

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ  
ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ  
КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів»**

циклу професійної (обов'язкової) підготовки

за освітньо-професійною програмою  
«Радіаційний та хімічний захист»

підготовки за першим (бакалаврським) ступенем вищої освіти

у галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія»

за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»

Рекомендовано кафедрою  
спеціальної хімії та хімічної технології  
на 2022- 2023 навчальний рік.  
Протокол від «15» липня 2022 року  
№ 1

Силабус розроблений відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни «Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів»

2022 рік

## Загальна інформація про дисципліну

### Анотація дисципліни

Навчальна дисципліна «Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів» є однією з обов'язкових дисциплін освітньо-професійної програми «Радіаційний та хімічний захист». Вона сприяє формуванню у здобувачів цілісної системи знань щодо генерації та використання енергії, методів аналізу та основ раціонального енергоспоживання, зокрема при розгляді питань загальної хімічної технології.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів» є теплотехнічні схеми та цикли установок генерування енергії, методи аналізу та основи раціонального енергоспоживання, отримання енергії на основі відновлювальних джерел.

### Інформація про науково-педагогічного(них) працівника(ів)

Загальна інформація	Шаршанов Андрій Янович, старший викладач кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил, д.т.н., доцент
Контактна інформація	м. Харків, вул. Баварська, 7, корпус кафедри СХХТ, кабінет №201. Робочий номер телефону – 707-35-16
E-mail	scct@nuczu.edu.ua
Наукові інтереси	
Професійні здібності	
Наукова діяльність за освітнім компонентом	

### Час та місце проведення занять з дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/timeTable/group>).

Консультації з навчальної дисципліни проводяться протягом семестру щочетверга з 15.00 до 16.00 в кабінеті № 201. В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

**Мета** вивчення дисципліни «Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів»: підготовка фахівців, здатних вирішувати практичні задачі щодо генерування теплоти у технологічних об'єктах, енерготехнологічного комбінування, оптимізації теплових схем процесів хімічної технології та раціонального використання вторинних енергетичних ресурсів, оцінки енергетичної ефективності процесів, скорочення теплових викидів у навколишнє середовище, отримання енергії на основі відновлювальних джерел. Дана дисципліна є однією з основ для вивчення дисципліни

«Загальна хімічна технологія», сприяючи формуванню здатності проектувати хімічні процеси з урахуванням технічних, законодавчих та екологічних обмежень.

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти	
	очна (денна)	заочна (дистанційна)
<b>Статус дисципліни</b>	<i>обов'язкова професійна</i>	
<b>Рік підготовки</b>	2022-2023	
<b>Семестр</b>	5	
<b>Обсяг дисципліни:</b>		
- в кредитах ЄКТС	3	
- кількість модулів	2	
- загальна кількість годин	90	
<b>Розподіл часу за навчальним планом:</b>		
- лекції (годин)	24	
- практичні заняття (годин)	26	
- семінарські заняття (годин)		
- лабораторні заняття (годин)		
- курсовий проект (робота) (годин)		
- інші види занять (годин)		
- самостійна робота (годин)	40	
- індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин)		
- підсумковий контроль (диференційний залік, екзамен)	диференційний залік	

### Передумови для вивчення дисципліни

*Пререквізити:* "Фізика".

*Постреквізити:* загальна хімічна технологія.

### Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої програми «Радіаційний та хімічний захист», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання:

Програмні результати навчання	ПРН
- Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних	ПР07.

