



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПРОМИСЛОВІ МЕРЕЖІ ТА ІНТЕГРАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ

ID 6553

Шифр, назва спеціальності та освітній рівень	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка (бакалавр)	Назва освітньої програми	Комп'ютеризовані системи управління та прикладне програмування (2025) Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (2025)
Тип програми	Освітньо-професійна	Мова викладання	Українська
Факультет	Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії (ФПТ)	Кафедра	Каф. комп'ютерно-інтегрованих технологій (КТ)

Викладач/викладачі

Митник Микола Мирославович, канд. техн. наук, доцент, ректор, [профіль на порталі "Науковці ТНТУ"](#)

Станько Андрій Андрійович, доктор філософії, старший викладач, [профіль на порталі "Науковці ТНТУ"](#)

Загальна інформація про дисципліну

Мета курсу	Курс «Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах» допоможе опанувати сучасні протоколи й стандарти (Modbus, PROFIBUS, Ethernet), дізнатися, як грамотно інтегрувати обладнання різних виробників, та розвине навички проектування від датчиків і ПЛК до SCADA і MES. Завдяки практичним прикладам і новітнім технологіям (TSN, OPC UA, 5G, IoT) слухачі вчитимуться створювати безпечні, надійні й масштабовані рішення, що відповідають вимогам Індустрії 4.0.
Формат курсу	Змішаний курс (для очної, заочної та дистанційної форм навчання).
Компетентності ОП	<p>Загальні компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. • Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. • Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел. <p>Спеціальних (фахові) компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій. • Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування. • Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу. • Здатність демонструвати знання архітектури комп'ютерних систем і мереж, принципів їх побудови, функціонування та налаштування, основних технічних характеристик та функціонального призначення компонентів, блоків, модулів і пристроїв. • Здатність використовувати інтеграцію новітніх технологій, сучасних методів і мов програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення комп'ютеризованих систем управління. • Здатність інтегрувати програмно-технічні засоби та інформаційні системи на основі інтелектуальних алгоритмів управління, хмарних технологій та обробки великих даних при проектуванні комп'ютеризованих систем управління.
	<ul style="list-style-type: none"> • Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з урахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

Програмні результати навчання з ОП	<ul style="list-style-type: none"> • Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки. • Вміти організувати процес виробництва із використанням концепції Industry 4.0 та застосуванням сучасних комп'ютеризованих засобів управління технологічними процесами, компонентів промислового Інтернету речей, технології організації зв'язку, хмарних обчислень та обробки великих даних. • Вміти вибирати топологію, технічні та програмні засоби для розробки, налагодження та експлуатації комп'ютерних мереж у розподілених системах управління.
Обсяг курсу	<p>Очна (денна) форма здобуття освіти: Кількість кредитів ECTS — 4; лекції — 14 год.; лабораторні заняття — 28 год.; самостійна робота — 78 год.;</p> <p>Заочна форма здобуття освіти: Кількість кредитів ECTS — 4; лекції — 8 год.; лабораторні заняття — 10 год.; самостійна робота — 102 год.;</p>
Ознаки курсу	Рік навчання — 1; семестр — 1; Вибіркова дисципліна; кількість модулів — 2;
Форма контролю	<p>Поточний контроль: залік</p> <p>Підсумковий контроль: залік</p>
Компетентності та дисципліни, що є передумовою для вивчення	Загальні та спеціальні компетентності передбачені освітнім стандартом за спеціальністю "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"
Матеріально-технічне та/або інформаційне забезпечення	Лабораторія з необхідним мережевим обладнанням, бездротовими точками доступу та іншим обладнанням. Стенди. Програмні продукт моделювання та візуалізації.

