



НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

Металургійний факультет

Кафедра металургії сталі

**ЛИВАРНО-ПРОКАТНІ МОДУЛІ**

<u>Галузь знань:</u>	13 «Механічна інженерія»
<u>Спеціальність:</u>	136 «Металургія»
<u>Освітньо-професійна програма:</u>	«Металургійні процеси одержання та обробки металів та сплавів»
<u>Професійне спрямування:</u>	Металургія сталі (МЕ02)
<u>Статус:</u>	Нормативна дисципліна професійної підготовки
<u>Форма навчання:</u>	Денна
<u>Семестровий контроль:</u>	Екзамен

Курс та семестр вивчення:

Курс	I
Семестр	IV чверть
ECTS	3
Годин	90

Обсяг дисципліни у кредитах ECTS та годинах:

Розподіл годин:

Аудиторні години			Самостійна робота
Лекції	Практичні	Лабораторні	
IV чверть			
32	-	-	58
1-4 тиждень	-	-	
Консультації			
Очні консультації проводяться лектором та асистентом (по два раз на тиждень (1 година)) протягом навчальної чверті у який викладається дисципліна. Інформація про розклад консультацій надається студентам на першому аудиторному занятті, також з нею можна ознайомитись на офіційній сторінці кафедри металургії сталі ( <a href="https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2030">https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2030</a> )			

Гарант освітньої програми  
Металургійні процеси одержання  
та обробки металів та сплавів

\_\_\_\_\_ Л.В.Камкіна

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20... р.

Завідувач кафедри  
металургії сталі

\_\_\_\_\_ К.Г.Нізяєв

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20... р.

#### Інформація про викладача:

	Лекція	Практичні/лабораторні
ПІБ	Синегін Є.В.	Синегін Є.В.
Посада	доцент каф. металургії сталі	доцент каф. металургії сталі
Вчене звання	-	-
Науковий ступінь	к.т.н.	к.т.н.
Профіль викладача	<a href="https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2030/p-2/e2282">https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2030/p-2/e2282</a>	<a href="https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2030/p-2/e2282">https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2030/p-2/e2282</a>
e-mail	<a href="mailto:sinegin.ev@gmail.com">sinegin.ev@gmail.com</a>	<a href="mailto:sinegin.ev@gmail.com">sinegin.ev@gmail.com</a>

#### Анотація навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни «Ливарно-прокатні модулі» є формування у здобувача вищої освіти компетентностей в галузі ливарно-прокатних модулів та поєднання процесів безперервного розливання сталі та прокатки.

#### Місце навчальної дисципліни в програмі навчання

Набуті практичні навички та засвоєні теоретичні знання можна використовувати при виконанні випускної кваліфікаційної роботи магістра.

#### Необхідні навички

1. Прагнення до збереження навколишнього середовища.
2. Здатність демонструвати розуміння широкого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів при вирішенні металургійних проблем.
3. Здатність демонструвати широке розуміння проблем якості в металургії.

4. Здатність досліджувати, аналізувати і вдосконалювати технологічні процеси в металургії відповідно до спеціалізації.
5. Здатність обирати з типового обладнання та устаткування таке, що є оптимальним для технологічного процесу.
6. Уміння обґрунтовано вибирати та контролювати параметри технологічних процесів в залежності від особливостей металургійного виробництва.
7. Здатність розрахувати техніко-економічні показники технологічного процесу.

### **Програмні результати навчання**

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Ливарно-прокатні модулі» здобувачі вищої освіти зможуть продемонструвати такі результати навчання:

1. Розробляти технологію виробництва з урахуванням його особливостей та визначати оптимальний режим роботи обладнання за спеціалізацією.
2. Пояснювати процеси, що відбуваються на основних етапах металургійного виробництва, відповідно до спеціалізації.
3. Аналізувати і вирішувати складні інженерні проблеми в металургії.
4. Аналізувати енергетичну ефективність технологічних процесів та обладнання, відповідно до спеціалізації, та розробляти заходи з енергозбереження.
5. Розрахувати витратні показники сировини, матеріалів та енергії, оцінити вплив на продуктивність агрегату та на якість кінцевого продукту за спеціалізацією вихідних параметрів з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.
6. Забезпечувати потрібні техніко-економічні показники при керуванні складними металургійними процесами.
7. Знати класифікацію та основні характеристики ливарно-прокатних модулів та їх основне технологічне обладнання.

