МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РОБОТОТЕХНІКИ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
_____ Анатолій ТКАЧУК
«29» серпня 2026 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Перший проректор
_____ Надія КОВАЛЬЧУК
«25» вересня 2026 р.

СИЛАБУС

з освітнього компонента «Стандарти безпеки та інтеграції роботизованих комплексів»
ступінь вищої освіти – магістр
галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво
спеціальність – G9 Прикладна механіка
освітня програма – Роботизовані комплекси

Кафедра робототехніки

Силабус склав(ла) доцент кафедри робототехніки робототехніки, к.т.н., доцент Наталія ГУЛІЄВА

Силабус затверджений на засіданні кафедри робототехніки, протокол № 1 від «28» серпня 2026 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент Борис ПРИДАЛЬНИЙ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення освітньої програми «Роботизовані комплекси», протокол № 1 від «28» серпня 2026 р.

Гарант ОП «Роботизовані комплекси» д.т.н., професор Андрій СЯСЬКИЙ

Схвалено науково-методичною радою університету, протокол № 3 від «25» вересня 2026 р.

Затверджений силабус онлайн:
https://e.lntu.edu.ua/syllabus/2421

Луцьк – 2026

СИЛАБУС ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА «Стандарти безпеки та інтеграції роботизованих комплексів»

Освітня програма	Роботизовані комплекси
Галузь знань / Спеціальність	G Інженерія, виробництво та будівництво / G9 Прикладна механіка
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Статус дисципліни	вибіркова
Мова викладання	українська
Обсяг	5 кредитів ECTS / 150 годин, семестр 2
Форма контролю	залік
Викладач(і)	к.т.н., доцент Наталія ГУЛІЄВА електронна пошта: n.huliieva@lntu.edu.ua

1. Мета і завдання дисципліни

Мета: формування у здобувачів вищої освіти системи знань щодо міжнародних і національних стандартів безпеки промислових роботів та роботизованих технологічних комплексів, принципів забезпечення безпечної взаємодії людини з роботизованим обладнанням, а також методів інтеграції роботів, технологічного обладнання, систем керування та засобів автоматизації в єдине виробниче середовище.

Завдання: 1. Вивчення міжнародних і національних нормативних документів та стандартів, що регламентують безпеку проєктування, інтеграції, експлуатації й технічного обслуговування промислових роботів і роботизованих комплексів.
2. Ознайомлення з основними вимогами стандартів ISO та IEC у сфері промислової робототехніки, функціональної безпеки, електробезпеки та захисту персоналу.
3. Засвоєння принципів і методів ідентифікації небезпек, оцінювання ризиків та визначення заходів щодо їх зниження під час проєктування й експлуатації роботизованих систем.
4. Вивчення конструктивних і технічних засобів забезпечення безпеки роботизованих комплексів, зокрема захисних огороджень, блокувальних пристроїв, світлових завіс, лазерних сканерів, аварійних вимикачів і систем контролю доступу.
5. Формування знань про принципи функціональної безпеки систем керування, рівні повноти безпеки (SIL), рівні ефективності захисту (PL) та їх застосування під час розроблення роботизованих систем.
6. Опанування методів безпечної організації робочих зон промислових роботів, визначення небезпечних зон і забезпечення безпечної взаємодії операторів із роботизованим обладнанням.
7. Вивчення принципів інтеграції промислових роботів із верстатами з числовим програмним керуванням, конвеєрами, маніпуляторами, датчиками, системами машинного зору та іншими компонентами автоматизованого виробництва.
8. Засвоєння основних принципів апаратної та програмної сумісності роботизованого обладнання, організації обміну даними, синхронізації технологічних операцій і взаємодії систем керування.
9. Формування практичних навичок аналізу відповідності роботизованих комплексів вимогам стандартів, розроблення технічних рішень щодо забезпечення безпеки та підготовки документації для їх інтеграції й експлуатації.
10. Вивчення методів перевірки, валідації та періодичного контролю функціонування систем безпеки роботизованих комплексів.
11. Ознайомлення з вимогами безпеки під час експлуатації колаборативних роботів, організації людино-машинної взаємодії та застосування інтелектуальних засобів моніторингу виробничого середовища.
12. Розвиток здатності самостійно розв’язувати інженерні завдання з проєктування, інтеграції та

вдосконалення роботизованих технологічних комплексів із дотриманням нормативних вимог, принципів функціональної безпеки та сучасних технологічних підходів.

