

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

**«КОМП'ЮТЕРНА СИМУЛЯЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ У МЕТАЛУРГІЇ»**

Затверджено на засіданні кафедри
Металургії та організації виробництва
Протокол № 2 від «17» вересня 2024 р.



УКЛАДАЧ:

Грибков Едуард, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри металургії та організації виробництв

УЗГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми
«Металургія чорних металів»

Христина МАЛІЙ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

Едуард ГРИБКОВ



1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Опис курсу. Комп'ютерна симуляція технологічних процесів у металургії – дисципліна професійної підготовки з галузі знань 13 «Механічна інженерія». Цей курс дозволить ознайомитися з основами математичного моделювання процесів металургійного виробництва, вивчити аналітичні моделі з інженерним і чисельним підходом та скінченно-елементне моделювання. Різні підходи до моделювання мають свої цілі та застосовуються для вирішення поставлених задач, як-то аналізу явищ при обробці металу, автоматизованого проектування технологій та обладнання та впровадження в систему керування обладнанням.

Особливістю курсу є вивчення математичних моделей з використанням комп'ютерної техніки на різному рівні, починаючи з офісних пакетів та закінчуючи сучасними CAE-системами. Також розглядаються різні алгоритми – від лінійних для визначення параметрів процесу до розгалужених та циклічних для вирішення задач оптимізаційного плану.

Цей курс є досить актуальним, тому що сучасні вимоги до технологів і конструкторів потребують знання комп'ютерних технологій і задачі з підвищення якості продукції і ресурсозбереження виробництва вимагають вирішення багатоваріантних задач.

Даний курс інтегрує знання з інформаційних технологій, обробки металів тиском, деталей машин та математичної статистики. Отримані знання можуть бути корисними для виконання дипломного проєкту і застосування на практиці при визначенні оптимальних технологічних режимів виробництва та удосконалення існуючих технологій та обладнання.

Вимоги:.

- базові знання з фізики, математики, прикладної механіки, матеріалознавства;
- знання технологічних процесів прокатного виробництва;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle.

Програмні результати навчання:

- Вміння виявляти, формулювати і вирішувати типові та складні й непередбачувані інженерні завдання і проблеми відповідно до спеціалізації, що включає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір і використання відповідних обладнання, інструментів та методів, застосування інноваційних підходів. Спроможність розглядати конструкції машин ліній обробки прокату як об'єкти можливого вдосконалення;
- Розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації;
- Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії;
- Розуміння питань впровадження ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства;
- Розуміння кращих світових практик і стандартів діяльності та навички застосовувати їх у металургійній галузі України.



Організація курсу, форми та методи навчання.

- Освітній процес будується як комбінація лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та практичних занять з відпрацювання аналітично-розрахункових навичок – з іншого.
- 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 заняття спрямовані на закріплення теоретичного матеріалу та здобуття практичних навичок і передбачають створення моделей металургійних процесів та аналіз отриманих результатів з моделювання.
- 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, окремі джерела літератури - англійська.



2 НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

Змістовий модуль 1. Математичне моделювання технологічних процесів в металургії

Тема 1. Математичне моделювання механічних властивостей матеріалів

Математичні моделі для опису механічних властивостей при гарячій деформації. Опис механічних властивостей при гарячій деформації в залежності від хімічного складу сталі. Математичні моделі для опису механічних властивостей при холодній деформації. Визначення коефіцієнтів регресії для опису кривої зміцнення при холодній деформації.

Тема 2. Математичне моделювання процесів прокатки

Інженерні математичні моделі процесів прокатки слябів, листів, штаб. Чисельні аналітичні математичні моделі процесів гарячої прокатки листового металопрокату. Метод верхньої оцінки для моделювання прокатки товстих листів та плит. Інженерні математичні моделі процесів прокатки смуг. Чисельні аналітичні математичні моделі процесів холодної прокатки листового металопрокату. Математичні моделі процесу дресування смуг.

Змістовий модуль 2. Проєктування металургійного виробництва та обладнання

Тема 3. Проєктування процесів металургійного виробництва в CAE-системах

Інтерфейс. Початкові дані для моделювання. Імпорт CAD-моделей. Створення моделей матеріалів, що деформуються. Створення 2D та 3D моделей інструменту та заготовок. Створення моделей розрахунку. Обробка результатів розрахунку. Автоматизація розрахунків в CAE-системах.

Тема 4. Проєктування обладнання в CAD/CAE системах

Розрахунки на статичну міцність. Тепловий розрахунок. Розрахунки на стійкість. Особливості розрахунків металургійного обладнання. Автоматизоване проєктування конструктивних параметрів валкових вузлів дуо та кварто. Автоматизоване проєктування конструктивних параметрів електромеханічних та гідравлічних натискних механізмів. Автоматизоване проєктування станин робочих клітей прокатних станів.

