

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТІЮКА»**

**Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики**

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Т.в.о.проректора з науково-педагогічної
та навчальної роботи**

_____ **О.С. Максименко**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Теоретичні та технологічні основи виробництва та зберігання гідратів
вуглеводневих газів**

(назва навчальної дисципліни)

підготовки _____ **бакалавр** _____

(назва ступеня вищої освіти)

спеціальності _____ **144 – Теплоенергетика** _____

(шифр і назва спеціальності)

Робоча програма дисципліни «*Теоретичні та технологічні основи виробництва та зберігання гідратів вуглеводневих газів*» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика».

Складена відповідно до освітньої програми підготовки бакалавра

Розробник: Педченко Л.О. к.т.н., доцент

Погоджено

Гарант освітньої програми _____ (Голік Ю.С.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Протокол від « ___ » _____ - 2020 року № ___

Завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики _____ (Голік Ю.С.)
« ___ » _____ 2020 року

Схвалено навчально-методичною радою інституту
Протокол від « ___ » _____ 2020 року № ___

Голова навчально-методичної ради _____ (Калюжний А.П.)
« ___ » _____ 2020 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		форма навчання денна	форма навчання заочна
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <u>14</u> <u>Електрична інженерія</u>	за вибором	
Модулів – 1	Спеціальність <u>144</u> Теплоенергетика	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		3-й	-
Загальна кількість годин – 180		Семестр	
		6-й	-
	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	Лекції	
		24 год.	-
		Практичні, семінарські	
		20 год.	-
		Лабораторні	
		18 год	-.
		Самостійна робота	
		118 год.	-
Індивідуальна робота:			
-	-		
Вид контролю: екзамен			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 62/118

2. Мета навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Теоретичні та технологічні основи виробництва та зберігання гідратів вуглеводневих газів» є формування у студентів теоретичних та технологічних знань та навичок стосовно: методів і технологічних рішень акумулювання енергетичної сировини на прикладі інноваційної технології виробництва та зберігання вуглеводневих газів у газогідратній формі; сучасних методів дослідження газових гідратів; перспективи застосування газогідратних технологій у виробництві.

Компетентності за ОПП:

ЗК 2 Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області.

ЗК 4 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 9 Здатність приймати обґрунтовані рішення.

СК 1 Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

СК 2 Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.

СК 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 і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі

СК 8 Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

СК 9 Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.

СК 10 Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі.

СК 11 Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі.

Програмні результати навчання за ОПП:

РН 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.

РН 3 Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

РН 4 Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.

РН 5 Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

РН 7 Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти.

РН 8 Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об'єктів і процесів теплоенергетики.

РН 10 Знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики.

РН11 Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки.

РН13 Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.

РН14 Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.

РН16 Розуміти нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і

3. Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення дисципліни ґрунтується на знаннях, набутих студентами в результаті вивчення ряду базових дисциплін загальної та професійної підготовки на попередніх етапах навчання.

Перелік дисциплін, які є передумовою вивчення курсу:

144 Б ОК 09 Хімія

144 Б ОК 11 Екологія

144 Б ОК 16 Технічна термодинаміка

144 Б ОК 18 Тепломасообмін (теплофізика)

Перелік дисциплін, для яких курс є передумовою :

144 Б ОК 38 Виконання кваліфікаційної роботи

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Основним завданням вивчення дисципліни «Теоретичні та технологічні основи виробництва та зберігання гідратів вуглеводневих газів» є ознайомлення із новітніми ресурсозберігаючими і екологічно чистими технологіями в галузі.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

знати:

- основні технічні параметри та принципи роботи газогідратних реакторів, порядок і методи їх розрахунку;
- варіанти використання газогідратних технологій у промисловій теплоенергетиці
- результати фундаментальних досліджень газових гідратів (будова, фізико-хімічні властивості, термодинаміка і кінетика утворення і дисоціації);
- варіанти напрямки застосування газогідратних технологій;
- вплив покладів природних газових гідратів на екологію;
- результати технологічних досліджень газових гідратів (попередження гідратуутворення і ліквідація газогідратних відкладів, газогідратні технології);

вміти:

- впроваджувати нові ресурсозберігаючі і екологічно чисті технології, засновані на властивостях клатратних з'єднань;
- визначати основні параметри роботи обладнання газогідратних установок;
- на прикладі газогідратних технологій виконувати техніко-економічне обґрунтування заміни традиційних технологій у секторі теплоенергетики на більш енергоощадні;
- користуватись технічною літературою, довідниковими даними;
- виконувати розрахунки енергетичного потенціалу та економічної ефективності інноваційних технологій;
- моделювати процеси утворення гідратів природного газу в лабораторних умовах;
- визначати безгідратний режим експлуатації газотранспортних об'єктів.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
60-63	Е	Достатньо	Студент має певні знання матеріалу, передбаченого робочою програмою, володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Середній, що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: екзамен; стандартизовані тести; презентація результатів виконаних практичних завдань.

