



Course of study (code) / Назва дисципліни (шифр)	Тепломасообмін в металургійних системах ТІ1361МНМMS (МЧМ-22м, ОМТ-22м, ЗМЧМ-22-1м, 2м, ЗОМТ-22м)	
Academic year / Навчальний рік - Семестр		2022/2023 – 1 семестр
Course of study / Назва спеціальності	136 Металургія	
Educational program / Освітня програма Education - ECTS / Рівень – Кредити Status / Статус Learning language / Мова навчання		Металургія Другий (магістерський) рівень - 7 ECTS Обов'язкова Українська
Author / Укладач	Сусло Наталія Валеріївна, кандидат технічних наук, доцент, Навчально-науковий Технологічний інститут Державний університет економіки і технологій e-mail: suslo.natalia.valerievna@gmail.com mob.+380675959045	
Консультації	Онлайн Понеділок 14.00 – 15.00, Середа 14.00 – 15.00	

A. OBJECTIVE OF THE SUBJECT / МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Метою курсу – є підготовка студентів у галузі металургії, опанування ними здатності до використання даних щодо закономірностей тепломасообміну; запобігання негативних відхилень від заданого режиму тепломасообміну в металургійних системах за допомогою теоретичного аналізу та формування об'єктивних висновків та приймання обґрунтованих практичних рішень.

B. SUBJECT PROGRAM / ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Основні закономірності конвективного теплообміну.

Тема 2. Основні закономірності теплообміну випромінюванням

Тема 3. Термодинамічні основи роботи теплових агрегатів металургійного виробництва

Тема 4. Тепломасоперенос в розрахунках технологічних процесів установок металургійного виробництва

Тема 5. Режими роботи теплових агрегатів металургійного виробництва

C. LIST OF COMPETENCIES AND STUDIES TARGETED RESULTS / ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Загальні компетентності	ЗК1. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні. ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК4. Здатність працювати в міжнародному контексті. ЗК7. Прагнення до збереження навколишнього середовища. ЗК9. Здатність виконати необхідний аналіз і прийняти рішення по поліпшенню якості кінцевої продукції ЗК10. Здатність розробити комп'ютерні програми розрахунків окремих параметрів процесів
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	СК1. Здатність розробляти та реалізовувати проєкти в сфері металургії, а також дотичні до неї міждисциплінарні проєкти. СК3. Здатність забезпечувати якість в металургії. СК4. Здатність аналізувати і вдосконалювати технологічні процеси в металургії. СК5. Здатність науково обґрунтовувати вибір матеріалів, основного та допоміжного обладнання для реалізації металургійних технологій. СК7. Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження в металургії та інтерпретувати їх результати. СК8. Здатність приймати ефективні рішення в металургії. СК9. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми металургії в широких та мультидисциплінарних контекстах, у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності. СК10. Здатність управляти робочими або навчальними процесами у сфері металургії, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів. СК12. Використовуючи математичну модель об'єкту, що реалізована на ПЕОМ, за допомогою відомих методів уміти оптимізувати параметри технологічного процесу. СК13. Використовуючи методику проведення дослідження, за допомогою приладів і



Програмні результати навчання

обладнання уміти провести експеримент
СК14. Використовуючи дані щодо об'єкту оптимізації або його моделі, за допомогою методів рішення оптимізаційних задач уміти визначити оптимальні параметри процесу
РН1. Розробляти технологію виробництва на основі розуміння процесів, що відбуваються, з урахуванням особливостей виробництва та визначати оптимальний режим роботи обладнання з урахуванням наявних невизначеностей та ризиків.
РН2. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її, обирати оптимальні методи та здійснювати статистичний аналіз даних.
РН5. Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва.
РН6. Формувати структуру і властивості продукції металургійного виробництва відповідно до потреб замовників.
РН7. Аналізувати енергетичну ефективність технологічних процесів та обладнання, відповідно до спеціалізації, та розробляти заходи з енергозбереження.
РН8. Пропонувати нові технічні рішення з урахуванням цілей та ресурсних обмежень, економічних, екологічних, правових та безпекових аспектів, розробляти і застосовувати нові металургійні технології.
РН9. Організовувати і керувати лабораторним контролем сировини і продукції металургійного виробництва.
РН10. Застосовувати сучасні математичні методи, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач і проблем металургії.
РН11. Обирати і обґрунтовувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов металургійного виробництва за спеціалізацією з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.
РН12. Розраховувати витратні показники сировини, матеріалів та енергії, оцінювати вплив на продуктивність агрегату та на якість кінцевого продукту вихідних параметрів з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.
РН13. Забезпечувати потрібні техніко-економічні показники при керуванні складними металургійними процесами

