

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
“УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан інженерно-технічного
факультету

доц. Йолана ГОЛИК

2025р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Комп'ютерно-інтегровані технології в електронній
промисловості

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Освітня програма	Електронні системи
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Робоча програма з навчальної дисципліни «Комп'ютерно-інтегровані технології в електронній промисловості» для студентів 1-го курсу кафедри електронних систем освітнього ступеня магістр за напрямом підготовки освітньої програми «Електронні системи» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво за спеціальністю G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка.


“ 22 ” _05_ 2025 року – 16 с.

Розробники: Ph.D., докт.філософії викладач кафедри електронних систем Алла БУЛГАКОВА

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електронних систем

Протокол від „22” 06 2025 року № “10”

Завідувач кафедри електронних систем


_____ доц. Тарас ЗАЯЦЬ

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-технічного факультету

Протокол від „ 27 ” _06_ 2025 року № “06”

Голова науково-методичної комісії _____ доц. Володимир ЦИГИКА

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Рік підготовки	
Загальна кількість годин – 120	1	-
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,5 самостійної роботи студента – 5,0	2	-
	Лекції	
	32	
	Лабораторні	
Вид підсумкового контролю: залік	Самостійна робота	
	72	-
Форма підсумкового контролю: усна		

2. МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – за освітньо-професійною програмою «Електронні системи» є створення системного уявлення, стійких знань, умінь та навичок у студентів з основ апаратно-програмних технологій систем автоматизованих виробництв; вивчення загальних принципів побудови та функціональних можливостей сучасних технологій створення електронних систем, формуванню розуміння організації взаємодії складових частин систем автоматизованих виробництв, аналізу головних тенденцій розвитку сучасної електронної промисловості.

Завдання дисципліни - формування у здобувачів вищої освіти глибоких професійних знань з використання систем автоматизованих виробництв у сучасній економіці.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати**:

- 1) зміст основних категорій дисципліни, її предмет, метод та задачі вивчення, термінологію дисципліни;
- 2) архітектуру автоматизованих систем керування; класифікацію та функціонування основних типів автоматизованих систем керування світових виробників, їх базові елементи,
- 3) принципи апаратної та програмної організації технологічних трендів у цифровій трансформації економіки та їх впливу на електронну промисловість;
- 4) діючі стандарти, технічні характеристики і економічні показники вітчизняних та світових розробок у ІКТ;

На основі отриманих теоретичних знань студент повинен **вміти**:

- 1) вільно користуватися системою знань з питань використання автоматизованих систем управління технологічними процесами та інформаційної підтримки процесів життєвого циклу виробів (ІПВ)
- 2) здійснювати вибір засобів та систем проектування і технологічної підготовки виробництва (CAE/CAD/CAM) розв'язку прикладних задач, цілеспрямовано (з урахуванням технічних вимог) здійснювати оптимізацію параметрів та структури програм;

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формування у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми професійної діяльності у галузі електроніки та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій у галузі електроніки та характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог
Загальні компетентності	ЗК1.Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК2.Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. ЗК3.Здатність спілкуватися іноземною мовою. ЗК4.Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні. ЗК5.Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК6.Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК7. Навички міжособистісної взаємодії. ЗК8. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	СК1.Здатність оцінювати рівень існуючих технологій електронної промисловості у галузі професійної діяльності, ефективність технічних рішень. СК3.Здатність до системного розв'язання задач розробки, аналізу, розрахунку, моделювання електронних компонентів, пристроїв і систем різного призначення. СК4.Здатність використовувати інформаційні, комп'ютерні і мультимедійні технології, методи моделювання, інтелектуалізації, штучного інтелекту, експериментальні методи для дослідження та аналізу процесів в електронних компонентах, пристроях і системах. СК5.Здатність забезпечувати ефективність та якість вимірювань в електронних компонентах, пристроях і системах. СК6.Здатність відшукувати необхідну інформацію за допомогою сучасних інформаційних ресурсів, аналізувати та оцінювати її. СК7. Здатність до розв'язання задач обробки та відображення інформації в сучасних електронних пристроях і системах. СК8. Здатність оцінювати проблемні ситуації у сфері розробки, конструювання, налагодження, функціонування та експлуатації електронних компонентів, пристроїв і систем, формулювати пропозиції щодо вирішення проблем. СК9.Здатність враховувати в конструкторсько-технологічних, інженерних та науково-технічних рішеннях вимог щодо безпеки життєдіяльності, захисту інтелектуальної власності, енергоефективності та екологічності. СК10.Здатність презентувати результати досліджень фахівцям і нефахівцям, вести дискусію і аргументувати власну позицію. СК11. Здатність планувати і здійснювати дослідження з використанням сучасних експериментальних методів та інструментів і методів комп'ютерного моделювання, аналізувати результати досліджень, обґрунтовувати висновки і рекомендації.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерно-інтегровані технології в електронній промисловості» є опанування навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП) другого ступеня (магістр) за спеціальністю 171 Електроніка.

