

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра теплотехніки

T8563



ЗАТВЕРДЖЕНО

Заступник директора
з навчальної роботи
к.т.н., професор О.М. Дудченко

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК
Designing Systems of Thermal Energy Plants

рівень вищої освіти *другий (магістерський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни "Проектування систем теплоенергетичних установок" для здобувачів вищої освіти з галузі знань 14 "Електрична інженерія", спеціальність 144 "Теплоенергетика", освітньо-професійна програма "Теплоенергетика".

"25" серпня 2024 р. – 29 с.

Розробники:

Шаповалов Ю.О., кандидат технічних наук, професор НУК

Калініченко І.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки ХННІ НУК

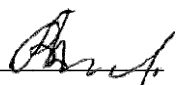
Проект робочої програми навчальної дисципліни "Проектування систем теплоенергетичних установок" *узгоджено з гарантом освітньої програми*

Гарант освітньої програми

"Теплоенергетика"

д.т.н., професор кафедри

теплотехніки ХННІ НУК

 О.П. Воїнов

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Проектування систем теплоенергетичних установок" *розглянуто на засіданні кафедри теплотехніки Херсонського навчально-наукового інституту НУК*

Протокол № 1 від «27» серпня 2024 р.

в.о. завідувача кафедри

канд. техн. наук, доцент


 Г.О. Кобалава

Робоча програма навчальної дисципліни "Проектування систем теплоенергетичних установок" *затверджена методичною радою Херсонського ННІ НУК*

Протокол № 1 від «28» серпня 2024 р.

Голова МР Херсонського ННІ НУК,

канд. техн. наук, професор НУК

 О.М. Дудченко

© Шаповалов Ю.О., 2024 рік,

© Калініченко І.В., 2024 рік,

© ХННІ НУК, 2024 рік

Зміст

Вступ.....	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	7
5. Програма навчальної дисципліни.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	20
7. Форми поточного та підсумкового контролю	22
8. Критерії оцінювання результатів навчання	27
9. Засоби навчання.....	28
10. Рекомендовані джерела інформації	28
11. Інформаційні джерела.....	29

ВСТУП

Анотація

Робоча програма навчальної дисципліни "Проектування систем теплоенергетичних установок" розрахована на підготовку здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою "Теплоенергетика" за другим (магістерським) рівнем вищої освіти і зорієнтована на оволодіння поглибленими знаннями в галузі проектування та експлуатації систем теплоенергетичного обладнання та установок, необхідних для розробки, впровадження та експлуатації енергоефективних та екологічно збалансованих рішень.

Робоча програма навчальної дисципліни "Проектування систем теплоенергетичних установок" передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем в галузі енергетичного машинобудування або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та здійснення інновацій при проектуванні та у використанні теплоенергетичного обладнання і характеризується невизначеністю умов і вимог.

Ключові слова: система водопостачання, система газопостачання, система каналізації, система опалення, промислові та комунальні об'єкти.

Annotation

The work program of the study discipline "Designing systems of thermal energy plants" is designed for the preparation of higher education students in the educational and professional program "Heat Power Engineering" at the second (master's) of higher education level and is oriented towards mastering in-depth knowledge in the field of design and operation of thermal power equipment systems and plants, necessary for the development, implementation and operation of energy-efficient and ecologically balanced solutions.

The work program of the study discipline "Designing systems of thermal energy plants" provides for the comprehensive application of acquired competencies to solve complex specialized tasks and practical problems in the field of power mechanical engineering or in the learning process, which involves conducting research and implementing innovations in the design and use of thermal power equipment and is characterized by uncertainty of conditions and requirements.

Keywords: water supply system, gas supply system, sewage system, heating system, industrial and communal objects.

1. Опис навчальної дисципліни

Опис навчальної дисципліни наведений в табл. 1.

Таблиця 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 9,0	Галузь знань: 14 "Електрична інженерія"	<i>обов'язкова</i>
Модулів – 3		Рік підготовки
Змістових модулів – 4		1-й
Електронний адрес РПНД на сайті ХННІ НУК http://www.kb.nuos.edu.ua/ Licensing%20and%20accre ditation%20specialties/ther mal-power-m.html	Спеціальність: 144 "Теплоенергетика" Освітньо- професійна програма: " Теплоенергетика"	Семестр
		1-й, 2-й
		Лекції
		15 годин 1-й, 30 годин 2-й
Індивідуальне науково- дослідне завдання: Курсовий проект "Проектування систем теплоенергетичних установок"		Лабораторні роботи
		-
Загальна кількість годин – 270		Практичні заняття
		15 годин 1-й, 15 годин 2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 1-й семестр – 2,0; 2-й семестр – 3,0; самостійної роботи здобувача: 1-й семестр – 4,0; 2-й семестр – 3,0.	Освітній рівень: другий (магістерський)	Самостійна робота
		60 годин 1-й, 45 годин 2-й
		Курсовий проект
		90 годин 2-й
		Вид контролю
		Залік 1-й, Екзамен, курсовий проект 2-й
		Форма контролю
ПИСЬМОВО		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою освоєння дисципліни "Проектування систем теплоенергетичних установок" є оволодіння поглибленими знаннями в галузі проектування та експлуатації систем теплоенергетичного обладнання та установок, необхідних для розробки, впровадження та експлуатації енергоефективних та екологічно збалансованих рішень та формування у здобувача вищої освіти відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

Інтегральна компетентність:

ІК 1. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у теплоенергетичній галузі або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності:

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК1. Здатність застосовувати та удосконалювати математичні та комп'ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці.

