

# Мехатроніка та роботизовані комплекси у гірничо-металургійному виробництві

## ОПИС КУРСУ

Дисципліна «Мехатроніка та роботизовані комплекси у гірничо-металургійному виробництві» (МРКГМВ) є обов'язковою дисципліною освітньо-професійної програми, що спрямована на набуття комплексних теоретичних, практичних знань і навичок в області мехатроніки та робототехніки, підходів до їх дослідження, освоєння принципів розрахунку, проектування, моделювання і програмного управління мехатронними та робототехнічними системами, формування сучасних уявлень і навичок в області мехатронних модулів та систем, роботизованих технологічних комплексів різного призначення у гірничо-металургійному виробництві із застосуванням сучасних гнучких засобів автоматизації. Передбачається поєднання необхідних знань з управління мехатронними та робототехнічними системами, навичок проектування й дослідження, а також моделювання мехатронних та робототехнічних комплексів для розвитку системи професійних знань, умінь та навичок в галузі мехатроніки та робототехнічних комплексів, здатності їх використовувати для створення нових та експлуатації існуючих мехатронних систем і роботизованих технологічних комплексів. Особливості курсу полягають у поглибленому вивченні визначень і термінів мехатронних та робототехнічних систем; представленні задач мехатроніки та робототехніки, як нової області науки і техніки; застосуванні мехатронних та робототехнічних модулів та системи як основи для побудови технологічних комплексів та агрегатів, наприклад, для гірничо-металургійного виробництва, які мають якісно нові властивості; застосування основ керування мехатронними і робототехнічними системами на прикладі мехатронних модулів руху в тому числі у складі механізмів промислових роботів. Отримані знання будуть використані в професійній діяльності фахівця, який проектує нові мехатронні системи і сучасні робототехнічні комплекси».

Освітній рівень

Магістр

Кількість кредитів

5,0

Назва кафедри, яка пропонує дисципліну

автоматизації, електро- та робототехнічних систем

## ВИМОГИ

- наявність базової підготовки на рівні бакалавра з вищої математики (включаючи розділ математична статистика), фізики (фізика твердих тіл, динаміка, електрика та магнетизм, коливання та хвилі, оптика, термодинаміка);
- знання змісту дисциплін з електротехніки та електромеханіки, електроніки і мікросхемотехніки, теорії автоматичного керування, мікропроцесорних пристроїв і систем, основ електроприводу, контролю і вимірюваннях в технологічних системах;
- знання основних виробничих процесів гірничо-металургійного сучасного виробництва;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams та особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до куратора групи).

**СУБОТІН Олег**

[oleg.subotin@mipolytech.education](mailto:oleg.subotin@mipolytech.education)

кандидат технічних наук, доцент, фахівець з комп'ютерно-інтегрованих технологій та автоматизації технологічних процесів



## ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

### знання:

- сутності процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації гірничо-металургійних виробництв;
- принципів роботи мехатронних засобів автоматизації гірничо-металургійного обладнання;
- принципів структурно-функціонального аналізу та синтезу систем управління об'єктами мехатроніки та робототехніки.
- підходів та принципів налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування;
- принципів застосування мехатронних та робототехнічних комплексів у гірничо-металургійному виробництві.

### вміння:

- проводити аналіз мехатронних систем та комплексів як об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей;
- обґрунтовувати вибір засобів автоматизації для гірничо-металургійного обладнання на основі аналізу їхніх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов;
- застосовувати методи теорії автоматичного керування для аналізу та синтезу мехатронних модулів руху для мехатронних систем та систем управління технологічними процесами та об'єктами;
- обґрунтовувати вибір функціональної, технічної й інформаційної структури та розробляти алгоритмічне забезпечення для інтелектуальних систем управління мехатронними модулями, системами та комплексами, що реалізовані на базі промислових логічних контролерів;
- проводити дослідження мехатронних модулів руху різного типу та мехатронних й робототехнічних систем на їхній основі, в тому числі із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення MATLAB (пакет Simulink).