Шифр НД за ОП	Назва навчальної дисципліни
ОК3	САПР електронних пристроїв
ОК11	Мікропроцесорні системи

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми, вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерно-інтегровані технології в електронній промисловості» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Реалізовувати проекти модернізації виробництва і технологій у сфері електроніки, впровадження новітніх інформаційних, комунікаційних та мультимедійних технологій.	ПРН1
Моделювати та експериментально досліджувати об'єкти та процеси в електроніці та технології електронної промисловості.	ПРН2
Співпрацювати із замовником при формулюванні технічного завдання та обговоренні технічних рішень і результатів виконання проектів, вести аргументовану професійну та наукову дискусію.	ПРН3
Розробляти маловідходні, енергозберігаючі та екологічно чисті технології з урахуванням вимог безпеки життєдіяльності людей, раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів.	ПРН4
Забезпечувати енергетичну та економічну ефективність розробок виробництва та експлуатації електронної техніки.	ПРН5
Забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового рівня наукових та інженерних досягнень в сфері розробки та експлуатації електронних компонентів, пристроїв і систем.	ПРН6
Здійснювати інформаційний та науковий пошук з використанням наукової, технічної та довідкової літератури, баз даних і знань, інших джерел інформації, критично осмислювати та інтерпретувати наявні знання та дані, формувати напрями досліджень і розробок з урахуванням вітчизняного й закордонного досвіду.	ПРН7
Здійснювати та координувати розробку, підбір, використання та модернізацію необхідного обладнання, інструментів і методів при організації виробничого процесу з урахуванням технічних та технологічних можливостей, сучасних наукоємних методів, засобів та технічних рішень.	ПРН8
Координувати роботу колективів виконавців в галузі наукових досліджень, проектування, розробки, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування електронних компонентів, пристроїв і систем з урахуванням вимог дотримання громадянських та моральних цінностей, прав і свобод людини, верховенства права.	ПРН9
Обирати оптимальні методи досліджень, модифікувати, адаптувати та розробляти нові методи.	ПРН10
Аналізувати техніко-економічні показники, надійність, ергономічність, патентну чистоту, потреби ринку, інвестиційний клімат та відповідність проектних рішень, наукових та дослідно-конструкторських розробок визначеним цілям та нормам законодавства України.	ПРН11
Узагальнювати сучасні наукові знання в галузі електроніки та застосовувати їх для розв'язання складних науково-технічних задач, доведення отриманих рішень до рівня конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.	ПРН12
Організовувати та керувати дослідницькою, інноваційною та інвестиційною діяльністю, бізнес-проектами та виробничими процесами з урахуванням технічних, технологічних та економічних факторів.	ПРН13
Досліджувати процеси у електронних компонентах, пристроях і системах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, методів комп'ютерного моделювання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів та розрахунків.	ПРН14
Брати участь у розробці та виконанні проектів міжнародного наукового співробітництва та академічної мобільності.	ПРН15

