

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра _____ мікро- та наноелектроніки _____
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ПЛАТФОРМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ
ТА ВИРОБНИЦТВА
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: _____ Мікро- та наноелектронні прилади і пристрої _____
(назва освітньої програми)

Спеціальність: _____ 153 Мікро- та наносистемна техніка _____
(найменування спеціальності)

Галузь знань: _____ 15 Автоматизація та приладобудування _____
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: _____ Магістр _____
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри
_____ мікро- та наноелектроніки _____
(найменування кафедри)

Протокол № 1 від 17 серпня 2021 р.

Запоріжжя, 2021

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	ОК 05 Платформи автоматизованого проєктування та виробництва Навчальна дисципліна нормативного компонента циклу професійної підготовки
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) рівень
Викладач	Василенко О. В., канд.техн.наук., доцент, доцент Мікро- і наноелектроніки
Контактна інформація викладача	Робочий телефон: +380617698367, телефон викладача: 0952394162, e-mail: traven03@yahoo.com
Час і місце проведення навчальної дисципліни	Згідно до розкладу занять.
Обсяг дисципліни	Кількість годин – загальний обсяг 90 годин кредитів – 3 кредити ЄКТС розподіл годин: 14 годин лекційних, 14 годин лабораторних, 62 години самостійна робота, вид контролю – екзамен
Консультації	Згідно з графіком консультацій.
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
Пререквізити Дисципліни за освітнім ступенем бакалавра: Інформатика. Обчислювальна математика, Математичні пакети прикладних програм, Моделювання мікро- і наносистем, Технологічні основи електроніки, Мікропроцесорні пристрої керування та обробки інформації, Комп'ютерне моделювання та проєктування пристроїв цифрової електроніки.	
Постреквізити Дисципліна Технології віртуального виробництва, Дипломовання.	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
Платформи автоматизованого проєктування та виробництва (ПАВ) – це курс теоретично-практичного спрямування, що поєднує в собі теорію організації автоматизованого проєктування, в тому числі, наскрізного, для тотальної автоматизації виробництва, згідно концепції Індустрія 4.0 та практичні завдання організації та роботи на платформах автоматизованого проєктування та автоматизованого виробництва.	
Вивчення навчальної дисциплін «Платформи автоматизованого проєктування та виробництва» дозволить студентів приймати обґрунтовані рішення щодо організації та роботи на платформах та технологіях автоматизованого проєктування та виробництва.	
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 проводити дослідження на відповідному рівні; ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність),	
фахові компетентності: СК1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірювальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення;	

СК3. Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та нанoeлектронні системи різного призначення;

СК4. Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і нанoeлектронних приладах та системах;

СК7. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері мікро- та наносистемної техніки, а також дотичні до неї міждисциплінарні проєкти.

Очікувані програмні результати навчання:

P1. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проєктування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проєктах;

P2. Визначати напрями, розробляти і реалізовувати проєкти модернізації виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів;

P4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та нанoeлектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності;

P5. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері мікро- та нанoeлектроніки, презентації результатів досліджень та інноваційних проєктів;

P6. Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проєктування;

P9. Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки;

P13. Керувати складними робочими процесами у сфері виробництва та/або досліджень мікро- та нанoeлектронних систем, об'єктивно оцінювати результати діяльності колективу та окремих працівників, визначати заходи щодо покращення результатів діяльності;

P14. Координувати роботу колективів виконавців для проведення наукових досліджень, проєктування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування мікро- та наносистемної техніки;

P17. Підбирати необхідні моделі та платформи для цифрового виробництва, розв'язувати задачі автоматизації керування об'єктами та процесами згідно концепції Індустрія 4.0.

4. Мета вивчення навчальної дисципліни

підготовка спеціалістів, що зрозуміли і засвоїли основні поняття в галузі автоматизованого проєктування та тотально автоматизованого виробництва, та навчилися використовувати їх на практиці при роботі з компонентами цифрового виробництва згідно концепції Індустрія 4.0.

5. Завдання вивчення дисципліни

Пізнавальні – є освоєння принципів функціонування, вибору та проєктування компонентів цифрового виробництва та технологій роботи на платформах автоматизованого проєктування та виробництва.

Практичні – сформувати практичні навички використання програм для автоматизованого проєктування та платформ цифрового виробництва.

6. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Змістовий модуль 1

Тема 1. Історія розвитку автоматизованого проєктування

Цілі та задачі дисципліни. Вимоги до студентів. Література. Основні визначення.