## Перелік модулів, лекцій, практичних занять та терміни виконання

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

### IV чверть

Назва модулю	Вид занять	Термін виконання	Програмні результати навчання	Контрольний захід
1. Сортові ливарно-прокатні модулі	<b>Лекція 1</b> (2 години). <b>Загальна характеристика ливарно-прокатних модулів.</b> Історія, передумови створення, суть та переваги ливарно-прокатних модулів. Їх класифікація. Фірми, які ведуть розробки в цьому напрямку, особливості та показники їх розробок.	1 – тиждень	№7	Поточний контроль шляхом усних опитувань студентів у ході навчальних занять
	<b>Лекція 2</b> (4 години). <b>Обладнання сортових ливарно-прокатних модулів</b> Машина безперервного лиття сталі, нагрівальні пристрої, прокатний стан. Вогнетриви для ЛПМ.	2 – тиждень	№1 №3 №5 №7	Поточний контроль шляхом усних опитувань студентів у ході навчальних занять
	<b>Лекція 3</b> (4 години). <b>Технологія виробництва продукції на сортових ЛПМ</b> Регулювання витрати металу з промковша. Захист металу від вторинного окислення на ділянці «промківш-кристалізатор». Організація подачі металу у кристалізатор сортових ЛПМ. Температурно-швидкісний режим розливання сталі. Нагрівання заготовки перед подачею до прокатних клітей. Прокатка заготовки.	3 – тиждень	№1 №2 №3 №4 №5 №6	Поточний контроль шляхом усних опитувань студентів у ході навчальних занять
2. Ливарно-прокатні модулі для виробництва смуги	<b>Лекція 4</b> (6 години). <b>Обладнання ЛПМ для виробництва смуги</b> Проміжний ківш, кристалізатори та вогнетривкі вироби для захисту струменя сортових ЛПМ.	4 – тиждень	№1 №3 №5 №7	Поточний контроль шляхом усних опитувань студентів у ході навчальних занять
	<b>Лекція 5</b> (6 години). <b>Технологія виробництва смуги на ЛПМ</b> Регулювання витрати металу з промковша. Захист металу від	6 – тиждень	№1 №2	Поточний контроль шляхом усних

	вторинного окислення на ділянці «промківш-кристалізатор». Організація подачі металу у кристалізатор сортових ЛПМ. Температурно-швидкісний режим розливання сталі. Нагрівання заготовки перед подачею до прокатних клітей. Прокатка заготовки.		№3 №4 №5 №6	опитувань студентів у ході навчальних занять
3. Якість продукції ливарно-прокатних модулів	<b>Лекція 6</b> (10 години). <b>Якість продукції ЛПМ різних концепцій.</b> Геометричні властивості готової продукції. Структура готової продукції.	8 – тиждень	№1 №2 №3 №5 №6	Поточний контроль шляхом усних опитувань студентів у ході навчальних занять

## Самостійна робота

Самостійна робота є складовою підготовки здобувача вищої освіти протягом вивчення курсу. Вона передбачає виконання наступних видів робіт:

№№ з/п	Вид самостійної робіт	Тривалість (годин)
1	Підготовці до аудиторних занять	16
2	Підготовці до модульних контрольних робіт (екзамену)	9
3	Опрацюванні розділів, які не викладаються на лекціях	
	<b>Обладнання та технологія нагріву безперервнолітої заготовки під прокатку на ЛПМ</b> Сутність металотермічних процесів. Галузь їх використання. Основні термодинамічні та кінетичні особливості відновлення з використанням металів. Техніко-економічні показники металотермічних процесів. [1, С. 19-27; 2, С. 121-126]	12
	<b>Порівняльна характеристика комплексів МБЛЗ-ШСГП та ЛПМ</b> Відмінність конструкції та продуктивності комплексів МБЛЗ-ШСГП та ЛПМ [3, С. 27-33; 4, С. 11-22; 5, С. 8-22]	9
	<b>Виробництва сталей відповідальних марок</b> Сталь для глибокого витягування. Високоміцна мікролегована сталь. Нелеговані високовуглецевисті якісні сталі. Корозійностійкі аустенітні і феритні сталі [3, С. 472-476].	12

Підготовку до проведення аудиторних занять та модульних контрольних робіт (екзамену) здобувачі вищої освіти здійснюють з використанням особистого конспекту лекцій та рекомендованої лектором навчальної літератури. Список навчальної літератури надається студентам на першому аудиторному занятті.

Опрацювання розділів, які не викладаються на лекціях, здійснюється за допомогою рекомендованої лектором навчальної літератури та/або додаткової навчальної літератури, яка відповідає змісту дисципліни та яку здобувач вищої освіти може обрати самостійно.