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Газові гідрати, їх властивості, кінетика

Тема 1. Газові гідрати природного газу

Практичне заняття 1.

Тема 2. Кінетика утворення та дисоціації газових гідратів природного газу

Лабораторне заняття 1.

Практичне заняття 2.

Тема 3. Кінетика процесу утворення газових гідратів

Лабораторне заняття 2. 3.

Практичне заняття 3.

Тема 4. Методика встановлення рівноважних параметрів гідратуутвоєння по на основі оптичних ефектів на між фазній поверхні

Практичне заняття 4.

Лабораторне заняття 4. 5

Тема 5. Термобаричні умови самоконсервації природних та штучних газогідратів залежно від їх пористості

Практичне заняття 5.

Тема 6. Газогідратні технології в нафтогазовій галузі

Лабораторне заняття 6. 7.

Тема 7. Методика встановлення рівноважних параметрів гідратуутвоєння по на основі оптичних ефектів на між фазній поверхні

Практичне заняття 6.

Тема 8. Аналіз конкурентоздатності технології транспортування і зберігання газу у газогідратній формі та заходи по її підвищенню

Тема 9. Обґрунтування параметрів виробництва та формування газогідратної маси

Практичне заняття 7.

Тема 10. Математична модель процесу цементації поверхневого шару газогідратного зразка заморожуванням води в порах

Практичне заняття 8.

Тема 11. Обґрунтування механізму і параметрів дисоціації зразків газогідрату

Практичне заняття 9.

Тема 12. Розв'язування задачі про примусову консервацію газогідрату методом аналізу розмірностей

Практичне заняття 10.

Лабораторне заняття 8. 9.

8. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьог о	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовний модуль 1. Газові гідрати, їх властивості, кінетика												
Тема 1. Газові гідрати природного газу	13	2	2			9						
Тема 2. Кінетика утворення та дисоціації газових гідратів природного газу	16	2	2	2		10						
Тема 3. Кінетика процесу утворення газових гідратів	17	2	2	4		9						
Тема 4. Методика встановлення рівноважних параметрів гідратоутворення по на основі оптичних ефектів на між фазній поверхні	18	2	2	4		10						
Тема 5. Термобаричні умови самоконсервації природних та штучних газогідратів залежно від їх пористості	13	2	2			9						
Тема 6. Газогідратні технології в нафтогазовій галузі	16	2		4		10						

Тема 7. Методика встановлення рівноважних параметрів гідратування по на основі оптичних ефектів на між фазній поверхні	13	2	2			9						
Тема 8. Аналіз конкурентоздатності технології транспортування і зберігання газу у газогідратній формі та заходи по її підвищенню	12	2				10						
Тема 9. Обґрунтування параметрів виробництва та формування газогідратної маси	13	2	2			9						
Тема 10. Математична модель процесу цементації поверхневого шару газогідратного зразка заморожуванням води в порах	14	2	2			10						
Тема 11. Обґрунтування механізму і параметрів дисоціації зразків газогідрату	16	2	2			12						
Тема 12. Розв'язування задачі про примусову консервацію газогідрату методом аналізу розмірностей	19	2	2	4		11						
Разом за змістовим модулем 1	180	24	20			118						
Усього годин	180	24	20	18		118						

9. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Семінарські заняття не передбачені	-

10. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
1	Визначення рівноважних умов гідратоутворення за емпіричною формулою Пономарьова	2	
2	Методика розрахунку умов гідратоутворення за константами рівноваги	2	
3	Визначення ентальпії гідратоутворення природного газу даного складу та гідратного числа n (за методом Форкрана)	2	
4	Морфологія природних та штучно утворених газових гідратів	2	
5	Вплив реологічних властивостей газових гідратів на параметри технології виробництва газогідратних блоків	2	
6	Зберігання природного газу в гідратному стані	2	
7	Використання попутного нафтового газу	2	
8	Дослідження кінетики дисоціації газогідратного блоку законсервованого шаром льоду	2	
9	Аналіз конкурентоздатності технології транспортування і зберігання газу у газогідратній формі та заходи по її підвищенню	2	
10	Обґрунтування і розрахунок технологічного процесу	2	
	Разом	20	

11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
1	Методика встановлення моменту початку масової кристалізації газогідрату	2	
2	Примусова консервація льодяною кіркою сформованих газогідратних блоків	4	
3			
4	Дослідження процесів дисоціації газових гідратів	4	
5			
6	Морфологія природних та штучно утворених газових гідратів	4	
7			
8	Концентрування розчинів за допомогою газогідратної технології	4	
9			
	Разом	18	

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з історичними та літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних занять;

- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до виконання модульної контрольної роботи (тестування);
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання заліку за контрольними питаннями.