СК2. Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики.

СК3. Здатність застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в теплоенергетиці.

СК5. Здатність розробляти, реалізовувати, впроваджувати і супроводжувати проекти з урахуванням всіх аспектів проблеми, яка вирішується, включаючи етапи проектування, виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації теплоенергетичного обладнання.

СК7. Здатність здійснювати інноваційну діяльність в теплоенергетиці.

СК8. Здатність проводити дослідження та розробляти заходи з підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: "Джерела та системи тепlopостачання та основи їх проектування" та "Комунальне господарство та енергетика населених місць", що викладаються здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувача вищої освіти таких результатів навчання:

ПР1. Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до обраного напрямку теплоенергетики.

ПР2. Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.

ПР3. Розробляти і реалізовувати проекти у сфері теплоенергетики з урахуванням цілей, прогнозів, обмежень та ризиків і беручи до уваги технологічні, законодавчі, соціальні, економічні, екологічні та інші аспекти.

ПР4. Відшуковувати необхідну інформацію з різних джерел, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію.

ПР5. Розробляти і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і надійність.

ПР8. Обґрунтовувати вибір та застосовування матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів з урахуванням їх характеристик і властивостей, вимог до кінцевого продукту, а також нетехнічних аспектів.

ПР14. Планувати і реалізовувати заходи з підвищення енергоефективності теплоенергетичних об'єктів і систем з урахуванням наявних обмежень, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетиці, оцінювати ефективність таких заходів.

ПР16. Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.

ПР18. Проводити наукові дослідження з метою підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів у теплоенергетичних установках та системах, розробляти та обґрунтовувати заходи з енергозбереження, мінімізації шкідливих викидів та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

5. Програма навчальної дисципліни

1 - й семестр

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Зовнішні газопроводи

Тема 1. Вступ. Мета та задачі курсу. Література. Прийняті скорочення, умовні позначення на схемах. Вимоги до систем. Системи промислової та комунальної енергетики. Загальні положення. Системи газопостачання і

норми тиску. Розрахункові витрати газу.

Література: [3], с. 3 – 13.

Тема 2. Зовнішні газопроводи. Підземні газопроводи. Газопроводи із поліетиленових труб. Надземні і наземні газопроводи. Вимоги ДБНУ.

Література: [3], с. 14 – 18.

Тема 3. Пересічення газопроводами водяних перешкод, залізничних і трамвайних колій, автомобільних доріг. Вимоги ДБНУ. Розміщення вимикаючих пристроїв на газопроводах. Споруди на газопроводах. Захист від корозії. Вимоги ДБНУ.

Література: [3], с. 19 – 28.

Тема 4. Газорегуляторні пункти та газорегуляторні пункти блокові, шафові регуляторні пункти та комбіновані будинкові регулятори тиску, газорегуляторні установки. Обладнання ГРП, ГРПБ, ШРП та ГРУ. Вимоги ДБНУ.

Література: [3], с. 29 – 37.

Змістовий модуль 2. Внутрішні газопроводи. Гідравлічний розрахунок газопроводів

Тема 5. Внутрішнє улаштування газопостачання. Прокладка газопроводів. Газопостачання житлових будинків. Вимоги ДБНУ.

Література: [3], с. 38 – 46, 52 – 56.

Тема 6. Гідравлічний розрахунок газопроводів. Методика розрахунків газопроводів низького, середнього та високого тисків. Розрахункові втрати тиску. Вимоги ДБНУ.

Література: [3], с. 93 – 98.

Тема 7. Газопостачання громадських будинків. Газопостачання виробничих установок та котелень. Облік споживання газу. Вимоги ДБНУ.

Література: [3], с. 47 – 52, 57 – 62.

Тема 8. Матеріали та технічні вироби систем газопостачання. Сталеві труби та з'єднувальні деталі. Поліетиленові труби та з'єднувальні деталі. Запірне та регулююче обладнання, прилади та інші технічні вироби. Вимоги ДБНУ.

Література: [3], с. 63 – 77.

Контрольні питання до 1 - го семестру

1. Мета та задачі курсу. Вимоги ДБНУ до систем газопостачання.
2. Системи промислової та комунальної енергетики. Загальні положення.