Пререквізити: ОК.03 Аналітичне моделювання механічних елементів роботизованих систем; ОК.04 Роботизоване устаткування для зварювання; ОК.05 Роботизовані транспортно-технологічні системи; ОК.06 Системи керування промисловими роботами

2. Компетентності

СК01 — Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

СК02 — Здатність описати, класифікувати та змоделювати широке коло технічних об’єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

СК04 — Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки, знання та пояснення до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності.

3. Структура дисципліни, розподіл годин, зв'язок тем з компетентностями

№	Назва теми	Лекції	Практ./ Семін./ лаб	Самост. робота	Разом	Методи навчання	Методи оцінювання	СК
Змістовий модуль 1. Нормативно-правові основи, оцінювання ризиків і комплексні методи забезпечення функціональної безпеки, безпечної інтеграції та кіберзахисту роботизованих систем								
1	Тема 1. Основи безпеки роботизованих комплексів.	2	2	4	8	МН2, МН4	МО2	СК01
2	Тема 2. Міжнародні стандарти безпеки робототехнічних систем.		2	6	8	МН2, МН4	МО2	СК02
3	Тема 3. Оцінка ризиків у роботизованому виробництві.	2	2	4	8	МН2, МН4	МО2	СК04
4	Тема 4. Системи аварійного захисту та контролю.		2	6	8	МН2, МН4	МО2	СК04
5	Тема 5. Безпечна інтеграція промислових роботів.	2	2	4	8	МН2, МН4	МО2	СК01
6	Тема 6. Колаборативні роботи та взаємодія людини і робота.		2	6	8	МН2, МН4	МО2	СК02

№	Назва теми	Лекції	Практ./ Семін./ лаб	Самост. робота	Разом	Методи навчання	Методи оцінювання	СК
7	Тема 7. Програмно-апаратні засоби забезпечення безпеки.	2	2	4	8	МН2, МН4	МО2	СК04
8	Тема 8. Промислові мережі та кібербезпека роботизованих систем.		2	6	8	МН2, МН4	МО2, МО4	СК01
Змістовий модуль 2. Інтелектуальна інтеграція роботизованих комплексів у Smart Factory, моніторинг і сертифікація безпеки, людиноцентричне проєктування та екологічно сталий розвиток роботизованого виробництва								
9	Тема 9. Інтеграція роботизованих комплексів у Smart Factory.	2	2	4	8	МН2, МН4	МО2	СК02
10	Тема 10. Діагностика та моніторинг роботизованих систем.		2	6	8	МН2, МН4	МО2	СК04
11	Тема 11. Сертифікація та аудит безпеки роботизованих комплексів.	2	2	4	8	МН2, МН4	МО2	СК01
12	Тема 12. Перспективи розвитку безпечної робототехніки.		2	6	8	МН2, МН4	МО2	СК02
13	Тема 13. Людиноцентричний підхід у проєктуванні роботизованих систем.	2	2	4	8	МН2, МН4	МО2	СК04
14	Тема 14. Навчання персоналу і культура безпеки в робототехніці.		2	6	8	МН2, МН4	МО2	СК01
15	Тема 15. Екологічна безпека роботизованих виробництв.	1	2	5	8	МН2, МН4	МО2, МО4	СК02
	ІЗ/КПІЗ			30	30			

№	Назва теми	Лекції	Практ./ Семін./ лаб	Самост. робота	Разом	Методи навчання	Методи оцінювання	СК
	Разом	**15**	**30**	**105**	**150**			

Легенда: СК — спеціальна (фахова) компетентність (номер за п. 2). Повне формулювання кожного коду наводиться в ОП / стандарті спеціальності.

Методи навчання: МН2 — практичний метод (лабораторні та практичні заняття); МН4 — робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату).

Методи оцінювання: МО2 — усне або письмове опитування; МО4 — тестування.

