

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
навчальної дисципліни

**«Наукові основи поєднання процесів  
лиття і прокатки»**

Затверджено на засіданні кафедри  
металургії і організації виробництва  
Протокол № 2 від «18» вересня 2024 р.

Запоріжжя 2024



УКЛАДАЧІ:

- 1 Синегін Євген Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри металургії та організації виробництва
- 2 Малій Христина Василівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри металургії та організації виробництва

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми  
«Металургія сталі»

Сергій СЕМІРЯГІН

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. завідувача кафедри

Едуард ГРИБКОВ

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

**Опис курсу.** Наукові основи поєднання процесів лиття і прокатки – обов'язковий курс металургійної підготовки, який дозволить Вам зрозуміти основні наукові і технічні виклики, що постають перед інженерами та науковцями при поєднанні технологічних процесів безперервного лиття заготовки і її наступної прокатки. Зокрема, у курсі розглянуті питання організації безперервного розливання заготовки, її вторинного охолодження і наступного нагріву перед прокаткою. У курсі розглядаються конкретні технічні рішення на прикладах розроблених концепцій ливарно-прокатних агрегатів, які працюють на передових світових сталеплавильних підприємствах.

Вивчення курсу дозволить Вам набути нових знань та отримати професійні компетенції наукових основ та практичного застосування ливарно-прокатних агрегатів на передових закордонних підприємствах.

Особливістю курсу є вдале поєднання лекційного матеріалу з семінарськими заняттями, на яких студентами обговорюються останні досягнення у технологіях розливання сталі на ливарно-прокатних агрегатах висвітлені у світових та вітчизняних науково-технічних виданнях, матеріалах конференцій і патентах.

За освітньою програмою «Металургії сталі» цей компонент є обов'язковим курсом, в іншому випадку – може бути елементом індивідуальної освітньої траєкторії.

### **Вимоги:**

- знання теорії і технології розливання сталі; знання з матеріалознавства та прокатного виробництва, базові знання та розрахункові навички з теплофізики, гідродинаміки, термодинаміки та фізичної хімії;
- навички використання пакету Microsoft Office для виконання елементарних розрахунків та побудови графіків залежності;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle.
- вивчення курсу «Наукові основи поєднання процесів лиття і прокатки» в Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» відбувається паралельно або після вивчення освітніх компонентів «Модернізація обладнання і об'ємнопланові рішення сталеплавильних цехів», який є обов'язковим попереднім етапом підготовки фахівця з металургії.

### **Програмні результати навчання:**

- розробляти заходи з охорони праці та навколишнього середовища при проведенні досліджень та у виробничій діяльності;
- пропонувати нові технічні рішення з урахуванням цілей та ресурсних обмежень, економічних, екологічних, правових та безпекових аспектів, розробляти і застосовувати нові металургійні технології.

### **Організація курсу, форми та методи навчання.**

– Освітній процес будується як комбінація лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та проблемно орієнтованих практичних занять з відпрацювання аналітично-розрахункових навичок.

– Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від студентів очікується ознайомлення з матеріалом перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття у вигляді сполучення пояснень викладача та



обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції.

- Практичні і семінарські заняття передбачають аналіз умовно змодельованих ситуацій та розв'язання задач різних рівнів; їх відвідування є бажаним.

- Від студента потребується виконати індивідуальні завдання та модульні контрольні роботи 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.

**Мова освітнього процесу:** українська, (англійська – окремі джерела літератури, та інша технічна інформація).



## 2 НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

*Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкового компоненту освітньої програми «Металургія сталі» і вибіркового компоненту індивідуальної освітньої траєкторії*

**Змістовний модуль 1. Передумови створення ливарно-прокатних агрегатів та базові концепції поєднання процесів лиття і прокатки**

**Тема 1. Передумови створення ливарно-прокатних агрегатів.** Техніко-економічні передумови створення тонкослябових ЛПА. Розвиток технології безперервної розливки сталі та технології прокатки на станах Стеккеля.

**Тема 2. Конструкція МБЛЗ у складі ливарно-прокатних агрегатів.**

Типи МБЛЗ. Загальний огляд основних конструктивних вузлів МБЛЗ. Конструкція промковша. Вогнетриви для безперервного розливання. Кристалізатор. Механізм хитання кристалізатора. Конструкція зони вторинного охолодження і тягнуче-правильного агрегату.

**Тема 3. Технологія розливання сталі до розливання на МБЛЗ ЛПА.**

Загальні вимоги до хімічного складу сталі, що розливатиметься на МБЛЗ, та її підготовка. Підготовка МБЛЗ до розливання. Технологія розливання сталі на МБЛЗ.