Перевірка засвоєння матеріалів з розділів програми, які не викладаються на лекціях відбувається під час проведення підсумкового контролю, шляхом включення питань з цих розділів до екзаменаційних білетів.

## Політика оцінювання

Контроль якості навчання та перевірка набуття запланованих

результатів навчання з дисципліни «Ливарно-прокатні модулі» здійснюються при проведенні семестрового (підсумкового) контролю у формі екзамену.

Екзамен проводять упродовж двох останніх тижнів чверті після завершення аудиторних занять з дисципліни «Ливарно-прокатні модулі» згідно з графіком, укладеним старостою академічної групи, та погодженим з відповідальним викладачем та деканатом.

Навчальний матеріал, який виноситься на екзамен, охоплює усі модулі дисципліни «Ливарно-прокатні модулі».

Білет з семестрового (підсумкового) контролю містить 20 питань поділених на три групи за рівнем складності:

- низький рівень складності: питання № 1-9 = 0,45 бала;
- середній рівень складності: питання № 10-18 = 0,6 бала;
- високий рівень складності: питання № 19-20 = 1,3 бала.

Рівень сформованості знань, вмінь та навичок студентів з дисципліни «Ливарно-прокатні модулі» оцінюється за 12-бальною шкалою та має відповідати критеріям оцінювання, підсумкова оцінка складається із суми «ваги» вірних відповідей за кожною групою питань з округленням до найближчого цілого числа, наприклад, “5,5” → “6”; “9,2” → “9”.

Під час проведення (підсумкового) контролю неприпустимим є порушення кодексу академічної доброчесності (<https://nmetau.edu.ua/file/kodeks.pdf>), а саме:

- використання під час контрольних заходів заборонених допоміжних матеріалів або технічних засобів (шпаргалки, мікронавушники, телефони, планшети тощо);
- списування;
- проходження процедур контролю знань підставними особами.

У разі виявлення порушення академічної доброчесності студент відсторонюється від проходження (підсумкового) контролю й у подальшому притягується до відповідальності у вигляді повторного

проходження (підсумкового) контролю, як такий, що отримав оцінку «незадовільно».

Оцінка за 12-бальною шкалою	Національна шкала	Критерії оцінювання
12	Відмінно	Студент демонструє ґрунтовні, повні й міцні знання навчального матеріалу в обсязі, що відповідає вмісту навчальної дисципліни; правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях; вміє реалізувати теоретичні положення дисципліни при виконанні практичних/лабораторних робіт та при курсовому проектуванні, аналізувати отримані дані на основі набутих з даної та суміжних дисциплін знань та умінь; знає сучасні технології, тенденції їх розвитку та методи розрахунків; проявляє вміння самостійно ставити та вирішувати поставлені завдання, активно включатись в дискусії; може відстоювати власну позицію з питань, що розглядаються; спроможний самостійно підготувати виступ на студентській науковій конференції; визначає програму своєї пізнавальної діяльності; займає активну життєву позицію; самостійно користується додатковими джерелами інформації; при тестовому контролі виконує 100 відсотків загальної кількості завдань.
11		Студент демонструє систематичні та глибокі знання навчального матеріалу за вмістом навчальної дисципліни; вміє аналізувати явища, які висвітлюються в її вмісті; розуміє взаємозв'язок і тенденції розвитку фундаментальних основ дисципліни; вміє застосовувати теоретичні положення при виконанні практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні з ґрунтовним аналізом та оцінкою достовірності одержаних результатів; творчо використовує знання у нестандартних ситуаціях, вміє ставити і розв'язувати задачі у фаховій сфері, застосовуючи вивчений матеріал для формування власних суджень та використання у практичній діяльності; спроможний самостійно або з мінімальною допомогою викладача підготувати виступ на студентській науковій конференції; визначає програму своєї пізнавальної діяльності із системним оцінюванням різноманітних явищ та процесів; займає активну життєву позицію; самостійно користується додатковими джерелами; при тестовому контролі виконує 90-95 відсотків загальної кількості завдань.
10		Студент демонструє глибокі і ґрунтовні знання матеріалу за вмістом навчальної дисципліни; робить на професійному рівні аналіз можливих ситуацій на основі її вмісту; вміє застосовувати теоретичні положення при виконанні практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні, але допускає окремі неточності; вміє самостійно знаходити та виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною; знає сучасні технології та методи розрахунків з даної дисципліни; може визначати тенденції та



