



Фізика професійного спрямування

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>144 Теплоенергетика</i>
Освітня програма	<i>ОНП Промислова та муніципальна теплоенергетика і нергозбереження</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>Заняття – три години на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: укр.мова - к.т.н, доц. Фуртат Ірина Едуардівна, i.e.furtat@gmail.com Практичні: к.т.н, доц. Фуртат Ірина Едуардівна, i.e.furtat@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=218284

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Предметом освітнього компонента «Фізика професійного спрямування» є вивчення основ теорії диференціальних рівнянь з частинними похідними (ДРЧП) другого порядку. З методів відшукування аналітичних розв'язків крайових задач основна увага приділена методу розділення змінних (метод Фур'є). Викладено деякі питання якісної теорії ДРЧП та вступ до теорії інтегральних рівнянь.

Метою навчальної дисципліни є формування здатностей (компетентностей), які аспірант набуде після вивчення дисципліни:

- ЗК 1 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
- ЗК 2 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 3 Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК 4 Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК 5 Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- ЗК 6 Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.
- ФК 1 Здатність розробляти, 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.
- ФК 3 Здатність експлуатувати та проектувати теплоенергетичне обладнання, застосовуючи системний підхід, сучасні технології і методи

- ФК 4 Здатність розуміти і адекватно застосовувати відомі та сучасні математичні принципи і методи, необхідні для розв'язання задач в теплоенергетиці.
- ФК 5 Здатність запропонувати і обґрунтувати 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.
- ФК 8 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.
- ФК 9 Здатність дотримуватись професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетиці.
- ФК 10 Здатність дотримуватись аспектів якості в теплоенергетиці.
- ФК 11 Здатність приймати рішення щодо матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетиці з урахуванням їх властивостей та характеристик.
- ФК 14 Здатність здійснювати наукові та прикладні дослідження в теплоенергетиці.
- ФК 16 Здатність аналізувати і розробляти заходи з підвищення ефективності систем і їх компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання (математичних, фізичних, комп'ютерних) в теплоенергетичній галузі.
- ФК 17 Здатність розробляти, застосовувати та удосконалювати математичні, фізичні і комп'ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання інженерних задач в теплоенергетичній галузі.
- ФК 18 Здатність застосовувати системний підхід, знання сучасних технологій та методів при дослідженні, проектуванні, модернізації та експлуатації теплоенергетичного обладнання.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми Студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

- ПРН 1 Знати і розуміти математику, фізику, хімію, екологію, економіку на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.
- ПРН 2 Знати і розуміти інженерні науки, які лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, у тому числі останні досягнення науки і техніки, на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.
- ПРН 4 Знати, розуміти і застосовувати у практичній діяльності ключові аспекти та концепції в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
- ПРН 5 Вміти провадити дослідницьку та/або інноваційну діяльність в сфері теплоенергетики.
- ПРН 6 Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання теплоенергетики відповідно до спеціалізації; обирати, аналізувати і розробляти ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи.
- ПРН 7 Ставити інженерні та наукові завдання відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; з урахуванням важливості нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.
- ПРН 8 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.

- ПРН 9 Застосовувати передові досягнення при проектуванні об'єктів в теплоенергетичній галузі.
- ПРН 10 Розуміти основні аспекти впровадження, супроводження проектів та захисту інтелектуальної власності. Використовувати сучасні методи і програмні засоби управління проектами.
- ПРН 11 Відшуковувати необхідну інформацію в технічній та науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію.
- ПРН 12 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.
- ПРН 13 Приймати ефективні рішення, використовуючи сучасні методи та інструменти порівняння альтернатив, оцінювання ризиків та прогнозування.
- ПРН 14 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.
- ПРН 15 Вміти керувати та бути відповідальним виконавцем розроблення, впровадження та супроводження проектів (або їх частини) в теплоенергетиці, беручи на себе відповідальність за прийняття рішень.
- ПРН 18 Оцінювати і забезпечувати якість об'єктів і процесів теплоенергетики.
- ПРН 19 Планувати і виконувати наукові дослідження, використовуючи сучасні методи та інструменти, аналізувати, обробляти, оцінювати та презентувати результати досліджень, аргументувати висновки.
- ПРН 22 Знати і розуміти сучасні теорії і методи для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці.
- ПРН 23 Використовуючи сучасні комп'ютерні методи і спеціалізовані пакети програм та засобів досліджувати та проектувати оптимальні конструкції і експлуатаційні режими роботи теплоенергетичного і теплотехнологічного обладнання.
- ПРН 24 Аналізувати і використовувати методи оптимізації для розв'язання складних інженерних задач.
- ПРН 25 Застосовувати сучасні програмні засоби, створювати бази даних і використовувати internet-ресурси для розв'язання поставлених інженерних задач.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для вивчення дисципліни необхідні знання з предметів «Вища математика», «Фізика», , «Тепломасообмін». На результатах навчання з даної дисципліни базується виконання науково-дослідних робіт, інженерних і дипломних проєктів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 ФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ ТА МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ЩО ПРИВОДЯТЬ ДО ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ.