3. Системи газопостачання і норми тиску. Розрахункові витрати газу.
4. Зовнішні газопроводи. Вимоги ДБНУ до систем.
5. Підземні газопроводи. Вимоги ДБНУ до систем.
6. Газопроводи із поліетиленових труб. Вимоги ДБНУ до систем
7. Надземні і наземні газопроводи. Вимоги ДБНУ до систем.
8. Пересічення газопроводами водяних перешкод, залізничних і трамвайних колій, автомобільних доріг. Вимоги ДБНУ.
9. Розміщення вимикаючих пристроїв на газопроводах.
10. Споруди на газопроводах.
11. Захист від корозії. Вимоги ДБНУ.
12. Газорегуляторні пункти та газорегуляторні пункти блокові, шафові регуляторні пункти та комбіновані будинкові регулятори тиску, газорегуляторні установки.
13. Обладнання ГРП, ГРПБ, ШРП та ГРУ. Вимоги ДБНУ.
14. Внутрішнє улаштування газопостачання. Прокладка газопроводів.
15. Газопостачання житлових будинків. Вимоги ДБНУ.
16. Гідравлічний розрахунок газопроводів. Методика розрахунків газопроводів низького, середнього та високого тисків.
17. Розрахункові втрати тиску. Вимоги ДБНУ.
18. Газопостачання громадських будинків. Газопостачання виробничих установок та котелень. Облік споживання газу. Вимоги ДБНУ.
19. Матеріали та технічні вироби систем газопостачання. Сталеві труби та з'єднувальні деталі.
20. Поліетиленові труби та з'єднувальні деталі. Запірне та регулююче обладнання, прилади та інші технічні вироби. Вимоги ДБНУ.

2-й семестр

Модуль 2

Змістовий модуль 3. Проектування систем водопостачання промислових та комунальних об'єктів

Тема 9. Загальні положення систем водопостачання промислових та комунальних об'єктів. Визначення розрахункових витрат води та вільних напорів. Норми витрат води споживачами.

Література: [1], с. 7 – 22; [2], с. 3 – 18.

Тема 10. Гідравлічний розрахунок водопроводу. Методика розрахунків водопроводів. Вимоги ДБНУ.

Література: [1], с. 26 – 35, 115 – 122; [2], с. 20 – 31.

Тема 11. Мережа зовнішнього водопроводу. Джерела водопостачання, схеми та системи водопостачання. Водозабірні споруди. Насосні станції. Вимоги ДБНУ.

Література: [2], с. 32 – 84.

Тема 12. Мережа внутрішнього водопроводу. Насосні установки. Напір, продуктивність, управління насосними установками. Запасні та регулюючі ємності. Вимоги ДБНУ.

Література: [1], с. 71 – 105.

Тема 13. Матеріали та технічні вироби систем водопостачання. Трубопроводи та арматура, регулятори тиску. Пристрої для виміру кількості та витрат. Вимоги ДБНУ.

Література: [1], с. 106 – 121; [2], с. 85 – 110.

Змістовий модуль 4. Проектування систем каналізації промислових та комунальних об'єктів

Тема 14. Загальні положення систем каналізації промислових та комунальних об'єктів. Розташування та умови прокладання каналізаційних мереж. Санітарно-технічні прилади та приймальники стічних вод. Гідравлічний розрахунок каналізаційних мереж. Вимоги ДБНУ.

Література: [5], с. 10 – 60.

Тема 15. Мережа зовнішньої каналізації та споруди на них. Насосні станції. Очисні споруди населених пунктів або окремих об'єктів. Очисні споруди господарсько-побутової каналізації населених пунктів. Споруди і устаткування механічного очищення стічних вод. Споруди біологічного очищення стічних вод та споруди відокремлення очищеної води від активного мулу (біоплівки).

Література: [5], с. 61 – 113.

Тема 16. Мережа внутрішньої каналізації. Внутрішні водостоки. Матеріали трубопроводів. Очищення стічних вод малих населених пунктів і окремих будинків. Очисні споруди дощової каналізації. Очисні споруди виробничої каналізації.

Література: [5], с. 114 – 123.

Контрольні питання до 2- й семестру

1. Загальні положення систем водопостачання промислових та комунальних об'єктів.
2. Визначення розрахункових витрат води та вільних напорів. Норми витрат води споживачами.
3. Гідравлічний розрахунок водопроводу. Методика розрахунків

- водопроводів. Вимоги ДБНУ.
4. Мережа зовнішнього водопроводу. Джерела водопостачання, схеми та системи водопостачання.
 5. Водозабірні споруди. Вимоги ДБНУ
 6. Насосні станції. Вимоги ДБНУ.
 7. Мережа внутрішнього водопроводу. Насосні установки. Вимоги ДБНУ.
 8. Напір, продуктивність, управління насосними установками. Вимоги ДБНУ.
 9. Запасні та регулюючі ємності. Вимоги ДБНУ.
 10. Матеріали та технічні вироби систем водопостачання. Вимоги ДБНУ.
 11. Трубопроводи та арматура, регулятори тиску. Вимоги ДБНУ.
 12. Пристрої для виміру кількості та витрат. Вимоги ДБНУ.
 13. Загальні положення систем каналізації промислових та комунальних об'єктів.
 14. Розташування та умови прокладання каналізаційних мереж.
 15. Санітарно-технічні прилади та приймальники стічних вод.
 16. Гідравлічний розрахунок каналізаційних мереж. Вимоги ДБНУ.
 17. Мережа зовнішньої каналізації та споруди на них. Насосні станції.
 18. Очисні споруди населених пунктів або окремих об'єктів.
 19. Очисні споруди господарсько-побутової каналізації населених пунктів. Споруди і устаткування механічного очищення стічних вод.
 20. Споруди біологічного очищення стічних вод та споруди відокремлення очищеної води від активного мулу (біоплівки).
 21. Мережа внутрішньої каналізації. Внутрішні водостоки. Матеріали трубопроводів.
 22. Очищення стічних вод малих населених пунктів і окремих будинків.
 23. Очисні споруди дощової каналізації. Очисні споруди виробничої каналізації.