4. Результати навчання

Знати:

– основні принципи та нормативно-правові засади забезпечення безпеки під час проєктування, інтеграції та експлуатації промислових роботів і роботизованих комплексів;

– структуру, призначення та сферу застосування міжнародних стандартів у галузі промислової робототехніки, зокрема ISO 10218, ISO 12100, ISO 13849-1, IEC 62061 та ISO/TS 15066;

– основні вимоги до безпечного проєктування промислових роботів, роботизованих робочих зон і автоматизованих виробничих систем;

– методи ідентифікації небезпек, оцінювання ризиків та визначення заходів щодо їх зниження під час функціонування роботизованих комплексів;

– принципи побудови систем функціональної безпеки, захисних пристроїв, блокувань, аварійної зупинки та контролю доступу до небезпечних зон;

– вимоги до безпечної взаємодії людини з промисловими роботами, зокрема в колаборативних роботизованих системах;

– принципи інтеграції промислових роботів, програмованих логічних контролерів, датчиків, виконавчих механізмів і допоміжного технологічного обладнання;

– основні вимоги до сумісності обладнання, обміну даними, промислових мереж і протоколів комунікації в роботизованих комплексах;

– принципи забезпечення кібербезпеки промислових систем керування та захисту інформаційних і технологічних ресурсів роботизованого виробництва;

– методи перевірки відповідності роботизованих комплексів установленим вимогам безпеки, процедури випробування, документування та оцінювання відповідності;

– основні принципи технічного обслуговування, діагностування та контролю безпечного стану роботизованого обладнання;

– сучасні тенденції розвитку стандартів безпеки та інтеграції роботизованих комплексів у контексті Індустрії 4.0.

Вміти:

– знаходити, аналізувати та застосовувати міжнародні й національні стандарти під час проєктування та інтеграції роботизованих комплексів;

– визначати потенційні небезпеки, пов’язані з роботою промислових роботів, і проводити оцінювання ризиків відповідно до встановлених методик;

– обґрунтовувати вибір технічних та організаційних заходів для зниження ризиків і забезпечення безпеки роботизованого обладнання;

– розробляти структурні схеми безпечної організації роботизованих робочих зон із визначенням огороджень, захисних пристроїв і зон доступу персоналу;

– визначати вимоги до систем аварійної зупинки, блокувань, датчиків безпеки та інших засобів захисту відповідно до умов експлуатації;

– аналізувати можливості безпечної взаємодії людини з промисловими та колаборативними роботами;

– обґрунтовувати вибір обладнання, контролерів, датчиків і комунікаційних засобів для інтеграції роботизованих комплексів;

– розробляти структурні рішення для інтеграції роботів із технологічним обладнанням, системами керування та промисловими мережами;

– перевіряти сумісність компонентів роботизованого комплексу та визначати вимоги до інформаційного обміну між ними;

– виявляти потенційні загрози кібербезпеці промислових систем керування та пропонувати заходи щодо їх мінімізації;

– здійснювати аналіз технічної документації, результатів випробувань і процедур перевірки відповідності роботизованих комплексів вимогам безпеки;

– оформлювати технічну документацію щодо оцінювання ризиків, обґрунтування заходів безпеки та інтеграції роботизованого обладнання;

– застосовувати нормативні вимоги під час розроблення, модернізації, налагодження та експлуатації роботизованих технологічних комплексів.

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен набути здатності аналізувати й застосовувати стандарти безпеки, оцінювати ризики, обґрунтовувати технічні рішення щодо захисту персоналу та інтегрувати промислових роботів у роботизовані технологічні комплекси з урахуванням вимог функціональної безпеки, технічної сумісності.

5. Цілі сталого розвитку

ЦСР 4 – Якісна освіта

ЦСР 6 – Чиста вода та належні санітарні умови

ЦСР 9 – Промисловість, інновації та інфраструктура

ЦСР 11 – Сталий розвиток міст і громад

ЦСР 12 – Відповідальне споживання та виробництво

ЦСР 13 – Пом'якшення наслідків зміни клімату

6. Неформальна освіта

Рекомендовані курси, тренінги, стажування та інші: результати навчання, здобуті у формальній, неформальній чи інформальній освіті, можуть бути визнані відповідно до процедур ЛНТУ. Підтвердженнями можуть бути сертифікати тематичних тренінгів, вебінарів чи онлайн-курсів разом з описом досягнутих результатів навчання та, за потреби, коротке верифікаційне завдання або портфоліо.

7. Критерії та форми контролю

Оцінювання — за 100-бальною шкалою (національна шкала / ЄКТС). Підсумковий бал = поточний контроль (40 %) + КПІЗ (20 %) + модульний контроль (40 %).