**Змістовний модуль 2. Концепції ливарно-прокатних агрегатів та якість продукції ЛПА.**

**Тема 4. Концепції ливарно-прокатних агрегатів.** Класифікація сучасних тонкослябових ЛПА. Огляд устаткування та технологій виробництва смуги на ЛПА концепцій CONROLL, CSP, ISP, TSP, UTHS, SSP та ін. Технологія і обладнання беззливкового виробництва смуги. Концепції DSC та CPR. Устаткування на базі валкових МБЛЗ.

**Тема 5. Якість продукції ЛПА.** Геометрія, структура, механічні та технологічні властивості готової продукції, виготовленої на ЛПА різних концепцій. Властивості смуг, виготовлених за беззливковою технологією.

### 3 ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

*Варіант вивчення дисципліни як обов'язкової і вибіркової \**

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	в т.ч.			
			Л	П С	Лаб	СРС
<b>Змістовий модуль 1. Передумови створення ливарно-прокатних агрегатів та базові концепції поєднання процесів лиття і прокатки</b>						
1	Тема 1. Передумови створення ливарно-прокатних агрегатів.	26	2			24
2	Тема 2. Конструкція МБЛЗ у складі ливарно-прокатних агрегатів.	38	6	12		20
3	Тема 3. Технологія розливання сталі до розливання на МБЛЗ ЛПА	38	8		6	24
<b>Змістовий модуль 2. Концепції ливарно-прокатних агрегатів та якість продукції ЛПА.</b>						
4	Тема 3. Концепції ливарно-прокатних агрегатів.	33	8	5		20
5	Тема 4. Якість продукції ЛПА.	15	4			11
<b>Усього годин*</b>		<b>150</b>	<b>28</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>99</b>

Тут і далі: Л – лекції, П (С) – практичні (семінарські) заняття, Лаб – лабораторні заняття, СРС – самостійна робота студентів.

#### **Перелік тем лабораторних робіт**

№	Назва роботи
1	Дослідження умов формування твердої кірки заготовки в кристалізаторі МБЛЗ

## 4 ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

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

Для варіанту вивчення дисципліни як обов'язкової і вибіркової

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Всього	
Види контр. точок																			
Робота на практичних заняттях				15															10
Виконання лабораторної роботи													15						10
Складання індивідуальних завдань															20				20
Модульні контрольні роботи										20								30	50
Всього						55								45					100

### 4.2 Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Виконання практичних робіт	Практичні роботи виконуються безпосередньо на занятті, що є бажаним, однак не обов'язковим; матеріали для виконання практичної роботи доступні в записі, які зберігаються в Microsoft Teams, та викладені в повному обсязі в Moodle. Оцінка за практичну роботу виставляється за фактом виконання та враховуючи правильність розрахунків. Якщо студент виконав роботу з помилками, то він має можливість допрацювати свої розрахунки та підвищити оцінки.
Виконання лабораторної роботи	Лабораторна роботи виконуються віртуально безпосередньо на занятті, що є бажаним, однак не обов'язковим; матеріали для виконання віртуальної лабораторної роботи доступні в записі, які зберігаються в Microsoft Teams, та викладені в повному обсязі в Moodle.
Виконання та захист індивідуального завдання	Індивідуальні завдання це підготовані самостійно студентом повідомлення на одну з запропонованих тем та оформлені як реферат. Перелік тем повідомляється на початку змістовного модуля. Кожен студент на свій розсуд обирає тему, одну тему може обрати один студент. Обсяг індивідуальної роботи має складати не менше 10 сторінок комп'ютерного тексту. Виконане індивідуальне завдання містить титульну сторінку, зміст, перелік використаних літературних джерел. Індивідуальна робота має бути надруковано шрифтом Arial 14 розміру з інтервалом 1,5. Оформлення роботи проводиться відповідно до ДСТУ 3008:2015. Мінімальна оцінка за підготовку індивідуального завдання 5 балів; ще 10 балів студент отримує за виступ на семінарському занятті. Під час виступу

	оцінюється рівень підготовки, глибина розглянутої теми, логічність побудови розповіді, відповіді на питання, які можуть бути задані.
Модульні контрольні роботи	МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі. 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. Проте всі студенти знаходяться в рівних умовах: однакова кількість спроб (одна) та однаковий час (1 година 25 хвилин). МКР містить тестові завдання з множинного вибору з однією вірною відповіддю.

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 \(metinvest.university\)](#));

– 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.