5.1 Структура навчальної дисципліни

Структура навчальної дисципліни наведена в табл. 2.

Таблиця 2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
	усього	денна форма		
		у тому числі		
1	2	л	пр	ср
3	4	5	6	7
1- й семестр				
Модуль 1				
<i>Змістовий модуль 1. Зовнішні газопроводи</i>				
Тема 1. Вступ. Мета та задачі курсу. Література. Прийняті скорочення, умовні позначення на схемах. Вимоги до систем. Системи промислової та комунальної енергетики. Загальні положення. Системи газопостачання і норми тиску. Розрахункові витрати газу	5	2	-	3
Тема 2. Зовнішні газопроводи. Підземні газопроводи. Газопроводи із поліетиленових труб. Надземні і наземні газопроводи. Вимоги ДБНУ	15	2	4	9
Тема 3. Пересічення газопроводами водяних перешкод, залізничних і трамвайних колій, автомобільних доріг. Вимоги ДБНУ. Розміщення вимикаючих пристроїв на газопроводах. Споруди на газопроводах. Захист від корозії. Вимоги ДБНУ	10	2	-	8
Тема 4. Газорегуляторні пункти та газорегуляторні пункти блокові, шафові регуляторні пункти та комбіновані будинкові регулятори тиску, газорегуляторні установки. Обладнання ГРП, ГРПБ, ШРП та ГРУ. Вимоги ДБНУ	15	2	4	9
Разом за змістовим модулем 1	45	8	8	29

<i>Змістовий модуль 2. Внутрішні газопроводи. Гідравлічний розрахунок газопроводів</i>				
Тема 5. Внутрішнє улаштування газопостачання. Прокладка газопроводів. Газопостачання житлових будинків. Вимоги ДБНУ.	10	2	-	8
Тема 6. Гідравлічний розрахунок газопроводів. Методика розрахунків газопроводів низького, середнього та високого тисків. Розрахункові втрати тиску. Вимоги ДБНУ.	15	2	4	9
Тема 7. Газопостачання громадських будинків. Газопостачання виробничих установок та котелень. Облік споживання газу. Вимоги ДБНУ.	10	2	-	8
Тема 8. Матеріали та технічні вироби систем газопостачання. Сталеві труби та з'єднувальні деталі. Поліетиленові труби та з'єднувальні деталі. Запірне та регулююче обладнання, прилади та інші технічні вироби. Вимоги ДБНУ.	10	1	3	6
Разом за змістовим модулем 2	45	7	7	31
Разом за модулем 1	90	15	15	60
Разом за 1-й семестр	90	15	15	60
2- й семестр				
Модуль 2				
<i>Змістовий модуль 3. Проектування систем водопостачання промислових та комунальних об'єктів</i>				
Тема 9. Загальні положення систем водопостачання промислових та комунальних об'єктів. Визначення розрахункових витрат води та вільних напорів. Норми витрат води споживачами	10	4	-	6
Тема 10. Гідравлічний розрахунок водопроводу. Методика розрахунків водопроводів. Вимоги ДБНУ	15	4	4	7
Тема 11. Мережа зовнішнього водопроводу. Джерела водопостачання, схеми та системи водопостачання. Водозабірні споруди. Насосні станції. Вимоги ДБНУ	10	4	-	6
Тема 12. Мережа внутрішнього водопроводу. Насосні установки. Напір, продуктивність, управління насосними установками. Запасні та регулюючі ємності. Вимоги ДБНУ	15	4	4	7

