



Course of study (code) / Назва дисципліни (шифр)	Металургійні печі, теплотехніка та теплоенергетика Т11363ВМFHE (МЧМ-20, ЗМЧМ-20) Т11362СМFHE (МЧМ-21ск, ЗМЧМ-21ск)
Academic year / Навчальний рік - Семестр	2022/2023 –1,2 семестр
Course of study / Назва спеціальності	136 Металургія
Educational program / Освітня програма Education - ECTS / Рівень – Кредити Status / Статус Learning language / Мова навчання	Металургія Перший (бакалаврський) 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: <a href="mailto:suslo.natalia.valerievna@gmail.com">suslo.natalia.valerievna@gmail.com</a> <a href="https://orcid.org/0000-0001-9280-6316">https://orcid.org/0000-0001-9280-6316</a> моб.+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 теоретична підготовка студентів у галузі металургії, опанування ними фізичної суті процесів, які відбуваються в промислових теплових агрегатах; основні різновиди енергоносіїв металургійного виробництва; основні засади тепло забезпечення в металургії; електрозабезпечення металургійного виробництва; основи теплоенергетики основних етапів металургійного переділу; особливості використання вторинних енергоресурсів в металургії. Сформувати у студентів компетентності щодо вирішення складних інженерних завдань, пов'язаних з їх конструюванням і експлуатацією пічних агрегатів.

#### B. SUBJECT PROGRAM / ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Основні характеристики металургійних печей.

Тема 2. Енергоносії і їх розподіл.

Тема 3. Основи теплотехніки.

Тема 4. Теплотехнічні процеси в печах

Тема 5. Печі підготовки сировини та виробництва чавуну

Тема 6. Печі сталеплавильного виробництва.

Тема 7. Інші металургійні печі.

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

Загальні компетентності	ЗК2. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК4. Здатність працювати в команді. ЗК5. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК8. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації. ЗК9. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК12. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК13. Здатність приймати обгрунтовані рішення.
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	СК1. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії. СК2. Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації. СК3. Критичне осмислення наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для професійної діяльності в сфері металургії. СК4. Здатність застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей. СК5. Здатність застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових та комплексних завдань металургії за спеціалізацією, у тому числі в умовах невизначеності.

Програмні результати навчання

- СК 6. Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці проектів в металургії.
- СК7. Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем, компонентів і процесів в металургії на основі використання аналітичних методів і методів моделювання.
- СК8. Усвідомлення контекстів, в яких можуть бути застосовані знання металургії (наприклад, управління процесами та обладнанням, менеджмент, розробка технологій тощо).
- СК9. Здатність визначити та дослідити проблему у сфера спеціалізації, а також ідентифікувати обмеження, зокрема ті, що пов'язані з питаннями сталого розвитку, охорони природи, здоров'я і безпеки та з оцінками ризиків.
- СК10. Усвідомлення характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів відповідної спеціалізації.
- СК11. Здатність працювати з технічною невизначеністю.
- СК12. Здатність використовувати математичні принципи і методи, необхідні для підтримки спеціалізації в металургії.
- СК14. Здатність забезпечувати якість продукції.
- СК18. Здатність реалізовувати концепції ощадливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії) а також впроваджувати ресурсозберігаючі технології, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.
- СК19. Здатність застосовувати кращі світові практики, стандарти діяльності у металургії за спеціалізацією.
- СК22. Здатність за допомогою технічних норм та правил уміти запропонувати передові методи праці на виробничій дільниці.
- ПР1. Концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.
- ПР2. Знання і розуміння інженерних наук, що лежать в основі спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, у тому числі достатня обізнаність в їх останніх досягненнях.
- ПР3. Передові знання принаймі за однією зі спеціалізацій в металургії.
- ПР6. Вміння обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.
- ПР7. Вміння здійснювати пошук літератури, консультуватися і критично використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.
- ПР10. Розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації.
- ПР11. Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.
- ПР13. Вміння застосовувати стандарти інженерної діяльності відповідно до спеціалізації.
- ПР15. Готовність до подальшого навчання з високим рівнем автономності.
- ПР16. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту металургії.
- ПР17. Вміння брати на себе відповідальність за прийняття рішень у непередбачуваних умовах.
- ПР19. Вміння впроваджувати автоматизовані інструменти управління в усіх напрямках діяльності.
- ПР21. Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії.
- ПР22. Навички прийняття рішень в нестандартних ситуаціях, зокрема, рішень, спрямованих на усунення або запобігання виникненню несприятливого (кризового, аварійного) стану металургійного обладнання.
- ПР24. Розуміння кращих світових практик і стандартів діяльності та навички застосовувати їх у металургійній галузі України.



