

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Кафедра Мікро- та наноелектроніки  
(найменування кафедри)

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ПРОЄКТУВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ**  
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: Якість, стандартизація та сертифікація  
(назва освітньої програми)

Спеціальність: 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка  
(найменування спеціальності)

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

Ступінь вищої освіти: перший (бакалаврський)  
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри  
Мікро-та наноелектроніки  
(найменування кафедри)

Протокол № 1 від 26.08.2021 р.

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	<u>ОК 30</u> Проектування вимірювальних систем Навчальна дисципліна, обов'язкова компонента
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший (бакалаврський) рівень
<b>Викладач</b>	Василенко О. В., к.т.н., доцент, доцент Мікро- і наноелектроніки
<b>Контактна інформація викладача</b>	Робочий телефон: +380617698367, телефон викладача: +30952394162, e-mail: <a href="mailto:traven03@yahoo.com">traven03@yahoo.com</a>
<b>Час і місце проведення навчальної дисципліни</b>	Згідно до розкладу занять.
<b>Обсяг дисципліни</b>	<b>Кількість годин</b> – загальний обсяг 135 годин <b>кредитів</b> – 4.5 кредитів ЄКТС <b>розподіл годин:</b> 20 годин лекційних, 6 годин лабораторних, 6 годин практичних, 73 години самостійна робота. <b>Індивідуальні завдання:</b> курсова робота 30 год (1 кредит). <b>вид контролю</b> – залік
<b>Консультації</b>	Згідно з графіком консультацій.
<b>2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни</b>	
<b>Пререквізити Дисципліни:</b>	ОК 05. Українська мова за професійним спрямуванням; ОК 14. Теорія електричних і електронних кіл; ОК 17. Механічні елементи інформаційно-вимірювальних систем; ОК 20. Пристрої інформаційно-вимірювальної техніки; ОК 22. Схемотехніка аналогових і цифрових пристроїв обробки сигналів; ОК 24. Інтелектуальні сенсорні системи; ОК 25. Метрологічна надійність засобів інформаційно-вимірювальної техніки; ОК 27. Оцінка відповідності засобів вимірювальної техніки регламентам і стандартам; ОК 28. Кваліметрія та системи управління якістю.
<b>Постреквізити</b>	ОК 32. Дипломне проектування.
<b>3. Характеристика навчальної дисципліни</b>	
<p>Проектування вимірювальних систем (ПВС) – це курс теоретично-практичного спрямування, що поєднує в собі теорію автоматизованого проектування із її практичним застосуванням при розробці інформаційно-вимірювальних систем.</p> <p>Вивчення навчальної дисципліни «Проектування вимірювальних систем» дозволить студентів приймати обґрунтовані техніко-економічні рішення при оптимальному проектуванні та вдосконаленні систем автоматичного регулювання (САР) та інформаційно-вимірювальних систем (ІВС).</p> <p><b>загальні компетентності:</b></p> <p>К01. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях. К02. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. К03. Здатність спілкуватися іноземною мовою. К04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. К05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p><b>фахові компетентності:</b></p> <p>К14. Здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи. К15. Здатність, виходячи з вимірювальної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки. К16. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення</p>	

моделей приладів і систем вимірювань.

К17. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструюванні модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів.

#### **Очікувані програмні результати навчання:**

ПР01. Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки.

ПР02. Знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту.

ПР06. Вміти використовувати інформаційні технології при розробці програмного забезпечення для опрацювання вимірювальної інформації.

ПР09. Розуміти застосовуванні методики та методи аналізу, проектування і дослідження, а також обмежень їх використання.

ПР12. Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів, в тому числі шляхом математичного моделювання.

ПР13. Знати та вміти застосовувати сучасні інформаційні технології для вирішення задач в сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.

ПР15. Знати та розуміти предметну область, її історію та місце в сталому розвитку техніки і технологій, у загальній системі знань про природу і суспільство.

ПР19. Вміти розробляти автоматизовані системи вимірювання та контролю на основі промислових контролерів та інтелектуальних реле.