Тема 13. Матеріали та технічні вироби систем водопостачання. Трубопроводи та арматура, регулятори тиску. Пристрої для виміру кількості та витрат. Вимоги ДБНУ	10	4	4	2
Разом за змістовим модулем 3	60	20	12	28
<i>Змістовий модуль 4.</i>				
Тема 14. Загальні положення систем каналізації промислових та комунальних об'єктів. Розташування та умови прокладання каналізаційних мереж. Санітарно-технічні прилади та приймальники стічних вод. Гідравлічний розрахунок каналізаційних мереж. Вимоги ДБНУ	15	4	3	8
Тема 15. Мережа зовнішньої каналізації та споруди на них. Насосні станції. Очисні споруди населених пунктів або окремих об'єктів. Очисні споруди господарсько-побутової каналізації населених пунктів. Споруди і устаткування механічного очищення стічних вод. Споруди біологічного очищення стічних вод та споруди відокремлення очищеної води від активного мулу (біоплівки)	10	4	-	6
Тема 16. Мережа внутрішньої каналізації. Внутрішні водостоки. Матеріали трубопроводів. Очищення стічних вод малих населених пунктів і окремих будинків. Очисні споруди дощової каналізації. Очисні споруди виробничої каналізації	5	2	-	3
Разом за змістовим модулем 4	30	10	3	17
Разом за модулем 2	90	30	15	45
Модуль 3				
Курсовий проект «Проектування систем теплоенергетичних установок»	90	-	-	90
Разом за модулем 3	90	-	-	90
Разом за 2-й семестр	180	30	15	120
Усього годин з курсу	270	45	30	195

Примітка: л – лекції; пр – практичні заняття; ср – самостійна робота

5.2 Практичні заняття

Метою практичних занять є доповнення лекційного матеріалу. На практичних заняттях здобувачі вищої освіти знайомляться з теоретичним матеріалом (відповідно до складу змістових модулів), що наводяться НПП, та практичним його застосуванням. Теми практичних занять представлені в табл. 3.

Таблиця 3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1-й семестр		
1	Проектування газопостачання одно- та багатоповерхових житлових будинків, громадських будинків і промислових об'єктів згідно вимог ДБН В.2.5-20-2018. Магістральний трубопровід, підведення до об'єктів, схема системи газопостачання на площині об'єктів Література: [3], с. 3 – 47	4
2	Побудова аксонометричної схеми системи газопостачання. Розміри, споживачі, арматура, фасонні частини. Параметри робочого середовища Література: [3], с. 48 – 60	4
3	Гідравлічний розрахунок системи газопостачання. Перевірка умов працездатності системи Література: [3], с. 93 – 99	4
4	Підбір матеріалів та обладнання систем газопостачання згідно вимог ДБН В.2.5-20-2018 Література: [3], с. 63 – 79	3
Разом за 1-й семестр		15
2-й семестр		
1	Проектування водопостачання одно- та багатоповерхових житлових будинків, громадських будинків і промислових об'єктів згідно вимог ДБН В.2.5-74:2013. Магістральний трубопровід, підведення до об'єктів, схема системи водопостачання на площині об'єктів Література: [1], с. 7 – 34	4
2	Побудова аксонометричної схеми системи водопостачання. Розміри, споживачі, арматура, фасонні частини. Параметри робочого середовища Література: [1], с. 1 – 7, 64 – 75	4

3	Гідравлічний розрахунок системи водопостачання. Перевірка умов працездатності системи. Матеріали та обладнання системи водопостачання згідно вимог ДБН В.2.5-74:2013 Література: [1], с. 112 – 126	4
4	Проектування системи каналізації одно- та багатопверхових житлових будинків, громадських будинків і промислових об'єктів згідно вимог ДБН В.2.5-75:2013. Аксонометрична схема системи каналізації. Гідравлічний розрахунок системи каналізації. Перевірка умов працездатності системи згідно вимог ДБН В.2.5-75:2013 Література: [5], с. 23 – 64	3
Разом за 2-й семестр		15
Разом		30

5.3. Курсовий проект

Окрім практичних занять у другому семестрі здобувачі вищої освіти виконують, оформлюють звіти та захищають курсовий проект. Він має на меті виробку у здобувачів навичок самостійного виконання інженерних теплотехнічних розрахунків, а також у доскональному вивченні ними систем промислових та комунальних об'єктів.

Основні вимоги до оформлення курсового проекту

Курсовий проект складається з розрахунково-пояснювальної записки (30...40 аркушів формату А4), та графічного матеріалу на 2-3 листах (форматів А1-А2).

Пояснювальна записка повинна містити обґрунтування проектних рішень з урахуванням надійності, зручності експлуатації, техніки безпеки, вартості, ремонтпридатності, простоти виготовлення та ін. При виборі конструкції і розрахункових величин обов'язкові посилання на літературні джерела. Всі рисунки в пояснювальній записці повинні мати кризну нумерацію і відповідний підпис. Пояснювальна записка і креслення виконуються відповідно до вимог ЄСКД.

Курсовий проект виконується за час самостійної роботи студентів частково під керівництвом викладача. Виконання курсового проекту є обов'язковим. Після захисту курсового проекту здобувач вищої освіти має право здавати іспит з дисципліни "Проектування систем теплоенергетичних установок".

Склад курсового проекту наведений у табл. 4.