1.1 Диференціальні рівняння першого та другого порядку з частинними похідними. Рівняння з частинними похідними першого порядку. Класифікація рівнянь з частинними похідними 2-го порядку. Методи інтегрування. Канонічна форма рівняння другого порядку. Задача Штурма –Ліувілля.

1.2. Основні рівняння математичної фізики та їх фізичний зміст. Хвильове рівняння. Методи розв'язку. Метод Даламбера. Метод поділу змінних. Крайові умови.

Розділ 2. КРАЙОВІ ЗАДАЧІ ДЛЯ РІВНЯНЬ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ ТА МЕТОДИ ЇХ РОЗВ'ЯЗКУ.

2.1. Рівняння теплопровідності та дифузії. Перша та друга крайові задачі. Метод поділу змінних. Рівняння еліптичного типу. Рівняння Лапласа. Теорема про єдиність розв'язку крайових задач. Фізичний зміст крайових задач.

2.2. Методи розв'язку нелінійних крайових задач. Третя крайова задача для рівнянь математичної фізики Розв'язання однорідних та неоднорідних задач у прямокутній та криволінійній системах координат. Задачі Діріхле для круга та циліндра. Метод функцій Гріна розв'язання крайових задач. Метод інтегральних перетворень. Нелінійні крайові задачі. Чисельно-аналітичні методи розв'язку нелінійних крайових задач.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Білоколот Є.Д., Шека Д.Д. Збірник задач з курсу «Рівняння математичної фізики»: Навчальний посібник для студентів природничих факультетів. — К., 2007.-77 с.
2. Курпа Л.В. Рівняння математичної фізики. Навч. посібник / Л.В.Курпа, Г.Б.Лінник – Харків: Вид-во «Підручник НТУ «ХПІ», 2011. – 312 с.
3. Лопушанська Г.П. Диференціальні рівняння та рівняння математичної фізики. навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 165 с.
4. Маркович Б.М. Рівняння математичної фізики. Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 366 с.
5. Мартинюк П.М. Рівняння математичної фізики: Навч. посібник.—Рівне: НУВГП, 2007. – 178 с.
6. Рудавський Ю.К. та ін. Рівняння математичної фізики Узагальнені розв'язки крайових задач. Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2002. – 236 с.

Допоміжна література

7. Байков В.А., Жибер А.В. Уравнения математической физики.— Москва–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 252 с.
8. Босс В. Лекции по математике. Т. 11. Уравнения математической физики.: Учебное пособие — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. — 224 с.
9. Вельмисов П.А., Распутько Т.Б. В28 Уравнения математической физики: Учебное пособие.-2-е изд. - Ульяновск: УлГТУ, 2001. - 67 с.
10. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики.: Учебник для вузов – 2-е изд., стереотип. — М. : ФИЗМАТЛИТ., 2004. – 400 с.
11. Горюнов А.Ф Уравнения математической физики в примерах и задачах. Часть 1.: Учебное пособие. — М.: МИФИ, 2008. — 616 с.
12. Горюнов А.Ф Уравнения математической физики в примерах и задачах. Часть 2.: Учебное пособие. — М.: МИФИ 2008. — 528 с.
13. Емельянов В.М., Рыбакина Е.А. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач. Учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 224 с.
14. Захаров Е. В. Уравнения математической физики.: учебник для студ. учеб. заведений /. Е.В.Захаров, И.В.Дмитриева, С.И.Орлик.— М.: Издательский центр «Академия», 2010. —320 с.
15. Меньших О.Ф. Уравнения математической физики: учеб. пособие /О.Ф.Меньших, Ю.Л. Файницкий. – Самара: Изд-во Самар. гос.аэрокосм. ун-та, 2006. - 119 с