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Комп'ютерно-інтегровані технології в електронній промисловості»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
<p>Критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань.</p> <p>Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень.</p> <p>Здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності.</p> <p>Управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.</p>	ПРН1
Критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань.	ПРН2
<p>Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>Здатність до системного розв'язання задач розробки, аналізу, розрахунку, моделювання електронних компонентів, пристроїв і систем різного призначення.</p>	ПРН3
<p>Здатність оцінювати рівень існуючих технологій електронної промисловості у галузі професійної діяльності, ефективність технічних рішень.</p> <p>Здатність враховувати в конструкторсько-технологічних, інженерних та науково-технічних рішеннях вимог щодо безпеки життєдіяльності, захисту інтелектуальної власності, енергоефективності та екологічності.</p>	ПРН4
<p>Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>Здатність планувати і реалізовувати інноваційні проекти у сфері електроніки, захищати права на інтелектуальну власність.</p> <p>Здатність до розв'язання задач обробки та відображення інформації в сучасних електронних пристроях і системах.</p>	ПРН5
<p>Забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового рівня наукових та інженерних досягнень в сфері розробки та експлуатації електронних компонентів, пристроїв і систем.</p>	ПРН6
<p>Здійснювати інформаційний та науковий пошук з використанням наукової, технічної та довідкової літератури, баз даних і знань, інших джерел інформації, критично осмислювати та інтерпретувати наявні знання та дані, формувати напрями досліджень і розробок з урахуванням вітчизняного й закордонного досвіду.</p>	ПРН7
<p>Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>Навички міжособистісної взаємодії.</p> <p>Здатність оцінювати проблемні ситуації у сфері розробки, конструювання, налагодження, функціонування та експлуатації електронних компонентів, пристроїв і систем, формулювати пропозиції щодо вирішення проблем.</p>	ПРН8
<p>Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово</p> <p>Здатність спілкуватися іноземною мовою.</p> <p>Навички міжособистісної взаємодії.</p>	ПРН9
<p>Обирати оптимальні методи досліджень, модифікувати, адаптувати та розробляти нові методи.</p>	ПРН10
<p>Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>Здатність оцінювати рівень існуючих технологій електронної промисловості у галузі професійної діяльності, ефективність технічних рішень.</p> <p>Здатність враховувати в конструкторсько-технологічних, інженерних та науково-технічних рішеннях вимог щодо безпеки життєдіяльності, захисту інтелектуальної власності, енергоефективності та екологічності.</p>	ПРН11
<p>Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p>	ПРН12

Здатність спілкуватися представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності). Здатність використовувати інформаційні, комп'ютерні і мультимедійні технології, методи моделювання, інтелектуалізації, штучного інтелекту, експериментальні методи для дослідження та аналізу процесів в електронних компонентах, пристроях і системах. Здатність відшуковувати необхідну інформацію за допомогою сучасних інформаційних ресурсів, аналізувати та оцінювати її.	
Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. Здатність до розв'язання винахідницьких задач в сучасних електронних пристроях і системах.	ПРН13
Здатність до системного розв'язання задач розробки, аналізу, розрахунку, моделювання електронних компонентів, пристроїв і систем різного призначення. Здатність презентувати результати досліджень фахівцям і нефахівцям, вести дискусію і аргументувати власну позицію.	ПРН14
Брати участь у розробці та виконанні проектів міжнародного наукового співробітництва та академічної мобільності.	ПРН15

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- усне опитування під час лекцій та допуску до виконання лабораторних робіт;
- письмове опитування (проміжкові контрольні роботи по модулям);
- підсумковий контроль засвоєння модулів здійснюється по рейтинговій оцінці за стобальною шкалою з урахуванням оцінок по окремим модулям;
- проведення заліку.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- здійснюється опитуванням;
- контролем самопідготовки до лабораторних робіт;
- контролем виконання лабораторних робіт;
- контролем за ходом виконання індивідуальних завдань;
- контролем самостійної роботи.

Форма модульного контролю:

- контроль знань здійснюється за двома модулями;
- кожний модуль оцінюється максимально в 100 балів.

Форма підсумкового семестрового контролю:

- в кінці вивчення дисципліни виводиться рейтинговий бал;
- враховується якість виконання лабораторних робіт та їх захисту;
- проводиться залік.

Контроль знань здійснюється за двома модулями. Для контролю знань розроблений перелік теоретичних питань, завдання для самостійної роботи, зі змістом яких студенти знайомляться на початку семестру. Кожний модуль оцінюється максимально в 100 балів. В кінці вивчення дисципліни виводиться рейтинговий бал, який визначається як середньоарифметичне балів з 2 модулів.