Таблиця 4. Зміст, обсяг розрахунково-пояснювальної роботи та розподіл балів, що зараховуються здобувачу вищої освіти, за курсову роботу (3 кредити)

Найменування змістового модулю	Обсяг кредитів	Сума залікових балів	Зміст етапів курсової роботи	Термін виконання, тиждень	Розподіл навчального навантаження, годин	Джерело інформації
1. Опис об'єкту. Вимоги до обладнання.	0,30	7...12	1. Призначення, загальна характеристика та опис об'єкту і складових частин, для яких проектується системи. Загальні відомості про виробництво, його параметри	II	5	[1-6]
			2. Перелік та короткий опис всіх систем, що забезпечують роботу об'єкту	III	5	
			3. Вимоги ДБН України до систем, що проектуються. Опис систем, їх розміщення. Вибір та обґрунтування основних параметрів. Матеріали систем.	IV	5	
2. Підбір та розрахунок основного та допоміжного обладнання теплоенергетичних установок	1,5	30...50	1. Визначення продуктивності нагнітачів, діаметрів трубопроводів, необхідної арматури, фасонних частин, шляхових з'єднань. Гідравлічний розрахунок систем. Визначення розрахункових характеристик нагнітачів та систем	VII	10	[5-7]
			2. Підбір основного обладнання	VIII	10	

			систем за каталогами та довідниками і їх опис (нагнітачі, труби, арматура, фасонні частини, ізоляція, шляхові з'єднання, опори)			
			3. Розрахунок трубопроводів систем на міцність і компенсацію теплових деформацій	IX	10	
			4. Розрахунок теплових втрат та необхідної товщини ізоляції трубопроводів систем.	X	10	[4-6]
			5. Вибір, конструктивне виконання, розрахунок елементу системи	XI	10	
3.Графічна частина	1,00	17...28	1 . Схеми об'єкту та систем, що проектуються, специфікація (1 лист формату А1)	XII	5	[1-7]
			2. Аксонометричні схеми систем. Розміри, споживачі, арматура, фасонні частини. Основні характеристики систем (1 лист формату А1).	XIII	10	[1-7]
			3. Збірне креслення елементу системи (1 лист формату А2 або А3)	XIV	5	[3-7]
4. Захист курсової роботи	0,20	6...10		XV	5	-
Всього	3,00	60...100			90	

5.4 Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти передбачає проробку ним лекційного матеріалу, підготовку до проведення та захисту лабораторних та практичних робіт, опрацювання окремих питань тем змістових модулів, підготовку до модульних контролів знань, а також виконання модульних контрольних робіт. Види самостійних робіт та кількість годин для опрацювання наведені в табл. 5.

Таблиця 5. Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Норматив	Денна форма
1-й семестр			
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лек.	8
2	Підготовка до практичних робіт	до 2 год. на 1 роб.	8
3	Виконання модульної контрольної роботи (реферат)	до 20 год. на 1 роб.	20
4	Підготовка до підсумкового контролю (залік)	до 30 годин	24
Разом за 1-й семестр			60
2-й семестр			
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лек.	8
2	Підготовка до практичних робіт	до 2 год. на 1 роб.	7
3	Виконання модульної контрольної роботи (реферат)	до 20 год. на 1 роб.	20
4	Підготовка до підсумкового контролю (екзамен)	до 30 годин	10
5	Курсовий проект	до 90 год. на 1 роб.	90
Разом за 2-й семестр			135

5.5 Виконання модульних контрольних робіт

Під час поточного модульного контролю здобувачі вищої освіти денної форми навчання виконують одну модульну контрольну роботу у кожному семестрі, яка представляє собою письмові відповіді на 2 питання із 1-го семестру та 2 питання із 2-го семестру. Варіант питань обирається здобувачами із табл. 6 або задається НПП індивідуально. У відповідях мають бути продемонстровані знання здобувача з навчальної дисципліни, його вміння відбирати і узагальнювати матеріал, ясно і дохідливо оформлювати текстовий матеріал.

Таблиця 6. Варіант питань поточного модульного контролю

№ варіанту	1-й семестр		2-й семестр	
	Питання 1	Питання 2	Питання 1	Питання 2
1	1	5	1	10
2	2	6	2	11
3	3	7	3	12
4	4	8	4	13
5	5	9	5	14
6	6	10	6	15
7	7	1	7	16
8	8	2	8	17
9	9	3	9	18
10	10	4	10	19
11	11	5	11	20
12	12	6	12	21
13	13	7	13	22
14	14	8	14	23
15	15	9	15	10
16	16	10	16	1
17	17	11	17	2
18	18	12	18	3
19	19	13	19	4
20	20	14	20	5
21	1	15	21	6
22	2	16	22	7
23	3	17	23	8
24	4	18	1	9
25	5	19	2	10
26	6	20	3	11
27	7	15	4	12
28	8	14	5	13
29	9	17	6	14
30	10	19	7	15

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

для всіх видів занять:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмій і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;

- пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;

- дискусія - обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;

для лекційних занять:

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- ілюстрування - показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх имвольному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;

для практичних занять:

- практична робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;

інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;

методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;

- контрольні тестові роботи програмованого типу (перелік запитань і можливі варіанти відповідей).

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- усні відповіді;
- виконання лабораторних та практичних робіт;
- поточний модульний контроль;
- підсумковий контроль (залік, екзамен);
- виконання курсового проекту;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень та виступи на наукових заходах тощо.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену (заліку).