#### **4. Мета вивчення навчальної дисципліни**

підготовка спеціалістів, що зрозуміли і засвоїли етапи, підходи рівні та принципи автоматизованого проектування засобів вимірювальної техніки. Це дозволить майбутнім спеціалістам приймати оптимальні схемні рішення при проектуванні пристроїв та систем вимірювальної техніки. В результаті вивчення дисципліни студенти мають навчитися вибирати по критеріям необхідне програмне забезпечення для кожного етапу проектування ІВС, проводити синтез, аналіз та оптимізацію САК, САР та ІВС.

#### **5. Завдання вивчення дисципліни**

**Пізнавальні** – є освоєння принципів оптимального проектування систем вимірювальної техніки.

**Практичні** – сформувані практичні навички використання програм для автоматизованого проектування ІВС, SCADA систем в тому числі.

#### **6. Зміст навчальної дисципліни**

##### ***Змістовий модуль 1. Наскрізне проектування ВС***

##### **Вступ.**

Цілі та задачі дисципліни. Вимоги до студентів. Література. Поняття вимірювальної системи (ВС). Історична довідка з розвитку автоматизованого проектування ВС. Контрольні заходи. Організаційні питання.

##### **Тема 1. Апаратне та програмне забезпечення мультидоменних ВС.**

Структурні схеми автоматизованих систем вимірювання. ВС як частина систем автоматичного керування (САК) та регулювання (САР). ВС як мультидоменна система.

Апаратне та програмне забезпечення вимірювальних систем. Інформаційна частина (Soft Ware / HW) ВС. Протоколи, інтерфейси. Особливості передачі інформації в ВС, способи кодування та перетворення. Шини даних, мультипроцесорні системи.

Апаратна частина (Hard Ware / HW) ВС. Мікропроцесори, програмовані логічні схеми (FPGA, PLA/PLD), мікроконтролери, інтелектуальні реле, промислові контролери як складова САК. САР та ВС. Первинні перетворювачі інформації (датчики, сенсори). Аналогово-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. Інші елементи та підсистеми цифрової та аналогової електроніки в апаратній частині ВС, в тому числі, блоки живлення).

## **Тема 2. Типи забезпечення та етапи проектування ВС.**

Апаратне, інформаційна, методичне, математичне, програмне та лінгвістичне забезпечення проектування ВС. Блочно-ієрархічний принцип проектування систем. Етапи та рівні проектування ВС. Циклічність процесу проектування. Синтез, аналіз, оптимізація. Ступінь автоматизації кожного з етапів проектування. Концептуальне проектування. Евристичний підхід до синтезу систем. Мультидоменне проектування та моделювання. Математичне забезпечення – моделі та алгоритми симуляції. Бібліотеки моделей блоків ВС. Каузальний та акаузальний підходи. Автоматизований синтез та параметрична оптимізація. Техніко-економічне обґрунтування прийняття рішень.

## **Тема 3. Програми наскрізного проектування ВС**

Поняття життєвого циклу (Life Cycle). Шлях проектування від Технічної пропозиції (технічного завдання) до реалізації (виготовлення дослідного зразку, натурних експериментів та передпродажної підготовки). Програми забезпечення єдності та взаємозв'язку між об'єктно-орієнтованими програми проектування / менеджмент наскрізного проектування (Product Data Management). Програми наскрізного проектування. Ланка CAE-CAD-CAM.

Загальні принципи автоматизованого проектування. Програми для моделювання та проектування на різних рівнях абстракції. Програми для проектування програм апаратної частини ВС (HW). Універсальні математичні процесори CAS, об'єктно-орієнтовані CAD та програми інжинірингу (проектування на верхніх рівнях абстракції) CAE. CAD із можливістю програмування та емуляції ВС із мікропроцесорами. Програми для проектування інформаційної частини ВС (SW).

## **Змістовий модуль 2. Об'єктно-орієнтоване проектування ВС**

### **Тема 4. Програмне забезпечення для проектування апаратної частини ВС**

Комп'ютерне моделювання – основа програм автоматизованого проектування (CAD). Програми для дослідження електронної частини мультидоменних ВС. Зручність ECAD для проектування та моделювання ВС. Дослідження апаратної частини ВС шляхом моделювання структурних блоків ВС/САК в ECAD. Загальні підходи до симуляції. Основні вимоги до симуляції: точність, універсальність, економічність (витрати часу/пам'яті). Каузальний та акаузальний підходи в симуляції. Математично-програмні засоби організації обчислень. Способи спрощення моделей при переході між ієрархічними рівнями та рівня для спрощення симуляції. Види та методика аналізу ВС в програмах ECAD, CAS та CAE.