**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)
<b>1 семестр</b>			
6 тиждень	<i>Тема 1. Основні характеристики металургійних печей 1.1 Визначення, класифікація печей. Схема паливної печі. Призначення окремих елементів. 1.2. Вогнетриви та теплоізоляційні матеріали для спорудження печей.</i>	Лекція, (4 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 1, 3 Інформаційні ресурси: 1. <a href="http://twf.mpei.ac.ru/MAS/Worksheets/Rankine3D.mcd">http://twf.mpei.ac.ru/MAS/Worksheets/Rankine3D.mcd</a> .
6-7 тиждень	<i>Тема 2. Енергоносії і їх розподіл. 2.1 Загальна характеристика енергоспоживання в чорній металургії.</i>	Лекція, (6 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 2,5,6 додаткова 1,2.
7-10 тиждень	<i>Теплоенергетика по металургійним переділам. 2.2. Питання використання різних енергоносіїв: паливо, електроенергія, кисень та інші. 2.3. Займання та спалювання палива. Вплив фізичних факторів на процес горіння.</i>	Практичне заняття (дискусія, групова робота, самостійна робота) (12 год) онлайн	1. Визначення теплоти згорання твердого і рідкого палива. 2. Складання та розрахунок матеріального балансу процесів горіння.
10-11 тиждень	<i>Тема 3. Основи теплотехніки 3.1 Перший та другий закони термодинаміки. 3.2 Термодинаміка потоку. 3.3 Теплогенерація, отримання високотемпературного джерела тепла в металургійних печах</i>	Лекція, (6 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 2,4,5 додаткова 1,2. Інформаційні ресурси: 3,4
12-16 тиждень		Практичне заняття (дискусія, групова робота, самостійна робота) (12 год) онлайн	1. Застосування Другого закону термодинаміки для аналізу ефективності термодинамічних процесів за критеріями обраності у ізольованих та відкритих системах. 2. Циклічні процеси. Цикл Карно. Обернені та не обернені процеси. Окремі вирази для ККД теплового двигуна, холодильної машини та теплового насосу
<b>2 семестр</b>			
Згідно розкладу занять	<i>Тема 4. Теплотехнічні процеси в печах 4.1 Зовнішній та внутрішній теплообмін. Нагрів і плавлення. 4.2 Внутрішнє і зовнішнє використання вторинних енергоресурсів.</i>	Лекція, (8 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 4,5,7,8 додаткова 1,2. Інформаційні ресурси: 3,4
		Практичне заняття (дискусія, групова робота, самостійна робота) (6 год) онлайн	1. Визначення коефіцієнтів тепловіддачі конвенцією, випромінюванням й сумарного коефіцієнту тепловіддачі.



Згідно розкладу занять	Тема 5. Печі підготовки сировини та виробництва чавуну 5.1 Виробництво коксу. Агломерація. 5.2. Рекуператори та регенератори. 5.3. Печі для виробництва чавуну.	Лекція, (8 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 8,9 додаткова 3.
		Практичне заняття (дискусія, групова робота, самостійна робота) (10 год) онлайн	1. Розрахунок теплового балансу переробки агломерату. 2. Розрахунок секційного теплообмінника типу "труба в трубі". 3. Розрахунок повітрянагрівача доменної печі.
Згідно розкладу занять	Тема 6. Печі сталеплавильного виробництва. 6.1 Мартенівські печі та конвертори. 6.2 Електропечі.	Лекція, (4 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 8,9 додаткова 3.
		Практичне заняття (дискусія, групова робота, самостійна робота) (14 год) онлайн	1. Розрахунок однообертного регенератора для мартенівської печі 2. Енергетичний баланс періоду розплавлення в дугових печах 3. Електричний розрахунок індукційної тигельної печі.
Згідно розкладу занять	Тема 7. Інші металургійні печі. 7.1 Термічні печі. 7.2 Нагрівальні печі обробки металу тиском. 7.3 Печі кольорової металургії. 7.4 Холодильники та сушильні печі.	Лекція, (4 год), онлайн	Опрацювання літератури: основна 8,9 додаткова 3.
		Практичне заняття (дискусія, групова робота, самостійна робота) (10 год) онлайн	1. Розрахунок теплової потужності та ККД камерної термічної печі з нерухомим подом 2. Розрахунок теплообміну в кільцевій печі для нагрівання круглої катаної заготовки.