процесів хімічних виробництв.	
Дисциплінарні результати навчання	абревіатура
<p>знати</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сучасних методів термодинамічного аналізу енергогенеруючих циклів;</li> <li>- основних показників ефективності енергогенеруючих циклів;</li> <li>- основних показників ефективності холодильних циклів;</li> <li>- енерготехнологічних схем сучасного хімічного виробництва;</li> <li>- способів комплексного використання палива;</li> <li>- особливостей використання відновлювальних джерел енергії;</li> <li>- методики використання вторинних енергетичних ресурсів;</li> </ul>	
<p>вміти</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- визначати основні термодинамічні характеристики теплогенеруючих циклів;</li> <li>- визначати повний резерв енергозбереження, а також основні напрямки і конкретні засоби реалізації цього резерву;</li> <li>- проводити розрахунки технологічних потоків та складати схеми встановлення рекуперативних теплообмінників для повного використання внутрішніх резервів тепла;</li> <li>- розраховувати можливості використання потенціалу вторинних енергоресурсів.</li> </ul>	
- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:	
Програмні компетентності (загальні та професійні)	ЗК, ПК
Здатність проектувати хімічні процеси з урахуванням технічних, законодавчих та екологічних обмежень.	ПК (К11)
Очікувані компетентності з дисципліни	абревіатура
<p>Здатність</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- визначати основні термодинамічні характеристики теплогенеруючих циклів;</li> <li>- визначати повний резерв енергозбереження, а також основні напрямки і конкретні засоби реалізації цього резерву;</li> <li>- проводити розрахунки технологічних потоків та складати схеми встановлення рекуперативних теплообмінників для повного використання внутрішніх резервів тепла;</li> <li>- розраховувати можливості використання потенціалу вторинних енергоресурсів.</li> </ul>	

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми навчальної дисципліни:**

#### **МОДУЛЬ 1.**

##### **Тема 1.1 Основні закони термодинаміки**

1. Предмет і зміст курсу ЕХТП. Основні поняття термодинаміки. Основні газові закони. Газові суміші.
2. Перший закон термодинаміки.
3. Основні термодинамічні процеси зміни стану ідеальних газів.
4. Термодинаміка рідин і пари. Розрахунок термодинамічних процесів зміни стану пари.

##### **Тема 1.2 Основні закони теплопередачі**

1. Основні закони теплопередачі (теплопровідність, тепловіддача).
2. Стаціонарна теплопередача (крізь стінку).
3. Основні рівняння рекуперативних теплообмінних апаратів.

##### **Тема 1.3 Цикли теплосилового устаткування**

1. Теорія циклів. ККД циклів. Прямий та зворотній цикли. Цикл Карно. ККД циклів.
2. Визначення параметрів циклів ДВЗ (цикл Отто, цикл Дизеля, цикл ГТУ)
3. Цикли паросилових установок. Теплофікаційний цикл. Регенеративний цикл.
4. Хімічні методи прямого перетворення енергії. Цикл термоелектричної установки.
5. Методи аналізу ефективності циклів. Ексергія. Ексергетичний ККД.

##### **Тема 1.4 Холодильні цикли**

1. Загальна характеристика холодильних циклів. Цикл повітряної холодильної установки
2. Цикл парокомпресійної холодильної машини. Пароелектричні ХМ. Абсорбційні ХМ.
3. Визначення параметрів холодильних циклів парокомпресійної ХМ
4. Теплові насоси та трансформатори теплоти.

#### **МОДУЛЬ 2.**

##### **Тема 2.1 Основи енерготехнології хімічної промисловості**

1. Енерготехнологічні системи використання палива.

##### **Тема 2.2 Інтеграція теплових процесів в промисловості**

1. Основи пінч-аналізу.
2. Розрахунок оптимальної кількості зовнішніх джерел енергії.
3. Проектування мереж теплообміну хіміко-технологічних систем.

##### **Тема 2.3 Відновлювальні джерела енергії**

1. Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні

##### **Тема 2.4 Вторинні енергоресурси та енерготехнологічне комбінування**

1. Загальні відомості про ВЕР. Використання теплоти технологічних продуктів.

**Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять:**

Назви модулів і тем	Форма здобуття освіти (очна (денна))					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські) заняття	лабораторні заняття	самостійна робота	модульна контрольна робота	
<b>5- й семестр</b>						
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1.1	18	6	6		6	
Тема 1.2	6	2	2		2	
Тема 1.3	20	6	8		6	
Тема 1.4	16	6	6		4	
Разом за модулем 1	60	20	22		18	
<b>Модуль 2</b>						
Тема 2.1	2				2	
Тема 2.2	18	2	4		12	
Тема 2.3	7	2			5	
Тема 2.4	3				3	
Разом за модулем 2	30	4	4		22	
Разом за дисципліною	90	24	26		40	

**Теми практичних занять (у разі потреби)**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Тема 1.1 - Використання газових законів. Визначення параметрів стану суміші ідеальних газів.	2
2.	Тема 1.1 - Розрахунок термодинамічних процесів зміни стану пари.	2
3	Тема 1.2 - Основні закони теплопередачі (теплопровідність, тепловіддача, теплопередача).	2
4	Тема 1.3 - Визначення теплоти та роботи циклів. Розрахунок ККД циклу Карно. Цикл Отто.	2
5	Тема 1.3 - Визначення параметрів циклів ДВЗ (Дизель).	2
6	Тема 1.3 - Розрахунок параметрів циклу Ренкіна	2
7	Тема 1.3 - Визначення ексергії аналітичним способом	2
8	Тема 1.4 - Розрахунок параметрів повітряних циклів	2

	ХМ	
9	Тема 1.4 - Визначення параметрів холодильних циклів парокompресійної ХМ	2
10	Тема 1.4 - Розрахунок циклів теплових насосів	2
11	Тема 1.4 - Розрахунок процесів трансформації пари	2
12	Тема 2.2- Розрахунок оптимальної кількості зовнішніх джерел енергії	4
	Разом	26

### Орієнтовна тематика індивідуальних завдань

Розрахункова робота 1: Розрахунок термодинамічних процесів ідеальних газів; розрахунок термодинамічних процесів зміни стану водяної пари.

Розрахункова робота 2: Розрахунок мережі теплообміну та визначення оптимальної кількості зовнішніх джерел енергії.

### Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти

#### Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є: диференційний залік, рішення контрольних задач, виконання (здача) розрахункових робіт.

Оцінювання рівня освітніх досягнень здобувачів за освітніми компонентами, здійснюється за 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України з переведенням в оцінку за рейтинговою шкалою - ЄКТС та в 4-бальну шкалу.

#### Таблиця відповідності результатів оцінювання знань з навчальної дисципліни за різними шкалами

За 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України	За рейтинговою шкалою (ЄКТС)	За 4-бальною шкалою
90-100	A	відмінно
80-89	B	добре
65-79	C	
55-64	D	задовільно
50-54	E	
35-49	FX	незадовільно
0-34	F	

## Критерії оцінювання

### Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль результатів навчання здобувачів освіти проводиться у формі фронтальних та індивідуальних опитувань, виконання контрольних задач.

Підсумковий контроль проводиться у формі диференційного заліку.

### Розподіл та накопичення балів, які отримують здобувачі, за видами навчальних занять та контрольними заходами з дисципліни

Види навчальних занять	Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять	
<b>I. Поточний контроль</b>				
Модуль 1	лекції	10	0	0
	практичні заняття*	11	3	33
	Розрахункова робота 1*	1	22	22
Разом за модуль 1				55
Модуль 2	лекції	2	0	0
	практичні заняття*	2	3	6
	Розрахункова робота 2*	1	22	22
Разом за модуль 2				28
Разом за поточний контроль				83
<b>II. Індивідуальні завдання (науково-дослідне)</b>				-
<b>III. Підсумковий контроль (екзамен, диференційний залік, курсовий проєкт (робота))*</b>				17
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				100

*Пояснення:\** види навчальних занять та контрольні заходи для обов'язкового виконання.

### Поточний контроль.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті:

3 бали – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;

2 бали – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки



1 бал – здобувач правильно розкрив лише окремі положення та може окреслити лише деякі проблемні питання з теми;

0,5 бала – здобувач поверхнево розкрив лише окремі положення та при цьому допустив суттєві помилки.

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

Критерії оцінювання знань здобувачів під час виконання розрахункових робіт (*оцінюється в діапазоні від 0 до 22 балів*):

22 бали – здобувач виконав розрахунки в повному обсязі, вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, повно і правильно відповідає на питання;

16 балів – здобувач виконав розрахунки в повному обсязі, орієнтуються в тематиці, але допустив деякі помилки.

