


Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра теплового інжинірингу та енергетичних технологій



«ЗАТВЕРДЖЕНО»
завідувач кафедри ТІЕТ

Пінчук В.О. 
«19» грудня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Хімічна термодинаміка»

Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	144 Теплоенергетика
Освітній рівень.....	третій (освітньо-науковий)
Статус	вибіркова
Загальний обсяг	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	диференційований залік
Термін викладання	4-й семестр (7 чверть)
Мова викладання	українська

Викладач: к.т.н., доц. Шарабура Тетяна Андріївна

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Хімічна термодинаміка» для здобувачів вищої освіти освітньо-наукової програми «Інжиніринг теплових процесів і систем» спеціальності 144 Теплоенергетика / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. теплового інжинірингу та енергетичних технологій. – Д.: НТУ «ДП», 2024. – 11 с.

Розробник:

– Шарабура Тетяна Андріївна – доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплового інжинірингу та енергетичних технологій;

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки здобувачів вищої освіти до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм.

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	4
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	5
6.1 Шкали	6
6.2 Засоби та процедури.....	6
6.3 Критерії.....	7
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	9
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	10

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – формування у здобувачів освіти фундаментальних знань і практичних навичок, необхідних для аналізу, опису та прогнозування термодинамічних властивостей хімічних систем, процесів теплової, енергетичної та матеріальної взаємодії у хімічних реакціях та фазових переходах, а також оптимізації хімічних технологій з точки зору енергетичної ефективності.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
шифр ДРН	зміст
ДРН – 01	Знати основні закони термодинаміки та їх застосування до хімічних систем та розуміти поняття енергетичних і хімічних потенціалів та їх фізичний зміст.
ДРН – 02	Знати принципи і методи визначення стану хімічної рівноваги у багатокомпонентних системах, а також визначення констант рівноваги, рівноважного складу реакційних сумішей, а також впливу температури, тиску та концентрацій на рівновагу.
ДРН – 03	Вміти розраховувати та отримувати термодинамічні параметри та характеристики хімічних реакцій.
ДРН – 04	Вміти працювати з програмним забезпеченням для моделювання термодинамічних процесів.

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Додаткових вимог до базових дисциплін не встановлюється. Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу ґрунтується на знаннях, отриманих з вивчених дисциплін за попереднім рівнем освіти.

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Розподіл за формами навчання, години							
	денна			вечірня		заочна		
	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	50	14	36	-	-	50	4	46
практичні	70	21	49	-	-	70	8	62
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	120	35	85	-	-	120	12	108

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	50
ДРН – 01	1. Перший закон термодинаміки та його застосування до хімічних процесів Аналітичний вираз першого закону термодинаміки. Теплоти реакцій. Закон Гесса. Закон Кірхгофа. Енергетика процесів горіння.	10
ДРН – 01	2. Другий закон термодинаміки та його застосування до хімічних процесів Ізохорно-ізотермічний та ізобарно-ізотермічний потенціали. Максимальна робота реакції та її рівняння. Хімічний потенціал. Умови рівноваги в ізольованій однорідній системі, гетерогенних системах та хімічних реакціях.	15
ДРН – 02	3. Рівновага термодинамічних систем та дисоціація Рівновага в хімічних реакціях. Константи рівноваги. Термічна дисоціація в газах. Ступінь дисоціації. Зв'язок між константою рівноваги та ступенем дисоціації. Зв'язок між максимальною роботою та константою рівноваги. Визначення констант рівноваги.	15
ДРН – 02	4. Елементи кінетики хімічних реакцій та відомості про розчини Вплив концентрації та температури на швидкість хімічної реакції. Активація. Каталіз. Рівновага рідких розчинів з газами. Склад парової фази над розчином.	10
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	70
ДРН – 03	1. Розрахунок зміни ентальпії, ентропії, вільної енергії і теплових ефектів хімічних реакцій.	10
ДРН – 03	2. Визначення термодинамічних властивостей речовин і матеріалів за допомогою різних баз даних.	10
ДРН – 04	3. Робота та проведення теоретичних досліджень з програмним комплексом для термодинамічного розрахунку рівноважного складу і властивостей багатокомпонентних гетерогенних систем.	50
	РАЗОМ	120

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних здобувачів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо здобувач отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії здобувача за вимогами НРК до 8-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Здобувач на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються здобувачам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання при завершенні вивчення курсу	виконання завдання під час самостійної роботи	комплексна контрольна робота (ККР) у вигляді тесту	визначення середньозваженого результату поточних контролів;
практичні	виконання завдань за кожною темою, індивідуальне завдання	виконання завдань під час практичних занять, виконання завдань під час самостійної роботи		виконання ККР під час заліку за бажанням здобувача

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня за НРК, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі здобувача шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен здобувач під час заліку має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня за НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання здобувача ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії здобувача для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних занять в якості критерію використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для магістерського рівня вищої освіти, подано нижче.