Питома вага заключного екзамену (заліку) в загальній системі оцінок - **40 балів**. Право здавати заключний екзамен (залік) дається здобувачу, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного екзамену (заліку) набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену (заліку).

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному (практичному) занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань лабораторних (практичних) робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

7.1 Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти та їх оцінювання

Критерії оцінювання результатів навчальної діяльності ЗВО з практичної, поточної модульної роботи та курсового проекту наведені в табл. 7 – 9 відповідно. Форми контролю та розподіл балів результатів навчальної діяльності здобувачів наведені в табл. 10.

Таблиця 7. Критерії оцінювання результатів навчальної діяльності здобувачів з практичної роботи

Бал	Критерії оцінювання
10	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів
7	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач виконує практичну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки
5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач виконує практичну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки

3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач виконує практичну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки
0	Робота не виконувалася

Таблиця 8. Критерії оцінювання результатів виконання поточного модульного контролю у формі модульної контрольної роботи

Бал	Критерії оцінювання за відповідь на одне питання
10	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Використані не тільки рекомендовані джерела інформації, а й новітні, самостійно знайдені у періодичних виданнях та в інтернет-ресурсах. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах
7	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності
5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Висновки сформульовані формально або не зв'язані з матеріалами роботи. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи студент слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки
0	Роботу не виконано

Таблиця 9. Критерії оцінювання результатів виконання курсового проекту

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання
Пояснювальна записка	40	<p>Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність дослідження предметної галузі; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; дотримання методики розрахунку та адекватність отриманих результатів, наявність посилань на використану літературу та відповідність стандартам оформлення роботи; відповідність висновків меті та завданням курсової роботи.</p> <p>Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи</p>
	35	<p>Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність дослідження предметної галузі; дотримання методики розрахунку та адекватність отриманих результатів, наявність посилань на використану літературу та відповідність стандартам оформлення роботи; відповідність висновків меті та завданням курсової роботи.</p> <p>Робота виконувалась систематично, але подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи</p>
	30	<p>Зміст роботи відповідає обраній темі, але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано; не дотримано методики розрахунку, наявність посилань на використану літературу та відповідність стандартам оформлення роботи; відповідність висновків меті та завданням курсової роботи.</p> <p>Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи</p>
	20	<p>Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.</p>

		Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи
	10	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, але лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. В роботі немає конкретних висновків. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи
	0	Робота не виконувалась
Графічна частина	20	Розроблено конструктивну схему та побудовано процеси відповідно до завдань роботи без помилок. Графічна частина роботи виконана у відповідності до вимог ЄСКД
	15	Розроблено конструктивну схему та побудовано процеси відповідно до завдань роботи без помилок. Графічна частина роботи виконана з незначними невідповідностями до вимог ЄСКД
	10	Конструктивна схема та графіки процесів побудовано з незначними помилками. Графічна частина роботи виконана з незначними невідповідностями до вимог ЄСКД
	5	Конструктивна схема та графіки процесів побудовані з помилками. Графічна частина роботи виконана на низькому рівні та не відповідає вимогам ЄСКД
	0	Робота не виконувалась
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати виконання роботи, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі роботи, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання
	30	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює
	20	Студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання роботи але допускає суттєві неточності у відповідях на

		запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи
	10	Студент невпорядковано викладає основні результати виконання роботи, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи
	5	Студент демонструє задовільні знання з теми виконання роботи, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи

Таблиця 10. Форми контролю та розподіл балів результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти

Форма контролю	Максимальна кількість балів
	Денна форма
1-й семестр	
Виконання практичних робіт	4 роботи × 10 балів = 40 балів
Виконання поточного модульного контролю у формі модульної контрольної роботи	2 запитання × 10 балів = 20 балів
Всього	60
2-й семестр	
Виконання практичних робіт	4 роботи × 10 балів = 40 балів
Виконання поточного модульного контролю у формі модульної контрольної роботи	2 запитання × 10 балів = 20 балів
Всього	60

7.2 Підсумковий контроль у письмовій формі

Підсумковий контроль (екзамен, залік) складається у письмовій формі. Максимальна кількість балів за підсумковий контроль – 40 балів. Здобувач відповідає на 4 контрольних запитання (контрольні питання відповідно 1-го або 2-го семестру) без використання навчальних посібників, довідників та мобільних девайсів, кожне з яких оцінюється максимально у 10 балів. За відповідь на питання без помилок здобувач отримує максимальну кількість балів. За неповні відповіді або відповіді з помилками, знижується кількість отриманих балів. При написанні неправильної відповіді або при її відсутності бали не нараховуються. Критерії оцінювання підсумкового контролю у письмовій формі наведені в табл. 11.

