально-методичною літературою, в тому числі в електронному вигляді.

12. Рекомендована література

12.1. 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» Харьк. Ун-т, 1991. – 224 с.

12.2. 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. 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.

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, 1987. – 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. Горяжа 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.