Академічна доброчесність: самостійне виконання завдань; коректне посилання на джерела; позначення частин тексту, згенерованих засобами ШІ. Порушення академічної доброчесності не толеруються.

8. Зміст тем

Тема 1. Основи безпеки роботизованих комплексів.

Розглядаються базові поняття безпеки при проєктуванні, експлуатації та обслуговуванні роботизованих систем. Аналізуються основні типи небезпек, що виникають у роботизованому виробництві. Визначаються принципи побудови безпечного робочого середовища для оператора та технічного персоналу.

Тема 2. Міжнародні стандарти безпеки робототехнічних систем.

Вивчаються основні міжнародні стандарти ISO, IEC та ANSI, що регламентують вимоги безпеки для промислових роботів. Розглядаються методи гармонізації національних норм із

міжнародними вимогами. Аналізуються приклади практичного застосування стандартів у промисловості.

Тема 3. Оцінка ризиків у роботизованому виробництві.

Описуються методики ідентифікації небезпек, оцінки та управління ризиками. Розглядаються кількісні та якісні підходи до оцінки ризику. Формуються навички побудови карти ризиків для різних типів роботизованих комплексів.

Тема 4. Системи аварійного захисту та контролю.

Досліджуються типи аварійних систем, методи їхнього проєктування та принципи резервування. Аналізуються засоби моніторингу стану систем безпеки. Вивчаються процедури виявлення та ліквідації аварійних ситуацій.

Тема 5. Безпечна інтеграція промислових роботів.

Розглядаються принципи проєктування безпечних робочих зон роботів. Здійснюється аналіз процесів інтеграції роботів у виробничі лінії з урахуванням людського фактора. Вивчаються методи перевірки та тестування інтегрованих систем.

Тема 6. Колаборативні роботи та взаємодія людини і робота.

Вивчаються технології спільної роботи робота й людини (HRC — Human-Robot Collaboration). Аналізуються ризики, пов'язані з прямим фізичним контактом. Розглядаються системи візуалізації, сенсори та алгоритми, що забезпечують безпечну взаємодію.

Тема 7. Програмно-апаратні засоби забезпечення безпеки.

Описуються системи контролерів, сенсорів, реле безпеки та інші апаратні компоненти. Аналізується роль програмних рішень у забезпеченні функціональної безпеки. Вивчаються основи проєктування безпечного ПЗ для керування роботами.

Тема 8. Промислові мережі та кібербезпека роботизованих систем.

Розглядаються архітектури промислових мереж (Ethernet/IP, PROFINET, EtherCAT) та їхня роль у безпеці. Вивчаються види кіберзагроз і методи їхнього запобігання. Аналізується комплексний підхід до захисту даних і доступу.

Тема 9. Інтеграція роботизованих комплексів у Smart Factory.

Описується концепція Smart Factory та роль робототехніки в Індустрії 4.0. Вивчаються технології IoT, Big Data, штучного інтелекту для підвищення ефективності виробництва. Аналізуються стандарти та протоколи взаємодії «розумних» систем.

Тема 10. Діагностика та моніторинг роботизованих систем.

Розглядаються методи контролю технічного стану роботів у реальному часі. Вивчаються інструменти предиктивної діагностики та системи збору даних. Формуються навички впровадження моніторингових рішень для запобігання відмовам.

Тема 11. Сертифікація та аудит безпеки роботизованих комплексів.

Висвітлюються процедури сертифікації систем безпеки згідно з міжнародними вимогами. Аналізується процес проведення аудиту безпеки на підприємствах. Розглядаються вимоги до документації та звітності.

Тема 12. Перспективи розвитку безпечної робототехніки.

Обговорюються основні тренди в розвитку безпечних робототехнічних технологій. Розглядається вплив нових матеріалів і штучного інтелекту на майбутнє роботів. Формується уявлення про етичні аспекти та соціальні наслідки автоматизації.

Тема 13. Людиноцентричний підхід у проєктуванні роботизованих систем.

Вивчаються принципи ергономіки та когнітивної безпеки в контексті роботизації. Аналізується вплив дизайну робочого місця на зниження травматизму. Розглядаються інноваційні підходи до адаптації систем під потреби оператора.

Тема 14. Навчання персоналу і культура безпеки в робототехніці.

Розкривається значення систематичної підготовки кадрів у сфері безпеки. Описуються методики

навчання операторів роботизованих систем. Наголошується на формуванні корпоративної культури безпечної поведінки та відповідальності.