СТРУКТУРА КУРСУ

Лекційний курс	Годин	
	ОФЗО	ЗФЗО
<p>Лекція 1. Інтегровані АСУ та промислові мережі: роль, рівні, базова класифікація. Пояснює, що таке інтегрована АСУ та як мережі з'єднують польовий рівень, ПЛК і SCADA/DCS. Дає загальну характеристику промислових мереж і їх відмінності від офісних LAN, вводить ключові параметри (детермінованість, надійність, топології, швидкість, довжини сегментів) і типові сценарії застосування.</p>	2	2
<p>Лекція 2. Фізичний рівень та середовища передавання в промисловості: дротові й бездротові рішення. Розкриває реалізацію фізичного рівня (мідь/оптика, RS-485 тощо), вплив завад, екранування та вимоги до монтажу. Додає модемні й безпроводні технології, критерії вибору каналу зв'язку та компроміси між дальністю, швидкістю, надійністю і затримками.</p>	2	1
<p>Лекція 3. Мережі нижнього рівня для датчиків та виконавчих механізмів: AS-і та Modbus. Об'єднує "останню миль" для сенсорів/актуаторів (AS-і: архітектура, цикл обміну, адресація, практичні плюси/мінуси) з універсальним обміном даними через Modbus (RTU/ASCII/TCP, кадри, функції читання/запису, типові кейси та обмеження).</p>	2	1
<p>Лекція 4. Класичні промислові мережі та перехід до Industrial Ethernet: PROFIBUS і сучасні Ethernet-підходи. Пояснює PROFIBUS (DP/PA, принципи доступу, профілі пристроїв, налаштування) і логіку, чому індустрія переходить до Industrial Ethernet. Порівнює основні "промислові Ethernet" підходи, детермінованість, QoS та резервування для реального часу.</p>	2	1
<p>Лекція 5. Комунікаційна архітектура електроприводів та motion-мережі. Фокусується на вимогах приводних систем: низькі затримки, синхронізація, стабільний цикл, відмовостійкість. Розглядає типові мережеві рішення для приводів, топології та принципи побудови швидкодіючих контурів керування.</p>	2	1
<p>Лекція 6. Програмна інтеграція на підприємстві: Windows-технології та OPC як "уніфікований шлюз даних". Об'єднує підходи програмної інтеграції (COM/DCOM, .NET, API-підхід) з технологією OPC (DA/A&E/HDA та еволюція до OPC UA). Пояснює модель "сервер-клієнт", інтероперабельність між SCADA/MES/ERP і базові вимоги безпеки інтеграції.</p>	2	1

Теми занять, короткий
зміст

Лекція 7. Дані, проєктування ІАСУ та мережі нового покоління: БД, архітектура, TSN/Edge/5G і кібербезпека.

Показує, як організувати доступ до баз даних (ODBC/OLE DB/ADO(.NET), ролі SQL-інструментів) і як це вбудовується в життєвий цикл проєктування ІАСУ (від ТЗ до впровадження й тестування). Завершує оглядом мереж наступного покоління (TSN, Edge/Fog, приватні 5G-мережі) та того, як вимоги кібербезпеки впливають на архітектуру.

2 1

РАЗОМ: 14 8

Лабораторний практикум (теми)

Годин
ОФЗО ЗФЗО

Лабораторна робота №1: Підключення і передача даних через RS-485

2 0,5

Лабораторна робота №2: RS-485 — Мережеве підключення кількох пристроїв

2 0,5

Лабораторна робота 3: CAN — Базове підключення

2 0,5

Лабораторна робота 4: CAN — Мережеве підключення та фільтрація

2 0,5

Лабораторна робота 5: Modbus RTU — Підключення через RS-485

2 0,5

Лабораторна робота 6: Modbus RTU — Управління пристроями

2 0,5

Лабораторна робота 7: MQTT — Публікація повідомлень

2 0,5

Лабораторна робота 8: MQTT — Підписка на повідомлення

2 0,5

Лабораторна робота 9: LoRa — Передача даних на далекі відстані

2 0,5

Лабораторна робота 10: LoRa — Мережа з кількома пристроями

2 0,5

Лабораторна робота 11: Ethernet — Підключення та обмін даними

2 1

Лабораторна робота 12: Ethernet — Створення веб-сервера

2 1

Лабораторна робота 13: Проект — Інтеграція LoRa та MQTT

2 1

Лабораторна робота 14: Проект — Комплексна система з RS-485, Modbus, CAN і Ethernet

2 1,5

РАЗОМ: 28 10

ІНШІ ВИДИ РОБІТ

Тема №1 Моделювання даних виробництва: теги, події, партії, контекст і метадані

Короткий опис: Розглянути, як перейти від «плоского» набору тегів до структурованих моделей даних для IACS/SCADA/MES: ієрархія обладнання, атрибути, одиниці вимірювання, статус якості, трасування походження даних і правила іменування.