Розподіл балів, які отримують студенти за модуль наведені в таблицях:
Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота							Письмова контрольна робота	Сума
Змістовний модуль 1								
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Тема 4	Тема 5	Тема 6	Тема 7		
10	10	10	10	10	10	10	30	100

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота							Письмова контрольна робота	Сума
Змістовний модуль 2								
Тема 8	Тема 9	Тема 10	Тема 11	Тема 12	Тема 13	Тема 14		
10	10	10	10	10	10	10	30	100

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	кількість	максимальна кількість балів (сумарна)	кількість	максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	3	60		
Модульна контрольна робота		40		100
Разом		100		100

Критерій оцінювання модульної контрольної роботи

При оцінюванні модульної контрольної роботи враховується обсяг і правильність виконаних завдань:

- оцінка “відмінно” ставиться за правильне виконання всіх завдань;
- оцінка “добре” ставиться за виконання 75 % усіх завдань;
- оцінка “задовільно” ставиться, якщо правильно виконано більше 50% запропонованих завдань;
- оцінка “незадовільно” ставиться, якщо завдань виконано менше від 50 %.

Неявка на модульну контрольну роботу – 0 балів.

Ці оцінки трансформуються в рейтингові бали у такий спосіб:

“5” – 40 балів;

“4” – 30 балів;

“3” – 20 балів;

“2” – 10 балів.

Неявка на МКР – 0 балів.

Критерій оцінювання підсумкового семестрового контролю

До складання заліку допускаються лише студенти, які мають рейтинговий бал не менше 35 і виконали лабораторні роботи. Залік з навчальної дисципліни студент може не скласти, якщо він склав усі модулі та його влаштовує рейтингова оцінка. Студенти, які мають рейтинговий бал від 35 до 59 залік складають обов'язково. Студент може підвищити на заліку оцінку, при цьому рейтингова оцінка не може бути зменшена.

За результатами виконання студентом навчальної програми впродовж семестру рекомендується виставляти залік без додаткового опитування за такою шкалою:

Шкала оцінювання: вузу (ECTS та національна)

Сумарні бали	Оцінка ECTS	Залік	Вимоги до якості знань
90 – 100	A	Зараховано	Вищий рівень: студент глибоко і в повному обсязі засвоїв програмний матеріал, грамотно, вичерпно та логічно викладає його в усній або письмовій формі; при цьому знає рекомендовану літературу, виявляє творчий підхід і правильно обґрунтовує прийняті рішення, добре володіє різноманітними вміннями та навичками при виконанні практичних задач, відмінно виконує текстові та графічні матеріали.
82 – 89	B		Середній рівень: студент знає програмний матеріал, грамотно викладає його в усній або письмовій формі; припускаючи неточність у доказах, трактовці понять та категорій, при цьому володіє необхідними вміннями та навичками при виконанні практичних задач, добре виконує текстові та графічні матеріали
74 – 81	C		Достатній рівень: студент знає тільки основний програмний матеріал, припускає неточності, недостатньо чіткі формулювання, непослідовність у викладанні відповідей у усній або письмовій формі; при цьому невпевнено володіє вміннями та навичками виконання практичних задач, задовільно виконує текстові та графічні матеріали
64 – 73	D		
60 – 63	E		

35 – 59	FX	Незараховано з можливістю повторного складання	Недостатній рівень: студент не володіє основним програмним матеріалом, допускає грубі помилки, які свідчать про нерозуміння матеріалу, у розрахунках отримані невірні результати, на запитання дає неправильні відповіді; припускає принципові помилки у доказах, трактовці понять та категорій; не володіє основними вміннями та навичками при виконанні практичних задач, потрібна додаткова навчальна робота з дисципліни
1 – 34	F	Незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Незадовільний рівень: студент не розуміє і не орієнтується у матеріалі, розрахунки не проводить до кінця, не дає відповіді на запитання; потрібний повторний курс вивчення дисципліни

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Тема 1. Основні принципи комп'ютерно-інтегрованого управління.

Збір і первинна обробка інформації в АСК. Загальна характеристика задач збору інформації в АСК. Перетворення сигналів у ІВК і задачі первинної обробки інформації. Вибір періоду опитування датчиків. Фільтрація сигналів і аналітичне градування датчиків. Алгоритмічна самодіагностика і підвищення достовірності первинної інформації. Визначення узагальнених показників.

Тема 2. Оптимальне керування технологічними комплексами.

Задачі оптимального управління ТК та методи декомпозиції задач. Оптимальне керування ТК з агрегатами неперервної дії. Оптимальне керування ТК з агрегатами періодичної дії. Системи автоматизації виробничого потоку.

