

МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В МЕТАЛУРГІЇ

ОПИС КУРСУ

Математичне та комп'ютерне моделювання в металургії – обов'язковий курс, розроблений для здобувачів освіти третього освітньо-наукового рівня, які навчаються за освітньо-науковою програмою «Металургія». Цей курс дозволить Вам оволодіти сучасними методами теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання як фундаменту, що дозволить в подальшому проводити власні наукові дослідження та вирішувати складні завдання в сфері металургії. Створенню конкурентоспроможної продукції в сучасному світі передують пропрацювання майбутніх результатів на основі прогресивних підходів, що базуються на використанні сучасних програмних продуктів. На прикладі застосування програмного комплексу QForm 2D/3D, можливостей середовища Thermo-Calc, системи комп'ютерної математики (СКМ) Maple, засобів Microsoft Office Ви зможете отримати практичні навички з планування і виконання експериментальних досліджень, статистичної обробки та аналізу отриманих результатів, розробляти та досліджувати математичні і комп'ютерні моделі металургійних процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів в металургії. Особливістю курсу є вдале поєднання лекційного матеріалу з практичними заняттями, на яких є можливість засвоїти теоретичний матеріал та застосувати отримані знання при вирішенні конкретних практичних задач.

Для здобувачів освіти третього освітньо-наукового рівня, які навчаються за освітньо-науковою програмою «Металургія», є чудова можливість набути навички з використання сучасних технологій, систем комп'ютерної математики та спеціалізованого програмного забезпечення для розв'язання складних задач металургії.

ВИМОГИ

Пререквізити: Здобувачі освіти повинні мати базові знання з інженерної математики та статистики; повинні мати знання фундаментальних фізичних і хімічних явищ, таких як теплообмін, масообмін, реакції взаємодії матеріалів, потрібні для розуміння складних металургійних процесів; повинні мати уявлення про основні металургійні процеси, розуміння принципи роботи основних металургійних агрегатів і технологій, таких як доменне виробництво, виплавка сталі, легування та прокатка, що є важливим для участі в проектах з оптимізації виробництва; повинні мати навички роботи з програмним забезпеченням, інструментами для аналізу та обробки великих обсягів даних, такими як MS Excel, СКМ Maple або аналогічні програми, що є необхідним для виконання аналітичної частини наукових досліджень.

Технічні вимоги: встановлена ліцензійна система комп'ютерної математики Maple; наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel; наявність особистого логіну та паролю в Moodle.

ГРУДКІНА Наталія

n.s.grudkina@mipolytech.education

доктор технічних наук, доцент, професорка кафедри природничо-наукових та загальноінженерних дисциплін, фахівець в сфері моделювання процесів обробки матеріалів у металургії та машинобудуванні



mip metinvest
polytechnic

Освітній рівень

Освітньо-науковий

Кількість кредитів

4,0

Назва кафедри, яка пропонує дисципліну

Природничо-наукових та загальноінженерних дисциплін

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- Мати передові концептуальні та методологічні знання з металургії та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.
- Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми металургії державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях в провідних наукових виданнях.
- Використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані.
- Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі металургійних процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів в металургії.
- Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, бази даних та інформаційні системи.
- Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми металургії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, екологічних та правових аспектів.
- Глибоке розуміння загальних принципів і методів природничих та технічних наук, а також методології наукових досліджень, їх застосування у власних дослідженнях у сфері металургії та у викладацькій практиці.

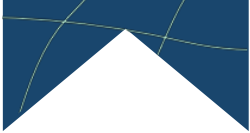
ТЕМАТИКА

Фізико-хімічні і механічні властивості чавуну, сталі, шлаку, вогнетривів і шихтових матеріалів, металургійного виробництва. Властивості фаз, фізико-хімічні процеси розчинення, теорії будови шлакових систем, розчинність газів в металевих і оксидних розплавах. Термодинаміка і кінетика процесів виробництва агломерату, чавуну і сталі. Тепло – і масоперенос в металургійних системах. Газодинамічні явища в металургійних агрегатах, струмені з дисперговою фазою, хвильові процеси, барботажні системи. Фізика пластичної деформації, основні закономірності. Переваги і недоліки окремих процесів. Діаграми розтягу і стиснення. Пластичність металів. Показники пластичних властивостей. Ресурс пластичності. Криві зміцнення, їх побудова. Основні закони пластичної деформації. Нерівномірність деформації. Осередок деформації. Геометричний та фізичний осередок деформації. Стаціонарні і нестаціонарні процеси.

Поняття моделі та моделювання. Властивості та класифікації моделей. Узагальнена методика математичного моделювання. Аналітичне моделювання. Системи комп'ютерної математики (Maple та інші). Планування експерименту. Рівняння регресії. Обробка результатів моделювання. Статистичні методи. Регресійний аналіз. Формалізація задач оптимізації технологічних процесів. Методи пошуку оптимальних умов роботи технологічних систем в металургії.

Основні можливості Thermo-Calc (<https://thermocalc.com/academia/free-educational-package/>) для виконання термодинамічних розрахунків та розрахунків фазових діаграм для багатокомпонентних систем. Доступні бази даних для сталей, сплавів Ti, Al-, Mg, Ni, багатокомпонентних оксидів та багатьох інших матеріалів. Дифузійний модуль (DICTRA) для детального моделювання дифузійних керованих фазових перетворень для багатокомпонентних сплавів. Приклади застосування: термічна обробка, мікросегрегація під час затвердіння, ріст і розчинення осадів, огрубіння тощо. Модуль осадження (TC-PRISMA) для моделювання кінетики багаточастинкового осадження дифузійно-керованих процесів у багатокомпонентних та багатофазних системах зі сплавів.