Тема 15. Екологічна безпека роботизованих виробництв.

Розглядаються екологічні наслідки роботизації промисловості. Аналізуються підходи до зниження енергоспоживання, переробки відходів та мінімізації викидів. Вивчається роль екологічних стандартів у проєктуванні безпечних роботизованих систем.

9. Опис ІЗ/КПІЗ

Теми індивідуальних завдань (ІЗ) спрямовані на закріплення теоретичних знань і набуття практичних навичок застосування стандартів безпеки, оцінювання ризиків, вибору засобів захисту та розроблення технічних рішень для інтеграції роботизованих комплексів у сучасне виробництво.

1. Аналіз міжнародних стандартів безпеки промислових роботів та їх застосування у виробництві.

2. Оцінювання ризиків під час експлуатації промислового робота та розроблення заходів щодо їх зниження.

3. Розроблення системи забезпечення безпеки роботизованого технологічного комплексу.

4. Проєктування безпечної робочої зони промислового робота з використанням захисних огороджень і блокувальних пристроїв.

5. Вибір і обґрунтування засобів аварійного зупинення та захисного контролю роботизованого обладнання.

6. Аналіз функціональної безпеки систем керування промисловими роботами відповідно до вимог стандартів.

7. Розроблення концепції безпечної інтеграції промислового робота з верстатом із числовим програмним керуванням.

8. Оцінювання безпеки взаємодії людини та колаборативного робота на робочому місці.

9. Розроблення структури системи безпеки роботизованого комплексу із застосуванням датчиків, контролерів і реле безпеки.

10. Аналіз кіберзагроз промислових роботизованих систем і розроблення заходів захисту.

11. Розроблення концепції інтеграції роботизованого комплексу в Smart Factory з урахуванням вимог безпеки та сумісності обладнання.

12. Розроблення системи моніторингу технічного стану роботизованого комплексу для попередження відмов.

13. Підготовка технічної документації для перевірки відповідності роботизованого комплексу вимогам безпеки.

14. Розроблення програми аудиту безпеки роботизованого виробничого осередку.

15. Оцінювання енергоефективності, екологічної безпеки та сталості роботизованого виробництва.

ПРИКЛАД

Вступ

Обґрунтування актуальності теми, мета, завдання та об'єкт дослідження.

Розділ 1. Аналіз роботизованого технологічного комплексу

- Призначення та сфера застосування промислового робота.
- Будова комплексу, склад обладнання та принцип його роботи.
- Визначення робочої зони, режимів роботи й умов експлуатації.

Розділ 2. Аналіз нормативних вимог і небезпечних чинників

- Визначення застосовних міжнародних і національних стандартів.
- Ідентифікація механічних, електричних та інших небезпек.

· Аналіз можливих небезпечних ситуацій під час роботи, налагодження та технічного обслуговування.

Розділ 3. Оцінювання ризиків

· Вибір методики оцінювання ризиків.

· Складання таблиці небезпек і можливих наслідків.

· Визначення рівнів ризику до та після впровадження захисних заходів.

Розділ 4. Розроблення заходів безпеки

· Обґрунтування вибору захисних огороджень, блокувань, датчиків і пристроїв аварійного зупинення.

· Розроблення схеми розміщення засобів захисту.

· Формування рекомендацій щодо безпечної експлуатації та технічного обслуговування.

Висновки

Узагальнення результатів оцінювання ризиків, обґрунтування запропонованих заходів і визначення очікуваного результату їх застосування.

Список використаних джерел

Чинні стандарти, нормативні документи, технічна документація виробника та наукові публікації.

Додатки

Схеми роботизованого комплексу, таблиці оцінювання ризиків, креслення робочої зони та допоміжні розрахунки.

Обсяг: 15–25 сторінок друкованого тексту.

Оформлення: шрифт Times New Roman 14, інтервал 1.5.

10. Самостійна робота

1. Міжнародні та національні стандарти у сфері промислової робототехніки: структура, призначення та сфери застосування.
2. Аналіз вимог стандартів ISO 10218 щодо безпеки промислових роботів і роботизованих застосувань.

3. Оцінювання ризиків під час проєктування та експлуатації роботизованих комплексів відповідно до ISO 12100.