		суперечності різних процесів; робить аргументовані висновки; адекватно оцінює сучасні тенденції, факти, явища, процеси; самостійно визначає мету власної діяльності; знає зв'язок між суміжними дисциплінами; використовує знання, аналізуючи різні явища, процеси; самостійно користується додатковими джерелами; при тестовому контролі виконує 82-89 відсотків загальної кількості завдань.
9	Добре	Студент ґрунтовно володіє матеріалом за вмістом навчальної дисципліни, знає і використовує її основні положення для, аналізу можливих ситуацій при виконанні практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні; вміє пояснити основні фундаментальні положення виконаних завдань та дати правильні відповіді про зміну результату при зміні вихідних параметрів; помилки у відповідях/рішеннях/ відповідних завдань не є системними; вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях та задоволенні практичних потреб; самостійно знаходить та користується додатковими джерелами інформації; при тестовому контролі виконує 75-82 відсотків загальної кількості завдань.
8		Студент виявляє добрі знання навчального матеріалу за вмістом навчальної дисципліни, але допускає несуттєві помилки при використанні теоретичних положень під час виконання практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні; вміє застосовувати навчальні матеріали у стандартних ситуаціях та задоволенні практичних потреб; вміє аналізувати, робити висновки; самостійно користується додатковими джерелами інформації; обґрунтовано використовує термінологію та фундаментальні положення; при тестовому контролі виконує 67-74 відсотків загальної кількості завдань.
7		Студент виявляє певні знання навчального матеріалу за вмістом навчальної дисципліни, правильно і логічно відтворює її вміст; демонструє достатні вміння під час виконання практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні, самостійно визначає шляхи їх виконання; оперує базовими теоріями і фактами взаємозв'язку між дисциплінами, вміє наводити приклади на підтвердження певних думок; у стандартних ситуаціях за допомогою викладача вміє застосовувати теоретичні знання; з окремими неточностями вміє знаходити та використовувати додаткові інформаційні матеріали; при тестовому контролі виконує 58-66 відсотків загальної кількості завдань
6	Задовільно	Студент засвоїв основний теоретичний матеріал навчальної дисципліни та орієнтується в її вмісті; виконує стандартні (типові) завдання практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні; розуміє основні взаємозв'язки між дисциплінами та практичними потребами, що є визначальними в курсі, може поверхнево аналізувати події, ситуації, робить певні висновки; з допомогою викладача може вирішувати подібні завдання, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок; виконує 50-57 відсотків загальної кількості тестів
5		Студент має певні формалізовані знання навчального матеріалу, але невпевнено орієнтується у вмісті навчальної дисципліни та основних теоретичних положеннях; частково володіє вміннями щодо виконання практичних/лабораторних робіт та курсовому

		проектуванні; відсутнє розуміння взаємозв'язків з іншими дисциплінами та практичними потребами; виконує 41-49 відсотків загальної кількості тестів.
4		Студент демонструє неповні знання навчального матеріалу; недостатньо орієнтується у вмісті навчальної дисципліни; демонструє деякі вміння при застосуванні теоретичних положень під час виконання практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні; допускає суттєві помилки, пов'язуючи базові фундаментальні положення з практичними потребами; при тестовому контролі виконує 33-40 відсотків загальної кількості завдань.
3	Незадовільно	Студент лише частково опанував навчальний матеріал дисципліни; слабо орієнтується в її вмісті; допускає істотні помилки при виконанні практичних/лабораторних робіт та курсовому проектуванні; не пов'язує базові фундаментальні положення з практичними потребами; при тестовому контролі виконує 15-32 відсотків загальної кількості завдань
2		Студент лише частково опанував навчальний матеріал дисципліни, не орієнтується в її вмісті, потребує суттєвої допомоги при виконанні практичних/лабораторних/ курсових робіт, демонструє незнання базових фундаментальних положень; при тестовому контролі виконує не більше 15 відсотків загальної кількості завдань.
1		Студент не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, у нього відсутнє системне мислення, практичні навички не сформовані

У разі отримання на екзамені незадовільної оцінки студентові за згодою деканату дозволяються дві додаткові спроби для перездачі:

перша – викладачеві, який проводив екзамен; друга, за умови невдалої першої спроби, – комісії, яка призначається завідувачем кафедри, що викладає дисципліну, у складі двох-трьох викладачів кафедри за участі відповідального викладача, який проводив екзамен.

Перескладання екзамену з метою підвищення отриманої позитивної оцінки не дозволяється.

