

## ТЕПЛОТЕХНІКА

### ОПИС КУРСУ

Курс теплотехніки сприяє формуванню знань із фундаментальних теоретичних основ теплових машин та енергоустановок, законів взаємного перетворювання різних видів енергії, забезпеченню навичок використання методів тепломасообміну для розв'язку спеціалізованих інженерних задач, пов'язаних з передачею теплової енергії.

Даний курс дає базові знання щодо технічної термодинаміки, теорії тепло- і масообміну, механіки рідини і газу, теорії горіння палива. Предметом вивчення навчальної дисципліни є вивчення процесів перетворення теплової енергії у механічну роботу та навпаки, організаційна, наукова, практична та інформаційна діяльність спрямована на рішення сучасних проблем перенесення теплоти та практичних задач пов'язаних з тепломасообміном в елементах енергетичного обладнання. Опанування дисципліни дозволять здійснювати професійну інженерну діяльність в галузі проектування, експлуатації, ремонту та вдосконалення технічних систем, машин і устаткування, робототехнічних засобів та комплексів.

Дисципліна є обов'язковою для вивчення бакалаврами освітніх програм «Інжиніринг механічного обладнання та систем» та «Зварювання та наплавлення», оскільки дозволяє набути переваг конкурентоспроможного на ринку праці фахівця, який вільно володіє професією з акцентами на сучасних технологіях, актуальних напрямках і перспективах їх розвитку та орієнтується в суміжних галузях діяльності, засвідчує готовність до постійного професійного зростання, соціальної й професійної мобільності.

Не рекомендована як вибірковий компонент індивідуальної освітньої траєкторії.

### ВИМОГИ

- наявність базових знань з фізики, хімії, інженерної математики та статистики;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та пароллю в Moodle.

### БІЛЯЄВА Вікторія

[viktorii.biliaieva@mipolytech.education](mailto:viktorii.biliaieva@mipolytech.education)  
Доктор технічних наук, професор, фахівець в галузі математичного моделювання процесів тепло- і масообміну



Освітній рівень

Бакалавр

Кількість кредитів

ОПП «Інжиніринг механічного обладнання та систем» - 5,0;  
ОПП «Зварювання та наплавлення» -6,0

Назва кафедри, яка пропонує дисципліну

Кафедра природничо – наукових та загальноінженерних дисциплін

## ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

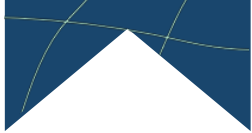
- вміти використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань;
- створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин;
- застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам;
- знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми;
- знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації механізованого і робототехнічного обладнання;
- навички практичного використання комп'ютеризованих систем проектування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE);
- здійснювати оптимальний вибір матеріалів та обладнання.

## ТЕМАТИКА

Термодинамічна система. Ідеальний газ. Типові термодинамічні процеси ідеального газу: ізохорний, ізобарний, ізотермічний, адіабатний. Теплота і робота. Перший і другий закони термодинаміки. Теплоємність. Внутрішня енергія. Ентропія. Ідеальний цикл Карно. Термодинамічні цикли теплових машин. Термодинаміка реальних газів. Теплопровідність. Закон Фур'є. Конвекція. Рівняння Фур'є-Кірхгофа. Закон Ньютона. Критерії подібності теплообміну Нусельта, Рейнольдса, Прандтля, Грасгофа. Теплове випромінювання. Закони Стефана-Больцмана, Кірхгофа, Ламберта, Планка. Складні види теплообміну. Теплопередача. Інтенсифікація процесів теплообміну. Нестационарна теплопровідність. Нагрів тонких і масивних тіл. Критерії Фур'є, Біо. Теплообмін при зміні агрегатного стану теплоносія. Паро-випарне охолодження. Теплова труба. Рівняння балансу маси, імпульсу (Навіє-Стокса) та енергії щодо рухомого середовища. Двофазні газо-рідинні течії. Аеродинаміка струменю. Течія газу в каналі, що звужується. Сопло Лавалю. Масоперенос в одно- і двофазних системах. Перший та другий закони Фіка. Критерій Шервуда. Інтенсифікація процесів масообміну. Класифікація палив. Теплота згоряння і температура горіння. Основи теорії горіння. Аналітичний розрахунок горіння палива. Сучасні вимоги щодо процесів горіння викопних палив в контексті програми ЄС Green Deal стосовно кардинального скорочення емісії парникових газів. Енергетична оцінка технологічних процесів металургії. Методи організації енергозберігаючих технологій. Оцінка поновлюваних та утилізація вторинних енергоресурсів. Екологічна інженерія металургійного виробництва в контексті програми ЄС Green Deal щодо скорочення емісії CO<sub>2</sub>.

## ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСУ, ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

- Освітній процес будується як комбінація лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку і практичних занять – з іншого.
- Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим, лекційний матеріал доступний в записі, який зберігається в Microsoft Teams, та викладений в у вигляді презентаційних матеріалів в Moodle.
- Практичні заняття передбачають розв'язання завдань різних рівнів складності в рамках спеціалізації та забезпечення міждисциплінарних зв'язків; їх відвідування є бажаним.
- Від студента потребується виконати індивідуальні завдання, модульні контрольні роботи, завдання, винесені на практичні заняття з оцінюванням у терміни, встановлені у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».
- З урахуванням поточної ситуації від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога», санкції за залишення заняття або



неявку на заняття не застосовуються.

– Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті або в персональній розмові в MS Teams.

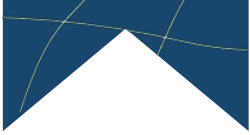
## ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

### Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Всього	
Види контр. точок																				
Робота на практичних заняттях		2	2	2	2	2			2		2		2		2		2			20
Складання індивідуальних завдань							20											20		40
Модульні контрольні роботи								20											20	40
Всього	50					50										100				

### Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на практичних заняттях	Максимальна накопичувальна оцінка за роботу на практичних заняттях за двома змістовними модулями становить 20 балів. На вказаному згідно розділу «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання» практичному занятті пропонуються завдання на обґрунтування методу, алгоритму розв'язання або безпосереднє обчислення «вручну» та аналіз отриманого розв'язку, що при правильному виконанні оцінюється у два бали, один бал надається студенту за отриману правильну відповідь без дотримання вимог щодо оформлення відповідних пунктів практичного завдання. Оцінка за роботу на практичному занятті оголошується наприкінці заняття та може бути оскаржена одразу ж. За наявності виконаних завдань на безпосереднє обчислення рекомендоване завантаження у вигляді файлу з розширенням .docx або .pdf у відповідному розділі на платформі Moodle в межах кожного змістового модуля.
Виконання індивідуального завдання	<p>Курсом передбачено виконання двох індивідуальних завдань:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Завдання до змістового модуля 1: Технічна термодинаміка та теорія теплообміну;</li> <li>– Завдання до змістового модуля 2: Процеси теплообміну, теорія горіння та теплові процеси і апарати.</li> </ul> <p>Індивідуальні завдання виконуються самостійно у зручний для студента час в межах терміну подачі роботи, передбачених у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання» та розміщується у відповідному розділі на платформі Moodle. Розв'язання кожного завдання завантажується у вигляді файлу з розширенням .docx або .pdf, або .jpg, або .png, або .txt.</p> <p>Максимальна кількість балів вказана за кожне окреме завдання з індивідуального завдання та визначається в залежності від обґрунтування ходу розв'язання, рівня формалізації задачі, правильності отриманого розв'язку та аналізу результату. Максимальна сумарна оцінка за кожне індивідуальне завдання складає 20 балів</p> <p>Використання штучного інтелекту (ШІ) не забороняється, оскільки пропозиції відомих застосунків ШІ суттєво залежать від обміркованої постановки питання і уточнюючих питань; однак в разі, якщо відповідь, отримана з використанням ШІ, містить суттєві похибки або не є комплексною, або не відповідає за усталеним оформленням, термінологією, або іншим вимогам до завдання, то оцінка за виконання знижується.</p> <p>За побажання студента при наявності похибок або виконання індивідуального завдання не в повному обсязі допускається доопрацювання до передостаннього тижня навчання.</p>