Розвиток автоматизованого проєктування. Ступінь автоматизації етапів проєктування.

Синтез, аналіз / моделювання, оптимізація. Каузальний та акаузальний підходи у

модельованні/проектуванні. Мультидоменне модельовання. Модельовання на різних рівнях абстракції. Мови модельовання, їхні можливості. Об'єктно-орієнтоване модельовання.

Платформи проектування: CAS (Computer Algebra System), CAE (Computer-aided engineering), CAD (Computer-aided design) як математичні процесори, в основі яких – забезпечення математичного модельовання, візуалізації та передачі інформації. Програми автоматизованого проектування CAD, орієнтація на домени. Універсальні математичні процесори CAS. Системи автоматизованого інжинірингу CAE.

Тема 2. Наскрізне автоматизоване проектування

Поняття наскрізного проектування, його задачі, способи реалізації.

Наскрізне проектування: менеджмент та модельовання впродовж життєвого циклу (Life Cycle) виробу (від концепції до реалізації та утилізації). Генерація переліку компонентів і матеріалів. BoM – Bill of materials.

Зв'язок CAD із системами CAM, станками із числовим програмним керуванням. Поєднання CAD та CAM (Computer-aided Manufacturing) у системи забезпечення проектування, попереднього та поточного модельовання (CADAM – Computer-augmented Design and Manufacturing)

Система САПІА як перша програма наскрізного проектування із переходом до створення «цифрового двійника» виробництва. Розвиток CAS на прикладі MatLab (MatLab/Simulink), забезпечення ним компонентів «цифрового двійника» виробництва.

Тема 3. Концепція Індустрія 4.0

Концепція Індустрія 4.0 (I4.0), її відображення в стратегічних документах економічного розвитку країн світу, зокрема, в Україні. Просування та розвиток ідей I4.0 державними та недержавними установами. Асоціація промислової автоматизації АППАУ та спільнота Industry4Ukraine, міністерство цифрової трансформації.

Цифрове виробництво як рушійна сила I4.0. Розкриття змісту «цифрового виробництва» через його назви: виробництво при вимкненому світлі (Lights out manufacturing, LOM), Virtual manufacturing, Smart manufacturing, Digital manufacturing, e- manufacturing. Ступінь інтеграції та «готовності» виробництва до «цифровізації».

Розвиток автоматизованого проектування і його зв'язок із автоматизованим виробництвом в концепції I4.0.

Модуль 2. Змістовий модуль 2

Тема 4. Автоматизоване виробництво як кіберфізична система

Складові та зв'язки кіберфізичної системи (КФС). Цифрове виробництво як КФС. Архітектура цифрового виробництва RAMI 4.0 – Reference Architectural Model Industrie 4.0.

Апаратне забезпечення для цифровізації. Багатопроесорні розподілені системи (Distributed I/O). Програмовані логічні контролери, Smart Sensors, верстати із числовим програмним керуванням (CNC – Computer numerical control), системи, що забезпечують міжпроцесорну взаємодію (IPC – Inter-process communication), комунікаційні системи (Communication), системи контролю багатокоординатного руху (Motion Control), системи ідентифікації (Industrial Identification), пристрої взаємодії та обміну даних у багатопроесорних розподілених системах (Distributed I/O), системи керування двигунами/автоматизований електропривод (Drive Systems), системи, що забезпечують взаємодію у багатопроесорних системах (Industrial Control) тощо.

Інформаційна складова. Програмне забезпечення КФС. Протоколи, інтерфейси. Специфікація передачі даних в промислових мережах OPC Unified Architecture.

Роль людини в КФС. Людино-машинні інтерфейси, SCADA та Line Monitoring. Технології прийняття рішень.

Тема 5. Платформи цифрового виробництва

Системи автоматизованого виробництва (CAM – Computer-aided Manufacturing);

Системні програми-надбудови для обробки даних (SAP – Systems Applications and Products in Data Processing): системи планування ресурсів підприємства (EPR – Enterprise

resource planning) та виконавчі системи виробництва (MES – Manufacturing execution systems). Системи менеджменту впродовж життєвого циклу продукту: PLD, PLM (Product Lifecycle management) та LCVSM – Life Cycle Value and Stream Management.

Взаємозв'язок платформ. Принципи інтеграції на базі управління основними даними виробничого процесу (MDM, Master Data Management).