Тема 3. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Інтеграція систем керування.

Загальна характеристика АСКТП. Вузли верхнього рівня. Обчислювальні мережі верхнього рівня. Вузли нижнього рівня. Обчислювальні мережі нижнього рівня. Загальна характеристика інтегрованих систем. Корпоративна система керування бізнес-процесами. Корпоративна обчислювальна мережа.

Тема 4. Електронна промисловість. Світові тренди. Можливості інтеграції. Основні сегменти ринку електроніки. Моделі виробництва класу "fabless" і "labless". Концепція Open Innovation. Світові інноваційні центри в електроніці. Інтелектуальні рішення для організації і управління виробничим процесом.

Тема 5. Світовий досвід цифрової трансформації промисловості. Підходи до цифрової трансформації промисловості.

Прийняття цифрових трендів у світі, включно сферу промисловості. Технологічні тренди в цифровій трансформації промисловості. Цифрові компанії світу. Моделі цифрової трансформації промисловості (процесний, галузевий, технологічний підходи). Напрями роботи по цифровій трансформації промисловості. Проекти, що знаходяться в площині цифрової економіки. Національні приклади по технологічним сегментам.

Тема 6. Цифрова трансформація економіки - основні напрями.

Повне оцифрування економіки. Нові технології і їх вплив на традиційні сектори економіки. Технології, які визначають перехід до цифрової економіки. Технологічні тренди в цифровій трансформації промисловості. Сучасні проблеми виробників електроніки. Наслідки для виробників. Відповідь галузі. Потреби трансформації. Розумне виробництво в електронній промисловості. Функціональна основа. Переваги для виробництва. Підвищення конкурентоспроможності і доходності бізнесу. Інтелектуальне виробництво в електронній промисловості. Майбутнє електронної промисловості.

Тема 7. Поняття "Цифрові двійники" - підходи, інтерпретації.

Історія поняття. Приклади визначень і трактувань цифрового двійника. Національне управління по авіації і дослідженню космічного простору(NASA), ВПС США (United States Air Force). General Electric. Siemens. ANSYS. Autodesk. Gartner. Типи цифрових двійників. Перший варіант. Стадія розробки. Другий варіант. Адекватність моделі. Третій варіант. Бізнес-цілі.

Модуль 2

Тема 8. Основні тренди розвитку ринків цифрових двійників.

Світові тренди розвитку ринку цифрових двійників. Об'єм і динаміка розвитку ринків цифрових двійників, основні конкуренти/ ключові гравці. Світовий ринок цифрових двійників у високотехнологічній промисловості. Заходи державної підтримки "цифрових двійників". Використання технологічних пріоритетів у рамках стратегій економічного розвитку, стратегій цифрової трансформації. Заходи підтримки.

Тема 9. Основні технології і рішення світового ринку цифрових двійників.

Приклади технологій і рішень для розробки цифрових двійників. General Electric: Predix. Siemens Digital Industries Software: Teamcenter, MindSphere, Digital Enterprise Suite, Simcenter Amesim. Dassault Systèmes, 3DEXPERIENCE. «ЛОГОС». Центр НТІ СПбПУ / Інжиніринговий центр СПбПУ : CML - Bench™. Аналіз кейсів кращих практик реалізації проєктів "Цифрових двійників". AGAP: Avvocato Giovanni Agnelli Plant (Maserati S.p.A., Siemens AG).

Тема 10. Системні проєкти цифрової трансформації промисловості.

Цифрова фабрика(завод) (розумна фабрика, віртуальна фабрика). Цифрове місто(розумне місто). Цифрова дорога і Цифровий транспорт(розумна дорога і розумний транспорт). Розумний будинок(будівля) і розумні товари.

Тема 11. Наскрізні проєкти цифрової трансформації промисловості.

B2B – системи для промисловості. ERP- системи для промисловості. BIM- системи для промисловості. Автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУТП). PLM-системи. Промислова аналітика, "Аналітика 3.0", альтернативна статистика і "великі дані". Геоінформаційні системи (ГІС), просторові дані, картографічні сервіси для промисловості. Інтернет речей, промисловий інтернет. "Хмарні" технології і послуги в промисловості. B2C - майданчики промислових товарів. Математичне моделювання в промисловості. Система наскрізного планування і управління в промисловості і аналіз промисловості через відкриті дані. Розробка програмного забезпечення як сектор цифрової трансформації промисловості. Ідентифікація промислових товарів і їх відслідкованість.