D. SEMESTER PLAN / СЕМЕСТРОВИЙ ПЛАН

Тиждень/ Дата	Тема, план/короткі тези	Форма діяльності (заняття), години, формат	Завдання для СРС (література, ресурси в інтернеті, презентація, відеокурси)
6	<i>Тема 1. Основні закономірності конвективного теплообміну. 1.1. Подібність і моделювання процесів конвективного теплообміну 1.2. Теплообмін при вимушеному русі теплоносія в каналах, при вільній конвекції 1.3. Теплообмін при кипінні рідини</i>	Лекція, (4 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 2, додаткова 4,6 Інформаційні ресурси: 1. https://studopedia.ru/15_123168_osnovnie-ponyatiya-teorii-teploobmena.html . 2. http://markmet.ru/kniga-pometallurgii/masso-i-teploobmen-idrogazodinamika-metallurgicheskoi-vanny .
6-7		Практичне заняття (4 год) онлайн	1. Визначення коефіцієнтів тепловіддачі конвекцією, випромінюванням й сумарного коефіцієнту тепловіддачі
7	<i>Тема 2. Основні закономірності теплообміну випромінюванням 2.1. Основні положення 2.2. Закони теплового випромінювання 2.3. Радіаційна тепловіддача</i>	Лекція, (4 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 2,3 додаткова 4,6 Інформаційні ресурси: 1. https://studopedia.ru/15_123168_osnovnie-ponyatiya-teorii-teploobmena.html . 2. http://markmet.ru/kniga-pometallurgii/masso-i-teploobmen-idrogazodinamika-metallurgicheskoi-vanny .
7-8		Практичне заняття (4 год) онлайн	1. Тепловий розрахунок регенератора