Загальні критерії досягнення результатів навчання для 8-го кваліфікаційного рівня за НРК (доктор філософії)

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<i>Знання</i>		
– Концептуальні та методологічні знання в галузі чи на межі галузей знань або професійної діяльності.	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: – спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; – критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
<p>– Спеціалізовані уміння/навички і методи, необхідні для розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики;</p> <p>– започаткування, планування, реалізація та коригування послідовного процесу ґрунтового наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності;</p> <p>– критичний аналіз, оцінка і синтез нових та комплексних ідей.</p>	<p>Відповідь характеризує уміння:</p> <ul style="list-style-type: none"> – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв'язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність; – провадити наукову діяльність 	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
<p>– Вільне спілкування з питань, що стосуються сфери наукових та експертних знань, з колегами, широкою науковою спільнотою,</p>	<p>Зрозумілість відповіді (доповіді).</p> <p><i>Мова:</i> правильна; чиста; ясна; точна; логічна; виразна; лаконічна.</p> <p><i>Комунікаційна стратегія:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – послідовний і несуперечливий розвиток думки; – наявність логічних власних суджень; – доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; – правильна структура відповіді (доповіді); – правильність відповідей на запитання; 	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<p>суспільством у цілому;</p> <p>– використання академічної української та іноземної мови у професійній діяльності та дослідженнях.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – доречна техніка відповідей на запитання; – здатність робити висновки та формулювати пропозиції; – використання іноземних мов у професійній діяльності 	
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
<i>Відповідальність і автономія</i>		
<p>– Демонстрація значної авторитетності, інноваційності, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, постійна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності;</p> <p>– здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.</p>	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> – використання принципів та методів організації діяльності команди; – ефективний розподіл повноважень в структурі команди; – підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); – стресовитривалість; – саморегуляція; – трудова активність в екстремальних ситуаціях; – високий рівень особистого ставлення до справи; – володіння всіма видами навчальної діяльності; – належний рівень фундаментальних знань; – належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок 	95-100
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний процес передбачає використання: мультимедійного комплексу для проведення інтерактивних лекцій та практичних занять; комп'ютерних систем та мереж для проведення практичних занять з пошуку термодинамічних властивостей та параметрів хімічних сполук в Internet, для роботи з програмним комплексом для термодинамічного розрахунку рівноважного складу і властивостей багатокомпонентних гетерогенних систем, дистанційної платформи Moodle, MS Office Teams.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

- 1 Термодинаміка в хімічній інженерії: навчальний посібник / С.В. Гулієнко, О.В. Гусарова. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. - 211 с.
- 2 Baehr H.D., Kabelac S. Thermodynamic. – Springer-Lehrbuch, 2022. – 520 p. ISBN: 978-3-642-24161-1.
- 3 Price G. Thermodynamics of chemical processes, second edition. – Oxford University Press, 2019. – 128 p. ISBN: 9780198814450.
- 4 Технічна термодинаміка та теплопередача / В.В. Малишев, В.В. Кретов, Т.М. Гладка. – Університет Україна, 2015, - 258 с. ISBN: 978-966-388-510-0.
- 5 Димо Б. В. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна термодинаміка та теплопередача» / Б.В. Димо, П.А. Пацурковський, О.А. Єпіфанов, О.К. Чередніченко. – Миколаїв : НУК, 2022. – 169 с.

Допоміжна література

- 6 Термодинаміка. Переклад з англійської за редакцією В. М Здешиц / Кривий ріг: КДПУ, 2023. – 147 с. <https://openstax.org/details/books/university-physics-volume-2>.
- 7 Koretsky M.D. Engineering and Chemical Thermodynamics, 2nd Edition. – USA, Wiley, 2012. – 710 p. ISBN: 978-0-470-25961-0
- 8 Брускова Д.М., Кушевська Н.Ф., Малишев В.В. Фізична та колоїдна хімія. Київ, 2020. – 530 с.
- 9 М. Солдаткіна. Хімічна термодинаміка в схемах, таблицях, формулах, рисунках / Л.М. Солдаткіна. – Одеса : «Одеський національний університет», 2012. - 101 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

- 10 Долгошей, В.Б. Термодинаміка складних систем. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / В. Б. Долгошей. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 83 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41641> (дата звернення 20.08.2024)
- 11 Довідникові таблиці. Techemy: chemistry for you: веб-сайт. URL: <https://techemy.com/en/handbook/reference-tables/thermodynamic-quantities-of-simple-and-complex-substances/> (дата звернення 21.08.2024).
- 12 База хімічних сполук і хімічних реакцій. Chemiday.com – хімія на крок ближче : веб-сайт. URL: <https://chemiday.com/> (дата звернення 25.08.2024).

Навчальне видання

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Хімічна термодинаміка»

для здобувачів вищої освіти освітньо-наукової програми «Інжиніринг теплових процесів і систем» спеціальності 144 Теплоенергетика

Розробник:

Тетяна Андріївна Шарабура

У редакції автора

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19