## ТЕМАТИКА

Основи мехатроніки. Основні визначення та загальні положення щодо мехатроніки. Концепція проектування мехатронних модулів (МТМ) і систем (МТС). Мехатронні системи та промислові роботи. Синергетична інтеграція в мехатронних модулях. Ієрархія керування в мехатронних системах та промислових роботах. Мехатронні модулі руху (ММР). Промислові роботи (ПР) та роботизовані комплекси (РТК). Особливості конструкції та технічні вимоги до ПР. Мехатронні та робототехнічні комплекси у гірничо-металургійному виробництві. Дослідження мехатронних та робототехнічних систем на прикладі автоматизації процесів видобутку вугілля в забої. Аналіз очисного механізованого комплексу як об'єкта автоматизації.

## ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСУ, ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Освітній процес є комбінацією проблемних лекцій, кейс-навчання, практичних занять та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle, групової роботи з постановки проблем та генерації ідей, аналізу виробничих ситуацій; виконання індивідуальних завдань й лабораторних робіт з використанням спеціалізованого ПЗ; самостійного опрацювання наукових публікацій українською та англійською мовою, робота з англійськими навчальними матеріалами на платформі Kortext.

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 передбачають розбір теоретичних та практичних питань з вивчення основ мехатроніки, мехатронних модулів руху, робототехніки та комплексів на їх основі. Передбачається вивчення способів та засобів проектування, розробки та моделювання мехатронних модулів руху та систем на їх основі із застосуванням програмних симуляторів, наприклад, MATLAB.

Окрім роботи на практичних заняттях здобувачу необхідно буде виконати індивідуальне 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, які проводяться з метою допомоги студентам у виконанні їх самостійних завдань та роз'яснення окремих розділів теоретичного та практичного матеріалу. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті або в персональній розмові в MS Teams.

## ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

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

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Всього
Види контр. точок																	
Робота на практичних заняттях			8			8		8		8		8			15		55
Складання індивідуальних завдань				5									5			5	15
Модульні контрольні роботи				10									10			10	30
Всього	23			47						30			100				

### Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
<p>Практикум з моделювання мехатронних модулів руху (ММР) у програмному забезпеченні MatLab Simulink:</p> <p>ПР1 - моделювання та дослідження одноконтурного ММР;</p> <p>ПР2 - моделювання та дослідження двоконтурного ММР;</p> <p>ПР3 - моделювання та дослідження триконтурного ММР;</p> <p>ПР4 - дослідження впливу нелінійних елементів на якість регулювання у багатоконтурних ММР;</p> <p>ПР5- динаміка ММР.</p>	<p>Роботи ПР1...ПР5 виконуються та захищаються на аудиторних заняттях у межах практикуму з моделювання мехатронних модулів руху (має 8 балів за кожен).</p> <p>Протягом семестру надаються звіти із виконаних робіт, які прикріплюються в Мудлі.</p> <p>Оцінка за кожен виконаний практичну роботу оголошується на занятті і може бути оскаржена.</p> <p>– студент дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповіді на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань (4 бали);</p> <p>– оцінка ініціативності у роботі над завданням, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (4 бали).</p>
<p>Розрахунок та синтез САК багатоконтурним ММР:</p> <p>ПР6 - оптимізація структури (синтез) ММР.</p>	<p>ПР6 виконується, як розрахунок та наступний синтез САК багатоконтурним ММР у відповідності до завдання, яке відповідає певній якості регулювання параметрів ММР (має 15 балів). Звіт із виконаної роботи прикріплюються в Мудлі.</p> <p>Оцінка за виконаний практичну роботу оголошується на занятті і може бути оскаржена.</p> <p>– студент дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіації зміни відповіді на зміну вхідних умов, в т.ч. у вигляді додаткових запитань (10 балів);</p>