### **Тема 5. Лінгвістичне забезпечення проектування ВС**

Програми для програмування інформаційної частини ВС. Програмне забезпечення для проектування програм. Вхідні мови програм. Мови високого рівня для програмування ВС із мікроконтролерами. Специфічні мови проектування контролерів та інтелектуальних реле.

Вимірювання та керування актуаторами – програмування дій в середовищі easySoft на мовах програмування LD (Ladder Diagram), FBD (Function Block Diagram), ST (Structured Text) тощо. Вимірювальні системи на базі інтелектуального реле. Реле EASY-E4-DC-12TC1. Мова блочних діаграм, готові програмні рішення для підсистем ВС, CAP та САК.

### **Тема 6. Проектування SCADA.**

SCADA – системи (Supervisory Control And Data Acquisition – дистанційне керування і збір даних. Збір та відображення даних у SCADA. Спектр функціональних можливостей SCADA. SCADA як засіб інтеграції вимірювальних системи в автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСКТП). Трирівнева структура інтегрованої автоматизованої системи керування. Структура збору даних і оперативного диспетчерського керування. Проектування в середовищі SCADA. Мнемосхеми, функції, анімація, повідомлення (аларми) тощо. Micro-SCADA.

### **Заклучна. Перспективи розвитку проектування ВС.**

Критерії якості проектного пристрою, техніко-економічні показники та конкурентоспроможність ВС. Розширення можливостей ВС до вимірювальних комплексів. Мультипроцесорні системи керування технологічними процесами, підприємствами.

Вимірювальні системи як основа кібер-фізичних систем в концепції Індустрії 4.0. Використання вимірних даних для побудови моделей: фізичних (для Цифрових двійників) та емпіричних (для машинного навчання). Smart sensors (сенсори 4.0): ІВС рівня 4.0. Технології ІоТ (інтернет речей). Технології Smart House, Smart City тощо. Розвиток методів та засобів автоматизованого проектування ВС. Наскрізне проектування, проектування в САДАМ. Критерії обирання засобів проектування. Розгляд питань на залік.

### 7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Вступ.	лекція	2
1	Апаратне та програмне забезпечення мультидоменних ВС.	лекція	2
1	Основні характеристики і можливості SCADA	Лабораторна робота	2
2	Стадії проектування вимірювальних систем	Практичне заняття	2
2	Типи забезпечення та етапи проектування ВС.	лекція	2
3	Програми наскрізного проектування ВС.	лекція	2
3	Цифрові платформи для R&D, САДАМ	лекція	2
3	Створення проєкту ВС в SCADA	Лабораторна робота	2
3	Наскрізне проектування ІВС	тестування	
4	Лінгвістичне забезпечення проектування ВС.	лекція	2
4	Інформаційно-вимірювальні системи	Практичне заняття	2
5	Програмне забезпечення для проектування апаратної частини ВС.	лекція	2
5	Проектування SCADA.	лекція	2
5	Побудова ІВС на базі інтелектуального реле	Лабораторна робота	2
6	Наскрізне проектування. Віртуальне виробництво	Практичне заняття	2
6	ІВС як підсистеми кібер-фізичних систем І4.0	лекція	2
6	Перспективи розвитку ВС.	лекція	2
7	Об'єктно-орієнтоване проектування ВС	тестування	

### 8. Самостійна робота

№ тижня	Назва теми	Види СР	Кіл-ть годин	Контрольні заходи
1	Вступ. Апаратне та програмне забезпечення мультидоменних ВС.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	14	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
2	Типи забезпечення та етапи проектування ВС. Програми наскрізного проектування ВС.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	11	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
3	Змістовий модуль 1. Наскрізне проектування ВС.	Підготовка до тестування	9	Тестування для самоконтролю в системі дистанційного навчання (тест 1).
4	Програмне забезпечення для проектування апаратної частини ВС. Лінгвістичне забезпечення ВС.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	13	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
5	Проектування SCADA.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	11	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.