Тема №2 Промислові історіани та time-series підхід: зберігання, компресія, агрегації, політики retention

Короткий опис: Дослідити принципи роботи історіанів і time-series сховищ: як організовується запис великих потоків телеметрії, як працює компресія, як будуються запити по часу, чим відрізняються сирі дані від агрегатів і як вибрати горизонт зберігання.

Тема №3 ETL/ELT у промисловості: від збору до нормалізації і вітрин даних

Короткий опис: Вивчити конвеєр підготовки промислових даних для аналітики й MES/ERP: витяг (з OPC/БД/логів), очищення, узгодження довідників, дедуплікація подій, формування вітрин, контроль якості та ідемпотентність завантажень.

Тема №4 OPC UA Information Modeling і Companion Specifications у практиці інтеграції

Короткий опис: Розібрати, як в OPC UA задаються об'єкти, типи, події та методи; як companion-специфікації допомагають стандартизувати семантику обладнання і зменшити ручний мапінг при інтеграції з MES/аналітикою.

Тема №5 Синхронізація часу в IACS: NTP/PTP, часові мітки, джитер і наслідки для даних

Короткий опис: Проаналізувати, чому «точний час» критичний: узгодження подій, коректність трендів, OEE-розрахунки, розслідування інцидентів. Порівняти NTP і PTP, розглянути ризики дрейфу часу та вплив на системи реального часу.

Теми, короткий зміст

Тема №6 Архітектура OT-DMZ-IT: сегментація, шлюзи, проксі, реплікація даних і Zero Trust-підхід

Короткий опис: Опрацювати принципи побудови кордонів між технологічною й корпоративною мережами: що виносити в DMZ, як організувати односпрямовані потоки даних, де ставити брокери/реплікатори, як зменшити поверхню атаки без втрати керованості.

Тема №7 TSN на практиці: планування трафіку, класи потоків і сумісність з Industrial Ethernet

Короткий опис: Дослідити, як TSN забезпечує детермінованість Ethernet: синхронізація, розклад кадрів, пріоритизація, контроль джитеру. Оцінити, як це впливає на інтеграцію керування, діагностики та аналітики в одній мережі.

Тема №8 Edge/Fog в IACS: локальна аналітика, буферизація, MEC і управління конфігураціями

Короткий опис: Розглянути, як перенос обчислень «на край» підвищує стійкість і зменшує затримки; які патерни буферизації і реплікації даних застосовують; як організувати оновлення, моніторинг і відмовостійкість edge-вузлів.

Тема №9 Приватні 5G-мережі на підприємстві: QoS, slicing, інтеграція з ОТ і вимоги безпеки

Короткий опис: Вивчити сценарії використання 5G для мобільних об'єктів (AGV/роботи/переносні HMI), керування QoS, автентифікацію абонентів, інтеграцію з локальними сервісами та ризику/захист у бездротовому домені.

Тема №10 Інженерія надійності для інтеграційних сервісів: черги, retries, ідемпотентність, спостережуваність

Короткий опис: Опрацювати, як проектувати канали даних так, щоб вони переживали збої: черги/брокери, повторні спроби, гарантії доставки, захист від дублікатів, журналювання, метрики, трасування та правила реакції на деградацію.