Таблиця 11. Критерії оцінювання підсумкового контролю

Бал	Критерії оцінювання
10	Відповідь на питання дано правильно, повно, логічно, містить аналіз, систематизацію, узагальнення та містить аргументовані висновки
7	Відповідь на питання дано правильно, достатньо повно, логічно, але допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
5	Відповідь на питання дано частково правильно, містить неточності, недостатньо обґрунтовано
3	Відповідь на питання дано з суттєвими помилками, аргументи не сформульовані, використовується невірна термінологія
0	Відповідь на питання не надана

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання результатів навчання представлені в табл. 12, а захисту курсового проекту в табл. 13.

Таблиця 12. Критерії оцінювання результатів навчання

№ Модуля	№№ змістового модуля і теми	Денна форма		
		Вид роботи	Кількість балів	
1-й семестр				
М1	ЗМ 1	T1	-	-
		T2	ПР № 1	0...10
		T3	-	-
		T4	ПР № 2	0...10
	ЗМ 2	T5	-	-
		T6	ПР № 3	0...10
		T7	-	-
		T8	ПР № 4	0...10
Поточний модульний контроль			0...20	
Підсумковий контроль		Залік (письмово)	40	
Сума			100	
2-й семестр				
М2	ЗМ 3	T9	-	-
		T10	ПР № 1	0...10
		T11	-	-
		T12	ПР № 2	0...10
	ЗМ 4	T13	ПР № 3	0...10
		T14	ПР № 4	0...10
		T15	-	-
		T16	-	-
Поточний модульний контроль			0...20	
Підсумковий контроль		Екзамен (письмово)	0...40	
Сума			100	

М – модуль; ЗМ – змістовний модуль; Т – навчальна тема; ПР – пр. робота

Таблиця 13. Критерії оцінювання результатів захисту курсового проекту

Пояснювальна записка	Графічна частина	Захист роботи	Кількість балів разом
0...40	0...20	0...40	100

9. Засоби навчання

Засоби навчання, завдяки яким досягається визначені цілі і результат навчання в межах освітнього процесу:

- Технічні засоби (відеоролики, звуко- і відеозаписи та ін.);
- Мультимедіа-, відео- і звуковідтворююча, проекційна апаратура (проектори, екрани, тощо);
- Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі;
- Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання, та ін.);
- Бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації, наукова література, тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

10.1. Основна література

1. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. ДБН В.2.5-64:2012. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 134 с. [Електронний варіант]
2. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-74:2013. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 180 с. [Електронний варіант]
3. Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. ДБН В.2.5-20-2018. - К.: Мінрегіонбуд України, 2019. – 115 с. [Електронний варіант]
4. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. ДБН В.2.5-39-2008. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с. [Електронний варіант]
5. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. ДБН В.2.5-75:2013. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 203 с. [Електронний варіант]
6. Ткачук М.М., Филипчук В.Л., Якимчук Б.Н., Кириша Р.О. Будівництво зовнішніх мереж і монтаж санітарно-технічного обладнання будівель: Навчальний. посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 391 с. [Електронний варіант]
7. Шадура В.О., Кравченко Н.В. Водопостачання та водовідведення : навч. посіб. Вид. 2-ге, перероб. і допов. [Електронне видання]. – Рівне: НУВГП, 2023. – 385 с. [Електронний варіант]

8. Шаповалов Ю.О., Калініченко І.В. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни "Проектування систем теплоенергетичних установок" / Ю.О. Шаповалов, І.В.Калініченко. – Херсон. ХННІ НУК. 2024. – 83 с. [Електронний варіант]

10.2. Додаткова література

9. Мошенцев Ю.Л., Борозенець В.Г. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по компресорним машинам. – Миколаїв: НУК, 2008. – 60 с. [Електронний варіант]
10. Основи автоматизації об'єктів теплоенергетики. Навчальний посібник для студентів спеціальності 144 "Теплоенергетика" / Анастасенко С.М. Бугрім Л.І. Білюк І.С., Гаврилов С.О. Жигуліна В.В. Семенов^оМ.М., Шостак О.В. - Миколаїв: НУК, – Львів, «Новий Світ-2000», 2020. – 111 с. [Електронний варіант]
11. Розрахунки з дисципліни «Теплотехнологічні процеси та установки»: Навчальний посібник / Луняка К.В., Димо Б.В., Андрєєва Н.Б., Калініченко І.В. – Херсон: ХНТУ, 2018. – 166 с. [Електронний варіант]

11. Інформаційні джерела

1. Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. – Режим доступу: <http://www.kb.nuos.edu.ua> (дата звернення: 25.08.2024 р.).
2. Sabroe Products 2023. Creating customer confidens. – 84 р. – Режим доступу <http://www.sabroe.com>. (дата звернення: 25.08.2024 р.).
3. Viessmann Heat pumps up to 2000 kW. – 42 р. – Режим доступу <http://www.viessmann.com>. (дата звернення: 25.08.2024 р.).
4. Міністерство розвитку громад та територій України. – Режим доступу <https://mtu.gov.ua>. (дата звернення: 25.08.2024 р.).

Розробники:

к.т.н., професор НУК



Ю.О. Шаповалов

к.т.н., доцент кафедри
теплотехніки ХННІ НУК



І.В. Калініченко