	<p>– оцінка ініціативності у роботі над завданням, логічності та структурованості відповіді, здатності комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, в т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (5 балів).</p>
<p>Виконання та захист індивідуальних завдань за модулем 1, 2 та 3:          М1. «Особливості використання системи керування електроприводу в мехатронних модулях руху та системах на їх основі»;          М2. «Особливості реалізації інтелектуального керування МТС та ПР»;          М3. «Мехатронний підхід в автоматизації технологічних процесів гірничого виробництва»</p>	<p>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 поточного модуля.</p> <p>Мах 5 балів за одну роботу:</p> <p>– студент підготував есе за завданням, в якому: правильно визначив проблеми, комплекс факторів, які могли вплинути на їх виникнення, обґрунтував своє бачення теоретичними концепціями або моделями, виконав необхідні розрахунки в разі потреби, представив висновок або власне бачення виходу з проблеми і окреслив можливі перспективи і обмеженість такого рішення; есе структуровано, викладено діловим, науковим або публіцистичним стилем української (3 бали);</p> <p>– 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, не є комплексною або не відповідає за стилем і викладеними позиціями іншим частинам есе або завдання, містить очевидно неправдиву інформацію, то оцінка за цим критерієм знижується (1 бал);</p> <p>– студент під час презентації / захисту есе демонструє володіння термінологічним апаратом, відповідає на запитання, здатний швидко адаптувати позицію під зміни у вихідному ситуаційному завданні (1 бал)</p>
Модульні контрольні роботи	<p>МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 10 хвилин. 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. Кількість спроб не обмежується, однак обмеження по часу виконання МКР залишається. Кожна модульна контрольна робота включає блок тестових завдань з матеріалу модуля (мах 10 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору з однією вірною відповіддю. Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю.</p>

#### 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 \(metinvest.university\)](#))
- 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	Варіант вивчення як вибіркової
Форма підсумкового контролю	Письмовий екзамен	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	не менше 35 балів; якщо здобувачі освіти в результаті самооцінки академічного прогресу не впевнені, що набрали 35 балів за поточну успішність, складуть іспит на 85 балів і вище, то вони мають підвищити власні результати поточного контролю до прийняттого рівня	якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до завершення теоретичного навчання

<p>Порядок визначення підсумкової оцінки</p>	<p>Для варіанту заліку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 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;</li> <li>– 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».</li> </ul> <p>Для варіанту екзамену:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 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:</li> </ul> $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{O + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$
<p>Порядок проходження екзамену</p>	<p>Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 24 тестових завдань множинного вибору з однією вірною відповіддю (по 4 бали) та 1 задача, яка передбачає обґрунтування порядку розв'язання проблем, виконання розрахунків (4 бали). Екзамен оцінює ступінь володіння предметної термінологією та здатність здобувачів розв'язувати проблеми оптимізації промислового виробництва. Для складання екзамену надається 1 спроба. Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу ((<a href="http://Polytechnic(metinvest.university)">Нормативні документи : Polytechnic (metinvest.university)</a>))</p>

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	
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 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, 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; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Мехатроніка та робототехніка : методичні вказівки до виконання практичних робіт / уклад. О. В. Суботін. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2024. 48 с. URL: <https://dSPACE.mipolytech.education/handle/mip/821>.
2. Seccarelli M. Fundamentals of Mechanics of Robotic Manipulation. Cham : Springer Nature, 2022. 381 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-90848-5>.
3. Mechatronics : international journal : веб-сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/mechatronics> (дата звернення: 10.09.2024).
4. Поліщук М. М., Ткач М. М. Робототехнічні системи : проектування і моделювання : навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 112 с.
5. Іванов В. О., Дегтярьов І. М. Технологічні основи гнучких автоматизованих виробництв : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2022. 203 с.
6. Основи автоматизації технологічних процесів : конспект лекцій : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» за спеціальностями 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / уклад.: В. В. Шевченко, Г. С. Тимчик. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 111 с.
7. Хорольський В. П., Коренець Ю. М. Мехатроніка (мехатроніка та інтелектуальна автоматика) : навчальний посібник. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2023. 342 с.
8. Павленко Т. П., Шавкун В. М., Козлова О. С., Лукашова Н. П. Сучасні електромехатронні комплекси і системи : навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 116 с.

## 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)