6	Перспективи розвитку проектування ВС.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	7	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
7	Змістовий модуль 2. Об'єктно-орієнтоване проектування ВС	Підготовка до тестування	8	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=3628>;
- листування за допомогою електронної пошти [traven03@yahoo.com](mailto: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 змістовних модулів.

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

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-трансфертної системи (ЄКТС – А, В, С, 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	задовільно	
70-74	D		
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

Оцінки «зараховано» заслуговує студент, який виявив повне (певне) знання навчального матеріалу, успішно (частково) виконав передбачені програмою завдання, засвоїв рекомендовану основну літературу. Оцінка «зараховано» виставляється студентам, які засвідчили системні (не системні) знання понять та принципів навчальної дисципліни і здатні до їх самостійного поповнення та оновлення (використання) під час подальшої навчальної роботи і професійної діяльності. Одночасно вони допустили певні неточності, пропуски, помилки, які зумовили некоректність окремих результатів та висновків.

Оцінка «не зараховано» виставляється студентіві, який виявив значні прогалини в

знаннях основного навчального матеріалу, допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань, незнайомий з основною літературою, а також студентам, у яких відсутні знання базових положень навчальної дисципліни або їх недостатньо для продовження навчання чи початку професійної діяльності.

#### **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 та практичному занятті оцінюється до 20 балів (1 лабораторна роботи та 2 практичних заняття по 20 балів), в сумі 60 балів);
- індивідуальна робота за тематикою змістовного модуля – до 20 балів;
- рубіжний контроль тестування/АКР – до 20 балів.

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

- повнота відповіді та активність роботи студента на лабораторній роботі та практичному занятті оцінюється до 10 балів (2 лабораторні роботи та 1 практичне заняття по 20 балів), в сумі 60 балів);
- індивідуальна робота за тематикою змістовного модуля – до 20 балів;
- рубіжний контроль тестування/АКР – до 20 балів.

Для студентів заочної форми навчання курсом передбачені лабораторні роботи, практичні заняття та курсова робота.

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

- повнота відповіді та активність роботи студента на лабораторній роботі та практичному занятті оцінюється до 30 балів (1 лабораторна робота та 1 практичне заняття по 30 балів), в сумі 60 балів;
- рубіжний контроль: тестування/АКР – до 40 балів.

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

- повнота відповіді та активність роботи студента на лабораторній роботі та практичному занятті оцінюється до 30 балів (1 лабораторна роботи та 1 практичне заняття по 30 балів), в сумі 60 балів;
- рубіжний контроль: тестування/АКР – до 40 балів.

За підсумками першого та другого рубіжного модульного контролю студенту формується підсумкова оцінка знань, яка оголошується до початку екзаменаційної сесії. Під час екзаменаційної сесії студенти, які незгодні з оцінкою за підсумками рубіжного контролю або отримали незадовільну оцінку, з'являються на **залік**.

Якщо студент додатково складає залік, 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 чітке 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 автоматизованого проектування, яке оцінюється в 40 балів максимум.

– 40-35 балів отримують студенти, які правильно реалізували проєкт і він показав правильну роботу при натурному, або модельному експерименті;

- 34-30 балів отримують студенти, які реалізували проєкт і він показав адекватну роботу при натурному, або модельному експерименті;
  - 29-20 балів отримують студенти, які зробили помилки під час проєктування;
  - 19-0 балів отримують студенти, які зробили суттєві помилки під час проєктування.
- В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістовних модулів та заліку.

За навчальним планом у VIII-му семестрі для студентів денної та заочної форми передбачається виконання **курсової роботи** на тему «Проєктування IBC на базі SCADA системи». Оцінювання курсового проєкту відбувається за результатами його захисту. Результати захисту курсового проєкту оцінюються за національною шкалою та шкалою ECTS: Пояснювальна записка – до 30 балів, ілюстративна частина – до 20 балів, захист – до 50 балів, сукупно – 100 балів максимум.

## 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 сформувані загальні та фахові компетентності. Самостійну/курсову роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=3628>) 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/normativna-baza-navchalnogo-procesu>).

### **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.