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно з наперед визначеними процедурами

## Політика навчальної дисципліни

Курс викладається українською мовою.

За наявності відповідним чином оформленого дозволу допускається вільне відвідування лекційних занять з дисципліни «Ливарно-прокатні модулі».

Відвідування практичних занять для студентів є обов'язковим. Винятки можливі лише для студентів з обмеженими можливостями та з поважних причин.

Пропущені практичні заняття (з поважної причини або без неї) мають бути відпрацьованими в позаурочний час (не пізніше 9 тижня поточної чверті). Час і місце проведення додаткових занять визначає викладач.

Під час занять або поза ними студент має демонструвати повагу та толерантність стосовно всіх учасників освітнього процесу (студенти, викладачі, допоміжний персонал).

Студенти повинні дотримуватися кодексу академічної доброчесності (<https://nmetau.edu.ua/file/kodeks.pdf>), правил внутрішнього розпорядку Академії ([https://nmetau.edu.ua/file/vn\\_rozporyadok.pdf](https://nmetau.edu.ua/file/vn_rozporyadok.pdf)), усіх принципів та положень нормативних документів щодо організації навчального процесу у ЗВО ([https://nmetau.edu.ua/file/organizatsiya\\_osvit\\_prot.pdf](https://nmetau.edu.ua/file/organizatsiya_osvit_prot.pdf)).

**Рекомендована література**

1. Сортовые литейно прокатные модули / Ю.В. Коновалов, О.В. Дубина, А.В. Кекух, А.Г. Маншилин // *Металл и литьё Украины*. – 2004. – №8-10. – С. 19-27.
2. Скляр В.О. Инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии [Учеб. пособие] / В.О. Скляр. – Донецк: ДонНТУ, 2014. – 224 с.
3. Тонкослябовые литейно-прокатные агрегаты для производства стальных полос [Учеб. пособие] / В.М. Салганик, И.Г. Гун, А.С. Карандаев, А.А. Радионов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 506 с.
4. Кашаев В.В. Инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии и сертификация металлопродукции [Учеб. пособие] / В.В. Кашаев. – Донецк: ДонНТУ, 2016. – 105 с.
5. Лисин В.С. Модели и алгоритмы расчёта термомеханических характеристик совмещённых литейно-прокатных процессов / В.С. Лисин, А.А. Селянинов. – М.: Высшая школа, 1995. – 144 с.

**Типові питання до екзамену**

1. Використання якого агрегату у складі першого сортового ЛПМ дозволило вирішити проблему узгодження швидкості розливання на МБЛЗ і наступної прокатки: а) індукційна піч; б) промківш; в) індукційні підігрівачі; г) планетарний стан; д) автоматичний петлерегулятор?
2. Катанку якого діаметру виробляють на ЛПМ заводу “Електросталь”, мм: а) до 2; б) 2-4; в) 4-8; г) 8-10; д) 10-14?
3. Коли було вперше реалізовано виробництво на МБЛЗ фасонного профілю: а) у 30-х роках ХХ ст.; б) у 40-х роках ХХ ст.; в) у 50-х роках ХХ ст.; г) у 60-х роках ХХ ст.; д) у 70-х роках ХХ ст.?
4. Коли було побудовано перший дослідний зразок сортового ЛПМ для виробництва сталевих прокатів: а) у 30-х роках ХХ ст.; б) у 40-х роках ХХ ст.; в) у 50-х роках ХХ ст.; г) у 60-х роках ХХ ст.; д) у 70-х роках ХХ ст.?
5. Круглі профілі якого перерізу виробляють на ЛПМ заводу “LUNA”, мм: а) до 20; б) 20-40; в) 40-90; г) 90-150; д) понад 150?
6. На якому заводі було вперше встановлено ЛПМ концепції *ISP*: а) Nucor Steel, США; б) Arvedi, Італія; в) “Електросталь”, СРСР; г) LUNA, Італія; д) Алгома стил, Канада?
7. Зобразіть схематично кристалізатор МБЛЗ і спосіб підведення до нього металу у ЛПМ концепції *CSP*.
8. Наведіть переваги використання горизонтальної МБЛЗ із круглим кристалізатором порівняно з радіальними і криволінійними з прямокутним кристалізатором.
9. Надайте класифікацію слябових ЛПМ за товщиною слябів.
10. Опишіть технологію безкінечної прокатки смуги.
11. Опишіть технологію виробництва катанки на ЛПМ заводу “LUNA”.
12. Опишіть технологію виробництва катанки на ЛПМ заводу “Електросталь”.