10 балів – здобувач виконав розрахунки в повному обсязі, але правильно розкриває лише окремі положення та може окреслити лише деякі проблемні питання з теми;

5 балів – здобувач виконав розрахунки не в повному обсязі і при цьому допустив суттєві помилки.

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

### **Підсумковий контроль.**

Критерії оцінювання знань здобувачів на диференційованому заліку:

Критерії оцінювання знань здобувачів на диференційованому заліку: (*оцінюється в діапазоні від 0 до 17 балів*):

17 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади, повно і правильно відповідає на питання;

12 балів – здобувач орієнтуються в тематиці, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки.

8 балів – здобувач правильно розкриває лише окремі положення та може окреслити лише деякі проблемні питання з теми;

4 балів – здобувач поверхнево розкрив лише окремі положення та при цьому допустив суттєві помилки.

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

Перелік теоретичних питань для підготовки до диференційованого заліку:

1. Ексергія. Ексергетичний ККД.
2. Методи аналізу ефективності циклів.
3. Теорія циклів. ККД циклів.
4. Прямий цикл Карно. ККД циклу Карно.
5. Цикли Отто. ККД циклу.
6. Цикли Дизля. ККД циклу.
7. Цикли Тринклера. ККД циклу.
8. Цикл Ренкіна.

9. Теплофікаційний цикл.
10. Хімічні Методи прямого перетворення енергії
11. Загальна характеристика холодильних циклів. Холодильний коефіцієнт.
12. Цикл повітряної холодильної установки.
13. Цикл парокompресійної холодильної машини.
14. Визначення параметрів циклу за допомогою i-s-діаграми.
15. Визначення холодильного коефіцієнту реального циклу КХМ.
16. Теплові насоси. Опалювальний коефіцієнт теплового насосу.
17. Трансформація водяної пари. Використання парокompресорів в енергозберігаючих схемах хіміко-технологічних виробництв.
18. Схема та цикл теплонасосної установки.
19. Енерготехнологічні системи використання палива.
20. Основи пінч-аналізу.
21. Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні.
22. Загальні відомості про ВЕР. Використання теплоти технологічних продуктів.

### **Політика викладання навчальної дисципліни**

1. Активна участь в обговоренні навчальних питань, попередня підготовка до практичних занять за рекомендованою літературою, якісне і своєчасне виконання завдань.
2. Сумлінне виконання розкладу занять з навчальної дисципліни (здобувачі вищої освіти, які запізнилися на заняття, до заняття не допускаються).
3. З навчальною метою під час заняття мобільними пристроями дозволяється користуватися тільки з дозволу викладача.
4. Здобувач вищої освіти має право дізнатися про свою кількість накопичених балів у викладача навчальної дисципліни та вести власний облік цих балів.

### **РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

#### **Література**

1. Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів: курс лекцій / А.Я. Шаршанов. – Х.: НУЦЗУ, 2018. 174 с./ електронне видання
2. Термодинаміка та теплопередача у пожежній справі : Навч. посіб. / І.Б. Рябова, І.В. Сайчук, А.Я. Шаршанов . – Навч. посіб. — Х. : АПБУ, 2002 . — 352 с. : іл.
3. Термодинаміка і теплопередача : Методичні вказівки до вивчення курсу та контрольні завдання / А.Я. Шаршанов, І.В. Сайчук . — Х. : УЦЗУ, 2007 . — 165с.
4. Технічна термодинаміка: Підручник / О.Ф. Буляндра - К.: Техніка,

2001. - 320 с.

**Інформаційні ресурси**

1. [academy.arbu.edu.ua/rus/mbank/](http://academy.arbu.edu.ua/rus/mbank/) (Електронний банк методичної літератури НУЦЗУ).

Розробник:

старший викладач кафедри СХХТ,  
д.т.н., доцент



Андрій Шаршанов