8-9	<i>Тема 3. Термодинамічні основи роботи теплових агрегатів металургійного виробництва</i> 3.1. Температурний та тепловий режими роботи. 3.2. Термодинамічні принципи аналізу і конструювання печей. 3.3. Тепло- і масообмін при хімічних перетвореннях 3.4. Тепловий баланс пірометалургійного процесу.	Лекція, (4 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 2-4 додаткова 2-6 Інформаційні ресурси: 1. https://studopedia.ru/15_123168_osnovnie-ponyatiya-teorii-teploobmena.html . 2. http://markmet.ru/kniga-pometallurgii/masso-i-teploobmen-idrogazodinamika-metallurgicheskoi-vanny . 3. https://ppt-online.org/114832
9-10		Практичне заняття (4 год) онлайн	1. Розрахунок часу нагріву тонкого і масивного металу при постійній температурі печі
10	<i>Тема 4. Тепломасоперенос в розрахунках технологічних процесів установок металургійного виробництва</i> 4.1. Зовнішній і внутрішній теплообмін при нагріві твердих матеріалів в печах - теплообмінниках. 4.2. Основи розрахунку нагріву металу в печах, визначення часу нагріву і розплавлення, розрахунок температурних полів.	Лекція, (4 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 1-4 додаткова 2-6 Інформаційні ресурси: 1. https://studopedia.ru/15_123168_osnovnie-ponyatiya-teorii-teploobmena.html . 2. http://markmet.ru/kniga-pometallurgii/masso-i-teploobmen-idrogazodinamika-metallurgicheskoi-vanny . 3. https://ppt-online.org/114832
10-11		Практичне заняття (6 год) онлайн	1. Теплотехнічний розрахунок теплообмінного апарату 2. Дослідження нагріву і зовнішнього теплообміну в муфельній електропечі
12-13	<i>Тема 5. Режими роботи теплових агрегатів металургійного виробництва</i> 5.1. Радіаційні і конвективні режими роботи печей-теплообмінників. 5.2. Масообмінний режим роботи печей. 5.3. Використання вторинних енергоресурсів.	Лекція, (6 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 1-5 додаткова 2-6 Інформаційні ресурси: 1. https://studopedia.ru/15_123168_osnovnie-ponyatiya-teorii-teploobmena.html . 2. http://markmet.ru/kniga-pometallurgii/masso-i-teploobmen-idrogazodinamika-metallurgicheskoi-vanny . 3. https://ppt-online.org/114832
13-14		Практичне заняття (6 год) онлайн	1. Розрахунок часу охолодження блюмів 2. Розрахунок часу затвердіння безперервного злитка квадратного перетину (блюмів)
14-15	<i>Тема 6. Математичні моделі теплофізики металургійних процесів з детермінованими структурами</i> 6.1. Метод регулярного теплового режиму розрахунку нагріву (охолодження) тіл 6.2. Метод наскрізного рахунку в задачах теплопровідності при структурних і фазових переходах	Лекція, (6 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 5 додаткова 1,3,5 Інформаційні ресурси: 1. https://studopedia.ru/15_123168_osnovnie-ponyatiya-teorii-teploobmena.html . 2. http://markmet.ru/kniga-pometallurgii/masso-i-teploobmen-idrogazodinamika-metallurgicheskoi-vanny . 3. https://ppt-online.org/114832
15-16		Практичне заняття (8 год) онлайн	1. Статистична обробка масиву випадкових даних 2. Метод найменших квадратів для рівняння лінійної регресії
16-17	<i>Тема 7. Обчислювальний експеримент в задачах тепломасопереносу</i> 7.1. Схеми апроксимації рівняння теплопровідності	Лекція, (4 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 5 додаткова 1,3,5 Інформаційні ресурси: 1. https://studopedia.ru/15_123168_osnovnie-ponyatiya-teorii-teploobmena.html . 2. http://markmet.ru/kniga-pometallurgii/masso-i-teploobmen-idrogazodinamika-metallurgicheskoi-vanny .



7.2. Способи апроксимації конвективних членів 7.3. Алгоритм рішення пов'язаних рівнянь теплообміну		teploobmen-idrogazodinamika-metallurgicheskoi-vanny. 3. https://ppt-online.org/114832
	Практичне заняття (8 год) онлайн	1. Метод прогонки розв'язування сіткових рівнянь 2. Метод послідовної лінійної верхньої релаксації рішення сіткових рівнянь

Вивчення дисципліни передбачає виконання двох модульних робіт, які охоплюють теми 1-5 і виконуються у письмовій формі. Під час виконання модульної контрольної роботи студенти мають продемонструвати знання з теоретичної частини дисципліни та умінь для рішення і аналізу багатофакторних металургійних завдань.

Детальний план проведення практичних занять, завдання для практичних занять, самостійної та індивідуальної роботи містяться в системі MOODLE університету у відповідній папці дисципліни: «Тепломасообмін в металургійних системах»

E. BASIC LITERATURE (OBLIGATORY TEXTBOOKS) / ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА (ОБОВ'ЯЗКОВІ ПІДРУЧНИКИ)

1. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 550 с.
2. Аметистов Е.В. Основы теории теплообмена: Учебное пособие. – М.: МЭИ, 2000. – 247 с.
3. Невский А.С. Лучистый теплообмен в печах и топках. – М.: Металлургия, 1971. – 440 с.
4. Зигель Р., Хауэлл Дж. Теплообмен излучением: Пер. с англ. – М.: Мир, 1975. – 840 с.
5. Пасюнов В.М., Полежаев В.И., Чудов Л.А. Численные методы процессов тепло- и массообмена. – М.: Наука, 1984. – 288 с.