Вивчення дисципліни передбачає виконання трьох модульних робіт, які охоплюють теми 1-7 і виконуються у письмовій формі. Під час виконання модульної контрольної роботи студенти мають продемонструвати знання з теоретичної частини дисципліни та уміння 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 відповідні папці дисципліни: «Металургійні печі, теплотехніка та теплоенергетика»

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

1. Свинолобов Н.П., Бровкин В.Л. Печи черной металлургии: Учебное пособие для вузов.– Днепропетровск: Пороги, 2002.– 154 с.
2. Металлургическая теплотехника. Т. 2. Конструкция и работа печей: Учебник для вузов/ Кривандин В.А., Неведомская И.Н., Кобахидзе В.В. и др.– М.: Металлургия, 1986.– 592с.
3. Губинский В.И., Лу Чжун-У. Теория пламенных печей.– М.: Машиностроение, 1995.– 256 с.
4. Теплоэнергетика металлургических заводов / Ю.И. Розенгарт, З.А. Мурадова, Б.З. Тверовский и др. – М.: Металлургия, 1985. – 303 с.
5. Хейфец Р.Г., Куваев Г.Н. Теплоэнергетика металлургических заводов. – Уч. пособ. – Д.:НМетАУ, 2000. – 66 с.
6. Вторичные энергетические ресурсы чёрной металлургии и их использование / Ю.И. Розенгарт, Б.И. Якобсон, З.А. Мурадова. – К.: Вища шк., 1988. – 328 с.
7. Румянцев В.Д., Ольшанський В.М. Теплотехніка: Учбовий посібник/ Під ред. В.Й. Губинського.- Дніпропетровськ.: Пороги, 2002. - 325 с.
8. Свинолобов Н.П., Бровкин В.Л. Теоретические основы металлургической теплотехники: Учебное пособие для вузов.– Днепропетровск: Пороги, 2002.– 226 с.
9. Высокотемпературные теплотехнические процессы и установки в металлургии: Учебн. пос./ М.П. Ревун, Б.Б. Потапов, В.М. Ольшанский, А.В. Бородулин.- Запорожье: ЗГИА.- 2002.– 443 с.



#### F. COMPLEMENTARY LITERATURE / ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

Додаткова література:

1. Промышленные теплообменные процессы и установки / Под общ. ред. А.М. Бакластова. – М.: Энергоатомиздат, 1986.- 328с.
2. Гаврилов Е.И. Топливно-транспортное хозяйство и золошлакоудаление на ТЭС. – М.: ЭАИ, 1987.-246с.
3. Расчеты нагревательных печей./ Под ред. Н.Ю. Тайца –К.: Техніка, 1969.– 540 с.

#### Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <http://twf.mpei.ac.ru/MAS/Worksheets/Rankine3D.mcd>.
2. <http://mpei-publishers.ru/>- справочник «Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики».
3. Кириллин В. А. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : учебник / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. -5-е изд., перераб. и доп. -Электрон. текстовые дан. -М. : ИД МЭИ, 2008. -on-line - Режим доступа : <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melelib/3321-elreselibonline>.
4. Техническая термодинамика и теплотехника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. Т. Бахшиева [и др.] ; под ред. А. А. Захаровой. -2-е изд., испр. . -Электрон. текстовые дан. -М. : ИЦ "Академия", 2008. -Режим доступа: [http://lib.sstu.ru/books/Ld\\_93.rar](http://lib.sstu.ru/books/Ld_93.rar).

#### 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», «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	
	1 семестр	2 семестр	1 семестр	2 семестр
Лекції	16	24	4	6
Практичні	24	40	4	6
Самостійна робота студента (СРС)	50	56	82	108
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	
	1 семестр	2 семестр	1 семестр	2 семестр
<b>Перший семестр</b>				
Поточний контроль, в т.ч.:	100		100	
оцінювання під час аудиторних занять	60		60	
виконання контрольних (модульних) робіт	20		20	
виконання і захист завдань самостійної роботи	20		20	
Підсумковий контроль (диф.залік)	-		-	
науково-дослідницька робота (додаткові бали)	10		10	
<b>Другий семестр</b>				
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		D
60 – 65	Задовільно	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 виправданням.
- ✓ конструктивно підтримувати зворотній зв'язок з викладачем на всіх етапах проходження курсу (особливо під час виконання індивідуальних проектів/курсового проекту);
- ✓ своєчасно і самостійно виконувати всі передбачені програмою лабораторні та практичні завдання;
- ✓ брати очну участь у контрольних заходах;
- ✓ будь-яке відтворення результатів чужої праці (виключаючи 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 - Google Classroom – безкоштовний веб-сервіс створений Google для навчальних закладів з метою спрощення створення, поширення і класифікації завдань безпаперовим шляхом, moodle.kneu.dp.ua

Coursera – безкоштовні онлайн-курси з різних дисциплін, у разі успішного закінчення яких користувач отримує сертифікат про проходження курсу.

EdX – онлайн-курси від закладів вищої освіти.

Prometheus — український громадський проект масових відкритих онлайн-курсів.

#### 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](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