#### 4.3 Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

Модульні контрольні роботи складаються на практичних заняттях за розкладом, графік складання контрольних точок (надання та захисту індивідуальних завдань) повідомляється викладачем на початку викладання освітнього компоненту, однак вони мають бути захищені не пізніше, як за один тиждень до закінчення семестру (теоретичного навчання).

Форма підсумкового контролю курсу «Наукові основи поєднання процесів лиття і прокатки» як обов'язкового компоненту – іспит. Складання іспиту є обов'язковим.

Умовою допуску до іспиту є досягнення здобувачем освіти рівня поточної успішності щонайменше 35 балів до моменту початку екзаменаційної сесії. В разі, якщо здобувач не досяг даного рівня оцінки поточної успішності, він має отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на навчальних заняттях, до завершення екзаменаційної сесії та скласти іспит. Якщо до моменту завершення екзаменаційної сесії рівень допуску до іспиту не досягнуто, здобувач освіти може отримати такий допуск і скласти іспит під час встановленого терміну ліквідації академічної заборгованості.

При складанні іспиту, 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:

$$\begin{cases} PO = \frac{O + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$$

Здобувач освіти вважається таким, що не має академічної заборгованості з дисципліни, що завершується іспитом, якщо підсумкова оцінка дорівнює 60 балам та вище.

Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 20 тестових завдань множинного вибору з однією або декількома вірними відповіддю (по 3 бали) та 4 задачі, які передбачають обґрунтування порядку розв'язання проблем, виконання розрахунків (по 15 балів). На складання екзамену надається 3 спроби. Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу (([Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)))

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки

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	
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	Залік
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	Незадовільно	Незалік

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
		для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом		
0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		

#### 4.4 Особливі підходи до визнання результатів навчання

– В разі, якщо дисципліна є обов'язковою для здобувача освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні, 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 обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;


– В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси, (наприклад, Steeluniversity або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то  
1) доцільно звернутися до списку рекомендованих онлайн-курсів 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 \(metinvest.university\)](#).

## 5 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

### Базові

1. Технології обробки сталі у передкристалізаційний період при безперервному розливанні / Є. В. Синегін та ін. Дніпро : Середняк Т.К., 2021. 99 с.
2. Смірнов О. М., Куберський С. В., Штепан Є. В., Смірнов О. М. Безперервне розливання сталі. Алчевськ : ДонДТУ, 2011. 518 с.
3. Чуванов О. П., Мамешин В. С., Гриценко А. С., Герасименко В. Г. Технологія розливки сталі. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2012. 186 с.

- 
4. Бойченко Б. М., Охотський В. Б., Харлашин П. С. Конвертерне виробництво сталі. Дніпропетровськ : РВА „Дніпро-ВАЛ”, 2004.
  5. Розливання та кристалізація сталі / В. І. Баптизманський та ін. Київ : Вища школа, 1993. 267 с.

#### *Додаткові*

1. Посвятенко Е. К., Сушко О. В., Мельник О. В. Технологія металів. Основи обробки металів. Методичний посібник до виконання лабораторних робіт для студентів напрямів «Дизайн» та «Зварювання». Київ : НТУ. 2017. 116 с.
2. Інтегровані технології обробки матеріалів : підручник / Е. С. Геворкян та ін. Харків : УкрДУЗТ, 2016. 238 с.,
3. Сушко О. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів : навчальний посібник. Мелітополь : ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2015. 232.
4. Металознавство : підручник. 2-ге вид., перероб. і доп. / О. М. Бялік та ін. Київ : ІВЦ Видавництво “Політехніка”, 2015. 384 с.

#### *Web-ресурси*

1. Steeluniversity : веб-сайт. URL: <https://steeluniversity.org/> (дата звернення: 18.08.2024).
2. Prof Book : веб-сайт. URL: <https://profbook.com.ua/metalurgiya> (дата звернення: 18.08.2024).
3. Метал та лиття України : архів журналу. URL: <https://metalsandcasting.com/index.php/mcu/issue/archive> (дата звернення: 18.08.2024).
4. Теорія і практика металургії : архів журналу. URL: <https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2004/p1505> (дата звернення: 18.08.2024).
5. World Steel Association AISBL : веб-сайт. URL: <https://worldsteel.org/> (дата звернення: 18.08.2024).
6. Kortext : веб-сайт. URL: <https://kortext.com/> (дата звернення: 18.08.2024).
7. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 18.08.2024).
8. Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 18.08.2024).
9. Центральна державна науково-технічна бібліотека гірничо-металургійного комплексу України : веб-сайт. URL: <http://cgntb.dp.ua/> (дата звернення: 18.08.2024).

## 6 АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

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

– **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагиату; 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)