Інформаційні джерела для вивчення курсу

- AS-International Association. (n.d.). *Installing AS-Interface correctly (installation guideline and supporting materials)*. ([as-interface.net][1])
- EtherCAT Technology Group. (2024, February 23). *EtherCAT Overview & ETG Introduction (Brochure)*. ([ethercat.org][2])
- EtherCAT Technology Group. (2024). *EtherCAT Technology Group: Technical introduction and overview (PDF)*. ([ethercat.org][3])
- IEC. (2016). *IEC 62591:2016 Industrial networks — Wireless communication network and communication profiles — WirelessHART™* (IEC 62591:2016). International Electrotechnical Commission. ([webstore.iec.ch][4])
- IEC. (2010–2024). *IEC 61158 Industrial communication networks — Fieldbus specifications* (all parts). International Electrotechnical Commission.
- IEC. (2010–2024). *IEC 61784 Industrial communication networks — Profiles* (all relevant parts). International Electrotechnical Commission.
- IEC. (2022). *IEC 62443 Industrial communication networks — Network and system security* (series). International Electrotechnical Commission.
- IEC. (2025). *IEC 62541 OPC Unified Architecture (OPC UA)* (series). International Electrotechnical Commission.
- ISA100 Wireless Compliance Institute. (2023, January 26). *ISA100 Wireless standard gains final IEC approval as IEC 62734*. ([isa100wci.org][5])
- ISO/IEC. (2013). *IEC 62264-1:2013 Enterprise-control system integration — Part 1: Models and terminology* (IEC 62264-1:2013). International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission. ([iso.org][6])
- Kleppmann, M. (2017). *Designing data-intensive applications*. O'Reilly Media.
- Kimball, R., & Ross, M. (2013). *The data warehouse toolkit* (3rd ed.). Wiley.
- Microsoft. (n.d.). *Component Object Model (COM) documentation*. Microsoft Learn.
- Microsoft. (n.d.). *Distributed Component Object Model (DCOM) overview*. Microsoft Learn.
- Microsoft. (n.d.). *ADO.NET documentation (data access in .NET)*. Microsoft Learn.
- Modbus Organization. (n.d.). *Modbus specifications (protocol specification set and implementation guides)*. ([modbus.org][7])
- Modbus Organization. (n.d.). *MODBUS Application Protocol Specification* (V1.1b3). ([modbus.org][8])
- Modbus Organization. (2006). *MODBUS over serial line specification and implementation guide* (V1.02). ([modbus.org][9])
- NIST. (2024). *Guide to Operational Technology (OT) Security* (NIST SP 800-82 Rev. 3). National Institute of Standards and Technology.
- NIST. (2024). *The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0*. National Institute of Standards and Technology.
- ODVA. (2022–2025). *CIP™ Networks library: EtherNet/IP™ and CIP Motion™ specifications and application guidance*. ODVA.
- OPC Foundation. (n.d.). *OPC UA specifications (Core, Security, Information Model, Profiles)*. OPC Foundation.
- OPC Foundation. (n.d.). *OPC Classic specifications (OPC DA, OPC A&E, OPC HDA)*. OPC Foundation.
- PROFIBUS & PROFINET International (PI). (2018/2024 update). *PROFINET Technology and Application — System Description* (System description, English). ([profibus.com][10])
- PROFIBUS & PROFINET International (PI). (2016). *PROFIBUS Technology and Application — System Description* (System description, English). ([profibus.com][11])
- PROFIBUS & PROFINET International (PI). (n.d.). *PROFIBUS Standard — DP Specification (overview and access path to IEC documents)*. ([profibus.com][12])
- PROFIBUS & PROFINET International (PI). (2021/2024 update). *PROFIdrive Technology and Application — System Description* (System description, English). ([profibus.com][13])
- Siemens AG. (2006). *SIMATIC NET AS-Interface — Introduction and basics* (technical basics and cycle-time constraints). ([support.industry.siemens.com][14])