Метод скінченних елементів. Теоретичні основи методу скінченних елементів. Програмні комплекси для розрахунку процесів пластичної деформації та оснащення (огляд). Аналіз процесів



пластичного деформування. Розрахунок методом скінченних елементів процесів та оснащення при пластичній деформації металів. Розробка та удосконалення технологій пластичної деформації за допомогою QForm 2D/3D.

ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСУ, ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

- освітній процес будується як комбінація лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та отримання практичних навичок – з іншого;
- відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; лекційний матеріал доступний в записі, який зберігається в Microsoft Teams, та викладений в повному обсязі в Moodle;
- практичні заняття передбачають виконання розрахунків практичного характеру з використання сучасних програмних продуктів та математичних апаратів;
- 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 Microsoft Teams.

ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

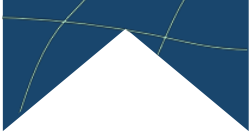
Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

2 семестр

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Всього
Види контр. точок																			
Робота на практичних заняттях								5								5			10
Складня індивідуальних завдань									20									20	40
Модульні контрольні роботи										25								25	50
Всього	50										50								100

Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на практичних заняттях	На вказаному згідно розділу «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання» практичному занятті пропонуються завдання з використання можливостей MS Excel та/або СКМ Maple, програмного комплексу QForm 2D/3D, можливостей середовища Thermo-Calc, що при правильному виконанні оцінюється у 5 балів. Оцінка за роботу на практичному занятті оголошується наприкінці заняття та може бути оскаржена одразу ж. За наявності виконаних завдань рекомендоване завантаження у вигляді файлу з розширенням .docx або .pdf (за наявності розробленого розрахункового модуля у та/або у СКМ Maple, QForm 2D/3D або середовищі Thermo-Calc завантажується додатково) у відповідному розділі на платформі Moodle в межах кожного змістовного модуля.



Виконання індивідуального завдання	<p>Індивідуальні завдання за перший та другий змістовний модулі виконуються самостійно у зручний для студента час в межах терміну подачі роботи, передбачених у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання» та розміщується у відповідному розділі на платформі Moodle. Розв'язане індивідуальне завдання завантажується у вигляді файлу з розширенням .docx або .pdf, або .jpg, або .png, або .txt (за наявності розробленого розрахункового модуля у MS Excel та/або у СКМ Maple, QForm 2D/3D або середовищі Thermo-Calc завантажується додатково).</p> <p>Максимальна сумарна оцінка за кожне індивідуальне завдання складає 20 балів та визначається в залежності від обґрунтування ходу розв'язання, рівня формалізації задачі, правильності отриманого розв'язку та аналізу результату. Використання штучного інтелекту (ШІ) не забороняється, оскільки пропозиції відомих застосунків ШІ суттєво залежать від обміркованої постановки питання і уточнюючих питань; однак в разі, якщо відповідь, отримана з використанням ШІ, містить суттєві похибки або не є комплексною, або не відповідає за ustalеним оформленням, термінологією, або іншим вимогам до завдання, то оцінка за виконання знижується.</p> <p>Перевірка індивідуального завдання виконується протягом тижня після завершення терміну подачі роботи. За побажанням студента при наявності похибок або виконання індивідуального завдання не в повному обсязі допускається доопрацювання до передостаннього тижня навчання.</p>
Модульні контрольні роботи	<p>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 (дві) та однаковий час (1 година 25 хвилин). МКР може містити: тестові завдання з множинного вибору з однією вірною відповіддю; розрахункові задачі з необхідністю надання розрахунку; теоретичні питання з відкритою відповіддю.</p>

Додаткові зауваження:

- здобувач 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 \(metinvest.university\)](#))
- 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.

Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

Варіант вивчення як обов'язкової	
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	<p>Для варіанту заліку:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 навчальних 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	
			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	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	Добре	
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 для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Незадовільно	Незалік
0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		

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 (дисципліни «Фаховий розмовний клуб», «Англійська мова за фаховим спрямуванням», «Ділова англійська мова» та ін.), 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 з проблематики економічної теорії (наприклад, 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 : 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 \(metinvest.university\)](#).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кравченко І.В., Микитенко В.І., Тимчик Г.С. Комп'ютерне моделювання: системи і процеси: підручник. Київ, 2022. 215 с.
2. Карпіловський В.С. Метод скінченних елементів і задачі теорії пружності: монографія. Київ: «Софія А», 2022. 275 с. ISBN 978-617-7031-87-0.
3. Матвійчук В.А., Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А. Математичне моделювання новітніх технологічних систем: монографія. Вінниця, 2021. 193 с.
4. QForm. Програмна система для моделювання, аналізу та проектування процесів формозміни металу. Графічний редактор: керівництво користувача. Квантор Софт, 2002. 155 с.
5. Monagan M. B., Geddes K. O., Heal K. M., Labahn G., Vorkoetter S. M., McCarron J., DeMarco P. Maple Advanced Programming Guide Maplesoft (15 version), a division of Waterloo Maple Inc. 2009. 452 p.
6. Ravi Pratap Singh, Mohit Tyagi, R.S. Walia, J. Paylo Davim. Advances in Modelling and Optimization of Manufacturing and Industrial Systems. Industrial chemistry & chemical engineering. 2023. <https://read.kortext.com/inventory/search/2299515>.

АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

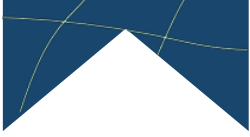
Як член спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

– **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 \(metinvest.university\)](#)