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
1	Морфологія штучних газових гідратів	9	
2	Фактори, які впливають на швидкість утворення штучних лабораторних газогідратів	9	
3	Кінетика утворення штучних газових гідратів	9	
4	Огляд лабораторного обладнання для утворення штучних газових гідратів	9	
5	Природні газові гідрати. Їх утворення, запаси.	9	
6	Аналіз методів визначення рівноважних умов гідратоутворення	9	
7	Зберігання природних газів у газогідратному стані	9	
8	Теоретичні основи газогідратних технологій	9	
9	Перспективи використання газогідратних технологій у різних галузях промисловості	9	
10	Перспективи виробництва газогідратних блоків попутного нафтового газу	9	
11	Газогідратні технології в нафтогазовій галузі.	9	
12	Застосування газогідратних технологій для утилізації шахтного метану	9	
13	Експлуатація наземних гідратосховищ як альтернатива газгольдерам та ізотермічним резервуарам	10	
	Разом	118	

13. Індивідуальні завдання

Виконання курсового проекту або роботи робочою програмою не передбачено.

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, індивідуальних та групових консультацій, практичні – при проведенні практичних занять та виконанні лабораторних робіт.

Під час проведення лекцій та практичних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєннями студентами навчального матеріалу здійснюється шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час тестування. Форма і методи поточного контролю знань студентів доводиться до їхнього відома на першому занятті. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмій, що формують відповідний модуль. Він реалізується у формі тестування, проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі семестрового екзамену.

16. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота												Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1													
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12		
2	3	3	3	3	3	2	3	3	8	8	9	50	100

T1, T2 ... T8 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них при підсумковому контролі у вигляді екзамену 50 балів відведено на поточний контроль, а 50 балів – на підсумковий (для допуску до екзамену необхідно мати не менше 25 балів поточної успішності).

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином

- захист тем – до 70 балів (до 7 балів за кожну тему: отримання оцінки «незадовільно» – 0 балів, виконання відповідних завдань без отримання оцінки – 3 бала, отримання оцінки «задовільно» – 4 бали, «добре» – 5 балів, «відмінно» – 6 балів).

Присутність на заняттях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 35 балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є екзамен.

Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

17. Методичне забезпечення

1. Робоча програма дисципліни «Теоретичні та технологічні основи виробництва та зберігання гідратів вуглеводневих газів» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / Л.О.Педченко, – Полтава, 2020 – 13 с.

2. Інструктивно-методичні матеріали для проміжного і підсумкового контролю знань.

3. Правила модульно-рейтингового оцінювання знань із навчальної дисципліни.

18. Рекомендована література

Базова

1. Педченко Л.О. Теоретичні та технологічні основи виробництва і зберігання гідратів вуглеводневих газів. Монографія / Л.О. Педченко за ред. М.Л. Зоценка // – Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 177 с.

2. Педченко М.М. Гідратоутворення вуглеводневих газів. Монографія / М.М. Педченко за ред. В.С. Білецького // – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – 186 с.

http://ruthenia.info/c/r.pl?c_ =not&c_ =!7

3. Газогідрати. Гідратоутворення та основи розробки газових гідратів: монографія / Г. Півняк, Є.І. Крижанівський, В.О. Онищенко, В.І. Бондаренко, О.Ю. Витязь, М. Л.Зоценка, Е.О. Максимова, К.С. Сай, М.Л. Овчинніков, К.А. Ганушевич, С.О. Овечький, Я.М. Фем'як, О.М. Трубенко, М.П. Мазур, Л.Я. Побережний, М.М. Педченко, В.П. Рубель, Г.В. Кошлак, Л.О. Педченко. – Дніпропетровськ: ТОВ «ЛізуновПрес», 2015. – 220 с.

4. Бук С.Ш., Макогон Ю.Ф., Фомина В.И. Газовые гидраты. – М.: Химия, 1980.–296 с.

5. Бугай Ю.Н., Балакиров Ю.А. Газогидратные месторождения. К., МНТУ, 2001.-170 с.

Допоміжна

1. Дегтярев Б.В., Бухгалтер Э.Б. Борьба с гидратами при эксплуатации газовых скважин в северных районах.-М., Недра, 1976.- 198 с.

2. Истомин В.А., Квон В.Г. Предупреждение и ликвидация газовых гидратов в система добычи газа.-М., ООО «ИРЦ Газпром», 2004.-506 с.

3. Макогон Ю.Ф. Гидраты природных газов. – М: Недра, 1974. – 208 с.

4. Макогон Ю.Ф. Газовые гидраты, предупреждение их образования и использование – М.: Недра, 1985 . – 232 с.

7. Клименко А.П. Клатраты (гидраты газов).-К.: Наукова думка, 1989.- 76 с.

8. Смирнов Л.Ф., Чумак И.Г., Денисов Ю.П. Стартует инновационный инвестиционный проект «Метан – из газогидратов Черного моря. Этап 1» // Холодильна техніка і технологія. – 2007. – № 1(105). – С.91 – 96.

19. Інформаційні ресурси

1. Робоча програма дисципліни «Теоретичні та технологічні основи виробництва та зберігання гідратів вуглеводневих газів» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / Л.О.Педченко, – Полтава, 2020 – 13 с.