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Лекція 1 Диференціальні рівняння першого та другого порядку з частинними похідними. Література: [2,3,5,14,15].
2	Лекція 2 Рівняння з частинними похідними першого порядку. Класифікація рівнянь з частинними похідними 2-го порядку. Література: [4-6,8,14,15].
3	Лекція 3 Методи інтегрування. Канонічна форма рівняння другого порядку. Задача Штурма – Ліувілля. Література: [5-10,14,15].
4	Лекція 4 Основні рівняння математичної фізики та їх фізичний зміст. Література: [2,3,5,7,10,15].
5	Лекція 5 Хвильове рівняння. Методи розв'язку. Література: [2,5,6,9,10].
6	Лекція 6 Метод Даламбера. Метод поділу змінних. Крайові умови. Література: [2-6,14,15].
7	Лекція 7 Рівняння теплопровідності та дифузії. Перша та друга крайові задачі. Література: [3,5,6,8,10].
8	Лекція 8 Метод поділу змінних. Література: [2,5,7,8,15].
9	Лекція 9 Рівняння еліптичного типу. Рівняння Лапласа. Література: [4,6,14].
10	Лекція 10 Теорема про єдиність розв'язку крайових задач. Фізичний зміст крайових задач. Література: [5,7-10,14,15].
11	Лекція 11 Методи розв'язку нелінійних крайових задач. Третя крайова задача для рівнянь математичної фізики. Література: [3-5,6-8,10].
12	Лекція 12 Розв'язання однорідних та неоднорідних задач у прямокутній та криволінійній системах координат. Література: [4-7,14].
13	Лекція 13 Задачі Діріхле для круга та циліндра. Метод функцій Гріна розв'язання крайових задач. Метод інтегральних перетворень. Література: [2-4,7-9,15].

14	Лекція 14 Нелінійні крайові задачі. Чисельно-аналітичні методи розв'язку нелінійних крайових задач. Література: [2-4,7-9,14].
----	---

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Практичне заняття 1 Рівняння з частинними похідними першого порядку. Методи інтегрування. Метод характеристик. Задача Коші для рівняння першого порядку Література: [1, 11-13].
2	Практичне заняття 2 Класифікація рівнянь з частинними похідними 2-го порядку. Канонічні форми рівнянь другого порядку. Рівняння математичної фізики та їх фізичний зміст. Література: [1, 11-13].
3	Практичне заняття 3 Задача Штурма – Ліувілля. Крайові умови. Фізичний зміст. Література: [1, 11-13].
4	Практичне заняття 4 Хвильове рівняння. Метод поділу змінних. Перша та друга крайові задачі. Література: [1, 11-13].
5	Практичне заняття 5 Хвильове рівняння. Методи розв'язку задач у відкритій та замкненій областях. Крайові умови. Метод Даламбера. Література: [[1, 11-13].
6	Практичне заняття 6 Рівняння теплопровідності та дифузії. Метод поділу змінних. Крайові умови. Теорема про єдиність розв'язку крайових задач. Література: [1, 11-13].
7	Практичне заняття 7 Фізичний зміст крайових задач. Рівняння Лапласа. Методи розв'язку. Задачі Діріхле для круга та циліндра. Література: [1, 11-13].
8	Практичне заняття 8 Перша друга та третя крайові задачі для рівнянь гіперболічного параболічного та еліптичного типів. Методи розв'язку. Література: [1, 11-13].
9	Практичне заняття 9 Розв'язання однорідних та неоднорідних задач у прямокутній та криволінійній системах координат. Метод функцій Гріна розв'язання крайових задач. Література: [1, 11-13].

Лабораторні роботи

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Лабораторна робота 1 Однокрокові методи розв'язування задач Коші для ЗДР Література: [1, 11-13].

2	Лабораторна робота 2 Метод скінчених різниць розв'язування крайової задачі для ЗДР Література: [1, 11-13].
3	Лабораторна робота 3 Чисельні методи розв'язування задач на власні значення для ЗДР Література: [1, 11-13].
4	Лабораторна робота 4 Одновимірні параболічні рівняння. Література: [1, 11-13].
5	Лабораторна робота 5 Двовимірні параболічні рівняння. Література: [1, 11-13].

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Класифікація лінійних диференціальних рівнянь у частинних похідних другого порядку Література: [1,2,4,13,16-19].	11
2	Задача Коші для хвильового рівняння у просторі. Література: [1,2,4,13,16-19].	11
3	Задача Коші для одновимірного рівняння теплопровідності Література: [1,2,8,11,13-17,20].	11
4	Крайові задачі для рівняння Лапласа в канонічних областях Література: [1,2,8,11,13-16,19].	11
5	Найпростіші формули чисельного диференціювання для першої та другої похідної з рівномірним кроком. Література: [1,7,8,13,17-20].	11
6	Підготовка до підсумкового контролю засвоєння освітнього компонента.	11
	<u>Всього</u>	66

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- на заняттях дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку інформації та виконання індивідуальних завдань;
- захист практичних завдань відбувається на практичному занятті у виділений для цього викладачем час;
- штрафні та заохочувальні бали:
- відсутність на практичному занятті без поважної причини- мінус 5 балів;
- несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання МКР- мінус 5 балів;
- участь в олімпіаді з дисципліни, розробка ситуаційних вправ, тестових завдань та задач з дисципліни, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається від 5 до 10 заохочувальних балів.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю знань студентів з дисципліни:

- відповіді на лекційних заняттях;
- відповіді на практичних заняттях;
- виконання завдань СРС;

- виконання МКР (дві частини);
- відповідь на екзамені – максимально 40 балів.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) три відповіді в середньому кожного студента на лекційних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 2 студенти; при середній чисельності групи 10 осіб і чотирнадцять лекційних занять (27 годин) отримуємо: $2 \cdot 14 / 10 \approx 3$ відповіді);
- 2) три відповіді в середньому кожного студента на практичних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 3 студенти; при середній чисельності групи 10 осіб і дев'яти практичних заняттях (18 годин) отримуємо: $3 \cdot 94 / 10 \approx 3$ відповіді);
- 3) виконання і захист лабораторних робіт
- 4) виконання завдань СРС;
- 5) виконання однієї МКР.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Робота на лекційних заняттях

Ваговий бал — 6. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях: $r_1 = 6 \text{ балів} \times 3 = 18 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

6 балів — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **3...5 балів** — відповідь має несуттєві похибки; **0...2 бали** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

2. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях: $r_2 = 6 \text{ балів} \times 3 = 18 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

6 балів — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **3...5 балів** — відповідь має несуттєві похибки; **0...2 бали** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

3. Виконання і захист лабораторних робіт

Ваговий бал однієї лабораторної роботи – 6 балів. Максимальна кількість балів за всі виконані роботи – $r_3 = 6 \text{ балів} \times 4 = 24 \text{ бали}$.

Критерії оцінювання:

6 балів – наявність якісно оформлених протоколів лабораторної роботи. При захисті студент демонструє міцні знання основних положень навчального матеріалу та необхідний рівень умінь і навичок. **3...5 балів** – наявність задовільно оформлених протоколів лабораторної роботи, студент орієнтується в навчальному матеріалі але допускає неточності; **0...2 бали** – незасвоєння основних положень навчального матеріалу та нездатність застосовувати їх на практиці

3. Виконання завдань СРС

Ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів студента 30 (видається сім завдань на СРС, строк задачі завдання – не пізніше ніж через два тижні після видачі): $r_4 = 6 \text{ балів} \times 5 = 30 \text{ балів}$. Виконане завдання надається викладачу у вигляді конспекту, виконання завдань СРС обов'язкове.

Критерії оцінювання:

6 балів – в повному об'ємі і вчасно надана відповідь; 3 бали – не в повному об'ємі і вчасно надана відповідь; 0 балів – не вчасно надана відповідь або ненадана відповідь.

Штрафні бали:

– несвоєчасне представлення виконаного завдання СРС без поважної причини (хвороба) – -2 бал.

Заохочувальні бали

– участь у наукових та/або науково-практичних конференціях, семінарах, симпозиумах – 5 балів.

4. Модульна контрольна робота (МКР)

Проводиться дві частини МКР. Ваговий бал кожної частини – 5. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $r_5 = 5 \times 2 = 10$ балів.

Критерії оцінювання:

5 балів – повна вірна відповідь на завдання; 4 бали – відповідь має несуттєві похибки; 3 бали – неповна відповідь; 0...2 бали – наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, МКР не зараховано.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (R_d):

Сума максимальних вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає :

$$R = R_C = \sum r_k = 6 \times 3 + 6 \times 3 + 6 \times 4 + 30 + 10 = 100 \text{ балів.}$$

Рейтингова оцінка студента з кредитного модуля формується як сума рейтингових балів r_k , а також заохочувальних/штрафних балів r_s :

$$R_D = \sum r_k + \sum r_s$$

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з кредитного модуля менше 0,4R ($R_D < 40$), зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку і мають академічну заборгованість.

Студенти, що набрали протягом семестру необхідну кількість балів ($40 \leq R_D < 60$ балів) зобов'язані виконувати залікову контрольну роботу.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни $R_D \geq 60$ мають можливості:

отримати залікову оцінку відповідно набраного рейтингу «автоматом»;

виконувати залікову контрольну роботу з метою підвищення оцінки;

у разі отримання оцінки, більшої ніж «автоматом» з рейтингу, студент отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи;

у разі отримання оцінки, меншої ніж «автоматом» з рейтингу, попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку тільки за результатами залікової контрольної роботи;

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент., к.т.н., доцент Фуртат Ірина Едуардівна

Ухвалено кафедрою теоретичної і промислової теплотехніки (протокол № 16 від 23.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією теплоенергетичного факультету (протокол № 11 від 24.06.2021р.)