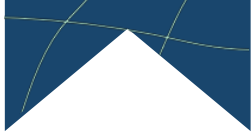
	Оскарження оцінки за індивідуальні завдання є можливим до завершення терміну теоретичного навчання.
Модульні контрольні роботи	МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 15 хвилин з максимальною оцінкою у 20 балів. В разі неявки або неможливості виконання МКР з поважних причин на таке заняття допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб обмежується 2, однак обмеження по часу виконання МКР залишається. Кожна модульна контрольна робота включає тестові завдань множинного вибору з однією вірною відповіддю або встановленням відповідності, розрахункові завдання із внесенням числової відповіді (необхідна точність розрахунків вказані в умові завдання) та задачі, які передбачають наведення основних етапів розв'язання. Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю. При розв'язанні задач оцінюється логіка і обґрунтованість розв'язання, правильність розрахунків.

#### Додаткові зауваження:

- студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#))
- оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;
- викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти.

#### Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки для освітньої програми «Інжиніринг механічного обладнання та систем»

Варіант вивчення як обов'язкової	
Форма підсумкового контролю	Іспит
Умови допуску до підсумкового контролю	Не менше 35 балів; якщо здобувачі освіти в результаті самооцінки академічного прогресу не впевнені, що набравши 35 балів за поточну успішність, складуть іспит на 85 балів і вище, то вони мають підвищити власні результати поточного контролю до прийнятного рівня
Порядок визначення підсумкової оцінки	Для варіанту іспит: – підсумкова оцінка (ПО) визначається як середнє арифметичне поточної успішності з навчальної дисципліни (О) та оцінки, отриманої під час іспиту (І). В разі, якщо оцінка, отримана на іспиті, менше 60 балів, підсумкова оцінка дорівнює оцінці іспиту: $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{\text{О} + \text{І}}{2}, & \text{якщо } \text{І} \geq 60 \\ \text{І}, & \text{якщо } \text{І} < 60 \end{cases}$

**Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки для освітньої програми «Зварювання та наплавлення»**

Форма підсумкового контролю	залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до звершення теоретичного навчання.
Порядок визначення підсумкової оцінки	Для варіанту заліку: – якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав менше 60 балів, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях; – в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю або в процесі покращення власних результатів здобувач освіти набрав більше 60 балів, йому виставляється фактична сума балів і оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік».

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
90-100	A	Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Відмінно	Залік
82-89	B	Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки	Добре	
75-81	C	Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки		
67-74	D	Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки	Задовільно	
60-66	E	Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни		
35-59	FX	Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Незадовільно	Незалік
0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		

## ОСОБЛИВІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

– В разі, якщо здобувач освіти засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередньому або такому ж рівні (дисципліни «Теплотехніка» або інші споріднені), то кредити та оцінка з дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;

– В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з інженерної математики та статистики (наприклад, Etcetera, MOOCs, Coursera, Udemy або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самосійтно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;

– В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](#).

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Біляєва В. В., Бразалук Ю. В., Губін О. І. Практикум з теорії горіння. Дніпро: Ліра, 2024. 52 с.
2. Біляєва В. В., Губін О. І. Технічна термодинаміка. Частина І: Навч. посібник. Д.: Ліра, 2025. 157 с.
3. Виноградов-Салтиков В. О., Єщенко О. І. Теплотехнічні вимірювання. Визначення теплоємності та температуропровідності сипких матеріалів у регулярному режимі. Навчальний посібник. Лабораторний практикум: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Енергетичний менеджмент та інжиніринг теплоенергетичних систем» спеціальності 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 22 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47723>.
4. Основи теплотехніки: вибрані розділи. Збірник індивідуальних завдань: одиниці вимірювання фізичних величин, параметри стану : навч. посіб. для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Дешко В.І., М.М. Шовкалюк, О.І. Єщенко, О.Е. Максименко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 70 с.
5. Тепломасообмін: навчально-методичні рекомендації до лабораторних робіт / упоряд. В. В. Біляєва, А. Ю. Усенко, С. М. Форись; Укр. держ. ун-т науки і технологій. Дніпро: УДУНТ, 2024. 64 с.
6. Шинкарик М.М., Кравець О.І. Основи теплотехніки: навч. посібник. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024. 132 с.

## АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

– **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагіату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів за з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

– В разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу (розділ 10).

– Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.

– Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.

– Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.

– Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням: [Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](https://metinvest.university)