

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
«ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

Факультет фізико-технічний

Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Теорія тепло- та масопереносу**

Освітня програма аспірант (PhD)

Спеціальність 105 Прикладна фізика і наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від “29” серпня 2022 р.

м. Івано-Франківськ - 2022

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Опис дисципліни
3. Структура курсу
4. Система оцінювання курсу
5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу
6. Ресурсне забезпечення
7. Контактна інформація
8. Політика навчальної дисципліни

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Теорія тепло- та масопереносу
<b>Освітня програма</b>	Аспірант (PhD)
<b>Спеціальність 105</b>	Прикладна фізика і наноматеріали
<b>Галузь знань 10</b>	Природничі науки
<b>Освітній рівень</b>	PhD
<b>Статус дисципліни</b>	Основна
<b>Курс/семестр</b>	II/I
<b>Розподіл за видами занять та годинами та навчання</b>	Лекції –20год, Семінарські – 10год, Самостійна робота –60год
<b>Мова викладання</b>	українська
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="http://www.d-learn.pn.if.ua">http://www.d-learn.pn.if.ua</a>
<b>2. Анотація до курсу</b>	
Курс «Теорія тепло- та масопереносу» створений для аспірантів (PhD) освітньо-наукової програми «105 Прикладна фізика і наноматеріали». Курс розроблено для того, щоб сформувати у аспірантів уявлення про принципово нові фізико-хімічні явища і процеси, що притаманні тепло- і масопереносу. Такі знання є обов'язковими при цілеспрямованому їхньому використанні у дослідженні явищ тепло- і масопереносу у вуглецевих та оксидних наноматеріалах.	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p>Метою викладання навчальної дисципліни «<i>Теорія тепло- та масопереносу</i>» є: логічно послідовне формування у аспіранта знань про процеси конвективного переносу теплоти і маси компонента суміші при різних режимах руху середовища, перенесення теплоти в твердих тілах шляхом теплопровідності, методи математичного опису цих процесів.</p> <p>Основними завданнями вивчення дисципліни «<i>Теорія тепло- та масопереносу</i>» є: формування у аспірантів правильного мислення в даній області знань; глибокого розуміння фізичних основ теорії тепло-і масообміну, методології цієї науки; вміння аналізувати вплив основних параметрів зазначених процесів на основні характеристики теплообміну і масообміну; знання методики виконання розрахунків різних процесів конвективних теплообміну і масообміну, кондуктивного теплообміну.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:</p> <p><u>Знати</u> основні поняття і терміни: теплопередача, масопередача, рівняння Фіка, градієнт температури, градієнт концентрації, ламінарний і турбулентний рух, теплопровідність, температуропровідність, критерій Біо, комірки Бенара.</p> <p><u>Вміти</u> застосовувати отримані знання для отримання матеріалів з наперед заданими характеристиками, встановити їхні основні характеристики, зокрема питому поверхню, теплопровідність, температуропровідність, питому електропровідність, встановити особливості масо- і теплопереносу в наноматеріалах</p>	
<b>4. Результати навчання (компетентності)</b>	
<p><b>Компетенції соціально-особистісні:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• наполегливість у досягненні мети;</li> <li>• турбота про якість виконуваної роботи;</li> <li>• креативність, здатність до системного мислення.</li> </ul> <p><b>Інструментальні компетенції:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навички управління інформацією.</li> </ul> <p><b>Професійні компетенції:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• здатність до критичного аналізу та оцінки сучасних наукових досягнень;</li> <li>• здатність генерувати нові ідеї при вирішенні дослідницьких і практичних завдань;</li> <li>• здатність до застосування знань для вирішення завдань якісного і кількісного характеру;</li> <li>• здатність пропонувати та обґрунтовувати гіпотези на основі теоретико-методологічного аналізу;</li> <li>• здатність застосовувати комп'ютерні технології та програми для проведення дослідження та аналізу отриманих даних.</li> </ul>	
<b>5. Організація навчання курсу</b>	