F. COMPLEMENTARY LITERATURE / ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

Додаткова література:

1. Лисиенко В.Г., Волков В.В., Гончаров А.Л. Математическое моделирование теплообмена в печах и агрегатах. Киев: Наукова думка, 1984. – 232 с.
2. Матрюков Б.С. Теплофизика металлургических процессов: Учебник для вузов. – М.: МИСиС, 1996. – 268 с.
3. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 150 с.
4. Металлургическая теплотехника. В 2-х томах. Т.1. Теоретические основы: Учебник для вузов / Кривандин В.А., Арутюнов В.А., Матрюков Б.С. и др. – М.: Металлургия, 1986. – 424 с.
5. Арутюнов В.А., Бухмиров В.В., Крупенников С.А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей: Учебник для вузов. – М.: Металлургия, 1990. – 239 с.
6. Теплотехника и теплоэнергетика металлургического производства: Учебник для вузов / С.Н. Гушин, А.С. Телегин, В.И. Лобанов, Ю.В. Крючков. – М.: Металлургия, 1993. – 368 с.
7. Расчет дуговых сталеплавильных печей. Сост. Тинькова С.М., Скуратов А.П. КИЦМ. – Красноярск, 1990.

Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті

1. https://studopedia.ru/15_123168_osnovnie-ponyatiya-teorii-teploobmena.html.
2. <http://markmet.ru/kniga-po-metallurgii/masso-i-teploobmen-idrogazodinamika-metallurgicheskoi-vanny>.
3. <https://ppt-online.org/114832>.

G. THE MOST IMPORTANT PUBLICATIONS OF THE AUTHOR(S) CONCERNING PROPOSED CLASSES / ОСНОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ АВТОРА, ЩО ПОВ'ЯЗАНІ З ТЕМАТИКОЮ ЗАПЛАНОВАНИХ ЗАНЯТЬ

H. PREREQUISITE AND POSTREQUISITE / ПРЕРЕКВІЗИТИ ТА ПОСТРЕКВІЗИТИ

Навчальна дисципліна базується на нормативних та за вибором навчальних дисциплінах і є необхідною для опанування подальших навчальних дисциплін «Альтернативні процеси виробництва чорних металів», «Тепломасообмін в металургійних системах» тощо.
Обов'язкового знання іноземних мов не потребує.



I. SCOPE AND TYPE / КІЛЬКІСТЬ ВІДВЕДЕНИХ ГОДИН ТА ФОРМА ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТЬ

	Денна	Заочна
Лекції	32	10
Практичні	40	8
Самостійна робота студента (СРС)	130	192
Індивідуально-консультативна робота (ІКР)		
Курсова робота		
Години та форми проведення занять повинні співпадати із навчальним планом		

J. CURRENT AND FINAL EVALUATION / ПОТОЧНЕ ТА ПІДСУМКОВЕ ОЦІНЮВАННЯ

	Денна	Заочна
Поточний контроль, в т.ч.:	50	50
оцінювання під час аудиторних занять	20	10
виконання контрольних (модульних) робіт	10	10
виконання і захист завдань самостійної роботи	20	30
Підсумковий контроль (екзамен)	50	50
Разом	100	100
науково-дослідницька робота (додаткові бали)	10	10

Шкала балів	Оцінка за 4-бальною шкалою	Шкала ECTS
90 – 100	Відмінно	A
80 – 89	Добре	B
70 – 79		C
66 – 69	Задовільно	D
60 – 65		E
21 – 59	незадовільно з можливістю повторного складання екзамену (заліку)	FX
0 – 20	незадовільно з можливістю вивчення дисципліни за індивідуальним графіком у формі додаткової індивідуально-консультативної роботи	F

K. CODE OF CONDUCT OF THE COURSE / КОДЕКС ПОВЕДІНКИ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ КУРСУ

Для успішного проходження курсу та складання контрольних заходів необхідним є виконання наступних обов'язків:

- ✓ не запізнюватися на заняття;
- ✓ не пропускати заняття (як лекційні, так і практичні), в разі хвороби мати довідку або її ксерокопію;
- ✓ самостійно опрацьовувати весь лекційний матеріал та ресурси для самостійної роботи;
- ✓ при підготовці есе, есе-рефлексії на статтю, що запропонована вам для читання (див. семестровий



план), оцінюється якість та оригінальність наведених вами аргументів. Есе повинно бути надіслано до 16:00 у попередній день перед семінаром. Усі повинні обов'язково підготувати есе, а його відсутність з будь-яких причин не може бути виправданям.