Тема 12. 3D-принтери і адитивне виробництво як перший проєкт цифрової трансформації промисловості.

Адитивне виробництво - основа цифрової революції в промисловості. Технології адитивної індустрії і виробники. Розвиток адитивних технологій у ряді провідних країн світу. Деякі проблеми розвитку адитивного виробництва і шляхи їх рішення. Адитивні технології завтра: 4D і програмовані матеріали.

Тема 13.CALS(ІПВ) на підприємствах - принципи, передумови, методологія, аналіз стану і розвитку.

Зміст проблеми і основні поняття. Концептуальна модель CALS (ІПВ). Інтегроване інформаційне середовище підприємства. Загальне уявлення про ІС. Структура і склад ІС. Інваріантні поняття ІПВ. Управління проєктом. Управління даними про виріб. Управління конфігурацією виробу. Управління ІС. Управління якістю. Управління потоками робіт. Системна організація пост виробничих процесів життєвого циклу виробу (інтегрована логістична підтримка). Паралельний інжиніринг. Аналіз і реінжиніринг бізнес-процесів. Управління змінами організаційних і виробничих структур. Безпаперовий обмін даними і електронний цифровий підпис. Ефективність

впровадження ПІВ- технологій Досвід виконання великих проектів з використанням CALS-технологій. Міжнародна співпраця у сфері CALS- технологій. Міжнародні і національні стандарти в області CALS(ПІВ). Програмно-технічні рішення підтримки ПІВ на ринку.

Тема 14. Основні напрями галузевих програм впровадження ПІВ-технологій.

Галузеві програми стандартизації в області ПІВ -технологій. Основні напрями НІОКР для розробки типових програмно-технічних і методичних рішень в області ПІВ -технологій. Методи і програмні засоби моделювання, аналізу і реінжинірингу бізнес-процесів. Електронний документообіг і його підтримка. Електронний цифровий підпис. Методичне забезпечення паралельного інжинірингу. Засоби і системи для електронного представлення даних про вироби і управління цими даними (PDM). Методи і засоби управління проектами і потоками робіт. Моделі, методи і засоби управління конфігурацією. Моделі і системи ІЛП. Інтегровані системи управління якістю продукції відповідно до ISO9000:2000. Моделі виробничих процесів і інтегровані системи управління підприємством (MRP/ERP). Моделі, засоби і системи проектування і технологічної підготовки виробництва(CAE/CAD/CAM).

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1.						
Тема 1. Основні принципи комп'ютерно-інтегрованого управління.	15	3		6		6
Тема 2. Оптимальне керування технологічними комплексами.	12	2		5		5
Тема 3. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Інтеграція систем керування.	12	2		5		5
Тема 4. Електронна промисловість. Світові тренди. Можливості інтеграції.	7	2				5
Тема 5. Світовий досвід цифрової трансформації промисловості. Підходи до цифрової трансформації промисловості.	7	2				5
Тема 6. Цифрова трансформація економіки - основні напрями.	8	3				5
Тема 7. Поняття "Цифрові двійники" - підходи, інтерпретації.	7	2				5
Разом за змістовим модулем 1	68	16		16		36
Модуль 2						
Змістовий модуль 2.						
Тема 8. Основні тренди розвитку ринків цифрових двійників..	7	2				5
Тема 9. Основні технології і рішення світового ринку цифрових двійників.	7	2				5
Тема 10. Системні проекти цифрової трансформації	7	2				5

промисловості.					
Тема 11. Наскрізні проекти цифрової трансформації промисловості.	7	2			5
Тема 12. 3D-принтери і адитивне виробництво як перший проект цифрової трансформації промисловості.	7	2			5
Тема 13. CALS(ПВ) на підприємствах - принципи, передумови, методологія, аналіз стану і розвитку.	7	2			5
Тема 14. Основні напрями галузевих програм впровадження ПВ-технологій.	10	4			6
Разом за змістовим модулем 2	52	16			36
Усього годин	120	32		16	72

6.3. Тематичний план лабораторних робіт

№ п/п	Тема	К-сть годин
Модуль 1		
1.	Дослідження архітектури комп'ютера. Особливості організація мікроконтролера.	6
2.	Побудова проектної діаграми Ганта	5
3.	Вивчення процесом керування підприємством базами даних на прикладі програми TeamWox	5