Тема 6. Технології цифрового виробництва

Цифровий двійник (Digital Twin) виробництва. Використання технології Model-based Design для створення Digital Twin. Системи синтезу і моделювання .

Використання Інтернету речей (IoT), промислового (або Індустріального) інтернету речей (IIoT – Industrial Internet of Things) для отримання даних про стан об'єктів та процесів виробництва, агрегації систем комп'ютерних мереж та промислових об'єктів з вбудованими датчиками і програмним забезпеченням для збору та обміну даними, з можливістю віддаленого контролю і управління в автоматизованому режимі.

Технології стратегічного прогнозування та оперативного контролю, формування розкладів для логістики, керування в режимі реального часу на базі аналізу отриманих даних, технології BigData Analysis. Хмарні технології та обчислення для роботи аналітичного центру цифрового виробництва. прийняття рішень на базі Big Data Analysis із застосуванням хмарних обчислень і технологій штучного інтелекту (Artificial Intelligence).

Тема 7. Тотально інтегроване виробництво. Заключна

Інтеграція Totally Integrated Power/Smart Grid та xxxTechs 4.0 у цифрове виробництво, перетворення його на тотально-інтегроване виробництво. Модель тотально-інтегрованого виробництва на прикладі Siemens Digital Enterprise. Об'єднання платформ цифрового виробництва із платформами автоматизованого проєктування (приклади Siemens, Schneider тощо).

Тренди розвитку платформ цифрового виробництва. Індустрія 5.0, питання екології, замкненого циклу виробництва. Розгляд питань на екзамен.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Історія розвитку автоматизованого проєктування	лекція	2
2	Розробка моделей на структурному та системному рівні в CAD	лабораторна робота	2
3	Наскрізне автоматизоване проєктування.	лекція	2
4	Розробка моделей на структурному та системному рівні в CAE	лабораторна робота	2
5	Концепція Індустрія 4.0.	лекція	2
6	Дослідження моделі Siemens Digital Enterprise	лабораторна робота	2
7	Автоматизоване виробництво як кібер-фізична система	лекція	2
8	Дослідження засобів дистанційного керування	лабораторна робота	2
8	Змістовний модуль 1	тестування/АКР	
9	Платформи цифрового виробництва.	лекція	2
10	Розробка людино-машинного інтерфейсу на SCADA	лабораторна робота	2
11	Технології цифрового виробництва.	лекція	2
12	Програмування компонентів цифрового виробництва на Eaton Smart Relay	лабораторна робота	2
13	Тотально інтегроване виробництво. Заключна	лекція	2
14	Дослідження компонентів цифрового виробництва від Schneider Electric в TechnoHub	лабораторна робота	2
15	Змістовний модуль 2	тестування/АКР	

8. Самостійна робота

№ тижня	Назва теми	Види СР	Кіл-ть годин	Контрольні заходи
1,2	Історія розвитку автоматизованого проєктування. Розробка моделей на структурному та системному рівні в CAD.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
3,4	Наскрізне автоматизоване проєктування. Розробка моделей на структурному та системному рівні в CAE.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
5,6	Концепція Індустрія 4.0. Дослідження моделі Siemens Digital Enterprise.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
7,8	Автоматизоване виробництво як кібер-фізична система. Дослідження засобів дистанційного керування.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
8	Змістовий модуль 1.	Підготовка до тестування	3	Тестування для самоконтролю в системі дистанційного навчання (тест 1).
9,10	Платформи цифрового виробництва. Розробка людино-машинного інтерфейсу на SCADA.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
11,12	Технології цифрового виробництва. Програмування компонентів цифрового виробництва на Eaton Smart Relay.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
13,14	Тотально інтегроване виробництво. Дослідження компонентів цифрового виробництва від Schneider Electric в TechnoHub.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
15	Змістовий модуль 2.	Підготовка до тестування	3	Тестування для самоконтролю в системі Moodle (тест 2).

Консультативна допомога студенту надається у таких формах:

- особиста зустріч викладача і студента за графіком консультацій (не менш, ніж 2 години на тиждень, або за попередньою домовленістю);
- використання системи дистанційного навчання Moodle:
<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=4090>;
- листування за допомогою електронної пошти traven03@yahoo.com (у форматі 24/7 кожного дня);
- відеозустріч в системі Zoom Meeting, аудіоспілкування або повідомлення у сервісах Viber та Telegram (за графіком консультацій викладача);
- спілкування по телефону (за графіком консультацій викладача).