4. Вимоги стандартів ISO 13849-1 та IEC 62061 до систем керування, пов’язаних із безпекою.

5. Засоби технічного захисту роботизованих комплексів: захисні огородження, блокування, світлові завіси та лазерні сканери безпеки.

6. Системи аварійної зупинки та безпечного керування рухом промислових роботів.

7. Стандарти безпеки колаборативної робототехніки та особливості взаємодії людини з роботом.

8. Методи ідентифікації небезпек і оцінювання професійних ризиків у роботизованих виробничих системах.

9. Стандартизація інтерфейсів і протоколів обміну даними під час інтеграції промислових роботів та технологічного обладнання.

10. Інтеграція промислових роботів із програмованими логічними контролерами та системами автоматизованого керування.

11. Вимоги до функціональної безпеки роботизованих комплексів на етапах проєктування, налагодження та експлуатації.

12. Стандарти, загрози та методи захисту роботизованого обладнання.

13. Перевірка відповідності роботизованих комплексів вимогам стандартів: випробування, технічна документація та оцінювання відповідності.

14. Аналіз типових помилок під час інтеграції роботизованих комплексів і розроблення заходів щодо їх запобігання.

15. Стандарти безпеки та інтеграції роботизованих комплексів в умовах Індустрії 4.0

11. Загальні вимоги

Освітній процес регулюється академічними правилами ЛНТУ. Здобувачі освіти зобов’язані ознайомитися з вимогами, визначеними Кодексом академічної доброчесності ЛНТУ та Політикою етичного використання штучного інтелекту в ЛНТУ, і дотримуватися принципів академічної доброчесності та етичного використання штучного інтелекту в освітній діяльності.

Академічна доброчесність. Учасники освітнього процесу зобов’язані дотримуватися Закону України «Про академічну доброчесність» від 18.12.2025 № 4742-IX та внутрішніх нормативних документів ЛНТУ. Не допускаються академічний плагіат, фабрикація, фальсифікація, привласнення авторства, несамостійне виконання завдань, а також недоброчесне використання результатів, згенерованих штучним інтелектом.

Використання штучного інтелекту. Інструменти штучного інтелекту можуть використовуватися для пошуку ідей, пояснення методів, попереднього структурування, мовного редагування та допоміжного аналізу неконфіденційних даних, якщо конкретне завдання не передбачає повністю самостійного виконання. Здобувач освіти має зазначати використаний інструмент, мету та етап його застосування, перевіряти факти й розрахунки та самостійно обґрунтовувати висновки.

12. Література

I. Навчально-методичні матеріали та розробки

Праці інших авторів:

1. Horst, J., Marvel, J., Messina, E. (2021). Best Practices for the Integration of Collaborative Robots into Workcells Within Small and Medium-Sized Manufacturing Operations. Natl. Inst. Stand. Technol. Adv. Man. Ser. 100-41, 21. https://doi.org/10.6028/NIST.AMS.100-41

II. Наукові праці

Праці автора силабуса:

2. Самчук Л. М., Придальний Б. І., Гулієва Н. М., Сичук В. А. Аналітичний огляд підходів до забезпечення точності позиціонування промислових роботів у зварювальних операціях. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2026. № 1 (26). С. 1-10. DOI: 10.36910/2zmncs77. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/4810

3. Гулієва Н. М., Самчук Л. М., Божко Т. Є. Дослідження гідравлічної проникності сапоніт–титанових фільтрів. Наукові нотатки. 2025. Вип. 85. С. 41-45. https://doi.org/10.36910/775.24153966.2026.85.6

4. Придальний Б. І., Самчук Л. М., Гулієва Н. М., Сичук В.А. Підвищення надійності роботизованих виробничих систем на основі діагностики відмов, прогностичного обслуговування та поточного моніторингу. Наукові нотатки. 2026. Вип. 85. С. 138–144. DOI: https://doi.org/10.36910/775.24153966.2026.85.18.