6.4. Тематичний план самостійної роботи

№ п/п	Тема	К-сть годин
Модуль 1		
1.	Порівняльний аналіз задач збору інформації в АСК.	6
2.	Порівняння сучасних систем автоматизації виробничого потоку.	5
3.	Загальна характеристика інтегрованих систем	5
4.	Моделі виробництва в електронній промисловості класу "fables" і "lables" . Концепція Open Innovation.	5
5.	Проекти, що знаходяться в площині цифрової економіки.	5
6.	Майбутнє електронної промисловості.	5
7.	Типи цифрових двійників в електронній промисловості.	5
	Разом:	36
Модуль 2		
8.	Використання технологічних пріоритетів у рамках стратегій економічного розвитку, стратегій цифрової трансформації.	5
9.	Аналіз кейсів кращих практик реалізації проектів "Цифрових двійників".	5
10.	Основні властивості цифрової фабрики(заводу) (розумна фабрика, віртуальна фабрика).	5
11.	Промислова аналітика, "Аналітика 3.0", альтернативна статистика і "великі дані".	5
12.	Сучасні адитивні технології: 4D і програмовані матеріали.	5
13.	Міжнародна співпраця у сфері CALS- технологій. Міжнародні і національні стандарти в області CALS(ПВ). Програмно-технічні рішення підтримки ПВ на ринку.	5
14.	Інтегровані системи управління якістю продукції відповідно до ISO9000:2000.	6

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

1. Комп'ютерний клас;
2. Інтернет ресурси:

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Методичне забезпечення

1. Електронний конспект лекцій з дисципліни «Комп'ютерно-інтегровані технології в електронній промисловості». Методична розробка для студентів інженерних спеціальностей./ Укладач Юркін І.М. - УжНУ, 2021 - 97 с.

Основна література

1. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах/ О.Пупена, І.Ельперін, Н.Луцька, А.Ладанюк. -К.: Ліра-К, 2011. -552с .
2. Трегуб В.М. Автоматизація об'єктів періодичної дії. Підручник.-К.:Ліра-К, 2017. - 136 с.
3. Кваско М.З. Проектування систем керування: навч. посіб. для студ. вищ. техн. навч. закл. / М.З. Кваско, Я.Ю. Жураковський, А.І. Жученко, В.В. Миленський. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 344 с.
4. Трегуб В. Г. Проектування систем автоматизації : навч. посібник / В. Г. Трегуб. – Київ : Ліра-К, 2014. – 342 с.
5. Тошинський В.І. Проектування систем автоматизації технологічних процесів: навч. посібник / В.І. Тошинський, М.О. Подусов та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – 412 с
6. Черевко О.О. Технічні засоби автоматизації [Електронний ресурс] : конспект лекцій з дисципліни «Технічні засоби автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання / О. О. Черевко. – Маріуполь : ПДТУ, 2019. – 152 с. – Режим доступу: <http://umm.pstu.edu/handle/123456789/17372>
7. ДСТУ Б А.2.4-16:2008 «Автоматизація технологічних процесів. зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах».
8. Стеглов В.К., Костік Б.Я., Беркман Л.Н. Системи управління в телекомунікаціях. -К.: Техніка, 2005. 395 с.
9. Белінський П.І. Менеджмент виробництва та операцій: Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 624 с.
10. Василенко В.О., Ткаченко Т.І. Виробничий (операційний) менеджмент: Навчальний посібник. /за ред. В.О. Василенка. – К.: ЦУЛ, 2003. – 532 с.
11. Васильков В. Г. Організація виробництва: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2003. — 524с.
12. Матвієнко О. В. Основи інформаційного менеджменту: Навчальний посібник / Матвієнко О. В. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 128 с.
13. Глівенко С.В. Інформаційні системи в менеджменті: Навч. посібник / Глівенко С.В., Лапін Є.В., Павленко О.О. та ін.- Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. - 407 с.
14. Пупена О., Клименко О., Шишак А., Міркевич Р. Інтегрування систем керування підприємством та виробництвом. Сучасний стан та стандарти. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://tk185.appau.org.ua/control-system/>
15. Пупена О. М. Принципи функціонування систем керування основним виробництвом через призму стандарту ІЕС-62264/ [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://tk185.appau.org.ua/guide/aCampus-users-guides-IEC62264+++pdf>