Обсяг курсу					
Вид заняття			Загальна кількість годин		
лекції			20		
семінарські заняття / практичні / лабораторні			10		
самостійна робота			60		
Ознаки курсу					
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий		
III		II	вибірковий		
Тематика курсу					
Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Змістовий модуль 1					
Основні поняття і рівняння в теорії переносу маси і тепла					
<b>Тема 1. Основні поняття теорії тепло- і масопереносу.</b> Поля температур і концентрацій. Види процесів тепло- і масообміну. Молекулярні теплопровідність і дифузія Потрійна аналогія. Конвективний тепло- і масообмін. Вимушена і природна конвекція. Задачі розрахунку конвективних тепло- і масовіддачі.	Лекція практична	Згідно списку літератури	Опрацювання лекційного матеріалу 3/2	6	Згідно розкладу
<b>Тема 2. Диференціальні рівняння переносу маси, енергії, імпульсу.</b> Рівняння масообміну. Рівняння теплопровідності. Рівняння руху. В'язкість рідини. Закон Ньютона для в'язкості.	Лекція/ практична	Згідно списку літератури	Опрацювання лекційного матеріалу 2/1	6	Згідно розкладу
<b>Тема 3. Тепло- і масовіддача при вимушеному русі.</b> Тепло- і масовіддача при вимушеному ламінарному русі рідини вздовж твердої поверхні. Розрахунок інтегральним методом. Аналіз результатів розрахунку. Вплив різних параметрів на коефіцієнти тепловіддачі і масовіддачі. Тепло- і масовіддача при вимушеному турбулентному русі рідини вздовж твердої поверхні. Розрахунок на основі	Лекція/ практична	Згідно списку літератури	Опрацювання лекційного матеріалу 3/1	6	Згідно розкладу

гідродинамічної теорії тепло- і масообміну. Аналіз результатів у відповідності з ламінарним режимом. Тепловіддача при вимушеній стабільній ламінарній течії у трубі. Аналіз результатів. Тепловіддача при вимушеній стабільній турбулентній течії у трубі. Аналіз результатів.					
<b>Тема 4. Застосування теорії подібності для дослідження процесів конвективних тепло- і масовіддачі.</b> Приведення постановки задачі до безрозмірного вигляду. Основні критерії подібності для процесів, що розглядаються. Необхідні і достатні умови подібності. Загальний вигляд розв'язків в критеріальній формі.	Лекція/ практична	Згідно списку літератури	Опрацювання лекційного матеріалу 2/1	6	Згідно розкладу
<b>Змістовий модуль 2. Теорія теплообміну</b>					
<b>Тема 5. Теплопровідність при стаціонарному режимі.</b> Загальна характеристика і основні задачі теорії теплопровідності. Виведення рівняння теплопровідності в різних формах. Канонічний вигляд цього рівняння. Крайові умови. Види граничних умов.	Лекція/ практична	Згідно списку літератури	Опрацювання лекційного матеріалу 2/1	6	Згідно розкладу
<b>Тема 6. Теплопровідність при стаціонарному режимі.</b> Стаціонарне температурне поле в необмеженій пластині без внутрішніх джерел тепла при граничних умовах першого і третього роду. Теплопередача через плоску стінку. Внутрішній, зовнішній і сумарний термічні опори. Коефіцієнт теплопередачі. Стаціонарне температурне поле в	Лекція/ практична	Згідно списку літератури	Опрацювання лекційного матеріалу 2/1	5	Згідно розкладу