- ✓ конструктивно підтримувати зворотній зв'язок з викладачем на всіх етапах проходження курсу (особливо під час виконання індивідуальних проектів/курсowego проекту);
- ✓ своєчасно і самостійно виконувати всі передбачені програмою лабораторні та практичні завдання;
- ✓ брати очну участь у контрольних заходах;
- ✓ будь-яке відтворення результатів чужої праці (включаючи практичну роботу над командним проектом), в тому числі використання завантажених з Інтернету матеріалів, як власних результатів, кваліфікується, як порушення норм і правил академічної доброчесності, та передбачає притягнення до відповідальності у порядку, визначеному чинним законодавством.

L. METHODS OF CONDUCTING / МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Для формувань компетентностей застосовуються такі методи навчання:

- ✓ вербальні/словесні (лекція, пояснення, розповідь, бесіда);
- ✓ наочні (спостереження, ілюстрація, демонстрація);
- ✓ практичні (різні види практичних завдань, вирішення кейсів, виконання графічних робіт, проведення експерименту, практики);
- ✓ пояснювально-ілюстративний, який передбачає пред'явлення готової інформації викладачем та її засвоєння студентами;
- ✓ метод проблемного викладу;
- ✓ дослідницький.

M. TOOLS, EQUIPMENT AND SOFTWARE / ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Мультимедійний клас з ПК, цифровий проектор

Zoom – хмарна платформа для відео і аудіо конференцій та вебінарів

ZELIS - система призначена для тестування знань студентів в двох режимах: автоматизований контроль знань та тестування по бланкам.

N. STUDENT RESOURCES, MOOC PLATFORMS / ЦИФРОВІ РЕСУРСИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ТА ВІДКРИТІ ДИСТАНЦІЙНІ ОНЛАЙН КУРСИ

Студентам пропонується доступ до навчальних матеріалів дисципліни - moodle.kneu.dp.ua:

O. FEEDBACK/ ЗВОРОТНІЙ ЗВ'ЯЗОК

Електронні листи є найкращим способом зв'язатися з керівником курсу, і, будь ласка, додайте шифр групи в темі листа. Якщо ви надішлете мені електронне повідомлення, надайте мені, принаймні, 24 години, щоб відповісти. Якщо ви не отримаєте відповідь, відправте листа повторно.

P. ACADEMIC HONESTY/ АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ

Державний університет економіки і технологій очікує від студентів розуміння та підтримання високих стандартів академічної чесності. Приклади академічної не доброчесності включають такі: плагіат, зловживання інформацією із застарілих джерел мережі. Очікується, що вся робота, виконана відповідно до вимог курсу, є власною роботою студента. Під час підготовки роботи, яка відповідає вимогам курсу, студенти повинні відрізнити власні ідеї від інформації, отриманої з інших джерел. Без попереднього письмового схвалення викладачем, студенти можуть не подавати один і той же звіт двічі.

Положення про доброчесність: https://www.duet.edu.ua/uploads/normbase/243/pol_AD.pdf

APPROVED / ЗАТВЕРДЖЕНО

Рішенням кафедри металургійних технологій Державного університету економіки і технологій - протокол № 13 від 17.06.2022 року

Укладач

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Кафедрою Металургійних технологій

Протокол № 13 від 17 червня 2022 року

В.о. завідувача кафедри

Науково-методичною радою Державного університету економіки і технологій

Протокол № 01 від 20 вересня 2022 року

Голова науково-методичної ради

Наталія СУСЛО

Дар'я КАССИМ

Валентин ОРЛОВ