3 ОБСЯГ І СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Усього	В т.ч.			
			Л	П (С)	Лаб	СРС
Змістовий модуль 1. Математичне моделювання технологічних процесів в металургії						
1.	Тема 1. Математичне моделювання механічних властивостей матеріалів	16	4	4		8
2.	Тема 2. Математичне моделювання процесів прокатки	40	10	10		20
Змістовий модуль 2. Проектування металургійного виробництва та обладнання						
3.	Тема 3. Проектування процесів металургійного виробництва в САЕ-системах	49	12	12		25
4.	Тема 4. Проектування обладнання в CAD/CAE системах	45	10	10		25
Усього годин		150	36	36		78

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

4 ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

4.1 Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Тижні Види контр. точок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Всього
Робота на практичних заняттях		5					5						5					5	20
Захист індивідуальних завдань						10										10			20
Модульні контрольні роботи							30											30	60
Всього	50							50											100

4.2 Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на практичних заняттях	Оцінка за роботу на практичному занятті оголошується наприкінці заняття і може бути оскаржена одразу ж. Оцінку одержують лише студенти, що були присутні на практичному занятті і брали участь у роботі. У Moodle виставляється сумарна оцінка практичних занять за кожен з модулів. Враховується повнота і правильність відповіді, оцінка ініціативності у роботі над проблемою, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію.
Виконання індивідуального завдання	Підготовлене есе у вигляді файлу *.docx, або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle і перевіряється протягом тижня після завершення терміну подачі. Оскарження оцінки може бути здійснене на останньому практичному занятті модуля. Максимальна оцінка кожного індивідуального завдання наведена в п.4.1. Оцінюється повнота і правильність відповіді.
Модульні контрольні роботи	МКР у вигляді тестових завдань виконуються в Moodle після завершення модулю. Кожна модульна контрольна робота включає блок тестових завдань з матеріалу модуля (max 30 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору з однією вірною відповіддю.

Додаткові зауваження:

- студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу (Нормативні документи: <https://metinvest.university/page/1171>) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій (Академічні політики: <https://metinvest.university/page/1201>);
- оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях, не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;
- 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

Форма підсумкового контролю	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	Якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до звершення теоретичного навчання
Порядок визначення підсумкової оцінки	Якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав менше 60 балів, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю, крім активності на практичних заняттях. В разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю або в процесі покращення власних результатів здобувач освіти набрав більше 60 балів, йому виставляється фактична сума балів і оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік».

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці.

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



4.4 Особливі підходи до визнання результатів навчання

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 з комп'ютерної симуляції технологічних процесів у металургії (наприклад, Steeiuniversity, Coursera, Udemu або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то:

1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів 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: <https://metinvest.university/page/1171>), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю.

У 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: <https://metinvest.university/page/1171>), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; перелік таких осіб можна знайти за посиланням <https://metinvest.university/page/4479>

5 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Базові

1. Gupta N. K. Steel Rolling: Principle, Process & Application. CRC Press, 2021. 527 p.
2. Бережна О. В., Малигіна С. В., Грибков Е. П. Комп'ютерне моделювання та оптимальне проектування : навч. посіб. ДДМА, 2020. 132 с.
3. Бережна О. В., Малигіна С. В., Грибков Е. П. Системи автоматизованого проектування : навч. посіб. ДДМА, 2020. 96 с.
4. Грибков Е. П. Основи автоматизованого проектування технологічного обладнання. Лабораторний практикум : посібник. ДДМА, 2021. 67 с.
5. Mazur V. L., Nogovitsyn, O. V. Theory and Technology of Sheet Rolling: Numerical Analysis and Applications. CRC Press, 2018. 494 p.
6. Zhao J., Jiang Z. Rolling of advanced high strength steels: theory, simulation and practice. CRC Press, 2017. 644 p.
7. Ginzburg V. B. Metallurgical Design of Flat Rolled Steels. Taylor & Francis 2019. 726 p.
8. Bizhanov A., Chizhikova V. Agglomeration in Metallurgy. Springer Nature, 2020. 399 p. URL: <https://read.kortext.com/reader/epub/812125>
9. Ginzburg V. B. Steel-Rolling Technology. 1st Edition. Taylor and Francis, 1989. 806 p. URL: <https://read.kortext.com/inventory/search/442403>
10. Tarnovskii I. Ya., Pozdeyev A. A., Lyashkov V. B. Deformation of Metals During Rolling. Elsevier Science & Technology, 2013. 341 p. URL: <https://read.kortext.com/inventory/search/114222>
11. Lenard J. G. Primer on Flat Rolling. Elsevier Science & Technology, 2007. 367 p. URL: <https://read.kortext.com/inventory/search/11556>

Web-ресурси

1. Autodesk : веб-сайт. URL: <https://www.autodesk.com> (дата звернення: 18.08.2024).
2. SOLIDWORKS : веб-сайт. URL: <https://www.solidworks.com/> (дата звернення: 18.08.2024).
3. Dassault Systèmes : веб-сайт. URL: <https://www.3ds.com/> (дата звернення: 18.08.2024).
4. QForm UK : Micas Simulations : веб-сайт. URL: <https://www.qform3d.co.uk/>
5. Steeluniversity : веб-сайт. URL: <https://steeluniversity.org/> (дата звернення: 20.08.2024).
6. Металургія : ПрофКнига : веб-сайт. URL: <https://profbook.com.ua/metallurgiya> (дата звернення: 20.08.2024).
7. World Steel Association : веб-сайт. URL: <https://worldsteel.org/> (дата звернення: 20.08.2024).
8. Research4life : веб-сайт. URL: <https://portal.research4life.org/> (дата звернення: 18.08.2024).
9. Інституційний репозитарій ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» : веб-сайт. URL: <https://dspace.mipolytech.education/home> (дата звернення: 18.08.2024).
10. 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 плагіату; 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)