9. Система та критерії оцінювання курсу

Оцінка знань студентів здійснюється за кредитно-модульною системою. Навчальний семестр складається з двох змістових модулів.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовий модуль оцінюється за 100-бальною шкалою. Підсумкова оцінка визначається як середня двох контролів за перший та другий змістові модулі. Студент має право додатково скласти екзамен за 100-бальною шкалою. В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому трьох змістових модулів та екзамен.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна в цілому оцінюється за 100-бальною шкалою.

Оцінка за 100-бальною шкалою переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС – A, B, C, D, E, FX, F).

Шкала оцінювання:

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Для екзамену, курсової роботи/проєкту, практики	Для заліку
90-100	A	відмінно	Зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	Не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання курсу.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовний модуль оцінюється за 100-бальною шкалою.

Під час контролю по першому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- повнота відповіді та активність роботи студента на лабораторній роботі оцінюється до 10 балів (4 лабораторні роботи по 10 балів = 40 балів);
- індивідуальна робота за тематикою змістовного модуля – до 10 балів;
- рубіжний контроль тестування/АКР – до 50 балів;

Під час контролю по другому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- повнота відповіді та активність роботи студента на лабораторній роботі оцінюється до 10 балів (3 лабораторні роботи по 10 балів = 30 балів);
- індивідуальна робота за тематикою змістовного модуля – до 20 балів;
- рубіжний контроль тестування/АКР – до 50 балів;

Підсумковий контроль визначається як середня двох контролів за змістові модулі.

Якщо студент додатково складає екзамен, то оцінювання враховує наступні критерії:

1. студент отримує два теоретичне питання, які потребують змістовної відповіді, кожне з них оцінюється від 0 до 30 балів;
 - 30-25 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітко визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.
 - 24-20 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття або поверхово проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

– 19-10 балів отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення. – 9-0 балів отримують студенти, які частково і поверхово визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки. 2. Студент також отримує задачу, яка має продемонструвати його навички в практиці роботи в системах автоматизованого проектування та дослідження/проектування компонентів цифрового виробництва, яке оцінюється в 40 балів максимум. – 40-35 балів отримують студенти, які правильно реалізували схему дослідження і вона показала правильну роботу при натурному, або модельному експерименті; – 34-30 балів отримують студенти, які реалізували схему дослідження і вона показала адекватну роботу при натурному, або модельному експерименті; – 29-20 балів отримують студенти, які зробили незначні помилки; – 19-0 балів отримують студенти, які зробили суттєві помилки. В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістових модулів та екзамену. Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна оцінюється за 100- бальною шкалою. Під час підсумкового контролю (екзамену) враховуються наступні види робіт та відповідні критерії: – правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті двох лабораторних робіт студента оцінюється до 40 балів всього; – правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті індивідуальної роботи студента оцінюється до 40 балів; – два тестування в системі Moodle (до 10 балів кожне).
--

10. Політика курсу

Політика щодо академічної доброчесності.

Складати всі проміжні та фінальні завдання самостійно без допомоги сторонніх осіб. Надавати для оцінювання лише результати власної роботи.

Не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів.

Не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів.

Політика щодо відвідування аудиторних занять (особиста присутність студента).

Студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні сформулювати загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=4090>) з подальшим захистом. За об'єктивних причин (наприклад, лікарняні, стажування, мобільність, індивідуальний графік, інше) аудиторні види занять та завдань також можуть бути трансформовані в систему дистанційного навчання (сервіс Moodle).

Політика щодо дедлайнів.

Студент зобов'язаний дотримуватись крайніх термінів (дата для аудиторних видів робіт або час в системі дистанційного навчання), до яких має бути виконано певне завдання. За наявності поважних причин (відповідно до інформації, яку надано деканатом) студент має право на складання індивідуального графіку вивчення окремих тем дисципліни.

Політика щодо оскарження результатів контрольних заходів.

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються.

Політика щодо дотримання прав та обов'язків студентів.

Права і обов'язки студентів відображено у п.7.5 Положення про організацію освітнього

процесу в Національному університеті «Запорізька політехніка»
(https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_organizatsiyu_osvitnoho_protsesu.pdf).

Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних.

Обмін персональними даними між викладачем і студентом в межах вивчення дисципліни, їх використання відбувається на основі Закону України «Про захист персональних даних» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>). Стаття 10, п.3.