16. Ілляшенко О., Бабешко Є., Харченко В. Кібербезпека індустріальних систем. / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://tk185.appau.org.ua/cybersecurity/>
17. Бабешко Є., Ілляшенко О., Харченко В. Функційна безпека індустріальних систем. / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://tk185.appau.org.ua/functional-safety/>
18. Пупена О., Міркевич Р., Клименко О., Шишак А. Стандарт керування порційним виробництвом: сучасний стан та перспективи в Україні. / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://tk185.appau.org.ua/batch-production/>
19. Стандарти інтегрування систем керування підприємством та виробництвом: сучасний стан та перспективи в Україні [Електронний ресурс] / О. М. Пупена, О. М. Клименко, Р. М. Міркевич, А. В. Шишак // Технічний комітет 185 «Промислова автоматизація». – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://tk185.appau.org.ua/whitepapers/62264.pdf>.

Допоміжна література

1. OECD Digital Economy Outlook 2020. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.oecd.org/publications/oecd-digital-economy-outlook-2020-bb167041-en.htm>
2. Digital Europe Programme. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/funding-digital>
3. PwC's Industry 4.0 Global Survey – A Preview of the New I 4.0 Study Published in April 2017 in Hanover Messe. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://www.pwc.ru/ru/assets/pdf/industry-4-0-pwc>
4. The Digital Twin: Realizing Transformation (Introduction) / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://youtu.be/oWeAYJ8CN70>
5. Minds + Machines: Meet A Digital Twin / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://youtu.be/2dCz3oL2rTw>
6. Siemens PLM - The Real Value of the Digital Twin / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://youtu.be/gK5sHDfBMP4>
7. Digital twins in high-tech industry: a brief report (September 2019) / A. I. Borovkov, A. A. Gamzikova, K. V. Kukushkin, Y. A. Ryabov; Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Center of the National Technology Initiative "New Production Technologies" [et al.]. — St. Petersburg: POLYTECH-PRESS, 2019 St. Petersburg 2020 [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2019/12_december/28/cifrovoy_dvoinik.pdf
8. Borovkov A.I., Ryabov Yu.A., Maruseva V.M. New paradigm of digital design and modeling of globally competitive products of new generation / Digital production: methods, ecosystems, technologies / SKOLKOVO. 2018. pp. 24–44. / [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://assets.fea.ru/uploads/fea/news/2018/04_april/12/cifrovoe-proizvodstvo-032018.pdf
9. SIEMENS Digital Industries. Industry 4.0. Integrated Industry reaches the next level. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://youtu.be/Q4BK4qu0Ts4>
10. Future Manufacturing 4.0: Toyota innovation, robotics, AI, Big Data. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=rt65167tZlQ>
11. Audi Smart Factory - Future of Audi Production. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://youtu.be/sqCbYd8O8MU>
12. Ukrainian Landscape Industry 4.0 – друга версія / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://industry4-0-ukraine.com.ua/2019/05/27/ukrainian-landscape-industry4-0-druga-vers%D1%96ya/>
13. Національна стратегія Індустрії 4.0 / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ism.kiev.ua/images/strategy.pdf>
14. Комарницький І.Ф., Белінський П.І., Кравець В.І. Менеджмент виробництва та операцій (тестові, проблемні ситуації, практичні завдання): Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 308с.
15. Соснін О.С., Казарцев В.В. Виробничий і операційний менеджмент: Навчальний посібник. – К.: Вид-во Європ.ун-ту, 2002. – 147 с.
16. Ханна М.Д. Управління виробництвом з метою задоволення споживача: Навчальний посібник. – К., 2003. - 226 с.

Інформаційні джерела в мережі Інтернет

1. <https://industry4-0-ukraine.com.ua/>
2. <https://komit.rada.gov.ua/>
3. <https://sourceforge.net/projects/ganttproject>
4. <https://sourceforge.net/projects/openproj/>
5. <http://freemind.sourceforge.net/wiki/inde>
6. <https://myfreesoft.ru/teamwox.html>
7. <https://tk185.appau.org.ua/whitepapers/62264.pdf>.
8. <https://tk185.appau.org.ua/guide/aCampus-users-guides-IEC62264+++pdf..>