5. Huliieva, N.M., Marchuk, S.F. (2023). Types of Mechatronic Modules by the Method of used Energy. Modernization of science and its influence on global processes: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the III International Scientific and Theoretical Conference, April 14, 2023. Bern, Swiss Confederation: European Scientific Platform. P. 57. https://doi.org/10.36074/scientia-14.04.2023

6. Huliieva N.M., Samchuk L.M., Prydalnyi B.I., Sychuk V.A., Karpus S.H. Information technology as the basis for the development of Industry 4.0. Collection of Scientific reports. IX International Scientific and Technical Conference. TK-2026. Progressive Directions of the Development of Automated Technological Complexes. Lutsk, Ukraine. May 28-30, 2026. P. 9-12. https://drive.google.com/file/d/1NPbhf7QmKBZutP6OUYuKt7VmI2_q8-Ew/view

Праці інших авторів:

7. Adedire D. Adesiji, Segun E. Ibitoye, Rasheedat M. Mahamood, Olalekan A., Olayemi, Peter O. Omoniyi, Tien-Chien Jen, Esther T. Akinlabi (2025). Safety Considerations in Deployment of Robotic

Systems–A Systematic Review. Journal of Field Robotics. July 202543(1), 5-33. https://doi.org/10.1002/rob.70022

8. Mariscal M. A., Barcina S. Ortiz, Herrero S. García, López Perea E. M. (2024).Working with collaborative robots and its influence on levels of working stress. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 37(7), 900–919. https://doi.org/10.1080/0951192X.2023.2263428

9. Chemweno, P., Pintelon, L., Decre, W. (2020).Orienting safety assurance with outcomes of hazard analysis and risk assessment: A review of the ISO 15066 standard for collaborative robot systems, Safety Science, 129, 104832. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104832.

10. Chen, Z., Qi, Y., Zhong, S., Feng, D., Chen, Q., Chen, H. (2022). SCL-SLAM: A Scan Context-Enabled LiDAR SLAM Using Factor Graph-Based Optimization. 2022 IEEE International Conference onUnmanned Systems (ICUS) 2022: 1264–1269. https://doi.org/10.1109/ICUS55513.2022.9987005

11. Choi, J.Y., Byeon S.H. (2020). Hazop Methodology Based on theHealth, Safety, and Environment Engineering. International Journal of Environmental Research and Public Health 17, 9. 3236. https://doi.org/10.3390/ijerph1709323

12. Choi, S.H., Park, K.B., Roh, D.H., et al. (2022). An Integrated Mixed RealitySystem for Safety-Aware Human-Robot Collaboration Using Deep Learn-ing and Digital Twin Generation. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. 73, 102258. https://doi.org/10.1016/j.rcim.2021.102258

13. Coronado, E., Kiyokawa, T.T., Ricardez, G.A.G., Ramirez-Alpizar, I.G., Venture, G. Yamanobe N. (2022). Evaluating Quality in Human-Robot Interaction: A Systematic Search and Classification of Perform-ance and Human-Centered Factors, Measures and Metrics Towards anIndustry 5.0. Journal of Manufacturing Systems. 63, 392–410. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.04.007

14. Costa, M. A., Wullt, B., Norrlöf, M., Gunnarsson. S. 2019. Failure Detection in Robotic Arms Using Statistical Modeling, Machine Learning and Hybrid Gradient Boosting. Measurement 146, 425–436. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.06.039

15. Cristea, G., Constantinescu, D.M. (2017). A Comparative CriticalStudy Between FMEA and FTA Risk Analysis Methods. IOPConference Series: Materials Science and Engineering. 252(1), 1–6. https://doi.org/10.1088/1757-899X/252/1/012046.

16. Cruz-Ortiz, D., Chairez, I., Poznyak, A. (2022). Safe Operation for Teleoperated Robotic Manipulators With Restricted Synchronization Error via Non-Singular Terminal Sliding-Mode Control. Journal of the Franklin Institute. 359, 7458–7481. https://doi.org/10.1016/j.jfranklin.2022.07.020

17. Davoodi, M., Cloud, J.M., Iqbal, A., Beksi, W.J., Gans, N.R. (2021). Safe Human-Robot Coetaneousness Through Model Predictive Control Barrier Functions and Motion Distributions. IFAC-PapersOnLine 54(20), 271–277. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.11.186

18. Bellamy Delgado, D., Chance, G., Caleb-Solly, P., Dogramadzi, S. (2021). Safety Assessment Review of a Dressing Assistance Robot. Frontiers inRobotics and AI. 8, 1–10. https://doi.org/10.3389/frobt.2021.667316

III. Інформаційні ресурси

19. ISO 10218-1:2011: Establishes safety requirements for industrial robots.

20. ISO 10218-2:2011: Focuses on the safety of robotic systems and their integration.