<p>циліндричній стінці без внутрішніх джерел тепла при граничних умовах першого і другого роду. Теплопередача через циліндричну стінку. Внутрішній, зовнішній і сумарний лінійний термічні опори. Лінійний коефіцієнт теплопередачі. Критичний діаметр теплоізоляції.</p>					
<p><b>Тема 7. Теплопровідність при нестационарному режимі.</b> Методи вирішення задач нестационарної теплопровідності. Нестационарне температурне поле без внутрішніх джерел тепла в плоскій стінці. Граничні умови третього роду. Фізичний зміст і роль критерію Біо. Нагрівання (охолодження) термічно тонких тіл. Граничні умови першого роду – граничний випадок термічної масивності. Граничні умови другого роду при постійній щільності теплового потоку на поверхні; регулярний тепловий режим за цих умов. Регулярний тепловий режим за граничних умов третього і першого роду. Наближений (числовий) розв’язок задачі нестационарної теплопровідності з граничними умовами третього роду під час радіаційного теплообміну з навколишнім середовищем. Приведення постановки задачі до безрозмірного вигляду. Основні критерії подібності для розглянутих процесів. Необхідні і достатні умови подібності. Загальний вигляд розв’язків у критеріальній формі.</p>	<p>Лекція/ практична</p>	<p>Згідно списку літератури</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу 2/1</p>	<p>5</p>	<p>Згідно розкладу</p>

Підсумковий контроль (екзамен)					50
<b>6. Система оцінювання курсу</b>					
Загальна система оцінювання курсу	<p>Поточний контроль здійснюється під час проведення лекційних, практичних, лабораторних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань аспірантів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані аспірантами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності академічної групи.</p> <p>Модульний контроль (сума балів за окремих змістовий модуль) проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань аспірантів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.</p> <p>Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення розрахункових робіт, вміння вирішувати конкретні ситуативні задачі, самостійно опрацьовувати тексти, здатності осмислювати зміст даної частини дисципліни, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал.</p> <p>Семестровий (підсумковий) контроль проводиться у формі екзамену.</p> <p>Екзамен – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння аспірантом теоретичного та практичного програмного матеріалу з усієї дисципліни, здатності творчо використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми тощо.</p>				
Вимоги до письмової роботи	Підсумкова письмова робота виконується у формі тестових завдань з вибором правильної відповіді. Кількість тестових завдань – 100.				
Семінарські заняття	Перевірка набутих знань, навичок і умінь здійснюється за допомогою опитування аспірантів на практичних заняттях, захисті індивідуальних завдань, дистанційне навчання.				
Умови допуску до підсумкового контролю	<p>Позитивні оцінки з поточного контролю знань за змістовними модулями (оцінювання роботи аспіранта під час практичних занять; поточне тестування після вивчення розділу; реферат)</p> <p>Аспірант допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище.</p> <p>Аспірант не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав менше 25 балів.</p>				
<b>7. Політика курсу</b>					
<p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали набрані на практичних заняттях, поточному тестуванні, самостійній роботі (реферати, презентації). При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність аспіранта під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p><b>Вимоги викладача.</b> Кожен викладач ставить аспірантам систему вимог та правил поведінки</p>					

аспірантів на заняттях, доводить до їх відома методичні рекомендації щодо виконання контрольних робіт, тестових завдань. Все це гарантує високу ефективність навчального процесу і є обов'язковою для аспірантів.

#### **8. Рекомендована література**

1. Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Белоусов В.В. и др. Теплотехника металлургического производства. В 2<sup>х</sup> томах. Т.1 Теоретические основы: Учебное пособие для вузов – М.: МИСиС, 2002.– 343с.
2. Арутюнов В.А., Левицкий И.А., Шибалов С.Н. Теплотехника и теплоэнергетика металлургических процессов. Раздел. Механика газов. Лабораторный практикум. – М.: МИСиС, 1994. – 99с.
3. Телегин А.С., Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г. Тепломассоперенос: Учебное пособие для вузов. – М.: Металлургия, 1995. – 400с.
4. Телегин А.С., Швыдкий В.С., Ярошенко В.Г. Тепломассоперенос. М.: Металлургия, 1995. 400 с.
5. Гуцин С.Н., Телегин А.С., Лобанов В.И., Корюков В.Н. Теплотехника и теплоэнергетика металлургического производства. М.: Металлургия. 1993. - 366 с.
6. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. И доп. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 550 с
7. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. Справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1990 - 366 с.

**Викладач** \_\_\_\_\_