- Siemens AG. (2006). *Automation solution: Configuration for communication (IE/AS-i LINK PN IO)* (application description). ([support.industry.siemens.com][15])
- Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S. (2019). *Database system concepts* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Zurawski, R. (Ed.). (2014). *Industrial communication technology handbook* (2nd ed.). CRC Press.
- IEEE. (2019). *IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems* (IEEE Std 1588-2019). Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- IEEE. (2015–2020). *Time-Sensitive Networking (TSN) family: 802.1AS, 802.1Qbv and related amendments/editions*. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- IEC/IEEE. (2023–2025). *TSN profile for industrial automation (IEC/IEEE 60802)*. International Electrotechnical Commission / IEEE.
- ETSI. (2020–2025). *Multi-access Edge Computing (MEC) framework and reference architecture (ETSI GS MEC series)*. European Telecommunications Standards Institute.
- 3GPP. (2023–2026). *5G system architecture and procedures (TS 23.501, TS 23.502; and related service requirements TS 22.261)*. 3rd Generation Partnership Project.
- 5G-ACIA. (2020–2025). *White papers and recommendations for 5G in industrial automation (URLLC, campus networks, integration patterns)*. 5G Alliance for Connected Industries and Automation.

Політики курсу

Політика контролю	Використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання: поточне опитування; тестування; виконання індивідуальних завдань та презентацій; оцінювання результатів виконаних самостійних робіт; бесіди та обговорення проблемних питань; дискусії; індивідуальні консультації; екзамен. Можливий ректорський контроль.
Політика щодо консультування	Консультації при вивченні дисципліни проводяться згідно затвердженого на кафедрі . Консультування передбачено як очно , так і з використанням ресурсів електронного навчального курсу у середовищі електронного навчання університету.
Політика щодо перескладання	Студент має право на повторне складання модульного контролю з метою підвищення рейтингу протягом тижня після складання модульного контролю за графіком. Перескладання заліку відбувається в терміни, визначені графіком освітнього процесу. Здобувач ВО має право на зарахування результатів навчання здобутих у неформальній чи інформальній освіті.
Політика щодо академічної доброчесності	При складанні усіх видів контролю у середовищі електронного навчання завжди активується система розпізнавання особи, що складає контроль. Усі практичні роботи у ЕНК перевіряються вбудованою системою Антиплагіат. При складанні усіх форм контролю забороняється списування, у тому числі з використанням сучасних інформаційних технологій.

Політика щодо відвідування

Відвідування занять є обов'язковим компонентом освітнього процесу. За наявності поважних причин (наприклад, хвороба, особливі потреби, відрядження, сімейні обставини, участь у програмах академічної мобільності тощо) навчання може здійснюватися за індивідуальним графіком, погодженим з деканом факультету.

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

Розподіл балів, які отримують студенти за курс

Модуль 1			Модуль 2			Підсумковий контроль	Разом з дисципліни
Аудиторна та самостійна робота			Аудиторна та самостійна робота			Одна третя від суми балів, набраних здобувачем впродовж семестру	100
Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота		Теоретичний курс (тестування)	Лабораторна робота			
20	15		20	20			
№ лекції	Види робіт	К-ть балів	№ лекції	Види робіт	К-ть балів		
Лекція 1	Лабораторна робота №1	2	Лекція 5	Лабораторна робота №8	2		
Лекція 2	Лабораторна робота №2	2	Лекція 6	Лабораторна робота №9	3		
Лекція 3	Лабораторна робота №3	2	Лекція 7	Лабораторна робота №10	3		
Лекція 4	Лабораторна робота №4	2		Лабораторна робота №11	3		
	Лабораторна робота №5	2		Лабораторна робота №12	3		
	Лабораторна робота №6	2		Лабораторна робота №13	3		
	Лабораторна робота №7	3		Лабораторна робота №14	3		

Розподіл оцінок

Сума балів за навчальну діяльність	Шкала ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Зараховано
82-89	B	Зараховано
75-81	C	Зараховано
67-74	D	Зараховано
60-66	E	Зараховано
35-59	FX	Не зараховано
1-34	F	Не зараховано

Затверджено рішенням кафедри КТ, протокол №1 від «28» серпня 2025 року.